

**BUKU TUGAS AKHIR
CAPSTONE DESIGN**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT KERAS AGRISOIL
SISTEM CERDAS KONTROL UNSUR HARA NPK
TANAH**

Oleh :

Aditya Bakti Nugroho - 1103218255

Rizkita Ilham Rahadyan - 1103218250

Syاهدika Bobby -1103218256

**PRODI S1 TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
BUKU *CAPSTONE DESIGN*

PENGEMBANGAN PERANGKAT KERAS AGRISOIL SISTEM CERDAS
KONTROL UNSUR HARA NPK TANAH

DEVELOPMENT OF AGRISOIL HARDWARE: INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR
NPK SOIL NUTRIENT MANAGEMENT

Telah disetujui dan disahkan sebagai bagian dari *Capstone Design*

Program S1 Teknik Komputer

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung

Disusun oleh:

Aditya Bakti Nugroho - 1103218255

Rizkita Ilham Rahadyan - 1103218250

Syاهدika Bobby - 1103218256

Bandung, 22 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Faisal Candrasyah Hasibuan, S.T., M.T.
NIP. 20910005-1

Dr. Doan Perdana, S.T., M.T.
NIP. 14820042

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Aditya Bakti Nugroho
NIM : 1103218255
Alamat : Unggul Graha Permai, jl. Majapahit, Blok A1/11, Tridayasakti,
Tambun Selatan, Kab. Bekasi. 17510.
No. Telepon : 082310205957
Email : aditbn11@gmail.com

Menyatakan bahwa Buku *Capstone Design* ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok *Capstone Design* saya, dengan judul:

PENGEMBANGAN PERANGKAT KERAS AGRISOIL SISTEM CERDAS KONTROL UNSUR HARA NPK TANAH

*DEVELOPMENT OF AGRISOIL HARDWARE: INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR
NPK SOIL NUTRIENT MANAGEMENT*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.

Bandung, 31 Juli 2023



Aditya Bakti Nugroho
1103218255

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Rizkita Ilham Rahadyan

NIM : 1103218250

Alamat : Trukan Pangenjurutengah rt02/rw04, Kab Purworejo, Jawa Tengah

No. Telepon : 085878444014

Email : rizkitailham6@gmail.com

Menyatakan bahwa Buku *Capstone Design* ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok *Capstone Design* saya, dengan judul:

PENGEMBANGAN PERANGKAT KERAS AGRISOIL SISTEM CERDAS KONTROL UNSUR HARA NPK TANAH

*DEVELOPMENT OF AGRISOIL HARDWARE: INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR
NPK SOIL NUTRIENT MANAGEMENT*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.

Bandung, 31 Juli 2023



Rizkita Ilham Rahadyan
1103218250

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Syahdika Bobby

NIM : 1103218256

Alamat : Pondok Ungu Permai A9/8, Kota Bekasi, Jawa Barat.

No. Telepon : 081295546655

Email : syahdikaabobby@telkomuniversity.ac.id

Menyatakan bahwa Buku *Capstone Design* ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok *Capstone Design* saya, dengan judul:

PENGEMBANGAN PERANGKAT KERAS AGRISOIL SISTEM CERDAS KONTROL UNSUR HARA NPK TANAH

*DEVELOPMENT OF AGRISOIL HARDWARE: INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR
NPK SOIL NUTRIENT MANAGEMENT*

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.

Bandung, 31 Juli 2023



Syahdika Bobby
1103218256

ABSTRAK

Unsur NPK adalah unsur hara makro yang berperan penting pada perkembangan tanaman. Pengukuran unsur NPK idealnya dilakukan setiap masa untuk menentukan dosis pemupukan yang tepat, namun pengukuran melalui uji laboratorium membutuhkan waktu yang relatif lama. Informasi mengenai kandungan NPK dalam tanah, petani dapat melakukan pemupukan yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini membantu meningkatkan produktivitas pertanian, mengoptimalkan penggunaan pupuk, dan mengurangi dampak negatif lingkungan akibat pemupukan berlebihan.

Pada penelitian sebelumnya, sudah dibuat sistem yang dapat memantau kandungan NPK tanah pada lokasi tanaman. Tetapi, hasil pembacaan sistem tersebut belum dapat dipantau dari jarak jauh dan daya tahan dari baterai hanya dapat bertahan 2 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem komunikasi IoT sehingga hasil bacaan dapat dipantau dari jarak jauh. Dari beberapa usulan yang tersedia, telah dipilih salah satu solusi untuk pengiriman data. Usulan solusi yang dipilih adalah mengirimkan data melalui koneksi jaringan internet. Sistem dapat terhubung menggunakan jaringan internet, digunakan mikrokontroler yang dapat terhubung ke jaringan wifi yaitu ESP32 dan mifi untuk terhubung ke internet melalui jaringan seluler 4G dan menyebarkannya melalui wifi. Protokol komunikasi yang dipilih adalah protokol MQTT yang berbasis model pub-sub. Sistem mengirim data NPK, kelembapan tanah dan pH berukuran 75 *byte* hingga 84 *byte* per nilai data. Untuk meningkatkan daya tahan baterai, digunakan baterai *lithium ion* 18650 dan digunakan panel surya untuk mengisi ulang daya baterai.

Didapatkan hasil pengiriman data dengan efisien dan cepat. Pada penelitian ini, pemantauan kadar unsur hara NPK dan kelembapan tanah yang dapat dipantau dari jarak jauh melalui web browser. Hasil dari uji coba alat yang dibangun dari sistem monitor nilai unsur NPK, pH dan kelembapan tanah data terkirim dari mikrokontroler ke server hingga dapat tampil di web browser untuk pertama kali ditancapkan terdapat delay 2 menit hingga 3 menit, dan untuk pengiriman data kedua dan seterusnya terdapat delay 0,9 detik hingga 1,2 detik. Hasil yang di dapatkan dari menggunakan panel surya saat terik matahari yang mengirim daya 18 volt hingga 20 volt ke baterai *lithium ion* 18650 daya tahan nya bisa mencapai 8 jam.

Kata kunci : NPK, pengembangan, pemantauan, IoT, MQTT, baterai.

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