RINGKASAN

Banjir besar yang melanda sekitar 4.500 hektare lahan sawah di wilayah Sumatra telah menyebabkan gagal panen, kerusakan struktur tanah, dan hilangnya unsur hara esensial. Pada saat ini penyuluh masih menggunakan alat manual konvensional yang rentan korosi, tergantung pada jaringan seluler dan tidak berkelanjutan. Sistem *Flood2Food* hadir sebagai inovasi teknologi diagnosis tanah terintegrasi untuk pemulihan lahan sawah pascabanjir. Bentuk fisik alat terdiri atas unit Sensor *Node* mandiri berpanel surya yang tertanam di lahan dengan probe sensor *heavy-duty* tahan lumpur, serta unit *gateway* portabel berlayar LCD dan tombol *tactile* di pos pemantauan. Perangkat ini menggunakan metode Sensor *Fusion 7-in-1* berbasis *mikrokontroler* ESP32 dan komunikasi *LoRa* untuk mengukur tujuh parameter tanah secara simultan meliputi N, P, K, pH, suhu, kelembapan, dan *Electrical Conductivity* (EC) tanpa jaringan seluler. Data lapangan tersebut dipancarkan ke aplikasi *mobile* berbasis *Flutter* yang dilengkapi fitur kecerdasan buatan (AI) "Tanya Bimo" serta fitur gamifikasi misi harian berupa sistem perolehan poin, level, dan misi remediasi terstruktur guna mendisiplinkan pemantauan lahan secara interaktif. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini menunjukkan galat pengukuran sebesar 5%, jangkauan transmisi *LoRa* hingga 10,64 km, dan ketahanan operasional stabil selama 14 hari tanpa korosi. Pelaksanaan program ini juga telah menghasilkan luaran wajib berupa laporan kemajuan, laporan akhir, prototipe yang telah selesai 100%, dan media sosial instagram. Luaran tambahan pada program ini adalah pengajuan hak cipta kodingan program, pengajuan paten sederhana, dan pengajuan artikel ilmiah untuk jurnal nasional terindeks SINTA 3. Keseluruhan capaian tersebut menunjukkan bahwa *Flood2Food* tidak berhenti pada tahap perancangan, tetapi telah berkembang menjadi prototipe yang teruji di lapangan serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai teknologi pendukung pemulihan lahan pertanian pascabanjir.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ..... **i**
DAFTAR GAMBAR ..... **ii**
DAFTAR TABEL ..... **iii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **iv**
BAB 1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 2
1.3 Manfaat 2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA **2**
BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN **3**
3.1 Studi Literatur dan Identifikasi Kebutuhan 3
3.2 Pembuatan Prototipe 4
3.2.1 Alat dan Bahan 4
3.2.2 Perakitan dan Integrasi Sistem 4
3.2.3 Pengembangan Perangkat Lunak dan Aplikasi 5
3.2.4 Pengemasan Sistem 5
3.3 Pengujian Alat 5
BAB 4. HASIL YANG DICAPAI DAN POTENSI KHUSUS **5**
4.1 Hasil Capaian Luaran 5
4.2 Prototipe Fungsional *Flood2Food* 6
4.2.1 Stasiun Pemantau Lapangan (Sensor *Node*) 6
4.2.2 Stasiun Penerima (*Gateway*) 6
4.2.3 Antarmuka Digital Aplikasi *Mobile Flood2Food* 6
4.3 Hasil Pemantauan Prototipe 7
4.4 Hasil Pengujian Alat 8
4.5 Keunggulan Prototipe *Flood2Food* 8
4.6 Potensi Khusus dan Prediksi Kemanfaatan 9
4.7 Keterbatasan dan Syarat Pengembangan Lanjutan 9
BAB 5. PENUTUP **9**
DAFTAR PUSTAKA **10**
LAMPIRAN **11**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Visual Prototipe (a) Sensor *Node*, (b) *Gateway* 6
Gambar 4. 2 Antarmuka Aplikasi *Mobile* 7
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pemantauan 7
Gambar L6. 1 Salinan sertifikat hasil uji sampel tanah dari BPTP 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Fitur *Flood2Food* dengan Teknologi Eksisting..... 3
Tabel 4. 1 Matriks Pengujian *Flood2Food* 8
Tabel L1. 1 Usulan Didanai 11
Tabel L1. 2 Detail Penggunaan Dana Belmawa.....11
Tabel L1. 3 Bukti Penggunaan Dana Belmawa 13
Tabel L1. 4 Detail Penggunaan Dana USU..... 29
Tabel L1. 5 Bukti Penggunaan Dana USU..... 29
Tabel L2. 1 Bukti Kegiatan 32
Tabel L6. 1 Komparasi hasil pembacaan alat..... 60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penggunaan Dana 11
Lampiran 2. Bukti-Bukti Pendukung Kegiatan..... 32
Lampiran 3. Gambaran Detail Produk Yang Diciptakan..... 51
Lampiran 4. Cara Kerja Dan Manfaat..... 54
Lampiran 5. Diagram Blok dan Alur Kerja Sistem (*Flowchart*) 59
Lampiran 6. Hasil Pengujian Kalibrasi 60
Lampiran 7. Pengajuan Hak Cipta Kodingan Program..... 62
Lampiran 8. Pengajuan Jurnal Ilmiah Nasional Terindeks SINTA 3 63
Lampiran 9. Pengajuan Paten Sederhana..... 64
Lampiran 10. Kemajuan Unggahan Luaran Akhir Berupa Video Prototipe 65

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir menjadi salah satu ancaman hidrometeorologi yang dapat melumpuhkan produktivitas pertanian, terutama ketika lahan sawah terendam dalam waktu lama (Pirngadi dan Rahmawaty, 2022). Dampaknya tidak berhenti ketika air surut. Sekitar 4.500 hektare lahan sawah di wilayah Sumatra dilaporkan mengalami gagal panen akibat banjir, menunjukkan besarnya ancaman terhadap keberlanjutan produksi dan ketersediaan pangan (Madjid, 2025). Lahan yang tersisa juga belum tentu siap kembali ditanami. Banjir dapat mengikis lapisan tanah atas (topsoil) yang kaya unsur hara dan menurunkan kesuburan tanah (Rupngam dan Messiga, 2024). Penggunaan alat berat pada proses pemulihan turut berisiko memadatkan tanah, mengurangi ruang pori dan infiltrasi air, serta menghambat pertumbuhan akar pada musim tanam berikutnya (Kaur *et al*., 2020). Genangan berkepanjangan juga mengubah keseimbangan unsur hara melalui pencucian, imobilisasi, dan akumulasi racun setelah banjir surut (Das *et al*., 2025). Lahan yang tampak telah pulih setelah air surut, belum tentu siap untuk kembali berproduksi.

Kecepatan pemulihan menjadi sangat penting karena penanganan tanaman sebaiknya dilakukan dalam 14 hari setelah banjir surut untuk mencegah kerusakan jaringan permanen (Yernelis & Edo, 2020). Keputusan pemulihan membutuhkan data kondisi tanah yang cepat dan akurat agar pemberian nutrisi dan tindakan remediasi tidak dilakukan berdasarkan perkiraan. Penyuluh saat ini masih menggunakan alat uji tanah manual yang belum memungkinkan kondisi lahan dipantau secara berkelanjutan. Keterbatasan tersebut dapat menyebabkan pemberian pupuk kurang tepat sekaligus meningkatkan biaya operasional. Teknologi pertanian pintar sebenarnya menawarkan pemantauan yang lebih cepat, tetapi penerapannya di lahan pascabanjir menghadapi dua tantangan utama, yaitu sensor yang rentan terhadap lingkungan berlumpur dan ketergantungan pada jaringan seluler (Choudhary *et al*., 2025). Teknologi radio jarak jauh dapat mengatasi keterbatasan internet, tetapi vegetasi sawah yang basah berpotensi melemahkan sinyal (Harpawi *et al.,* 2025). Oleh karena itu, pemulihan lahan pascabanjir membutuhkan teknologi yang mampu membaca kondisi tanah, juga tangguh di lapangan dan tetap dapat mengirimkan data tanpa jaringan internet.

Flood2Food dikembangkan melalui program kreativitas mahasiswa bidang Karsa Cipta untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui teknologi pertanian presisi yang mengubah kondisi tanah pascabanjir menjadi dasar pengambilan keputusan pemulihan. Integrasi sensor *fusion heavy-duty*, teknologi *LoRa*, dan sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan memungkinkan kondisi tanah dipantau pada lahan berlumpur serta wilayah dengan keterbatasan jaringan. Data yang diperoleh tidak berhenti sebagai hasil pengukuran, tetapi digunakan untuk membantu menentukan tindakan remediasi sesuai kondisi aktual lahan. *Flood2Food* dengan demikian menawarkan perubahan dari pemulihan berbasis perkiraan menuju pemulihan berbasis data, sehingga petani dan penyuluh dapat

mengetahui kondisi lahan, memantau proses pemulihan, dan menentukan tindakan secara lebih tepat. Inovasi ini mendukung Tema PKM Nomor 1 Kemandirian Pangan, Energi, dan Air; Tema Nomor 6 Penguatan Pendidikan, Sains, dan Teknologi; serta Tema Nomor 8 Pelestarian Lingkungan dan Mitigasi Bencana. Kontribusinya juga selaras dengan SDGs Poin 2 (Tanpa Kelaparan) dan Poin 13 (Penanganan Perubahan Iklim) melalui teknologi yang mendukung percepatan pemulihan dan keberlanjutan produktivitas lahan pertanian pascabanjir.

1.2 Tujuan

1. Mengembangkan Prototipe pemantauan tanah berbasis Sensor *Fusion* 7-in1 yang tahan terhadap lingkungan berlumpur dan korosif.
2. Merealisasikan komunikasi data berbasis *LoRa* tanpa ketergantungan pada jaringan internet seluler.
3. Menghasilkan rekomendasi pemulihan lahan pascabanjir berdasarkan hasil pengukuran parameter kondisi tanah.

1.3 Manfaat

1. Mengurangi risiko gagal panen susulan dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk melalui pemantauan kondisi tanah secara akurat menggunakan prototipe Sensor *Fusion* 7-in-1 yang mampu beroperasi pada lingkungan lahan berlumpur dan korosif
2. Meningkatkan fleksibilitas pemantauan lahan melalui komunikasi data berbasis *LoRa* tanpa bergantung pada jaringan internet maupun seluler.
3. Mendukung efisiensi dan ketepatan alokasi bantuan pemulihan lahan berdasarkan kondisi tanah yang terukur dan rekomendasi remediasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Flood2Food dikembangkan sebagai solusi inovatif melalui integrasi teknologi sensor *fusion* untuk menjawab kompleksitas permasalahan lahan sawah pascabanjir. Pendekatan ini sejalan dengan Abdullah *et al*. (2024) yang menggunakan soil integrated sensor berbasis ESP32 untuk mengukur kelembapan, suhu, EC, pH, serta N, P, dan K tanah secara terintegrasi. Integrasi ketujuh parameter tersebut memungkinkan kondisi tanah dipantau secara lebih menyeluruh sehingga dapat mendukung diagnosis kondisi lahan sawah pascabanjir. Komponen utama *Flood2Food* mencakup sensor NPK berbasis RS485 *industrial grade* yang berfungsi mendeteksi penurunan kandungan unsur hara esensial, sensor pH tanah tipe *heavy duty* untuk memantau peningkatan kemasaman akibat proses reduksi tanah, serta sensor *Electrical Conductivity* (EC) dan salinitas guna mengidentifikasi akumulasi ion terlarut yang berpotensi toksik. Seluruh sensor bekerja menggunakan prinsip induksi magnetik dan elektroda antikorosi, sehingga tetap stabil pada kondisi ekstrem seperti rawa berlumpur, genangan lama, dan tanah jenuh air. Ketahanan ini menjadi keunggulan utama dibandingkan sensor resistif konvensional yang umumnya cepat terdegradasi fungsi saat terpapar lumpur dan lingkungan pascabanjir yang korosif.

ESP32 yang terhubung dengan *LoRa* berperan sebagai pusat kendali *Flood2Food* untuk mengatasi keterbatasan jaringan di lokasi terdampak banjir. *LoRa* dapat mengirimkan data tanpa bergantung pada jaringan seluler, termasuk di wilayah *blank spot* dan area pedesaan terbuka (Griva *et al*., 2023). Sistem juga dilengkapi panel surya dan *solar charge controller* sebagai sumber energi mandiri sehingga perangkat dapat beroperasi secara berkelanjutan (Ramson *et al*., 2021). Data dari sensor multi-parameter kemudian dianalisis menggunakan AI untuk menentukan rekomendasi dosis pembenah tanah berdasarkan tingkat kerusakan lahan. Dengan demikian, *Flood2Food* tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga sebagai sistem diagnosis dan pendukung keputusan dalam pemulihan sawah pascabanjir. Perbandingan *Flood2Food* dengan teknologi yang telah ada disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan Fitur *Flood2Food* dengan Teknologi Eksisting

Fitur / Parameter	***Flood2Food***	**Soil Test Kit (PUTS) (Perangkat Uji Tanah Sawah)**	**IoT Pertanian Konvensional**
Metode Pengukuran	Otomatis (*Real-time* & Terus-menerus)	Manual (Reaksi Kimia Kolorimetri)	Otomatis, umumnya 1–4 parameter
Ketahanan Sensor	Anti-korosi, IP65, stabil pada lumpur	Tidak relevan (reagen sekali pakai)	Rentan korosi pada lumpur
Konektivitas Data	*LoRa* (Tanpa Sinyal Seluler)	Tidak relevan (Pencatatan Manual)	Umumnya bergantung WiFi/seluler
Rekomendasi Tindakan	Otomatis via AI & Aplikasi	Manual (Buku Bagan Warna)	Sebagian besar hanya menampilkan angka
Waktu Perolehan Data	*Real-time*	30–60 Menit	*Real-time*, untuk lahan normal
Energi Operasional	Mandiri (Panel Surya + Baterai)	Tidak relevan	Umumnya bergantung listrik PLN

BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN

3.1 Studi Literatur dan Identifikasi Kebutuhan

Kondisi pascabanjir di Kabupaten Deli Serdang pada awal 2026 menunjukkan perlunya solusi yang dapat membantu petani menentukan kesiapan lahan untuk ditanami kembali. Berdasarkan kebutuhan tersebut, *Flood2Food* dirancang untuk memantau tujuh parameter tanah dengan galat maksimal 5%, mengirimkan data hingga lebih dari 5 km tanpa jaringan seluler, serta memberikan rekomendasi remediasi yang sederhana dan mudah dipahami. Kebutuhan tersebut menjadi dasar dalam perancangan dan pengujian sistem.

3.2 Pembuatan Prototipe

Tahap produksi sistem *Flood2Food* meliputi pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas unit Sensor *Node* sebagai stasiun pemantauan di lahan dan unit *Gateway* sebagai penerima data. Hingga tahap pelaporan, proses produksi telah mencapai 100%, meliputi persiapan alat dan bahan, perancangan, perakitan, pemrograman, hingga integrasi sistem.

3.2.1 Alat dan Bahan

Komponen yang digunakan disesuaikan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan dibagi berdasarkan fungsi masing-masing unit. Pada Sensor *Node*, komponen utama meliputi ESP32, RTC DS3231/DS1307, sensor tanah 7-in-1 berbasis RS485, modul MAX485, *LoRa* E220-400T22D, MicroSD, panel surya 10 Wp, *Solar Charge Controller* 60A, baterai LiFePO4 12V 8Ah, modul *step-down* LM2596, MOSFET IRLZ44N, LCD 20x4, *passive buzzer*, PCB *double layer*, *box panel outdoor*, tiang penyangga, serta konektor dan perlengkapan pengkabelan.

Sementara itu, unit *Gateway* menggunakan ESP32, *LoRa* E220-400T22D, MicroSD Card Reader, LCD 20x4, *tactile switch*, *passive buzzer*, adaptor DC 5V 1A, PCB *double layer*, dan *box casing*. Peralatan pendukung proses fabrikasi meliputi solder, timah solder, flux, *desoldering pump*, tang potong, *wire stripper*, bor *hole saw*, mini grinder, kabel, *heat shrink*, *pin header*, *glue gun*, *cable ties*, dan *cable gland* PG7.

3.2.2 Perakitan dan Integrasi Sistem

Proses fabrikasi diawali dengan pemetaan jalur komunikasi antarkomponen, meliputi I2C untuk LCD dan RTC, UART bagi modul *LoRa*, SPI untuk MicroSD, serta RS485 yang menghubungkan sensor tanah dan ESP32 via MAX485 disertai penggunaan MOSFET IRLZ44N sebagai pengatur daya untuk mengaktifkan mode *Deep Sleep*. Rangkaian perangkat keras dan lunak ini diintegrasikan ke dalam arsitektur sistem yang bekerja secara sinergis, di mana suplai energi mandiri dari panel surya menggerakkan unit sensor dan mikrokontroler sebelum data dipancarkan secara nirkabel via *LoRa* hingga ke gawai pengguna; penjelasan rinci mengenai tahapan tersebut divisualisasikan melalui Diagram Blok Cara Kerja Sistem *Flood2Food* pada bagian lampiran 5.

Pada Sensor *Node*, panel surya dihubungkan dengan *Solar Charge Controller* dan baterai LiFePO4 sebagai sumber energi mandiri. Tegangan keluaran kemudian diatur menggunakan LM2596 untuk menyuplai ESP32. Seluruh komponen elektronik dirakit pada PCB dan ditempatkan dalam *box panel outdoor*. Sensor tanah dihubungkan melalui konektor Aviation GX16, sedangkan akses kabel dilindungi menggunakan *cable gland* PG7 untuk menjaga ketahanan terhadap kondisi luar ruangan.

Pada *Gateway*, ESP32, modul *LoRa*, dan MicroSD Card Reader diintegrasikan pada PCB. LCD, *buzzer*, dan *tactile switch* digunakan sebagai antarmuka perangkat. *Gateway* kemudian ditempatkan pada *box casing* yang telah dimodifikasi sesuai kebutuhan komponen.

3.2.3 Pengembangan Perangkat Lunak dan Aplikasi

Sensor Node mengukur parameter N, P, K, pH, suhu, kelembapan, EC, dan salinitas via protokol Modus RTU dengan stempel waktu RTC untuk dikemas dan dipancarkan lewat *LoRa*, lalu memutus daya sensor via MOSFET agar ESP32 masuk ke mode Deep Sleep. Alur operasional lapangannya mencakup inisialisasi mikrokontroler, akuisisi dan validasi data tanah, pencatatan ke MicroSD, hingga transmisi paket informasi yang dirinci dalam Diagram Alur *Node* pada lampiran 5.

Stasiun *Gateway* mengimplementasikan arsitektur *non-blocking* untuk menangkap transmisi *LoRa*, mencatat data CSV ke MicroSD, dan menampilkan informasi pada LCD, serta mengonversi paket data ke format JSON untuk dikirim secara nirkabel ke aplikasi. Secara aktif, unit ini memverifikasi memori, memproses sinyal, dan mentransmisikan data lokal via BLE yang rincian tahapannya disajikan melalui Diagram Alur *Gateway* pada lampiran 5.

Aplikasi berbasis kerangka kerja Flutter dan Dart ini menghubungkan gawai pengguna dengan *Gateway* melalui *Bluetooth Low Energy* (BLE) bernama "Flood2Food_GW" untuk menyajikan halaman koneksi, *dashboard* parameter tanah *real-time* berindikator warna, serta kurva analitik riwayat hara, di mana seluruh alur interaksi pengguna mulai dari perizinan akses, pemindaian perangkat, hingga pemantauan analitik dan rekomendasi AI tersebut dirinci secara lengkap melalui Diagram Alur Aplikasi *Mobile* pada lampiran 5.

3.2.4 Pengemasan Sistem

Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, seluruh komponen dikemas sesuai fungsi masing-masing. Sensor *Node* ditempatkan pada *box panel outdoor* yang dipasang pada tiang penyangga bersama panel surya. Sementara itu, probe sensor dibuat mudah dilepas untuk mendukung proses kalibrasi dan perawatan. *Gateway* ditempatkan pada *box casing* yang dilengkapi dudukan LCD dan *tactile switch*. Seluruh jalur kabel dan celah casing disegel untuk meningkatkan perlindungan terhadap kondisi lingkungan.

3.3 Pengujian Alat

Validasi performa *Flood2Food* mencakup enam parameter pengujian utama di lapangan. Pengujian ini meliputi akurasi pembacaan tujuh parameter tanah melalui validasi *Soil Test Kit* dan laboratorium BPTP Sumatra Utara, uji jangkauan serta stabilitas transmisi *LoRa* nirseluler, verifikasi kontinuitas *data logging* berkala pada kartu MicroSD *Gateway*, sinkronisasi data *real-time* via BLE pada aplikasi Flutter, evaluasi responsivitas antarmuka fisik (*tactile switch*, *buzzer*, dan LCD), serta uji ketahanan operasional kontinu selama 14 hari di persawahan guna memantau efektivitas mode *Deep Sleep*, suplai panel surya, dan ketahanan sensor terhadap korosi lumpur.

BAB 4. HASIL YANG DICAPAI DAN POTENSI KHUSUS

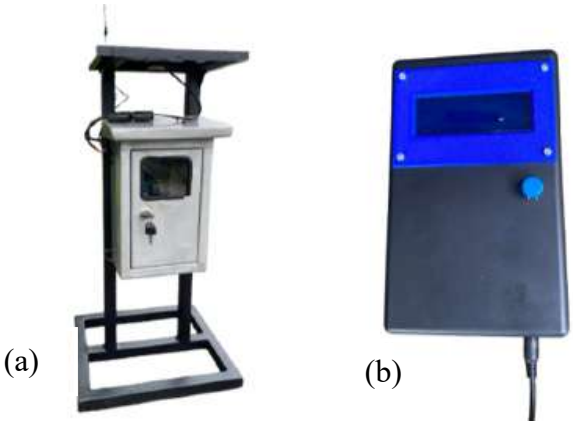
4.1 Hasil Capaian Luaran

Luaran yang telah dicapai dalam pelaksanaan kegiatan terdiri atas; luaran wajib meliputi laporan kemajuan, prototipe *Flood2Food* selesai 100%, serta akun

media sosial Instagram yang telah memposting 3 konten wajib sebagai media publikasi. Sementara itu, luaran tambahan yang berhasil dicapai meliputi pengajuan hak cipta kodingan program, pengajuan paten sederhana, serta pengajuan jurnal ilmiah nasional terindeks SINTA 3.

4.2 Prototipe Fungsional *Flood2Food*

Perangkat *Flood2Food* terwujud secara utuh sebagai sistem pemantauan lahan pascabanjir yang mandiri tanpa bertumpu pada jaringan seluler. Secara fisik, arsitekturnya mencakup *Sensor Node* di areal persawahan serta konsol *Gateway* pada pos pemantauan. Dokumentasi visual kedua unit hasil perakitan tersebut disajikan secara lengkap melalui Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Visual Prototipe (a) Sensor *Node*, (b) *Gateway*

4.2.1 Stasiun Pemantau Lapangan (Sensor *Node*)

Stasiun Pemantau Lapangan (*Sensor Node*) berfungsi sebagai unit perangkat keras mandiri yang dipasang pada area persawahan. Perangkat ini memanfaatkan *probe* sensor *heavy-duty* tahan lumpur serta struktur penyangga yang memuat panel surya dan kotak panel pelindung kedap air guna mengamankan modul mikrokontroler. Melalui konfigurasi tersebut, unit ini melakukan akusisi data 7 parameter tanah secara mandiri sebelum diteruskan ke stasiun pusat.

4.2.2 Stasiun Penerima (*Gateway*)

Stasiun Penerima (*Gateway*) dirancang sebagai konsol portabel ringkas dengan layar LCD 20x4 serta tombol interaktif (*tactile switch*) pada panel depannya. Perangkat ini bertindak sebagai pusat penerima transmisi nirkabel jarak jauh dari lahan, melakukan *data logging* berkala ke memori eksternal, sekaligus menjembatani pengiriman data lokal via *Bluetooth Low Energy* (BLE) agar dapat diakses langsung melalui gawai pengguna.

4.2.3 Antarmuka Digital Aplikasi *Mobile Flood2Food*

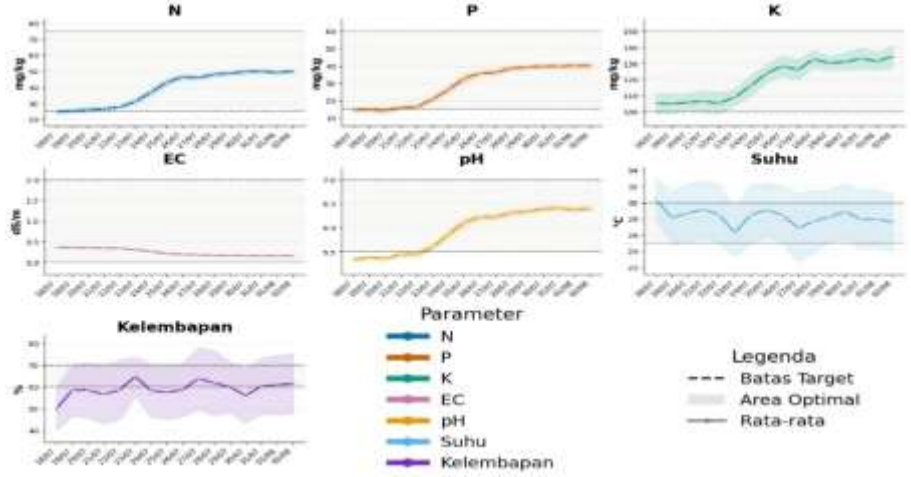
Aplikasi berbasis *framework* Flutter dan Dart ini menyajikan *dashboard* pemantauan tanah *real-time*, grafik riwayat hara, serta fitur AI “Tanya Bimo”. Keunggulan utamanya terletak pada integrasi gamifikasi misi harian, meliputi sistem poin, level, dan misi remediasi guna mendisiplinkan pengelolaan lahan secara interaktif dan berkelanjutan bagi petani maupun penyuluh. Seluruh visualisasi antarmuka tersebut ditampilkan secara komprehensif pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Antarmuka Aplikasi *Mobile*

4.3 Hasil Pemantauan Prototipe

Berdasarkan hasil pengujian lapangan selama 14 hari di area persawahan Pagar Merbau II, parameter Nitrogen (N) meningkat bertahap dari 24,8 mg/kg hingga stabil di angka 50,1 mg/kg mendekati batas target pemulihan, diikuti unsur Fosfor (P) yang konsisten merangkak naik dari 14,5 mg/kg menuju titik optimal 40,2 mg/kg, serta Kalium (K) yang berfluktuasi stabil dari kisaran 105,2 mg/kg hingga mencapai 134,3 mg/kg guna memperkuat jaringan tanaman pascaterendam. Selain itu, nilai Daya Hantar Listrik (*Electrical Conductivity* / EC) sukses merosot perlahan dari 360,2 µS/cm (0,36 dS/m) ke angka 157,8 µS/cm (0,15 dS/m) yang menandakan keberhasilan netralisasi residu racun dan reduksi garam sisa genangan, sementara derajat keasaman (pH) tanah berangsur pulih dari kondisi masam awal 5,34 hingga stabil pada kisaran ideal 6,40 untuk ketersediaan hara akar padi. Peningkatan kualitas ini juga didukung oleh kondisi termal tanah yang stabil di kisaran normal 24,0°C hingga 28,0°C (rerata harian 26°C–30°C) yang aman bagi mikrobiologi, serta tingkat kelembapan tanah yang berangsur stabil dari fase jenuh awal 60%–95% menuju rentang optimal seiring surutnya genangan di lahan sawah. Perubahan parameter hasil pemantauan tersebut ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pemantauan

4.4 Hasil Pengujian Alat

Evaluasi performa perangkat *Flood2Food* dieksplorasi secara mendalam melalui enam parameter krusial meliputi presisi sensor, efektivitas transmisi data, rekam jejak memori, sinkronisasi aplikasi, responsivitas antarmuka, serta ketahanan operasional jangka panjang, yang seluruh kinerjanya dirangkum secara komprehensif ke dalam Tabel 4.1. Validasi menyeluruh ini krusial untuk memastikan setiap modul perangkat keras dan perangkat lunak bersinergi secara selaras di bawah tekanan lingkungan nyata, sekaligus menjadi fondasi empiris yang menjamin keandalan instrumen sebelum diaplikasikan secara luas oleh para petani di lapangan.

Tabel 4. 1 Matriks Pengujian *Flood2Food*

No.	Aspek Uji	Metode	Hasil	Status
1.	Akurasi sensor N,P,K,pH,suhu,kelembapan,EC	Banding vs Soil Test Kit Kementan + Lab BPTP Sumut 5 parameter; kalibrasi 5-6 Juli 2026	Tren stabil 14 hari di Pagar Merbau II, pH 5.34-6.40, N 24.8-50.1 mg/kg, P 14.5-40.2 mg/kg, K 105.2-134.3 mg/kg, EC 360.2-157.8 uS/cm, suhu 24.0-28.0 C, kelembapan 95-60%	Lolos dengan galat 5%
2.	Transmisi *LoRa*	Uji jarak, RSSI, Packet Loss LOS dan sawah; uji 18/6 dan 14/8/2026	Data *Node* ke *Gateway* terkirim tanpa GSM/WiFi, tampil di LCD dan tersimpan	Lolos
3.	Penyimpanan *Gateway*	Cek CSV MicroSD kontinu	*Node* ID, waktu RTC, 7 parameter terekam tanpa putus	Lolos
4.	Sinkronisasi aplikasi BLE	Koneksi *Flood2Food_GW* ke Flutter dan cek dashboard.	Real-time + riwayat tampil, indikator warna berfungsi	Lolos
5.	Antarmuka fisik	Tekan tactile switch berulang, cek interrupt, buzzer, LCD	Responsif, bekerja dengan baik dan menampilkan data secara jelas	Lolos
6.	Ketahanan sistem 1-2 minggu	Operasi 18 Juli-2 Agus 2026, 14 hari sawah, cek Deep Sleep + surya + memori	Operasi kontinu, maintenance hari ke-7, tidak korosi sensor	Lolos

4.5 Keunggulan Prototipe *Flood2Food*

Flood2Food menawarkan berbagai keunggulan strategis untuk rehabilitasi lahan pertanian pascabanjir. Perangkat ini mengintegrasikan sensor *7-in-1* guna memantau tujuh parameter tanah sekaligus, dipadukan dengan modul komunikasi *LoRa* yang sanggup mengirimkan data sejauh 10,64 km secara mandiri tanpa sinyal

seluler di wilayah *blank spot*. Keberlangsungan operasionalnya dijamin oleh suplai tenaga surya yang efisien serta pendampingan AI "Tanya Bimo" untuk merumuskan rekomendasi pemulihan lahan secara presisi. Lebih lanjut, sistem ini dilengkapi fitur gamifikasi misi harian guna mendisiplinkan pengarsipan data dan tindakan pemupukan, serta didukung antarmuka aplikasi mobile berbasis Flutter yang interaktif dan mudah digunakan.

4.6 Potensi Khusus dan Prediksi Kemanfaatan

Kehadiran prototipe *Flood2Food* memberikan manfaat pada berbagai tingkat pengelolaan pertanian. Petani dapat memanfaatkan data kondisi tanah untuk menentukan tindakan pemulihan dan pemupukan secara lebih tepat guna menekan risiko gagal panen. Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) dapat menggunakan data tersebut untuk memetakan dan memantau proses pemulihan lahan secara lebih terstruktur. Pemerintah memperoleh basis data kondisi lahan yang dapat mendukung penentuan prioritas pemulihan, kebijakan darurat pangan, dan distribusi bantuan secara lebih tepat sasaran. Potensi *Flood2Food* juga meluas pada pengembangan riset melalui hilirisasi teknologi, penguatan kekayaan intelektual, dan publikasi ilmiah. Manfaat tersebut menempatkan *Flood2Food* bukan sekadar sebagai alat pemantau tanah, tetapi sebagai teknologi pendukung pengambilan keputusan dari tingkat petani hingga pemerintah.

4.7 Keterbatasan dan Syarat Pengembangan Lanjutan

Pengembangan *Flood2Food* menuju penggunaan yang lebih luas masih memerlukan pengujian pada variasi jenis tanah, musim hujan dan kemarau, kondisi cuaca, serta tingkat tutupan vegetasi yang berbeda. Ketahanan sistem energi juga perlu diuji pada periode dengan intensitas penyinaran matahari yang rendah. Penyempurnaan berikutnya diarahkan pada penambahan fitur notifikasi, sinkronisasi cloud, serta prosedur pengoperasian yang lebih sederhana agar perangkat mudah digunakan oleh petani dan penyuluh. Pengujian dan penyempurnaan tersebut menjadi langkah penting untuk membawa *Flood2Food* dari prototipe yang telah berfungsi menuju teknologi pemantauan lahan yang andal, terjangkau, mudah digunakan, dan siap dikembangkan untuk mendukung pemulihan lahan pascabanjir berbasis data.

BAB 5. PENUTUP

Pelaksanaan Program Kreativitas Mahasiswa bidang Karsa Cipta ini berhasil merealisasikan seluruh target pengembangan *Flood2Food* secara optimal. Capaian tersebut mencakup perwujudan prototipe pemantauan tanah sensor *fusion* 7-in-1 (N, P, K, pH, suhu, kelembapan, dan EC) berbahan *heavy-duty* yang tahan di lingkungan berlumpur dan korosif, penerapan sistem transmisi *LoRa* mandiri hingga jarak 10,64 km tanpa jaringan seluler, serta penyediaan rekomendasi pemulihan lahan berbasis AI "Tanya Bimo" dan aplikasi Flutter. Evaluasi lapangan membuktikan bahwa perangkat memiliki tingkat galat 5%, stabil beroperasi selama 14 hari tanpa korosi, serta didukung fitur gamifikasi misi harian. Melalui keunggulan tersebut, *Flood2Food* terbukti menjadi solusi teknologi tepat guna yang

efektif untuk membantu petani dan penyuluh mempercepat pemulihan lahan sawah pascabanjir secara terukur dan berkelanjutan. Keberhasilan implementasi ini membuka peluang besar untuk hilirisasi produk secara massal guna memperkuat ketahanan pangan nasional di masa mendatang. Selain itu, adopsi teknologi ini siap mendukung transformasi digital sektor pertanian melalui kemandirian energi dan data presisi berbasis kearifan lokal. berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A. Iwan, M. and Alkhairi, M. G. (2024) 'Identifikasi Unsur Hara pada Lahan Pertanian Padi menggunakan Soil Integrated Sensor dan Sistem Informasi Geografis', *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, *10*(3), pp. 371-377.

Choudhary, S., Narayan, V. and Kumar, R. (2025) 'IoT-Based Smart Irrigation System Using Soil Moisture Sensor', *International Journal of Agricultural Technology*, 15(2), pp. 120-130.

Das, A. K., Lee, D. S., Woo, Y. J., Sultana, S., Mahmud, A. and Yun, B. W. (2025) 'The impact of flooding on soil microbial communities and their functions: A review', *Stresses*, 5(2), pp. 30.

Griva, A. I., Boursianis, A. D., Wan, S., Sarigiannidis, P., Psannis, K. E., Karagiannidis, G., & Goudos, S. K. (2023) 'LoRa-based IoT network assessment in rural and urban scenarios', *Sensors,* 23(3), pp. 1695.

Harpawi, N., Triyani, Y., Rahmawaty, M. and Saputra, M. R. (2025) 'Implementasi LoRa sebagai Media Komunikasi Data Tinggi Air pada Lahan Gambut', *Elementer*, 11(2), pp. 87-97.

Kaur, G., Singh, G., Motavalli, P. P., Nelson, K. A., Orlowski, J. M., & Golden, B. R. (2020) 'Impacts and management strategies for crop production in waterlogged or flooded soils: A review', *Agronomy Journal*, *112*(3), pp. 1475-1501.

Madjid, Z. (2025) '4.500 hektare lahan sawah gagal panen diterjang banjir Sumatra', *CNBC Indonesia*, 5 Desember. Tersedia di: https://www.cnbcindonesia.com/news/20251205175018-4-691582/4500-hektare-lahan-sawah-gagal-panen-diterjang-banjir-sumatra

Pirngadi, R. S. and Rahmawaty. (2022) 'The impact of flooding on rice production in the Krueng Kluet Watershed, Aceh Province, Indonesia', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 977, pp. 012113.

Ramson, S. R. J., León-Salas, W. D., Brecheisen, Z., Foster, E. J., Johnston, C. T., Schulze, D. G., Cosh, M. H., Bindlish, R., & Malaga, M. P. (2021) 'A Self-Powered, Real-Time, Lorawan Iot-Based Soil Health Monitoring System, *IEEE Internet of Things Journal'*, 8(11), pp. 9278–9293.

Rupngam, T. and Messiga, A. J. (2024) 'Unraveling the interactions between flooding dynamics and agricultural productivity in a changing climate', *Sustainability*, 16(14), pp. 6141.

Yernelis, S., & Edo, R. (2020) 'The Evaluation on Recovery Phase of Post-Submerged Rice., *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, *108*(12), pp. 159-166.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penggunaan Dana

Tabel L1. 1 Usulan Didanai

Judul	*Flood2Food*: Sistem Monitoring Cerdas Pemulihan Lahan Sawah Pasca Banjir Berbasis Sensor dan IoT		
Skema	PKM-KC		
Tahun	2026		
Sumber Dana	**Pendanaan (Rp)**	**Penggunaan (Rp)**	**Sisa (Rp)**
Belmawa	7.500.000	7.500.000	0
USU	2.000.000	2.000.000	0

Tabel L1. 2 Detail Penggunaan Dana Belmawa

No.	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Belanja Bahan (maks. 60%)			
	Sensor NPK PH EC	1 buah	950.000	950.000
	Konverter Sinyal (Modul Max485)	1 buah	18.000	18.000
	Penurun Tegangan	1 buah	20.000	20.000
	Spacer Nylon	8 buah	3.000	24.000
	Switch Push Botton	2 buah	3.500	7.000
	Mikrokontroler	2 buah	90.000	180.000
	Timah Solder	2 buah	50.000	100.000
	Heat Shrink	1 buah	15.000	15.000
	Tang Mini	1 buah	35.000	35.000
	Kabel Listrik (Hitam)	1 buah	20.000	20.000
	Kabel Listrik (Merah)	1 buah	20.000	20.000
	Kabel Pelangi	1 buah	25.000	25.000
	Lcd 2004	1 buah	95.000	95.000
	Micro Sd Card Adapter	1 buah	15.000	15.000
	Original Mechanic Timah	1 buah	75.000	75.000
	Solder Minyak Timah	1 buah	25.000	25.000
	Papan Sirkuit PCB Double Layer (8x12cm)	1 buah	29.000	29.000
	Papan Sirkuit PCB Double Layer (9x15cm)	1 buah	37.000	37.000
	Penyedot Timah	1 buah	20.000	20.000
	Soket Panel Surya (Konektor Mc 4)	2 buah	17.000	34.000

	Soket Sensor (Konektor Cb Aviation)	1 buah	25.000	25.000
	Soket Skun Kecil Soket Sambung	6 buah	10.000	60.000
	Tang Kupas Kabel	1 buah	30.000	30.000
	Micro Sd Olike Memory Card	1 buah	94.500	94.500
	Lcd 20x4	1 buah	97.000	97.000
	Sakelar Elektrik Mosfet Irf Z44n	2 buah	15.000	30.000
	Modul Waktu Rtc Ds1 302	1 buah	30.000	30.000
	Batrai Aki Litium Sprayer 8 Ah	1 buah	250.000	250.000
	Antena *Lora*	1 buah	25.000	25.000
	Solar Charge Controller Lcd	1 buah	64.000	64.000
	Solder Listrik	1 buah	190.000	190.000
	Solar Panel	1 buah	305.000	305.000
	Mini Gerinda Elektrik	1 buah	282.000	282.000
	Batrai AA	2 buah	2.500	5.000
	Artc Ds 1307	1 buah	15.000	15.000
	Pin Header Male	2 buah	2.000	4.000
	Pin Header Famale	2 buah	3.000	6.000
	Terminal 2pin	4 buah	2.000	8.000
	Limit Switch	1 buah	6.000	6.000
	Isolasi Linen Tape	1 buah	16.000	16.000
	Box Elektronik	1 buah	38.000	70.000
	Panel Box Outdoor 20x30x12	1 buah	450.000	450.000
	Rtc Ds1307	1 buah	30.000	30.000
	Passive Buzzer	5 buah	4.000	20.000
	Hole Saw Mata Bor Besi	1 buah	26.000	26.000
	Micro Sd Card Reader	1 buah	22.500	22.500
	Omron Tactile Tact Switch	2 buah	3.000	6.000
	Micro Sd Card Reader	1 buah	12.500	27.000
	Kabel Gland Pg-7	4 buah	10.000	40.000
	Jack Dc Baut Betina	1 buah	5.000	5.000
	Jack Dc Baut Jantan	1 buah	5.000	5.000
	Adaptor 5v 1A	1 buah	24.000	24.000
	Jack DC	3 buah	3.500	10.500
	Ttl-Rs485	1 buah	20.000	20.000
	Micro Sd Card	1 buah	12.500	12.500
	Lem Bakar Hitam	4 buah	2.500	10.000

	Cb 4 Pin	1 buah	15.000	15.000
	Kepala Charger Untuk *Gateway*	1 buah	20.000	20.000
SUB TOTAL				4.100.000
2.	Belanja Sewa (maks. 15%)			
	Sewa Jasa Lab Kalibrasi Sampel Tanah 5 Parameter	5 kali	100.000	500.000
	Sewa Jasa Las	1 kali	500.000	500.000
SUB TOTAL				1.000.000
3.	Perjalanan (30%)			
	Ongkos Pembelian Alat	2 kali	200.000	400.000
	Ongkos Pengantaran Dan Penjemputan Sampek	2 kali	100.000	200.000
	Ongkos Pengujian Alat	3 kali	400.000	1.200.000
SUB TOTAL				1.800.000
4.	Lain-lain (maks. 15%)			
	Adsense Akun Media Sosial	3 kali	150.000	450.000
	Biaya Masuk Tol	3 kali	50.000	150.000
SUB TOTAL				600.000
GRAND TOTAL				7.500.000
GRAND TOTAL (Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)				

Tabel L1. 3 Bukti Penggunaan Dana Belmawa

No.	Tanggal	Keterangan	Dokumentasi
1.	3/6/2026	Pembelian 1 item Sensor NPK, PH, EC	 

2.	4/6/2026	Pembelian 1 item LCD 20X4, 2 item Sakelar Elektrik Mosfet IRF Z44N dan 1 item Modul Waktu RTC DS1 302	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: Wahyu Syahputra Nama Penjual: NANOTECH MEDAN Alamat Pembeli: Jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282338648347 No. Pesanan Tanggal Transaksi Metode Pembayaran Jasa Kirim 250304S175VPVF 04/06/26 SPayLater Same Day Rincian Pesanan No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 LCD 20x4 2004 with I2C Backpack Display Biru Blue Background Rp87.000 1 Rp87.000 2 Mosfet IRF Z44N Rp30.000 1 Rp30.000 3 RTC DS1302 Rp30.000 1 Rp30.000 Subtotal Rp.157.000 Total Kuantitas (Akhir) 4 produk
		Pembelian 1 item Konverter Sinyal (Modul MAX485), 1 item Penurun Tegangan, 8 item Spacer Nylon, 2 item Switch Push Botton	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: adaj172 Nama Penjual: ROBOT UAD Alamat Pembeli: Jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282366648347 No. Pesanan Tanggal Transaksi Metode Pembayaran Jasa Kirim 250305S27VPVC 04/06/26 SPayLater Hemat Cargo Rincian Pesanan No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 MODBUS Module RS485 to TTL Turu Converter RS-485 MAX 485 Module Rp10.000 1 Rp10.000 2 Penurun Tegangan Step Down LM2596 Voltage Regulator DC-DC LM2596 Rp25.000 1 Rp25.000 3 Spacer Nylon Female PCB 12mm Standoff Isolasi Baut Mur Plastik PCB 12 mm Rp1.000 8 Rp24.000 4 Switch Push Button Tx7 mm 4 Kaki Rp2.500 2 Rp7.000 Subtotal Rp66.000 Total Kuantitas (Akhir) 12 produk

		Pembelian Antena *LoRa*	 Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** ariqi172 **Nama Penjual:** Mansu Electronic **Alamat Pembeli:** Jalan Stadia raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 **No. Handphone Pembeli:** 6282306840547 **No. Pesanan** **Tanggal Transaksi** **Metode Pembayaran** **Jasa Kirim** 2606048ARRVVA 04/06/26 SPayLater Hemat Kargo **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 Antenna 915MHz 915 MHz Antena Lora SX12 76 Rp25.000 1 Rp25.000 **Subtotal Rp25.000** Total Kuantitas (Akhir) 1 produk
		Pembelian Micro SD Olike Memory Card	 Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** ariqi172 **Nama Penjual:** Olike Official Shop **Alamat Pembeli:** Jalan Stadia raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 **No. Handphone Pembeli:** 6282306840547 **No. Pesanan** **Tanggal Transaksi** **Metode Pembayaran** **Jasa Kirim** 260604G1TSVPVE 04/06/26 SPayLater Hemat Kargo **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 Olike Memory Card | Micro SD Class 10 High Speed 8GB 16GB 32GB 64GB 128GB - Garansi Resmi 3 Tahun 8GB 84.500 1 84.500 **Subtotal Rp84.500** Total Kuantitas (Akhir) 1 produk

		Pembelian Solar Charge Controller LCD	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: [illegible] Nama Penjual: Eatop Shop Alamat Pembeli: Jalan Shalita raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282368648547 No. Pesanan / Tanggal Transaksi / Metode Pembayaran / Jasa Kirim Rincian Pesanan Subtotal Rp64.000
		Pembelian 1 item Batrai aki litium sprayer 8 Ah	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: [illegible] Nama Penjual: [illegible] Alamat Pembeli: [illegible] No. Handphone Pembeli: 6282368648547 No. Pesanan / Tanggal Transaksi / Metode Pembayaran / Jasa Kirim Rincian Pesanan Subtotal Rp250.000

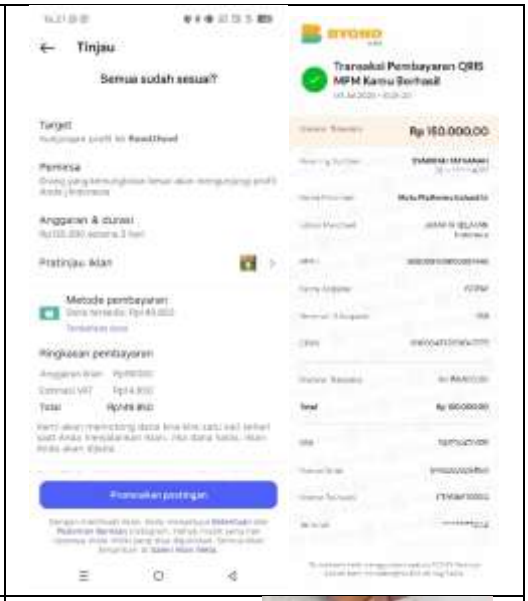
		Kabel Listrik (Merah), 1 item Kabel Pelangi, 1 item LCD 2004, 1 item Micro SD Card Adapter, 1 item Original Mechanic Timah, 1 item Solder MinyaK Tima, 1 item Papan Sirkuit PCB Double Layer (8x12cm), 1 item Papan Sirkuit PCB Double Layer (9x15cm), 1 item Penyedot Timah, 2 item Soket Panel Surya (konektor mc 4), 1 item Soket Sensor (Konektor CB Aviation), 6 item Soket Skun Kecil Soket Sambung dan 1 item Tang Kupas Kabel	  
		Pembelian Mikrokontroler ESP32	 

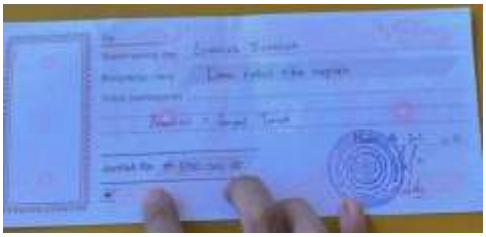
3.	6/6/2026	Pembelian Solder Listrik	 Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** aslq172 **Nama Penjual:** Olympia102 **Alamat Pembeli:** Jalan Sisela raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 **No. Handphone Pembeli:** 6282136848547 **No. Pesanan** **Tanggal Transaksi** **Metode Pembayaran Jasa Kirim** 260609BQHKNCBV 06/06/26 SeaBank Bayar Instan Reguler **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 4NENG Solder Listrik Adjustable Temperature LCD Display 60W - SL105 Hitam Rp 190.000 1 Rp 190.000 **Subtotal** Rp.190.000 **Total Kuantitas (Akiff) 1 produk**
		Pembayaran iklan postingan wajib pertama instagram	 Tinjau Semua sudah sesuai? Target Penting Anggaran & durasi Rp10.000 selama 1 hari Promosi Iklan Metode pembayaran Ringkasan pembayaran Anggaran iklan Rp10.000 Total Rp10.000 Promosikan postingan  MA Rp150.000 Detail pembayaran Status Sukses Metode pembayaran OnPay Waktu 10:03 PM Tanggal 6 Jun 2026 ID Transaksi [redacted] Nama acquirer gopay Nama merchant Meta Platforms Ireland Li Lokasi merchant JAKARTA SELATAN Merchant PAN [redacted] Terminal ID ACQ Jumlah bagi hasil Rp10.000 Total Rp150.000 Dibayar pakai OnPay Rp150.000 Tutup

4.	9/6/2026	Pembelian Solar Panel	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: [illegible] Nama Penjual: [illegible] Alamat Pembeli: jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282368848547 No. Pesanan 260609KYNSADMK Tanggal Transaksi 09/06/26 Metode Pembayaran Jasa Kirim SeaBank Bayar Instan Reguler Rincian Pesanan No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 [illegible] Rp305.000 1 Rp305.000 Subtotal Rp305.000 Total Kuantitas (Aktif) 1 produk
5.	13/6/2026	Pembelian Mini Gerinda Elektrik	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: [illegible] Nama Penjual: [illegible] Alamat Pembeli: jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282368848547 No. Pesanan 260613MESC4C8 Tanggal Transaksi 13/06/26 Metode Pembayaran Jasa Kirim SeaBank Bayar Instan Reguler Rincian Pesanan No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 Mini Gerinda Elektrik Grinder Engraving AC220V 10W Rp282.000 1 Rp282.000 Subtotal Rp282.000 Total Kuantitas (Aktif) 1 produk

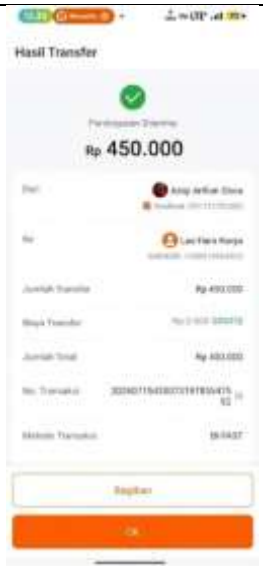
6.	16/6/2026	Pembelian 1 item Batrai AA, 1 Item ARTC DS 1307, 2 item Pin Header Male, 2 item Pin Header Famale, 4 item Terminal 2Pin dan 1 item Limit Switch	
		Pembelian 4 item lem bakar hitam, dan 1 item CB 4 Pin	
		Pembelian bahan bakar kendaraan untuk pembelian alat	

		Pembelian 1 item Adaptor 5v 1A, 3 item jack DC, 1 item TTL-RS485 dan 1 item Micro SD Card	
7.	20/6/2026	Pembelian isolasi linen tape	 
8.	2/7/2026	Pembelian Box Elektronik	 

9.	4/7/2026	Pembayaran iklan postingan wajib kedua instagram	
10.	6/7/2026	Pembelian Panel Box Outdoor 20X30X12	
		Pembelian bahan bakar kendaraan untuk pembelian alat	

		Pembayaran sewa Laboratorium BPTP Sumatera Utara untuk kalibrasi sampel tanah 5 parameter	 
		Pembelian bahan bakar kendaraan untuk pengantaran sampel	
11.	9/7/2026	Pembelian 1 item Micro SD Card Reader dan 1 item Omron Tactile Tact Switch	 Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** Azizi arifian dewa **Nama Penjual:** NANOTECH MEDAN **Alamat Pembeli:** Jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 **No. Handphone Pembeli:** 6282368648547 **No. Pesanan** **Tanggal Transaksi** **Metode Pembayaran** **Jasa Kirim** 260709BASNYX9N 09/07/2026 QRIS Instant Prioritas **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1. Micro SD Card Reader Writer Module for Arduino Modul Pembaca microSD Rp22.500 1 Rp22.500 1 Omron Tactile Tact Switch Push Button DIP 4 Pin 12x12x7.3mm Free Kaos kaki Rp6.000 1 Rp6.000 **Subtotal** **Rp28.500** **Total Kuantitas (Unit) 2 produk**

		Pembelian 1 item Micro SD Card Reader, 4 item Kabel Gland PG-7, 1 item Jack DC Baut Betina dan 1 item Jack DC Baut Jantan	
		Pembelian Hole Saw Mata Bor Besi	

		Pembelian 1 item RTC Ds1307 dan 5 item passive buzzer	 Shopee Nota Pesanan Nama Pembeli: Asqi arifan dava Nama Penjual: DuniaToko Alamat Pembeli: jalan Stella raya villa setiabudi makmur 1 blok a no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 No. Handphone Pembeli: 6282368648547 No. Pesanan 260709031SA3S1 Tanggal Transaksi 09/07/2026 Metode Pembayaran Jasa Kirim QRIS Instant Prioritas Rincian Pesanan Subtotal Rp50.000
12.	15/7/2026	Pembayaran jasa las untuk pembuatan rangka *Flood2Food*	 Hasil Transfer Rp 450.000

13.	16/7/2026	Pembelian bahan bakar kendaraan untuk uji coba alat *Flood2Food* di Pagar Merbau II	
14.	18/7/2026	Pembelian Kepala Charger untuk gate away	
		Pembayaran biaya tol menuju lokasi uji coba alat *Flood2Food*	 

15.	25/7/2026	Pembayaran masuk jalan tol menuju tempat monitoring alat *Flood2Food* di Pagar Merbau II	 
		Pembelian bahan bakar kendaraan untuk monitoring alat *Flood2Food* di Pagar Merbau II	
16.	2/8/2026	Pembelian bahan bakar kendaraan untuk penjemputan alat *Flood2Food* di Pagar Merbau II	

		Pembayaran masuk jalan tol menuju tempat penjemputan alat *Flood2Food* di Pagar Merbau II	 
17.	5/8/2026	Pembelian bahan bakar kendaraan untuk pengantaran sampel	

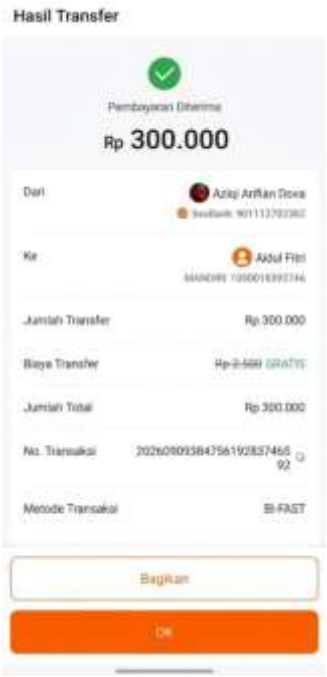
18.	29/8/2026	Pembayaran iklan postingan wajib ketiga instagram	

Tabel L1. 4 Detail Penggunaan Dana USU

No.	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Belanja Bahan (maks. 60%)			
	LoRa E220 900T22D (Tanpa antena)	1 buah	500.000	500.000
	LoRa E220 900T22D (Dengan antena)	1 buah	600.000	600.000
SUB TOTAL				1.100.000
2.	Belanja Sewa (maks. 15%)			
	Sewa Jasa Petani	2 kali	150.000	300.000
SUB TOTAL				300.000
3.	Perjalanan (maks. 30 %)			
	Bensin Mobil Uji Coba *LoRa*	1 kali	300.000	300.000
SUB TOTAL				300.000
4.	Lain-lain (maks. 15 %)			
	Jasa Revisi PPT	1 kali	300.000	300.000
SUB TOTAL				300.000
GRAND TOTAL				2.000.000
GRAND TOTAL (Dua Juta Ribu Rupiah)				

Tabel L1. 5 Bukti Penggunaan Dana USU

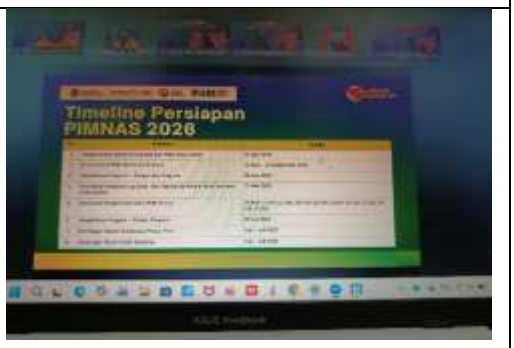
No.	Tanggal	Keterangan	Dokumentasi

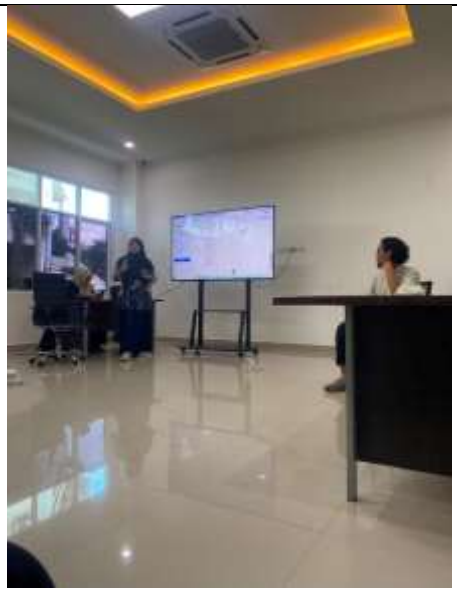
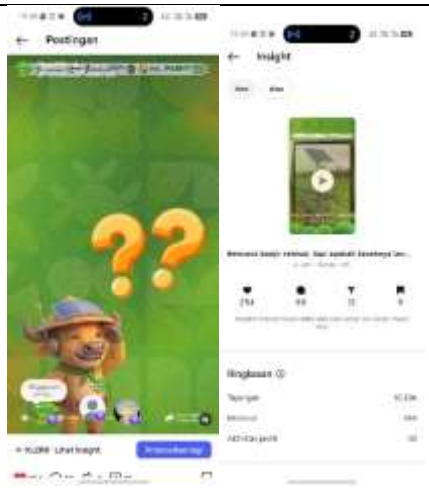
1.	3/6/2026	Pembelian 1 item *LoRa* E220-900T22D (Tanpa antena) dan 1 item *LoRa* E220-900T22D (Dengan antena)	 Shopee Nota Pesanan **Nama Pembeli:** azizj172 **Nama Penjual:** Akhirhop Electronics **Alamat Pembeli:** Jalan Starla raya villa setiataudi makmur 1 blok e no 17, KOTA MEDAN, MEDAN TUNTUNGAN, SUMATERA UTARA, ID, 20135 **No. Handphone Pembeli:** 6282368648547 **No. Pesanan** **Tanggal Transaksi** **Metode Pembayaran** **Jasa Kirim** 2606045MEBJ3P 03/06/26 SPayLater Reguler **Rincian Pesanan** No. Produk Variasi Harga Produk Kuantitas Subtotal 1 E80TT Lora E220-400T22D 433MHZ 470MHZ 22dBm Iot Including Sucker Antenna Tanpa Ant. enna Rp560.000 1 Rp560.000 1 E80TT Lora E220-400T22D 433MHZ 470MHZ 22dBm Iot Including Sucker Antenna Terma suk Antenna Rp560.000 1 Rp560.000 **Subtotal** **Rp1.100.000** **Total Kuantitas (Hanya) 2 produk**
2.	2/8/2026	Pembayaran Sewa Jasa Petani	 Hasil Transfer Pembayaran Diterima Rp 300.000 Dari Azizj Arifian Dewa Ke Abdul Fitri Jumlah Transfer Rp 300.000 Biaya Transfer GRATIS Jumlah Total Rp 300.000 No. Transaksi Metode Transaksi BI-FAST Bagikan OK

3.	14/8/2026	Pembelian bahan bakar kendaraan untuk Uji Coba *LoRa*	
4.	10/9/2026	Pembayaran Jasa Revisi PPT	*Tabel L1. 6* 

Lampiran 2. Bukti-Bukti Pendukung Kegiatan

Tabel L2. 1 Bukti Kegiatan

No.	Tanggal	Keterangan	Dokumentasi
1.	26/5/2026	Tim mengikuti rapat koordinasi yang diselenggarakan oleh PKM Center USU bagi seluruh tim yang lolos pendanaan PKM 2026.	
2.	31/5/2026	Tim melakukan diskusi mandiri secara online untuk membahas pembagian tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota selama proses pelaksanaan PKM.	
3.	2/6/2026	Tim melaksanakan rapat pertama bersama dosen pembimbing secara offline di Fakultas Vokasi Universitas Sumatera Utara (USU) untuk membahas perkembangan awal pelaksanaan PKM.	

4.	4/6/2026	Tim mengikuti kegiatan sosialisasi yang diselenggarakan oleh PKM Center USU secara offline di Student Center Universitas Sumatera Utara (USU) mengenai pengelolaan logbook dan media sosial selama pelaksanaan PKM.	
5.	5/6/2026	Tim melakukan diskusi mandiri secara langsung di Ten Coffee by Talenta III, kawasan Kampus USU, untuk membahas pengembangan perancangan aplikasi secara lebih mendalam.	
6.	6/6/2026	Pengunggahan konten wajib pertama dengan iklan (*adsense*) di akun instagram @flood2food.	

7.	8/6/2026	Tim mengikuti kegiatan Bimbingan Teknis (Bimtek) Pelaksanaan PKM 2026 yang diselenggarakan oleh Belmawa secara daring melalui zoom dan live streaming you tube.	
8.	11/6/2026	Tim melaksanakan uji coba awal terhadap sensor yang digunakan dalam sistem alat yang sedang dikembangkan.	
9.	12/6/2026	Tim melakukan diskusi secara online via call grup membahas kemajuan alat dan implementasi penggunaan AI	
10.	15/6/2026	Tim mengikuti kegiatan Monitoring dan Evaluasi (Monev) pertama yang diselenggarakan oleh PKM Center Universitas Sumatera Utara.	

11.	17/6/2026	Tim melaksanakan proses integrasi teknologi AI ke dalam aplikasi yang dikembangkan sebagai bagian dari sistem pendukung alat.	
12.	18/6/2026	Tim melaksanakan pengujian sistem komunikasi berbasis *LoRa* untuk mengevaluasi kualitas transmisi data antara perangkat yang digunakan.	
13.	20/6/2026	Tim melaksanakan proses perakitan komponen elektronik ke dalam PCB sesuai dengan desain rangkaian yang telah dirancang sebelumnya. Serta diskusi membahas kemajuan dan perkembangan alat. Dilaksanakan di lab PUI material fungsional dan instrumentasi	 

14.	25/6/2026	Tim melaksanakan diskusi mandiri untuk menyusun strategi presentasi sebagai persiapan menghadapi kegiatan monitoring dan evaluasi.	
15.	26/6/2026	Tim mengikuti kegiatan Monitoring dan Evaluasi (Monev) kedua yang diselenggarakan oleh PKM Center Universitas Sumatera Utara.	
16.	29/6/2026	Tim mengikuti Monitoring dan Evaluasi (Monev) ketiga bersama PKM Center Universitas Sumatera Utara.	
17.	1/7/2026	Tim melaksanakan diskusi mandiri mengenai penyempurnaan strategi presentasi sekaligus membahas persiapan proses kalibrasi alat.	

18.	2/7/2026	Tim melakukan konsultasi di Laboratorium DASTAN Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara mengenai metode kalibrasi sensor yang digunakan pada *Flood2Food*.	 
19.	3/7/2026	Tim mengikuti Monitoring dan Evaluasi (Monev) keempat bersama PKM Center Universitas Sumatera Utara.	
20.	4/7/2026	Pengunggahan konten wajib kedua dengan iklan (*adsense*) di akun instagram @flood2food.	 

21.	5/7/2026	Tim melaksanakan pengambilan sampel tanah sawah dari satu titik lokasi sebagai bahan kalibrasi sensor.	
22.	6/7/2026	Tim melakukan pengujian sampel tanah sawah di BPTP Sumatera Utara sebagai bagian dari proses kalibrasi sensor. Serta tim melaksanakan latihan presentasi secara mandiri.	 
23.	7/7/2026	Tim mengikuti Monitoring dan Evaluasi (Monev) kelima bersama PKM Center USU dan juri nasional.	

24.	8/7/2026	Tim kembali mengikuti Monitoring dan Evaluasi bersama PKM Center USU	
25.	9/7/2026	Tim melaksanakan bimbingan bersama dosen pembimbing untuk memperoleh masukan mengenai strategi presentasi, penyampaian materi, dan teknik menjawab pertanyaan reviewer.	
26.	10/7/2026	Tim menyusun rencana perakitan akhir prototipe *Flood2Food* dan mempersiapkan pelaksanaan uji daya tahan alat.	

27.	12/7/2026	Tim melaksanakan proses perakitan prototipe Flood2Food dengan mengintegrasikan seluruh komponen elektronik, sensor, sistem komunikasi, dan sumber daya ke dalam satu perangkat yang siap dioperasikan.	
28.	16/7/2026	Tim melakukan perakitan perangkat *node* sebagai unit utama pengambilan dan pengiriman data pada sistem *Flood2Food* serta melakukan pengujian awal fungsi perangkat.	
29.	17/7/2026	Tim melakukan pengecekan akhir seluruh komponen, mengevaluasi kesiapan perangkat, membagi tugas selama pengujian, dan menyusun prosedur operasional lapangan.	

30.	18/7/2026	Tim melaksanakan pemasangan dan uji daya tahan prototipe *Flood2Food* selama 14 hari di area persawahan Pagar Merbau II serta memberikan sosialisasi kepada petani mengenai penggunaan aplikasi *Flood2Food*.	 
31.	21/7/2026	Tim mengevaluasi hasil sementara uji lapangan, mengidentifikasi kendala yang muncul, serta menyusun rencana maintenance guna menjaga performa sistem.	
32.	25/7/2026	Tim melakukan pemeliharaan terhadap prototipe setelah tujuh hari beroperasi di sawah, termasuk pemeriksaan perangkat, pengecekan sensor, dan visualisasi data hasil pemantauan.	 

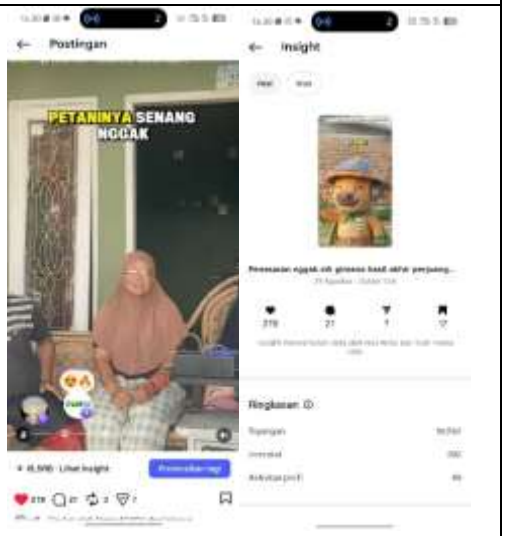
33.	31/7/2026	Tim melaksanakan diskusi untuk mengevaluasi hasil uji daya tahan alat selama 14 hari serta menyusun rencana penyempurnaan sistem berdasarkan data yang telah diperoleh.	
34.	2/8/2026	Tim melaksanakan pengambilan data akhir setelah uji daya tahan selesai, melakukan dokumentasi lapangan, serta mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh sebagai dasar penyempurnaan alat.	
35.	5/8/2026	Tim mengikuti kegiatan Bimbingan Teknis (Bimtek) PKM USU yang membahas penguatan substansi program dan penulisan artikel.	

36.	6/8/2026	Tim mengikuti Bimtek PKM USU yang membahas teknik ekspresi dan olah vokal serta desain PowerPoint untuk persiapan PKP2.	
37.	8/8/2026	Tim mengikuti Bimtek PKM USU yang berfokus pada penguatan substansi dan presentasi PKP2. Tim juga melaksanakan diskusi mandiri untuk membahas strategi presentasi PKP2.	 
38.	9/8/2026	Tim kembali melakukan diskusi mandiri untuk mengevaluasi hasil latihan presentasi sebelumnya.	
39.	10/8/2026	Tim melaksanakan latihan dan diskusi mandiri sebagai bagian dari persiapan presentasi PKP2.	

40.	11/8/2026	Tim mengikuti Bimtek PKM USU yang membahas penguatan presentasi dan substansi PKP2. Tim juga melakukan diskusi bersama dosen pembimbing mengenai penyusunan laporan, penguatan substansi, dan strategi presentasi PKP2.	 
41.	12/8/2026	Tim mengikuti Bimtek PKM USU mengenai penguatan substansi dan penulisan artikel. Tim juga melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing mengenai penyusunan laporan PKM.	 

42.	13/8/2026	Tim mengikuti Bimtek PKM USU dengan tema sinergi tim menuju PIMNAS. Tim juga melakukan diskusi bersama dosen pembimbing mengenai penyusunan dan pengembangan luaran tambahan dari program *Flood2Food*.	
43.	14/8/2026	Tim melakukan pengujian terhadap efektivitas dan jangkauan komunikasi *LoRa* dalam mentransfer data dari perangkat *node* menuju sistem penerima. Tim juga mengikuti bimbingan teknis mengenai desain PowerPoint untuk persiapan PKP2.	 
44.	15/8/2026	Tim mengikuti bimbingan teknis mengenai public speaking sebagai persiapan menghadapi PKP2.	

45.	19/8/2026	Tim *Flood2Food* melaksanakan diskusi bersama tim PKM Center USU sebagai bagian dari persiapan menghadapi PKP2.	
46.	22/8/2026	Tim mengikuti Bimbingan Teknis yang berfokus pada penguatan presentasi dan substansi sebagai persiapan menghadapi PKP2.	
47.	23/8/2026	Tim kembali mengikuti Bimbingan Teknis yang diselenggarakan oleh Universitas Sumatera Utara sebagai tindak lanjut persiapan PKP2.	
48.	*26/8/2026*	Tim mengikuti Bimbingan Teknis USU mengenai public speaking sebagai bagian dari	

		persiapan akhir menghadapi PKP2.	
49.	29/8/2026	Pengunggahan konten wajib ketiga dengan iklan (*adsense*) di akun instagram @flood2food.	
50.	2/9/2026	Tim *Flood2Food* melaksanakan diskusi laporan kemajuan bersama dosen pembimbing untuk mengevaluasi perkembangan pelaksanaan program PKM yang telah dilakukan hingga tahap tersebut.	

51.	5/9/2026	Tim *Flood2Food* mengikuti bimbingan teknis yang berfokus pada penguatan presentasi dan substansi sebagai persiapan menghadapi PKP2.	
52.	9/9/2026	Tim *Flood2Food* melaksanakan kegiatan PKP2 internal sebagai tahap persiapan untuk mengevaluasi kesiapan tim sebelum menghadapi pelaksanaan PKP2.	 
53.	10/9/2026	tim *Flood2Food* melaksanakan kegiatan penulisan dan penyempurnaan laporan kemajuan sebagai bentuk dokumentasi seluruh proses pelaksanaan program PKM.	

54.	11/9/2026	Tim *Flood2Food* melaksanakan proses pensubmitan hak cipta atas kodingan program	 
55.	15/9/2026	Pelaksanaan PKP2 dan penyampaian hasil program *FLood2Food* di hadapan reviewer	
56.	3/10/2026	Pensubmitan paten sederhana sebagai luaran kekayaan intelektual inovasi *Flood2Food*	 

57.	3/10/2026	Pensubmitan Jurnal Ilmiah Nasional Terindeks SINTA 3 sebagai luaran tambahan	 
58.	3/10/2026	Finalisasi dan pensubmitan laporan akhir hasil pelaksanaan program PKM *Flood2Food*.	

Lampiran 3. Gambaran Detail Produk Yang Diciptakan

Prototipe *Flood2Food* dibangun melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibagi menjadi tiga unit utama. Setiap unit dirancang menggunakan komponen industri untuk bertahan terhadap kondisi ekstrem pada lahan pascabanjir.

A. Komponen Stasiun Pemantau Lahan (*Node*)

Stasiun *Node* dirancang dalam bentuk tiang pancang yang ditempatkan secara statis di area persawahan berlumpur.





B. Komponen Stasiun Penerima Data (*Gateway*)

Stasiun *Gateway* berbentuk konsol ringkas yang diletakkan di rumah petani.



C. Komponen Perangkat Lunak (Aplikasi *Mobile*)

Aplikasi dirancang secara khusus menggunakan *framework* Flutter dengan bahasa pemrograman Dart. Antarmuka aplikasi menerapkan desain warna kontras tinggi agar seluruh teks dan angka tetap terbaca dengan sangat jelas di bawah pantulan sinar matahari persawahan. Perangkat lunak ini turut dibekali sistem kecerdasan buatan untuk merumuskan rekomendasi agronomi.

Lampiran 4. Cara Kerja Dan Manfaat

A. Ilustrasi Transmisi Jaringan Nirkabel (Topologi Komunikasi)

Sistem *Flood2Food* memotong ketergantungan pada jaringan seluler komersial yang rawan mengalami pemadaman pascabencana. Data dipancarkan menggunakan protokol radio *Point-to-Point* secara langsung melintasi areal pertanian.



B. Detail Fungsionalitas Antarmuka Aplikasi *Flood2Food*

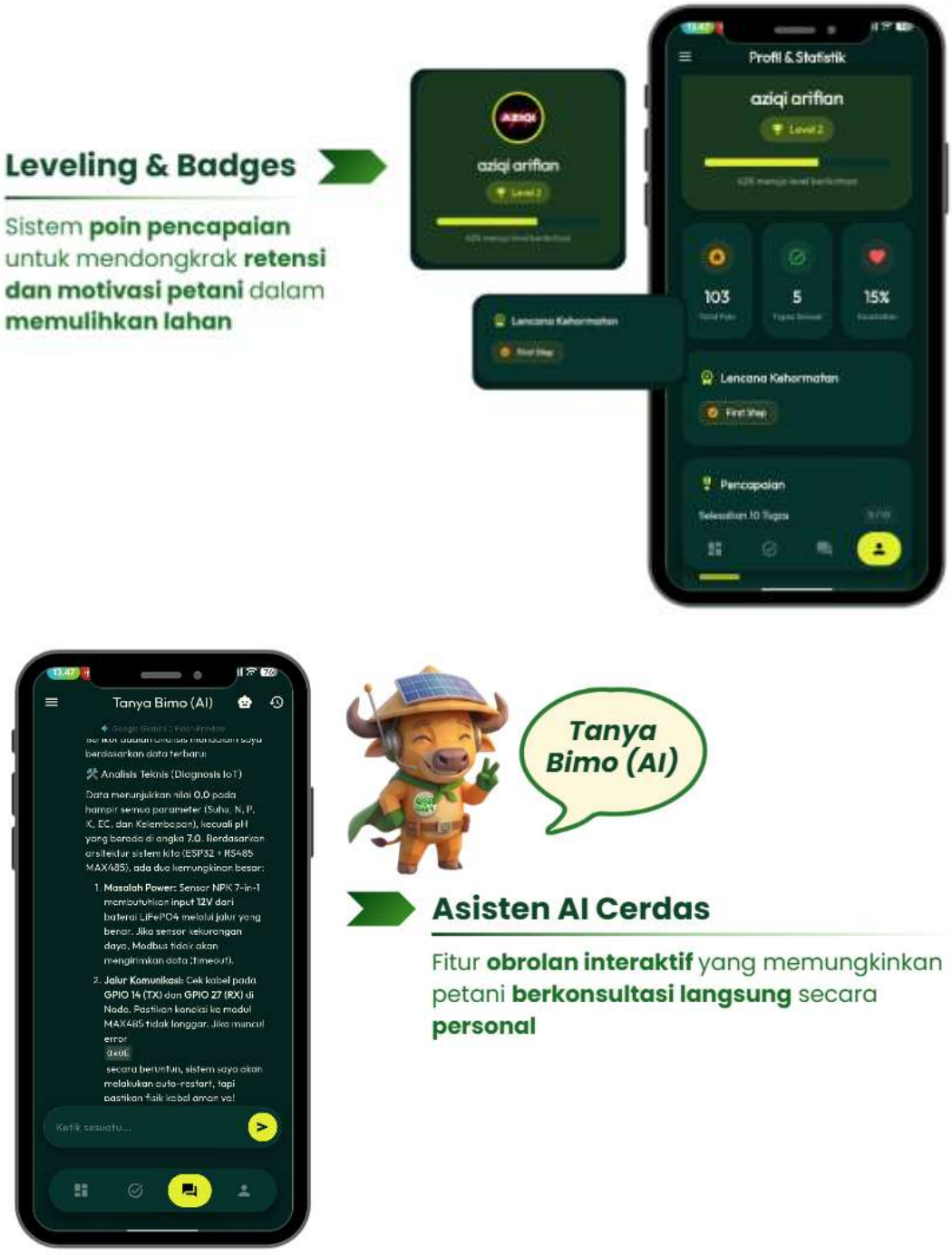
Aplikasi menyajikan hasil analisis data patologi tanah melalui visualisasi grafis yang sangat mudah dipahami oleh petani awam. Fungsionalitas aplikasi dibagi menjadi tiga fitur utama.





Layar ini menampilkan status universal kesehatan lahan berupa label peringatan Aman, Waspada, atau Kritis. Pengguna dapat langsung melihat angka pemantauan terkini dari parameter Nitrogen, Fosfor, Kalium, tingkat pH, suhu, kelembapan, dan salinitas tanah pada satu halaman layar.





Fitur ini menerjemahkan data defisiensi hara yang rumit menjadi instruksi operasional yang sangat praktis. Sistem akan memerintahkan petani untuk menaburkan takaran pupuk spesifik sesuai tingkat kerusakan tanah. Petani wajib mencentang instruksi tersebut di dalam aplikasi setelah selesai menebar pupuk agar tindakan pemulihan lahan berjalan disiplin tanpa risiko overdosis.



Halaman ini menyajikan kurva pergerakan unsur hara dan tingkat keasaman tanah sejak hari pertama lahan surut hingga hari keempat belas. Grafik ini membantu penyuluh pertanian memvalidasi efektivitas penyerapan pupuk sebelum merekomendasikan petani untuk memulai kembali proses penebaran benih padi.

C. Buku Panduan Operasional (*Manual* Book) prototipe *Flood2Food*

Sistem *Flood2Food* dirancang dengan prinsip Plug-and-Play (pasang dan gunakan) agar mudah dioperasikan oleh petani maupun penyuluh di lapangan tanpa memerlukan keahlian pemrograman atau instalasi jaringan yang rumit. Berikut adalah panduan langkah demi langkah pengoperasiannya:

Tahap 1: Pemasangan Stasiun *Node* di Lahan Sawah

1. Pilih Lokasi: Tentukan titik di area lahan terdampak banjir yang paling merepresentasikan kondisi kerusakan tanah. Pastikan lokasi tidak tertutup bayangan pohon besar agar Panel Surya mendapatkan sinar matahari maksimal.
2. Tancapkan Tiang Utama: Tancapkan tiang penyangga baja penyokong boks panel ke dalam lumpur sedalam kurang lebih 30-40 cm agar berdiri kokoh dan tidak goyah terkena angin.
3. Tanam Probe Sensor: Masukkan ujung logam Sensor *Fusion* 7-in-1 ke dalam area zona perakaran tanah (kedalaman 10-15 cm). Pastikan seluruh besi logam (probe) tertutup lumpur dengan rapat tanpa ada rongga udara (air gap) untuk memastikan akurasi pembacaan.
4. Nyalakan Perangkat: Buka pintu boks panel secara perlahan, tekan sakelar daya (power) utama yang terhubung ke baterai LiFePO4 ke posisi "ON".

5. Indikator Aktif: Tutup dan kunci kembali boks panel dengan rapat untuk mencegah intrusi air hujan (memastikan segel IP65 bekerja). Stasiun *Node* kini sudah aktif membaca dan memancarkan data secara otomatis.

Tahap 2: Pengaktifan Stasiun *Gateway* di Rumah Petani

1. Penempatan Alat: Letakkan konsol *Gateway* di atas meja atau area kering di dalam rumah petani yang masuk dalam radius pancaran *LoRa* (1-10 KM dari lahan sawah).
2. Sambungkan Daya: Colokkan kabel adaptor daya 5V 1A milik *Gateway* ke stopkontak listrik rumah.
3. Verifikasi Layar: Layar LCD akan langsung menyala biru. Perhatikan tulisan di layar; jika tertera "*LoRa Connected*", maka sistem penerima telah sukses menangkap data dari sawah secara real-time.

Tahap 3: Pemantauan dan Interaksi via Aplikasi Mobile

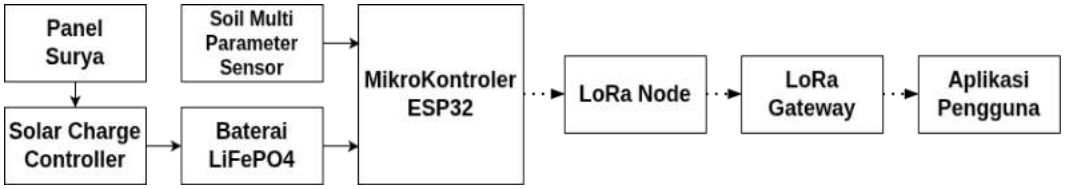
1. Koneksi Awal: Buka aplikasi *Flood2Food* di smartphone Android. Aktifkan fitur Bluetooth di ponsel, lalu klik tombol "Hubungkan ke *Gateway*" di aplikasi. Pilih perangkat bernama "*Flood2Food*_GW".
2. Cek Status Lahan: Setelah terhubung, lihat halaman "Dashboard Utama". Warna pada layar akan langsung menunjukkan kondisi tanah: Hijau (Aman), Kuning (Waspada), atau Merah (Kritis). Geser ke bawah untuk melihat angka pasti dari N, P, K, dan pH tanah saat itu juga.
3. Buka Misi Harian ("Tanya Bimo"): Jika indikator lahan berwarna Kuning atau Merah, buka tab "Misi Harian". AI Bimo akan memberikan resep pemulihan (Contoh: "Tabur Kapur Dolomit 2 karung untuk petak A").
4. Eksekusi dan Konfirmasi: Setelah Anda selesai menaburkan pupuk/kapur ke sawah sesuai instruksi Bimo, wajib tekan tombol "Selesaikan Misi" di dalam aplikasi. Hal ini untuk mencatat riwayat tindakan agar lahan tidak mengalami kelebihan (overdosis) pupuk di kemudian hari.
5. Evaluasi Kurva Pemulihan: Setiap pagi, buka tab "Grafik Riwayat" untuk melihat apakah garis indikator unsur hara sudah mulai naik (pulih) dari hari ke hari setelah dipupuk.

Tahap 4: Pemeliharaan (Maintenance) Berkala

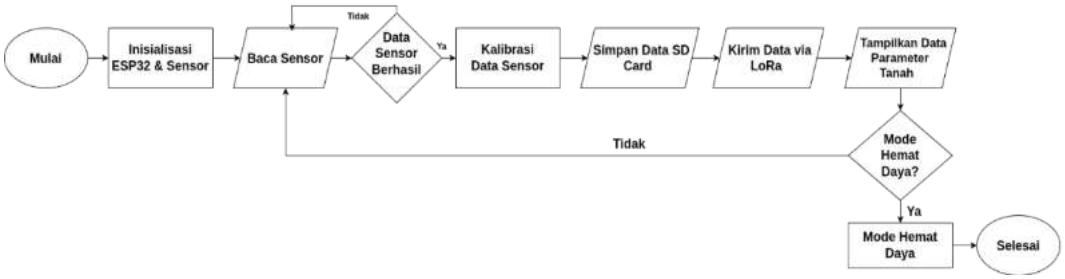
1. Pembersihan Fisik: Bersihkan permukaan Panel Surya dari debu atau kotoran burung seminggu sekali menggunakan lap kering agar pengisian baterai tetap optimal.
2. Pembersihan Sensor: Jika alat akan dipindahkan ke petak sawah lain, cabut probe sensor, bilas perlahan dengan air bersih yang mengalir (jangan disikat kasar), keringkan dengan kain microfiber, lalu tancapkan ke lokasi baru.

Lampiran 5. Diagram Blok dan Alur Kerja Sistem (*Flowchart*)

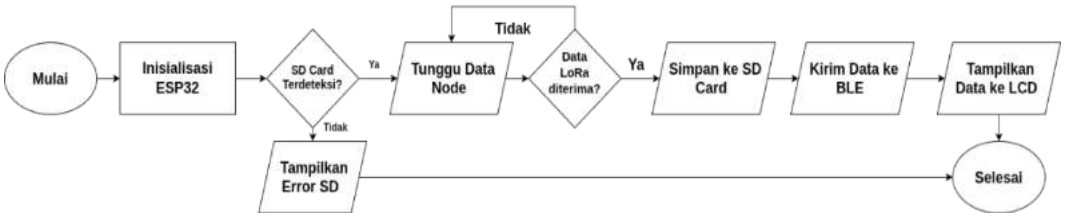
A. Diagram Blok Cara Kerja Sistem *Flood2Food*



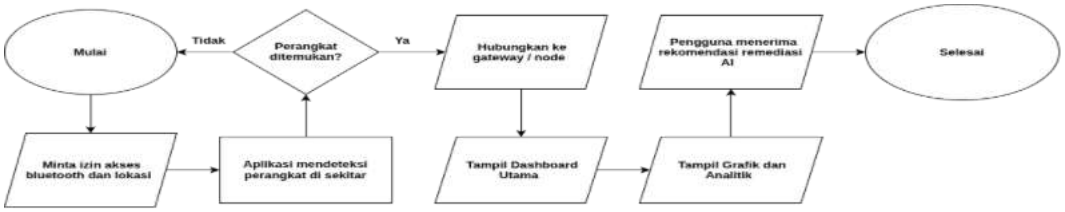
B. Diagram Alur *Node*



C. Diagram Alur *Gateway*



D. Diagram Alur Aplikasi *Mobile*



Lampiran 6. Hasil Pengujian Kalibrasi

Pengujian tingkat akurasi pembacaan Sensor *Fusion 7-in-1 Flood2Food* dilakukan melalui metode kalibrasi komparatif. Sampel tanah lumpur pascabanjir dari area persawahan Pagar Merbau II diambil dan dibagi menjadi dua bagian. Satu bagian diuji secara elektronik menggunakan *probe* sensor *Flood2Food* yang nilainya direkam melalui *serial monitor* mikrokontroler. Bagian sampel lainnya diserahkan kepada Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPTP) Sumatera Utara untuk diuji menggunakan metode standar laboratorium kimia (*Kjeldahl, Spektrofotometri, AAS, Elektrometri, dan Konduktivimetri*).

Nilai absolut dari sertifikat hasil uji BPTP tersebut dijadikan sebagai data acuan kebenaran mutlak. Hasil komparasi menunjukkan bahwa selisih pembacaan antara alat *Flood2Food* dan hasil laboratorium sangat kecil. Seluruh parameter krusial agronomis memiliki tingkat galat (*error*) di bawah 5% sehingga alat ini tervalidasi sangat layak digunakan sebagai instrumen diagnostik presisi.

Tabel L6. 1 Komparasi hasil pembacaan alat

Parameter Uji	Satuan	Pembacaan Rata-Rata Alat *Flood2Food*	Hasil Uji Laboratorium BPTP	Tingkat Galat Mutlak	Status Akurasi
Kandungan Nitrogen (N)	mg/kg	25,10	24,80	1,20%	Akurat (< 5%)
Kandungan Fosfor (P)	mg/kg	14,20	14,50	2,06%	Akurat (< 5%)
Kandungan Kalium (K)	mg/kg	106,50	105,20	1,23%	Akurat (< 5%)
Derajat Keasaman (pH)	-	5,40	5,34	1,12%	Akurat (< 5%)
Konduktivitas Elektrik (EC)	µS/cm	155,00	157,80	1,77%	Akurat (< 5%)

Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air
BADAN PERAKITAN DAN MODERNISASI PERTANIAN
Laboratorium Pengujian Balai Besar Penerapan Modernisasi Pertanian Sumatera Utara
JALAN JENDERAL BESAR ABDUL HARIS NASUTION NO. 1 B MEDAN 20143
Telp: (061) 7870710 Fax: (061) 7861020 Website: sumut.brmp.pertanian.go.id E-mail: brmp.sumut@pertanian.go.id
LP-863-IDN

Melayani analisis contoh tanah, daun, pupuk organik, air, dan rekomendasi pupuk

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

NAMA	:	Syakirah Fatanah
ALAMAT	:	Jl. Tri Dharma No.9 Padang Bulan
JENIS CONTOH	:	Tanah
JUMLAH CONTOH	:	1 (Satu) Contoh
KEMASAN	:	Kantong Plastik
TANGGAL TERIMA	:	6 Juli 2026
TANGGAL ANALISIS	:	20-27 Juli 2026
NOMOR ORDER	:	64/T/VII/2026

No	Jenis Analisis	Nilai	Metode Uji
1	N-total (%)	0.16	IK 0.1. 6.0 (Kjeldahl)
2	P-Bray I (ppm P)	5.57	IK 0.1. 7.0 (Spectrofotometry)
3	K-dd (me/100g)	0.62	IK 0.1. 8.0 (AAS)
4	pH	5.98	IK 0.1. 3.0 (Elektrometri)
5	Ec (mmho/cm)	5.8	IK 0.1. 10.0 (Conductivitymetri)

Medan, 5 Agustus 2026
Koordinator Laboratorium

Arnie Saldi Zusri, S.T, M.T
NIP: 199511142020121004

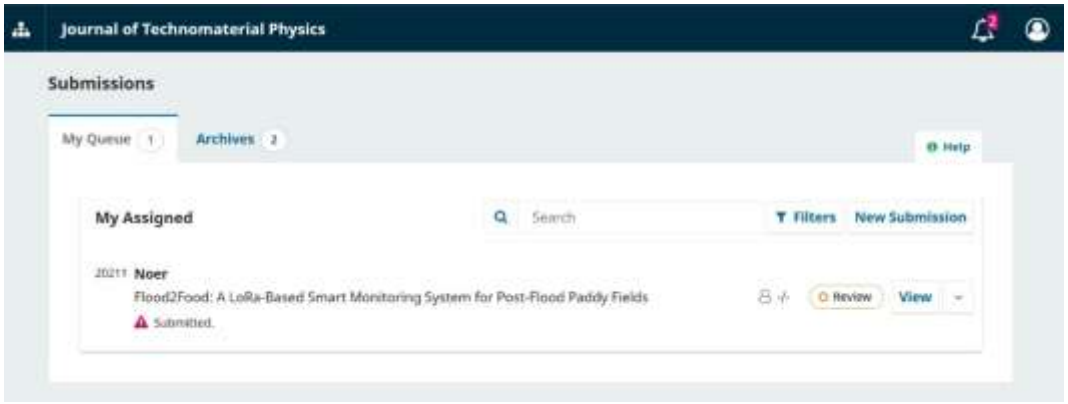
F.7.8.3 Data hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diterima, komplain hasil uji berlaku satu minggu sejak laporan ini dikeluarkan
Dilarang keras mengubah data, mengutip, memperbanyak atau mempublikasikan sebagian dari sertifikat ini tanpa izin tertulis Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sumatera Utara, kecuali secara keseluruhan.

Gambar L6. 1 Salinan sertifikat hasil uji sampel tanah dari BPTP

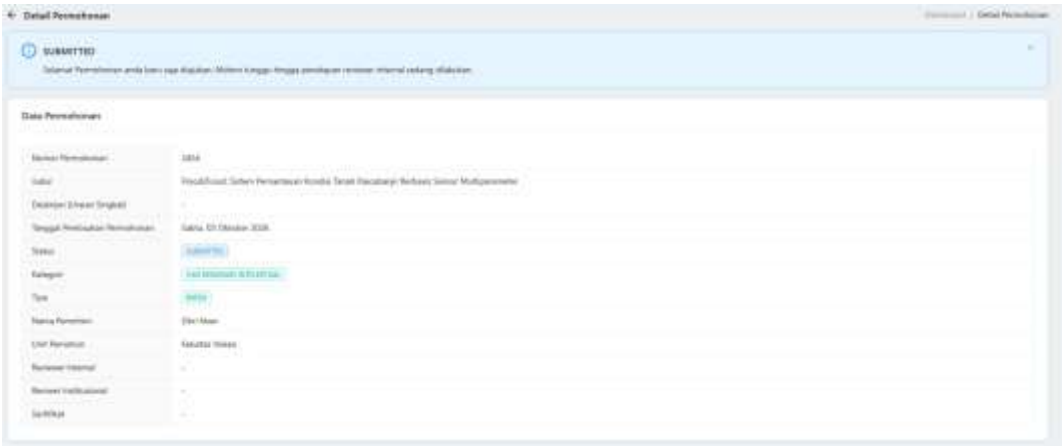
Lampiran 7. Pengajuan Hak Cipta Kodingan Program



Lampiran 8. Pengajuan Jurnal Ilmiah Nasional Terindeks SINTA 3



Lampiran 9. Pengajuan Paten Sederhana



Lampiran 10. Kemajuan Unggahan Luaran Akhir Berupa Video Prototipe



Dapat dilihat pada laman *youtube Flood2Food* (https://youtu.be/JC81Xr8ajPM)