

ABSTRACT

NPK elements are macro nutrients that play an important role in plant development. Measurement of NPK elements should ideally be done every period to determine the right dose of fertilization, but measurement through laboratory tests takes a relatively long time. With information on NPK content in the soil, farmers can apply the right fertilizer according to the needs of the plants. This helps increase agricultural productivity, optimize fertilizer use, and reduce the negative environmental impact of over-fertilization.

In previous research, a system has been made that can monitor the NPK content of the soil at the plant site. However, the reading results of the system cannot be monitored remotely and the battery life can only last 2 hours. This research aims to develop an IoT communication system so that the readings can be monitored remotely. From several proposals available, one solution for data transmission has been selected. The proposed solution chosen is to send data via an internet network connection. The system can be connected using the internet network, a microcontroller that can connect to a wifi network is used, namely ESP32 and mifi to connect to the internet via a 4G cellular network and spread it via wifi. The communication protocol chosen is the MQTT protocol based on the pub-sub model. The system sends NPK, soil moisture and pH data in 75 bytes to 84 bytes per data value. To increase battery life, 18650 lithium ion batteries are used and solar panels are used to recharge the battery.

The results of data transmission are obtained efficiently and quickly. In this study, monitoring NPK nutrient levels and soil moisture that can be monitored remotely via a web browser. The results of the trial of the tool built from the NPK element value monitor system, pH and soil moisture data sent from the microcontroller to the server until it can appear in the web browser for the first time plugged in there is a delay of 2 minutes to 3 minutes, and for the second and subsequent data transmission there is a delay of 0.9 seconds to 1.2 seconds. The results obtained from using solar panels when the sun is hot which sends 18 volts to 20 volts of power to the 18650 lithium ion battery can last up to 8 hours.

Keyword: battery, development, IoT, monitoring, MQTT, NPK.

KATA PENGANTAR

Dengan rendah hati dan penuh syukur, penulis dari tim Pengembangan Perangkat Keras Agrisoil Sistem Cerdas Kontrol Unsur Hara NPK Tanah ingin menyampaikan kata pengantar ini sebagai bagian dari penyelesaian tugas akhir. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan inspirasi selama proses penulisan tugas akhir ini.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak, terutama orang tua, dosen-dosen pembimbing, keluarga, dan lainnya yang telah memberikan kesempatan juga dukungan penuh untuk belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman seperjuangan yang telah mendukung penulis sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari, bahwa tugas akhir yang kami buat ini masih jauh dari kata sempurna baik segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca guna menjadi acuan agar penulis bisa menjadi lebih baik lagi di masa mendatang.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk perkembangan dan peningkatan ilmu pengetahuan juga penerapannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis dari tim Pengembangan Perangkat Keras Agrisoil Sistem Cerdas Kontrol Unsur Hara NPK Tanah menyampaikan rasa syukur dan penghargaan yang tak terhingga kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah, rahmat, dan petunjuk-Nya. Tanpa-Nya, kami tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Ucapan terima kasih pertama-tama penulis persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, berkah, dan petunjuk-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tanpa-Nya, segala upaya dan usaha penulis tidak akan membuahkan hasil yang memuaskan.

Rasa terima kasih penulis tak terhingga disampaikan kepada pembimbing tugas akhir penulis, Bapak Faisal Candrasyah Hasibuan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1, dan Bapak Dr. Doan Perdana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2, atas kesabaran, arahan, serta masukan yang berharga selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir. Bimbingan dan dorongan dari beliau telah memberikan kontribusi besar terhadap kualitas penelitian ini.

Tak lupa, penulis juga berterima kasih kepada keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan doa restu, serta mendorong penulis untuk tetap semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Keberhasilan ini juga adalah hasil dari kasih sayang, dukungan, dan doa yang tidak pernah berhenti mengalir dari mereka.

Tidak lupa, terima kasih penulis sampaikan kepada semua teman-teman yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman, serta memberikan semangat dan dukungan selama perjalanan penulisan tugas akhir ini. Kehadiran dan kebersamaan kalian telah membuat perjalanan ini lebih berwarna dan menyenangkan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sekali lagi kepada semua pihak yang telah turut serta dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga kita semua senantiasa diberikan kesehatan, kesuksesan, dan keberkahan dalam setiap langkah perjalanan kehidupan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BUKU <i>CAPSTONE DESIGN</i>	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 USULAN GAGASAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Informasi Pendukung Masalah	3
1.3 Analisis Umum	3
1.3.1 Aspek Ekonomi	3
1.3.2 Aspek Manufakturabilitas.....	3
1.3.3 Aspek Penggunaan	3
1.3.4 Aspek Keberlanjutan	4
1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi.....	4
1.4.1 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi	4
1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan	4
1.5.1 Karakteristik Produk.....	4

1.5.2	Usulan Solusi.....	5
1.5.3	Skema Pengujian Dari Ke 3 Solusi.....	5
1.5.4	Solusi Yang Dipilih	6
1.6	Kesimpulan dan Ringkasan CD-1.....	6
BAB 2 DESAIN KONSEP SOLUSI.....		7
2.1	Spesifikasi Produk	7
2.2	Verifikasi.....	9
2.2.1	Verifikasi Spesifikasi 1.....	9
2.2.2	Verifikasi Spesifikasi 2.....	9
2.2.3	Verifikasi Spesifikasi 3.....	10
2.3	Kesimpulan dan Ringkasan CD-2.....	10
BAB 3 DESAIN RANCANGAN SOLUSI.....		11
3.1	Konsep Sistem	11
3.1.1	Pilihan Sistem.....	11
3.1.2	Analisis	12
3.1.3	Sistem yang akan dikembangkan	13
3.2	Rencana Desain Sistem.....	15
3.2.1	Desain Sistem	15
3.3	Pemilihan Komponen.....	18
3.3.1	Pemilihan Perangkat Keras.....	18
3.3.2	Pemilihan Perangkat Lunak.....	23
3.4	Pengujian Komponen (Kalibrasi)	24
3.4.1	Kalibrasi Sensor NPK.....	24
3.4.2	Pengujian Komunikasi.....	28
3.4.3	Pengujian durasi pengiriman data.....	28
3.5	Jadwal Pengerjaan.....	31
3.6	Kesimpulan dan Ringkasan CD-3.....	31

BAB 4 IMPLEMENTASI	32
4.1 Implementasi Sistem.....	32
4.1.1 Sistem Pengukuran Unsur Hara Pada Tanah	32
4.1.2 Sistem Monitoring Unsur NPK Dari Jarak Jauh	34
4.1.3 Sistem Manajemen Daya	35
4.2 Analisis Pengerjaan Implementasi Sistem.....	36
4.3 Hasil Akhir Sistem.....	37
4.3.1 <i>Source Code</i> Yang Dikembangkan.....	37
4.3.2 Dokumentasi	39
4.4 Kesimpulan dan Ringkasan CD-4.....	42
BAB 5 PENGUJIAN SISTEM.....	43
5.1 Skema Pengujian Sistem.....	43
5.2 Proses Pengujian	43
5.2.1 Pengujian 1 – Sistem Pengukuran NPK Pada Tanah	43
5.2.2 Pengujian 2 - Sistem Monitoring Unsur NPK Dari Jarak Jauh	46
5.2.3 Pengujian 3 - Sistem Manajemen Daya.....	48
5.3 Analisis Hasil Pengujian	50
5.3.1 Analisis Hasil Pengujian 1.....	50
5.3.2 Analisis Hasil Pengujian 2.....	51
5.3.3 Analisis Hasil Pengujian 3.....	52
5.3.4 Analisis Hasil Pengujian 4.....	52
5.4 Kesimpulan dan Ringkasan CD-5.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN CD-1	56
LAMPIRAN CD-2.....	62
LAMPIRAN CD-3	64
LAMPIRAN CD-4.....	66

LAMPIRAN CD-5.....67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram sub sistem.....	11
Gambar 3.2 Komponen setiap sub sistem.....	12
Gambar 3.3 Bagan rencana desain sistem keseluruhan	15
Gambar 3.4 Bagan rencana implementasi sistem.....	16
Gambar 3.5 <i>flowchart</i> garis besar sistem.....	17
Gambar 3.6 ESP32 beserta pinout-nya.....	18
Gambar 3.7 Modul ADC1115	19
Gambar 3.8 Perangkat MiFi	20
Gambar 3.9 Layar OLED tipe SSD1306	21
Gambar 3.10 Baterai lithium-ion 18650.....	21
Gambar 3.11 arduino IDE.....	23
Gambar 3.12 Node-RED	23
Gambar 3.13 MQTT Broker	23
Gambar 3.14 Grafik Pengisian Daya	29
Gambar 3. Grafik Daya Tahan Baterai	30
Gambar 4.1 Diagram alur sub sistem pembacaan NPK tanah.....	33
Gambar 4.2 Alur pada dashboard Node-RED	34
Gambar 4.3 Solar Panel	35
Gambar 4.4 Penggunaan 2 baterai pada sistem	36
Gambar 4.5 Pengujian pertama untuk membaca kondisi tanah.....	40
Gambar 4.6 Menampilkan hasil data NPK tanah, pH dan kelembapan pada layar OLED	40
Gambar 4.7 Monitoring Nilai NPK, pH dan Kelembapan Tanah di Lapangan	41
Gambar 4.8 Pengujian Sistem Dengan Baterai Dan Panel Surya di lapangan	42
Gambar 5.1 Papan PCB	43
Gambar 5.2 Pengujian alat pada tanah	44
Gambar 5.3 Hasil pengukuran yang ditampilkan pada OLED	45
Gambar 5.4 Tata letak sensor pada alat	45
Gambar 5.5 Tampilan dashbord	47
Gambar 5.6 Tampilan dashboard pada web	48
Gambar 5.7 Pengujian sistem manajemen daya	49
Gambar 5.8 Hasil pengujian sistem manajemen daya	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Produk	8
Tabel 2.2 Detail verifikasi kandungan NPK, kelembapan, dan pH tanah.	9
Tabel 3.1 Kadar unsur hara pada tanah yang ideal.....	14
Tabel 3.2 Tabel kalibrasi kandungan NPK.....	24
Tabel 3.3 Tabel kalibrasi kelembapan tanah	26
Tabel 3.4 Tabel hasil kalibrasi pH tanah	27
Tabel 3. Tabel pengujian komunikasi antar mesin	28
Tabel 3. Pengujian lama pengiriman data.....	28
Tabel 3. Tabel Analisis Uji Coba Pengisian Daya	29
Tabel 3. Tabel Daya Tahan Baterai	30
Tabel 3. Tabel rencana pengerjaan proyek	31
Tabel 4.1 Pengujian <i>delay</i> pengiriman data.....	35

DAFTAR SINGKATAN

ADC	: <i>Analog to Digital Converter</i>
NPK	: Nitrogen, <i>Phosporus</i> (Fosfor), Kalium
MiFi	: Mobile WiFi
TULT	: Telkom University Landmark Tower
CD-1	: <i>Capstone Design – 1</i>
CD-2	: <i>Capstone Design – 2</i>
CD-3	: <i>Capstone Design – 3</i>
CD-4	: <i>Capstone Design – 4</i>
CD-5	: <i>Capstone Design – 5</i>
PC	: <i>Personal Computer</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
PCB	: <i>Printed Circuit Board</i>

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan wilayah yang sangat luas lahan pertaniannya karena di dukung oleh kondisi alam dan lokasi geografisnya yang berada di daerah tropis. Sektor pertanian menjadi sangat penting bagi kesejahteraan masyarakat dan ketahanan pangan global. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh para petani adalah menjaga kesuburan tanah dan memastikan ketersediaan unsur hara yang tepat bagi pertumbuhan tanaman. Unsur hara utama dalam pertanian, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), memiliki peran vital dalam menjaga kesehatan dan produktivitas tanah.

Agrikultur merupakan sektor yang sangat penting di Indonesia. Populasi telah berubah secara drastis pada beberapa tahun terakhir. Menurut FAO, populasi dunia diprediksi akan bertambah 10 milyar pada tahun 2050. Hal ini beriringan dengan faktor lain seperti perubahan iklim di mana agrikultur bertanggung jawab terhadap 13,5% emisi global, membuat dibutuhkan metode yang efisien pada ranah agrikultur. [1] Nutrisi yang tepat sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi dari tanaman. Kemaksimalan hasil produk dari agrikultur utamanya bergantung pada makronutrien tanah berupa Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Pemberian pupuk yang berlebihan atau kurang menyebabkan berkurangnya produksi dan menghasilkan produk agrikultur dengan kualitas yang relatif rendah. [2]

Hingga saat topik ini diambil, pemantauan dan pencatatan kandungan unsur hara NPK dalam tanah masih menjadi tugas yang kompleks dan terkadang tidak efisien. Metode tradisional yang sering digunakan melibatkan pengambilan sampel tanah secara manual, yang memerlukan waktu dan tenaga. Dalam hal lain petani menggunakan teknik pemberian pupuk manual untuk mengontrol kondisi tanah tanaman dengan melakukan pemupukan pada interval waktu tertentu atau saat telah terlihatnya gejala penyakit tanaman. [3] Proses ini terkadang malah merugikan petani di mana sering kali terjadi kesalahan penggunaan pupuk atau terkadang penyiraman pupuk terlambat dilakukan. Kondisi tanaman yang kekurangan pupuk memperlambat pertumbuhan tanaman bahkan kualitas dari hasil buah, bisa saja kualitas menjadi lebih buruk. [4]

Pada penelitian sebelumnya, sebagian masalah tersebut telah berhasil diatasi. Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan sebuah sistem yang dapat memantau kondisi unsur hara tanah secara langsung. Sistem tersebut telah berhasil mendeteksi kandungan unsur hara

makro tanah, yaitu NPK. Selain NPK, sistem tersebut juga memiliki kemampuan untuk memantau kondisi pH dan kelembapan/*moisture* tanah. Sistem sebelumnya diklaim dapat memantau kondisi tanah dengan akurasi hingga 87%. Sistem yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya merupakan sebuah alat utuh yang memiliki beberapa komponen-komponen di dalamnya. Komponen-komponen penting yang dimaksud ialah komponen untuk mendeteksi kondisi tanah (sensor), komponen untuk membaca dan memproses data berdasarkan kondisi sensor yang juga berfungsi sebagai pusat pengendali sistem (mikrokontroler), komponen untuk menampilkan data hasil pembacaan, dan juga komponen untuk penyimpanan dan manajemen daya. Semua komponen tersebut saling terhubung dan terkoneksi menggunakan *pin header* pada *shield* atau papan PCB yang memiliki bentuk posisi pin yang sesuai untuk ditumpuk. Semua komponen tersebut dibungkus dan dilindungi menggunakan *casing*. Lalu sistem tersebut ditancapkan pada tanah yang ingin dipantau kondisi tanahnya.

Sistem tersebut dapat menampilkan informasi kondisi tanah secara langsung dengan sistem tampilan yang tertanam pada alatnya. Tampilan tersebut berupa tampilan alfanumerik pada layar yang berada di bagian *casing* sistem. Pengguna dapat mengunjungi dan melihat hasil bacaan kondisi tanah pada layar. Hal tersebut merupakan perkembangan besar dibanding tanpa ada sistem pemantauan apa pun. Namun, saat dilihat lebih jauh lagi, masih ada bagian yang dapat dikembangkan lagi. Salah satunya adalah sistem pemantauan jarak jauh sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanahnya tanpa harus mengunjungi tanahnya secara langsung.

Melihat adanya potensi pengembangan tersebut, pada penelitian ini dibuat usulan sistem untuk memantau kondisi tanah dari jarak jauh. Sistem tersebut diharapkan dapat memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tanahnya dari jarak jauh tanpa harus mendatangi dan melihat layar yang tertanam pada sistem sebelumnya. Pada penelitian ini dibuat sistem yang menggunakan prinsip kerja sistem sebelumnya yang kemudian ditambahkan sistem pemantauan jarak jauhnya. Sistem pemantauan jarak jauh tersebut dapat terdiri dari beberapa bagian seperti sistem komunikasi alat dan *dashboard* yang dapat diakses oleh pengguna dari mana saja.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Sebagian besar petani di negara kita mempraktikkan cara pertanian tradisional. Karena jumlah unsur hara tanah mengatur pertumbuhan dan kualitas tanaman, analisis sistematis dan kuantitatif unsur hara tanah sangat penting untuk hasil pertanian yang baik dan memadai. Motif dari pekerjaan ini adalah untuk menekankan pentingnya vitamin tanah dan cara cerdas berbasis sensor dari praktik evaluasi nutrisi untuk mengukur setiap nutrisi penting, Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (NPK). Selain itu, jika menggunakan metode tradisional untuk melakukan pengukuran NPK, pH dan kelembapan tanah, petani harus membawa *sample* tanah ke laboratorium dan hasil tersebut akan keluar 1 hingga 2 minggu kedepan. Penelitian ini tentang metode analisis hara tanah dengan penekanan khusus pada metode cerdas berbasis sensor untuk mengukur jumlah elemen penting tanah seperti N, P, dan K.

Internet of Things saat ini sudah mulai digunakan pada sistem pertanian cerdas, umumnya untuk tujuan irigasi. Di sini, untuk mengelola log air di lahan pertanian, digunakan IoT. Kelembaban tanah di lahan pertanian dipantau menggunakan sensor kelembapan tanah.

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Melihat dari aspek ekonomi, produk membantu petani untuk menghemat saat membeli pupuk karena dapat menggunakan pupuk dengan presisi. Pembelian pupuk menjadi tidak berlebihan karena saat memberikan pupuk ke tanah karena petani sudah mengetahui kandungan NPK tanahnya dari alat ini.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Melihat dari aspek manufakturabilitas, pengembangan produk ini menggunakan komponen yang bisa didapatkan secara umum di pasaran. Dalam proses rancang bangunnya, dapat menggunakan *3D printer* atau menggunakan akrilik.

1.3.3 Aspek Penggunaan

Dari sisi keberlanjutan, produk yang dikembangkan ini adalah keberlanjutan dari produk sebelumnya. Sehingga aspek keberlanjutan ini menjadi kebutuhan utama dalam pengembangan produk ini

1.3.4 Aspek Keberlanjutan

Dari sisi keberlanjutan, produk yang dikembangkan ini adalah keberlanjutan dari produk sebelumnya. Sehingga aspek keberlanjutan ini menjadi kebutuhan utama dalam pengembangan produk ini

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

1.4.1 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan masalah, latar belakang, dan analisis yang telah dipaparkan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi dari solusi yang diajukan antara lain:

1. Sistem dapat melakukan deteksi unsur hara tanah secara *realtime* dan akurat.
2. Sistem dapat dipantau dan terkoneksi dengan baik dengan media pemantauan berupa aplikasi maupun web.
3. Sistem dapat digunakan di lapangan.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

1.5.1 Karakteristik Produk

Pengembangan alat perangkat keras Agrisoil sistem cerdas kontrol unsur hara NPK tanah yang sudah ada menjadi dapat terhubung dengan jaringan internet sehingga alat ini dapat dimanfaatkan dari mana saja dengan cara mengirimkan data berupa hasil bacaan unsur hara NPK ke sebuah sistem yang dapat mengelola dan memproses data sehingga data dapat diakses melalui laptop/komputer dan *smartphone* dari mana saja.

Berikut fitur yang ditawarkan dengan dilakukannya proyek ini :

1.5.1.1 Fitur Utama

Pengembangan alat perangkat keras Agrisoil sistem cerdas kontrol unsur hara NPK tanah yang sudah ada menjadi dapat terhubung dengan jaringan internet sehingga alat ini dapat dimanfaatkan dari mana saja dengan cara mengirimkan data berupa hasil bacaan unsur hara NPK ke cloud dan dapat diakses melalui laptop/komputer dan *smartphone*.

1.5.1.2 Fitur Dasar

Mendeteksi unsur Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada tanah dengan satuan ppm serta akses yang mudah monitoring unsur Nitrogen, Fosfor dan Kalium dari jarak jauh menggunakan *smartphone* / PC.

1.5.1.3 Fitur Tambahan

Data yang diperbarui menggunakan sistem soft realtime, sehingga ada catatan pemantauan dari waktu ke waktu tentang kenaikan atau penurunan unsur hara NPK pada tanah yang

dipantau, serta dapat melakukan pengambilan data dari *database* yang menampung data unsur hara NPK. Selain itu, alat dapat berfungsi lebih lama menggunakan daya baterai dari yang sebelumnya.

1.5.1.4 Sifat Solusi Yang Diharapkan

Instalasi sensor unsur hara pada NPK sangat mudah, hanya ditancapkan ke tanah karena alat ini digunakan oleh petani untuk berkebun agar hasil tumbuhan yang ditanam mendapatkan hasil yang maksimal dari unsur hara NPK yang terpantau setiap saat dan alat yang minim perawatan.

1.5.2 Usulan Solusi

Berdasarkan konstrain dan karakteristik dari produk, maka terdapat 3 solusi yang dapat ditawarkan.

1.5.2.1 Solusi 1

Sistem diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32 dan sensor yang sudah ada. Lalu ditambahkan MiFi agar dapat terhubung dengan internet dan dapat berkomunikasi dengan server menggunakan aplikasi pemrograman berbasis node, yaitu Node-RED. Untuk proses pemantauannya dibuatkan tampilan *dashboard* sederhana. Penyimpanannya menggunakan layanan MySQL.

1.5.2.2 Solusi 2

Sistem diimplementasikan pada mikrokontroler dan sensor yang sudah ada. Lalu pada sistem ditambahkan modul komunikasi ESP8266 supaya dapat terhubung dengan internet dengan sambungan WiFi. Untuk proses pemantauannya dibuatkan tampilan web sederhana. Penyimpanannya menggunakan layanan Firebase.

1.5.2.3 Solusi 3

Sistem diimplementasikan pada mikrokontroler dan sensor yang sudah ada. Lalu pada sistem ditambahkan modul komunikasi LoRa. Selanjutnya dibuatkan modul induk berbasis ESP32 supaya dapat terhubung dengan internet dengan sambungan WiFi. Untuk proses pemantauannya dibuatkan tampilan web sederhana. Penyimpanannya menggunakan layanan Firebase.

1.5.3 Skema Pengujian Dari Ke 3 Solusi

Berikut adalah skema pengujian dari ke 3 solusi :

1. Pertama, tancapkan produk ke tanah.
2. Untuk mulai menyalakan, pengguna dapat menyalakan tombol power yang terdapat di sisi atas alat. Pastikan catu daya/baterai yang digunakan sudah terisi penuh.
3. Alat membaca kandungan NPK tanah.
4. Pengguna dapat langsung mengawasi melalui alatnya.
5. Pengguna juga dapat mengawasi melalui perangkat yang dapat terhubung ke internet dan dapat membuka peramban internet.

1.5.4 Solusi Yang Dipilih

Sistem diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32 [5] dan sensor yang sudah ada. Lalu ditambahkan MiFi agar dapat terhubung dengan internet dan dapat berkomunikasi dengan server menggunakan aplikasi pemrograman berbasis node, yaitu Node-RED. Untuk proses pemantauannya dibuatkan tampilan *dashboard* sederhana. Penyimpanannya menggunakan layanan MySQL.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Alat Pemantauan unsur NPK tanah ini ditujukan untuk para petani ini dapat membantu petani menentukan kebutuhan tanamannya. Alat pemantauan unsur NPK sudah ada melalui penelitian sebelumnya, tetapi masih harus dipantau di lokasi. Sehingga alat tersebut membutuhkan pengembangan. Pengembangan yang diperlukan dan dilakukan dalam proyek ini adalah pengembangan cara pemantauan yang dapat dilakukan melalui jarak jauh dan dapat dicatat secara otomatis dan dapat memantau daya baterai dari alat NPK tanah. Diharapkan dapat memudahkan penggunaannya, yaitu petani, dalam memantau kondisi tanamannya supaya dapat menghasilkan hasil pertanian yang lebih baik.