

# Soil Ph and NPK Monitoring System for in Sugarcane Plants

## Sistem Monitoring Kadar Ph dan NPK Tanah Pada Tanaman Tebu

Muhammad Syahrul Gunawan<sup>1)</sup>, Syamsudduha Syahrurini<sup>2)</sup>, Akhmad Ahfas<sup>3)</sup>, Shazana Dhiya Ayuni<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [syahrurini@umsida.ac.id](mailto:syahrurini@umsida.ac.id)

**Abstract.** *Sugarcane is one of the main agricultural commodities in Indonesia. In the agricultural industry sector, soil nutrient content is an important factor in determining the success of a plant's fertility. The purpose of this study is to design an electronic device that can later function as a measuring tool to detect soil element levels before planting, using this NPK sensor, it will be able to measure the value of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) which will be a benchmark for the quality of the high and low levels of soil nutrients. The research method used is Research and Development (R&D), because the goal of the final result of this study will produce a system design product. This design is a design from a trial research prototype to determine the results and performance of the design of a soil nutrient detector.*

**Keywords** - NodeMCU ESP32, PH, Humidity, NPK, Internt of Things(IOT)

**Abstrak.** *Tanaman Tebu merupakan salah satu hasil komoditas utama sektor pertanian yang beraad di indonesia. Pada sektor industri pertanian, kandungan unsur hara tanah merupakan hal yang penting dalam menentukan keberhasilan dalam kesuburan suatu tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun sebuah perangkat elektronik yang nantinya dapat berfungsi menjadi alat ukur untuk mendeteksi kadar unsur tanah sebelum melakukan proses penanaman, dengan menggunakan sensor NPK ini nantinya akan dapat mengukur nilai nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang akan menjadi patokan kualitas tinggi rendahnya kadar unsur hara tanah tersebut.. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), karena tujuan hasil akhir dari penelitian ini akan menghasilkan produk perancangan sistem. Desain ini merupakan desain dari prototype penelitian uji coba untuk mengetahui hasil dan kinerja perancangan alat pendeteksi unsur hara tanah.*

**Kata Kunci** – NodeMCU ESP32, PH, Humidity, NPK, Internet Of Things(IOT)

## I. PENDAHULUAN

Indonesia diketahui sebagai negara agraris karena banyak yang berprofesi sebagai petani. Tentunya untuk menjadi maju para petani harus memiliki pengetahuan tertentu tentang proses penanaman. Kualitas tanah merupakan faktor penting dalam proses pertanian. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa teknologi sensor modern dapat meningkatkan efisiensi monitoring kualitas tanah hingga 40% dibanding metode konvensional [1]–[3]. Setiap jenis tanah memiliki tingkat kesuburan yang berbeda, yang berasal dari sifat kimia, fisika, dan biologi tanah.

Tanah adalah produk alami dari permukaan bumi, tersusun dari bahan mineral hasil pelapukan batuan dan bahan organik hasil pelapukan sisa-sisa tanaman dan hewan, dan terbentuk menjadi media tanaman dengan sifat-sifat tertentu oleh kombinasi faktor alam, iklim, organisme, bentuk area, dan lamanya waktu pembentukannya.

Tanah mengandung banyak unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium [4], [5]. Penggunaan jaringan sensor nirkabel untuk monitoring unsur hara telah terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas pertanian [6]. Tanah yang kekurangan unsur hara dapat menyebabkan tanaman menjadi kurang subur, daun menguning, kualitas buah yang buruk, bahkan gagal panen. Unsur hara dalam tanah sangat penting untuk kesuburan tanaman. Setiap tanaman membutuhkan setidaknya 16 unsur untuk tumbuh dengan baik. Karena unsur hara yang tersedia di alam sangat terbatas, maka suplai unsur hara harus disediakan dengan penambahan pupuk secara teratur.

Oleh karena itu agar mengetahui kadar kualitas tanah yang baik, maka dibutuhkan suatu perangkat yang berguna untuk mengetahui kondisi tanah yang baik untuk tanaman sesuai dengan kondisi tanah tersebut [7]. Kualitas tanah tentunya memiliki peran penting agar tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu petani yang akan menanam suatu tanaman perlu mengetahui kualitas tanah yang sesuai untuk penanaman tanaman tersebut. Implementasi sistem manajemen tanah berbasis IoT memungkinkan optimalisasi nutrisi tanah secara berkelanjutan [8].

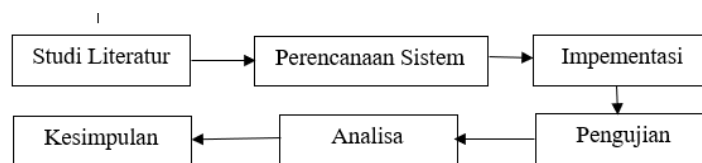
Untuk memudahkan dalam proses pengukuran dan monitoring secara berkala maka di lakukanlah sebuah penelitian untuk membuat alat monitoring yang nantinya akan otomatis mencatat suhu,kelembapan,Ph, Natrium, Phospor dan Kalium [9], [10].

## II. METODE

Pada penelitian ini,dapat dicapai dengan metode berikut ini:

1. Pengumpulan informasi: Sensor-sensor yang akan di gunakan, sensor ini nantinya akan mengukur kadar unsur hara tanah beserta kelembapan dan Ph tanah tersebut [4], [5].
2. Pengiriman data: Data yang diperoleh oleh sensor akan dikirimkan melalui jaringan Wifi menuju Spreadsheet. Teknologi ESP32 dengan koneksi WiFi telah banyak digunakan dalam sistem monitoring pertanian karena kemampuannya yang stabil dan efisien dalam transmisi data [11]. Penggunaan teknologi ini digunakan karena kemampuannya untuk memantau data dalam jarak yang jauh, dan tentunya juga dengan database spreadsheet yang besar sehingga bisa untuk pengecekan histori data. Integrasi dengan Google Sheets memungkinkan akses data real-time dari berbagai perangkat dan lokasi [12]. Pada tanah nanti data digunakan sebagai acuan dalam komposisi penambahan unsur hara tersebut.
3. Pemrosesan : Data yang nantinya akan dikirimkan oleh sensor akan diterima dan di proses oleh mikrokontroller untuk menentukan kondisi tanah secara real-time. Sistem monitoring real-time dengan integrasi cloud-based analytics telah menjadi standar dalam pertanian presisi modern [13], [14]. Pada saat pemrosesan data ini melibatkan penggunaan perangkat lunak yang canggih dan kemampuan komputerisasi yang tinggi agar semua informasi data yang dikirim akan disajikan dengan akurat dan tepat, sehingga petani dapat segera menentukan komposisi yang di butuhkan untuk penambahan kadar unsur hara.

Dengan metode sistem monitoring ini, di harapkan para petani dapat lebih mudah dalam melakukan pemupukan secara efisien dan efektif, serta dapat meningkatkan hasil panen tersebut.



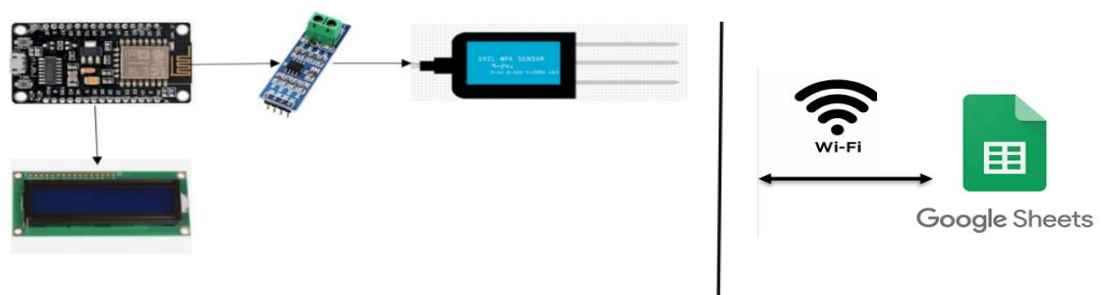
**Gambar 1.** Alur Metode Penelitian

### A. Studi Literatur

Pemahaman teori serta teknik yang akan digunakan akan dilakukan melalui studi literatur dalam pembuatan sistem. Hal ini sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas pada tanah dan tanaman. Beberapa Literatur yang akan dipakai berupa referensi internet, paper, ebook, artikel, dan jurnal.

### B. Perencanaan Sistem

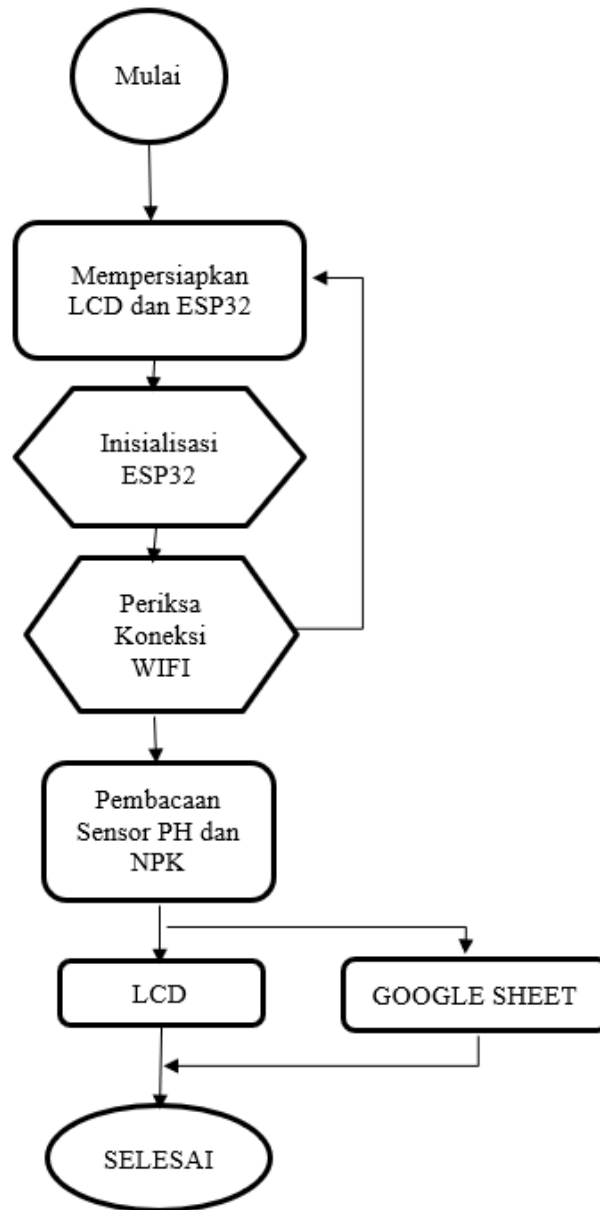
Sistem monitoring ini terdiri dari hardware dan software. Pada rancangan hardware terdiri dari rangkaian ESP32, RS485, LCD 16x2, Sensor unsur hara tanah. Protokol komunikasi RS485 dipilih karena kemampuannya dalam transmisi data jarak jauh dengan tingkat interferensi yang rendah, terutama untuk aplikasi pertanian di iklim tropis [15]. Nantinya parameter yang di ambil berupa kadar NPK (mm/kg), Ph, Humidity (%), Temperature (C). Nantinya data yang di terima akan di kirim ke lembar sheet, berikut adalah desain dari alat yang di buat.



**Gambar 2.** Desain System

Prinsip kerja dari perangkat ini adalah meliputi penerimaan data dari sensor NPK yang di kirim dan di terima oleh ESP32 melalui jembatan RS485. Output data tersebut kemudian dikirimkan melalui internet berupa koneksi wi-fi ke spreadsheet yang sudah dihubungkan dalam program yang sudah dibuat, sehingga pengguna dapat memantau data melalui aplikasi spreadsheet.

### C. Implementasi Sistem

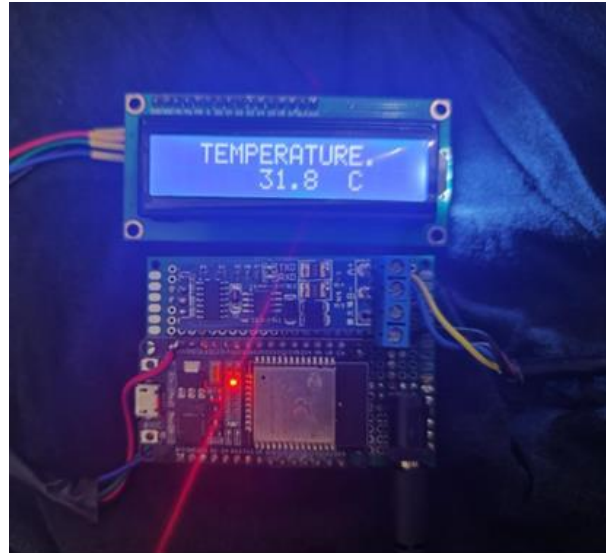


**Gambar 3.** Flowchart Sistem Kerja Sensor

Sistem pada alat ini berjalan dengan di mulainya sensor NPK bekerja, cara kerja sensor ini yaitu dengan di tancapkannya probe sensor ke dalam tanah yang akan di ukur kadar unsur haranya, saat sensor bekerja maka sensor akan mengirimkan output data yang nantinya akan di olah esp32, esp32 akan mengolah data dan mengelompokkan data sesuai dengan klasifikasinya yang akan di transfer pada spreadsheet.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum bahasa yang di gunakan oleh esp32 adalah bahasa pemrograman C atau C++. Untuk mengaplikasikan suatu program di butuhkan aplkasi Arduino IDE (Integrated Development Environment) untuk membuat dan menjalankan program. dalam hal ini setelah perangkat keras dirancang dan dibangun, langkah selanjutnya adalah membuat program sesuai dengan bagaimana alat dijalankan.



**Gambar 4.** Rangkaian ESP32, RS485 dan LCD



**Gambar 5.** Bentuk Probe saat ditancapkan di dalam tanah

Setelah semua di rangkai dan susun, sekarang waktunya mengupload program ke mikrokontroller, dan melihat serta mencatat apakah program yang sudah dibuat sudah berjalan sesuai dengan perencanaan di awal pembuatan.

Pengujian alat ini sudah merupakan pengujian hardware dan software, proses pengujian ini di mulai dengan menancapkan probe sensor ke tanah yang akan menjadi media pengamatan. Setiap komponen dipasang dengan presisi agar mendapatkan hasil ukur yang tepat dan akurat terhadap tanah. sensor ini bekerja secara simultan dan continue untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Data yang sudah didapatkan oleh sensor tersebut kemudian dikirimkan ke ESP32 sebagai transmitter data menggunakan internet wifi. Penggunaan ESP32 dipilih karena kemampuannya dalam mengirimkan data dengan efisien dan stabil menggunakan jaringan yang minimal. selanjutnya data yang sudah diterima ESP32 tersebut dikirimkan ke spreadsheet sebagai media penampil pusat output data. Proses ini memastikan bahwa semua informasi yang relevan tentang kadar unsur hara dapat diakses secara real-time menggunakan smartphone atau pc pada jarak jauh sekalipun.

**Tabel 1.** Hasil Pembacaan data oleh sensor

| No | Waktu               | Humidity | Temperture | PH  | N   | P   | K   |
|----|---------------------|----------|------------|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 26/03/2025 10:02:25 | 100      | 30.2       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |
| 2  | 26/03/2025 10:02:40 | 100      | 30.2       | 6.6 | 140 | 369 | 363 |
| 3  | 26/03/2025 10:02:56 | 100      | 30.2       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |
| 4  | 26/03/2025 10:03:11 | 100      | 30.1       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |
| 5  | 26/03/2025 10:03:27 | 100      | 30.1       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |
| 6  | 26/03/2025 10:03:42 | 100      | 30.1       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |
| 7  | 26/03/2025 10:03:58 | 100      | 30.1       | 6.6 | 140 | 370 | 364 |

Berdasarkan hasil dan analisa yang di lakukan. Sistem monitoring kadar Ph dan Npk pada tanaman tebu ini berjalan lancar dan realtime secara pengukuran dan juga stabil. Sistem ini terbukti efektif dalam melakukan monitoring kadar unsur hara tanah agar menjadi lebih mudah dan juga efisien.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang di dapat dan analisa yang di lakukan, dapat di simpulkan bahwa hasil rancangan sistem monitoring kadar Ph dan NPK pada tanaman tebu dengan menggunakan sensor NPK dan penggunaan esp32 sebagai alat transmiter data pembacaan sensor yang akan di kirimkan ke spreadsheet dan membuat data dapat di akses secara realtime kapanpun dengan catatan harus ada jaringan yang tersedia.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua orang yang telah mendukung serta berkontribusi pada penelitian dan pembuatan dari desain sistem monitoring kadar ph dan npk tanah pada tanaman tebu. Kami berharap kerja sama ini dapat berlangsung terus dan harmonis. Kami ingin sekali lagi mengucapkan terima kasih kepada semua orang, dan semoga barokah buat semua pihak.

#### REFERENSI

- [1] M. R. Islam, K. Oliullah, M. M. Kabir, M. Alom, and M. F. Mridha, "Machine learning enabled IoT system for soil nutrients monitoring and crop recommendation," *J. Agric. Food Res.*, vol. 14, p. 100880, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100880.
- [2] M. K. Senapaty, A. Ray, and N. Padhy, "IoT-Enabled Soil Nutrient Analysis and Crop Recommendation Model for Precision Agriculture," *Computers*, vol. 12, no. 3, p. 61, Mar. 2023, doi: 10.3390/computers12030061.
- [3] P. Rajak, A. Ganguly, S. Adhikary, and S. Bhattacharya, "Internet of Things and smart sensors in agriculture: Scopes and challenges," *J. Agric. Food Res.*, vol. 14, p. 100776, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100776.
- [4] R. P. Potdar, M. M. Shirolkar, A. J. Verma, P. S. More, and A. Kulkarni, "Determination of soil nutrients (NPK) using optical methods: a mini review," *J. Plant Nutr.*, vol. 44, no. 12, pp. 1826–1839, Jul. 2021, doi: 10.1080/01904167.2021.1884702.
- [5] I. Lionel, A. Ro'uf, and B. Alldino, "Analisis Spesifisitas Terhadap Sensor NPK," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 13, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.22146/ijeis.79672.
- [6] R. Madhumathi, T. Arumuganathan, and R. Shruthi, "Soil NPK and Moisture analysis using Wireless

- Sensor Networks,” in *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, IEEE, Jul. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCNT49239.2020.9225547.
- [7] M. S. Gozali *et al.*, “Multimeter Portabel Pengukur Nutrisi Tanah Pertanian untuk Kelompok Tani Maju Mandiri di Pulau Setokok,” *J. Pengabd. Kpd. Masy. Politek. Negeri Batam*, vol. 5, no. 1, pp. 84–96, Aug. 2023, doi: 10.30871/abdimaspolibatam.v5i1.5543.
- [8] N. O. Fauziah, B. N. Fitriatin, H. Fakhrurroja, and T. Simarmata, “Enhancing Soil Nutritional Status in Smart Farming: The Role of IoT-Based Management for Meeting Plant Requirements,” *Int. J. Agron.*, vol. 2024, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.1155/2024/8874325.
- [9] F. Nazir, I. P. D. Wibawa, and A. Rizal, “Pemantauan Dan Notifikasi Kondisi Tanah Pada Tanaman Menggunakan Platform Iot,” *eProceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 3991–4001, 2023.
- [10] A. Fakhrezi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Unsur Hara, Kelembaban, PH Tanah Dan Suhu Udara Berbasis Iot Menggunakanmikrokontroler ESP32 Iot Based Monitoring System Of Nutrient, Soil Moisture, Soil PH And Air Temprature Using ESP32 Microcontroller,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 778–786, 2023.
- [11] L. G. R. C. and G. P., “An automated low cost IoT based Fertilizer Intimation System for smart agriculture,” *Sustain. Comput. Informatics Syst.*, vol. 28, p. 100300, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.suscom.2019.01.002.
- [12] K. J. Naidu *et al.*, “Precision Agriculture Monitoring System,” *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*, vol. 21, no. 4, pp. 1543–1551, Dec. 2024, doi: 10.13005/bbra/3324.
- [13] K. Khanal, G. Ojha, S. Chataut, and U. Ghimire, “IoT-Based Real-Time Soil Health Monitoring System for Precision Agriculture,” vol. 11, pp. 470–478, Jul. 2024.
- [14] F. E. Oguz, M. N. Ekersular, K. M. Sunnetci, and A. Alkan, “Enabling Smart Agriculture: An IoT-Based Framework for Real-Time Monitoring and Analysis of Agricultural Data,” *Agric. Res.*, vol. 13, no. 3, pp. 574–585, Sep. 2024, doi: 10.1007/s40003-024-00705-x.
- [15] X. Zhang, G. Feng, and X. Sun, “Advanced technologies of soil moisture monitoring in precision agriculture: A Review,” *J. Agric. Food Res.*, vol. 18, p. 101473, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.jafr.2024.101473.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*