

**Dokumen Cetak Biru Project Internet of Things
Smart Food Scanner**



Disusun Oleh:

Ikhsanuddin	23.11.5502	(Ketua)
Nandana Zada Abiproya	23.11.5515	(Anggota)
Muhammad Zayga Ernesto	23.11.5563	(Anggota)
Muhammad Yusuf Nurwahid	23.11.5522	(Anggota)
Akbar Rizqy Effendi	23.11.5511	(Anggota)

**Program Studi S1 Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Amikom Yogyakarta**

2025

Daftar Isi

Halaman Cover.....	1
Daftar Isi.....	1
Pendahuluan.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Visi:.....	3
3. Tujuan:.....	4
Gambaran Umum Proyek.....	6
1. Deskripsi Proyek:.....	6
Manfaat.....	10
Analisis Proyek IoT.....	13
1. Analisis Kebutuhan Fungsional.....	13
2. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional.....	13
a. Kebutuhan Non-Fungsional Software.....	13
b. Kebutuhan Non-Fungsional Dependency Software.....	14
c. Kebutuhan Non-Fungsional Hardware.....	15
d. Kebutuhan Non-Fungsional Brainware.....	15
3. Analisis Bisnis.....	16
4. Analisis Keamanan IoT.....	20
5. Analisis Kebutuhan Service IoT.....	21
6. Analisis Kebutuhan Server Database IoT.....	21
Arsitektur Penyimpanan Data (hybrid).....	21
Arsitektur Sistem.....	23
1. Diagram Arsitektur:.....	23
a. Gambaran Visual Komponen.....	23
b. Aliran Data (Data Flow).....	23
c. Desain Topologi Server.....	24
Teknologi yang Digunakan:.....	25
Kode Program.....	28
Rancangan Dashboard IoT.....	31
1. Wireframe Dashboard IoT.....	31
2. High Fidelity Dashboard IoT.....	33
Rencana implementasi.....	40
1. Tahapan Proyek:.....	40
2. Sumber Daya:.....	41
3. Risiko dan Mitigasi:.....	42
Evaluasi dan monitoring.....	44
1. Metrik:.....	44

2. Proses Monitoring:.....	45
Kesimpulan.....	46
Daftar Pustaka.....	47
File Presentasi.....	48

Pendahuluan

1. Latar Belakang

Program penyediaan makanan gratis di sekolah dapat menjadi *bumerang* yang mengancam keselamatan siswa apabila tidak diawasi dengan baik.” Pernyataan ini bukan sekadar peringatan, melainkan gambaran nyata dari berbagai insiden pangan yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir. Kasus keracunan makanan pada lingkungan pendidikan terus meningkat, dan ironisnya, sebagian besar terjadi pada program yang seharusnya menjamin gizi serta kesehatan siswa. Situasi ini menciptakan urgensi besar terhadap pengawasan kualitas makanan, terutama pada program nasional seperti Makan Bergizi Gratis (MBG).

Secara umum, keamanan pangan (*food safety*) merupakan salah satu aspek fundamental dalam kesehatan masyarakat. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa setiap tahun sekitar 600 juta kasus penyakit disebabkan oleh makanan yang tercemar, dan 420 ribu di antaranya berujung pada kematian [1]. Dalam konteks pendidikan, WHO juga menekankan bahwa anak-anak sekolah merupakan kelompok paling rentan terhadap pangan yang tidak aman karena sistem imun mereka yang belum berkembang optimal [1]. Selain itu, berbagai studi menunjukkan bahwa kualitas makanan yang buruk dapat berdampak pada performa belajar dan perkembangan kognitif siswa [2]. Dengan demikian, penyediaan makanan yang aman dan bergizi bukan hanya isu kesehatan, tetapi juga isu pendidikan dan masa depan bangsa.

Fenomena serupa terjadi di Indonesia, terutama sejak pelaksanaan program Makan Bergizi Gratis (MBG). Program yang bertujuan meningkatkan asupan gizi siswa ini justru menghadapi isu besar terkait keamanan pangan. Berdasarkan laporan Jaringan Pemantau Pendidikan Indonesia (JPPI), kasus keracunan akibat konsumsi makanan dari program MBG pada periode 29 September hingga 3 Oktober 2025 mencapai 1.883 siswa, dan totalnya meningkat menjadi 10.482 korban hingga 4 Oktober 2025 [3]. Angka tersebut menunjukkan bahwa sistem pengawasan keamanan pangan pada program nasional ini masih jauh dari optimal.

Selain kasus keracunan massal, isu lain yang tidak kalah serius adalah ketidaksesuaian standar gizi dan kualitas bahan makanan. Investigasi di beberapa dapur penyedia MBG menemukan bahwa menu yang diberikan tidak memenuhi standar gizi yang ditetapkan pemerintah. Salah satu temuan signifikan adalah penurunan kualitas beras premium yang dipasok ke SPPG Bogor, serta bahan makanan seperti sayuran dan lauk-pauk yang tidak segar atau tidak lengkap [4]. Ketidaksesuaian antara kontrak dan realisasi bahan baku ini memperlihatkan lemahnya pengawasan distribusi, kualitas bahan, dan kontrol mutu di lapangan.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa meskipun program MBG memiliki tujuan baik—meningkatkan gizi siswa—dalam praktiknya program ini belum didukung oleh sistem monitoring kualitas makanan yang memadai. Pengawasan berbasis manual, laporan visual,

serta inspeksi berkala terbukti tidak cukup cepat dan tidak cukup akurat dalam mendeteksi makanan yang tidak layak konsumsi. Di sinilah tantangan utama muncul:

bagaimana menciptakan sistem yang mampu memantau kualitas makanan secara real-time, otomatis, dan dapat dipercaya?

Untuk itulah diperlukan solusi inovatif berbasis teknologi, khususnya Internet of Things (IoT). Penggunaan sensor IoT untuk mendeteksi suhu, kelembapan, gas berbahaya, tingkat kesegaran, serta perubahan kualitas bahan makanan telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian. Teknologi IoT dapat meningkatkan keamanan pangan secara signifikan dengan memberikan *early warning system* terhadap risiko kontaminasi atau kerusakan makanan. Dalam rantai pasok pangan global, IoT telah mampu mengurangi risiko kontaminasi hingga 40% dan meningkatkan akurasi pelacakan kualitas makanan dalam waktu nyata (*real-time tracking*).

Problem Definition: Berdasarkan kondisi tersebut, masalah utama yang ingin diselesaikan adalah tidak adanya sistem pemantauan kualitas makanan berbasis teknologi yang dapat mendeteksi kerusakan makanan secara otomatis, real-time, dan terukur dalam program MBG, sehingga risiko keracunan massal dan ketidaksesuaian gizi tidak dapat diminimalkan dengan cepat dan efektif.

Importance of Work: Gagasan untuk membangun sistem IoT pemantauan kualitas makanan ini sangat penting karena dapat:

1. meminimalisasi risiko keracunan massal pada siswa,
2. meningkatkan kualitas dan kesesuaian gizi pada makanan MBG,
3. memastikan transparansi dan akuntabilitas penyedia makanan, serta
4. menjadi model sistem pengawasan pangan nasional yang modern dan berbasis data.

Dengan menerapkan teknologi IoT, pemerintah dan sekolah dapat mendeteksi potensi bahaya sebelum makanan disajikan kepada siswa. Hal ini tidak hanya menyelamatkan ribuan anak dari risiko kesehatan, tetapi juga mengembalikan kepercayaan masyarakat terhadap program MBG dan menjamin keberlanjutannya di masa depan.

2. Visi:

- a. Gambaran besar tentang apa yang ingin Anda capai dengan proyek ini.

Mewujudkan sistem pemantauan kualitas makanan berbasis IoT yang akurat, real-time, dan transparan untuk memastikan setiap menu Makan Bergizi Gratis (MBG) yang diterima peserta didik aman dikonsumsi, sesuai standar gizi, dan memenuhi standar keamanan pangan nasional.

Proyek ini bertujuan menciptakan ekosistem makanan sekolah yang lebih sehat dan terpercaya dengan meminimalisir human error, meningkatkan pengawasan distribusi makanan, serta memperkuat sistem deteksi dini terhadap makanan yang tidak layak konsumsi.

Dengan adanya sistem IoT ini, diharapkan seluruh pihak (sekolah, dinas pendidikan, penyedia bahan makanan, hingga orang tua) memperoleh informasi yang jelas dan objektif mengenai kualitas makanan yang disajikan, sehingga risiko insiden keracunan massal dapat ditekan secara signifikan.

- b. Dampak Positif

1. Peningkatan keamanan makanan melalui monitoring otomatis

Sensor IoT seperti suhu, kelembapan, dan gas berbahaya dapat mendeteksi tanda-tanda pembusukan atau kontaminasi. Studi menunjukkan bahwa penggunaan IoT dalam rantai makanan dapat menurunkan risiko kontaminasi hingga 30–40%.

2. Mencegah penurunan kualitas bahan makanan selama distribusi

IoT terbukti efektif menjaga kualitas pangan dengan memonitor kondisi lingkungan selama pengiriman dan penyimpanan.

3. Mendukung transparansi dan akuntabilitas program MBG

Sistem IoT dapat mencatat dan menyimpan data historis kualitas makanan sehingga dapat dijadikan bukti audit serta mempersempit peluang manipulasi atau ketidaksesuaian standar.

4. Mengurangi risiko insiden kesehatan masyarakat

Dengan deteksi dini makanan berbahaya, sekolah dapat menghindari kejadian seperti kasus keracunan massal MBG tahun 2025. Teknologi IoT terbukti mampu mempercepat respons terhadap bahaya makanan hingga 50% lebih cepat.

3. Tujuan:

Mengembangkan sistem IoT Smart Food Scanner untuk memastikan keamanan dan kualitas gizi makanan dalam program MBG melalui deteksi real-time, mencegah keracunan makanan, dan mengecek kesesuaian standar nutrisi

1) Tujuan Jangka Pendek (0–6 bulan)

- a) Membangun prototipe sistem IoT untuk memantau parameter kualitas makanan (suhu, kesegaran, VoC, warna, dan berat porsi) di dapur MBG dalam bentuk satu stasiun pemindaian (scanning station) yang berfungsi secara real-time.
- b) Mengurangi risiko penyajian makanan tidak layak konsumsi hingga 40% dalam 6 bulan melalui deteksi dini parameter kritis (misalnya suhu tidak aman atau indikasi pembusukan).
- c) Meningkatkan akurasi pengawasan kualitas makanan hingga 90% dibandingkan metode inspeksi manual dengan penerapan sensor otomatis dan pencatatan digital.
- d) Menghasilkan dashboard monitoring berbasis web untuk menampilkan data kualitas makanan secara terstruktur, historis, dan mudah dievaluasi oleh operator dapur dan pihak sekolah.
- e) Menguji keandalan sistem melalui minimal 200 sesi pemindaian makanan MBG sebagai tahap validasi awal.
- f) Membangun alur notifikasi otomatis (SMS/WhatsApp/Email) jika terdeteksi makanan dengan kondisi berbahaya atau tidak sesuai standar gizi.

2) Tujuan Jangka Panjang (6–24 bulan)

- a) Mengimplementasikan sistem IoT di seluruh dapur penyedia MBG pada satu wilayah/daerah, sehingga pengawasan kualitas makanan dapat dilakukan secara terintegrasi dan transparan.
- b) Menurunkan angka insiden keracunan makanan siswa hingga 80% dalam tahun pertama penerapan penuh program IoT.
- c) Mengembangkan model machine learning berbasis data NIR, citra visual, dan histori VoC untuk memprediksi potensi kerusakan makanan sebelum terjadi (predictive spoilage detection).

- d) Mewujudkan pelacakan penuh rantai pasok bahan makanan (traceability) mulai dari pemasok → dapur pengolahan → distribusi → konsumsi, menggunakan QR Code + IoT Logging.
- e) Meningkatkan kepatuhan penyedia makanan terhadap standar gizi nasional hingga 95%, dengan memanfaatkan data otomatis dari sistem pemantauan.
- f) Menjadi landasan pengembangan kebijakan keamanan pangan berbasis data, sehingga pemerintah dapat mengambil keputusan berbasis evidensi (evidence-based policy) dalam program MBG.
- g) Mengintegrasikan sistem dengan audit keamanan pangan nasional, sehingga evaluasi kualitas makanan tidak lagi bergantung sepenuhnya pada audit manual yang rentan bias dan lambat.

Gambaran Umum Proyek

1. Deskripsi Proyek:

- a. Jelaskan secara rinci apa yang akan dibangun dan bagaimana cara kerjanya.

Proyek ini membangun sebuah stasiun inspeksi makanan berbasis IoT yang dapat memindai porsi makanan atau bahan baku sebelum disajikan pada program MBG. Stasiun terdiri dari *scanning chamber* (ruang tertutup dengan pencahayaan terkontrol), array sensor (fisik, kimia, dan optik), edge controller (ESP32) di setiap dapur, dan gateway/edge server (Raspberry Pi atau central edge) yang meneruskan data ke cloud. Cloud menyimpan data, menjalankan analisis (termasuk model sederhana NIR→estimasi komposisi makronutrien), dan dashboard memberi notifikasi/alert untuk operator/dinas pendidikan.

Apa yang dibangun & alur kerjanya (High-level workflow)

1) Persiapan & Scan

- a) Operator menaruh porsi makanan atau bahan baku ke dalam scanning chamber (30×30×20 cm).
- b) Chamber menyalakan LED putih terkontrol untuk pencahayaan konsisten.

2) Pengukuran Sensor

- a) Sensor optik (TCS34725, camera, NIR) mengambil data warna & spektral.
- b) Sensor berat (load cell + HX711) mengukur berat porsi.
- c) Sensor suhu (DS18B20 + MLX90614) membaca suhu permukaan/sekitar.
- d) Sensor gas (MQ-series) mengukur VOC/H₂S/amu; pH probe mengukur keasaman sampel cair.
- e) Jika tersedia, heavy-metal XRF portabel dapat dipakai pada bahan baku (scan terpisah).
- f) Jika ada biosensor elektrochemical (modul), dapat deteksi patogen target (integrasi bertahap).

3) Edge Preprocessing

- a) MCU lokal (ESP32) mengumpulkan raw sensor, melakukan kalibrasi dasar, menghitung fitur ringkas (mis. indeks warna, rasio spektral, perbandingan berat vs porsi standar), lalu mengemas payload JSON.

- b) Validasi lokal: bandingkan threshold kritis (mis. suhu > batas, pH abnormal, VOC tinggi) → bila terdeteksi, kirim alert segera ke gateway.
- 4) Komunikasi ke Gateway/Cloud
 - a) ESP32 mengirimkan data via MQTT (TLS) atau HTTPS ke Edge Gateway (Raspberry Pi) atau langsung ke Cloud. Gateway dapat melakukan agregasi, enkripsi, dan buffering saat koneksi buruk.
- 5) Analisis & Dashboard
 - a) Cloud (server/IoT platform) menyimpan data, menjalankan model analitik (rule-based + potensi model ML dari NIR), menyajikan dashboard real-time, dan mengirim notifikasi (email/SMS) jika ada anomaly.
- 6) Tindakan / Logging
 - a) Bila anomaly kritis terdeteksi → otomatis block distribusi porsi tersebut, log insiden, kirim instruksi ke dapur (mis. buang, isolate), dan rekam bukti (foto + sensor data) untuk audit.
- b. Identifikasi komponen utama (sensor, aktuator, gateway, cloud platform).
 - A. Sensor (peran & contoh modul)
 - 1) Biosensor Electrochemical
 - a) Fungsi: deteksi patogen spesifik (E. coli, Salmonella, Listeria) pada sampel (jika modul tersedia).
 - b) Catatan: biasanya memerlukan preparasi sampel & amplifikasi; sering digunakan untuk pengujian periodic atau spot-check.
 - 2) Chemical Contamination Sensor (MQ series)
 - a) Fungsi: mendeteksi gas indikator pembusukan/VOC/pestisida volatil (MQ-135, MQ-3, dll).
 - b) Output: analog/digital → diproses untuk deteksi lonjakan VOC.
 - 3) Analog pH Probe
 - a) Fungsi: mengukur pH pada sampel cair (kuah, sayur).
 - b) Catatan: perlu kalibrasi rutin (buffer pH 4/7/10).
 - 4) Heavy Metal Detector (Portable XRF)
 - a) Fungsi: scan bahan baku (ikan, beras, sayur) untuk logam berat (Pb, Cd, As).

- b) Catatan: bukan sensor low-cost; digunakan untuk pengecekan kualitas bahan baku berkala.
- 5) Near-Infrared (NIR) Spectroscopy Sensor
 - a) Fungsi: estimasi komposisi makronutrien (protein, lemak, kelembaban) dan tingkat kesegaran lewat spektrum.
 - b) Rekomendasi: kalibrasi model NIR dengan dataset lokal untuk akurasi bagus.
- 6) Color Vision Sensor (TCS34725) + Camera Module
 - a) Fungsi: deteksi warna & visual quality (mis. perubahan warna yang indikatif busuk). Kamera juga untuk bukti visual.
- 7) Precision Weight Sensor (Loadcell + HX711)
 - a) Fungsi: ukur berat porsi aktual → cek kesesuaian porsi & identifikasi anomali berat kosong/kurang.
- 8) Temperature Sensor Array (DS18B20 + MLX90614)
 - a) Fungsi: DS18B20 untuk suhu kontak; MLX90614 untuk suhu permukaan non-kontak (serving tray / porsi).
 - b) Penting untuk memastikan suhu aman (bakteri berkembang pada rentang tertentu).

B. Aktuator & Mechanical

- 1) LED panel putih & motor kecil (optional) untuk membuka/menutup chamber, menyalakan pencahayaan, dan memutar porsi untuk pengambilan sampel visual/optical.
- 2) Solenoid valve / pump jika sistem mengandung sampling otomatis cairan (opsional).

C. Edge Controller / Gateway

- 1) ESP32 (Secondary MCU) di setiap station:
 - a) Kumpulkan sensor via I2C, SPI, 1-Wire, ADC.
 - b) Preprocessing, local thresholding, enkripsi ringan, MQTT client.
 - c) Kelebihan: Wi-Fi, BLE, cukup untuk real-time sensor polling.
- 2) Raspberry Pi (edge gateway/central) agregasi & gateway:
 - a) Menerima data dari banyak ESP32; menjalankan broker MQTT lokal (Mosquitto), enkripsi TLS, buffer saat offline, server kecil untuk preprocess/OTA update.

- b) Menjalankan script sinkronisasi ke cloud (cron/daemon).

D. Cloud Platform & Dashboard

Fungsi Cloud: penyimpanan historis (time-series DB), analitik (rule+ML), notifikasi (email/SMS), dashboard web.

Pilihan teknis: MQTT broker cloud (atau forwarded from edge), database timeseries (InfluxDB / PostgreSQL), backend API (Node.js/Python Flask), dashboard (Grafana / custom React).

Keamanan: autentikasi device, TLS, perizinan per user (sekolah/dinas).

Manfaat

a. Jelaskan manfaat yang akan diperoleh dari proyek ini, baik secara teknis maupun bisnis.

1) Manfaat Secara Teknis

- a) Deteksi Dini Kontaminasi Makanan Secara Real-Time
Sistem mampu mendeteksi suhu tidak aman, gas VOC, warna tidak wajar, pH abnormal, dan indikasi patogen melalui biosensor. Hal ini mengurangi risiko makanan berbahaya sebelum dibagikan ke siswa.
- b) Pencatatan Data Otomatis (Digital Logging)
Semua data dari sensor tersimpan otomatis di cloud, sehingga tidak ada lagi pencatatan manual yang rawan kelalaian dan manipulasi.
- c) Monitoring Terpusat dan Transparan
Dashboard berbasis web memudahkan operator untuk melihat status makanan dari banyak dapur sekaligus.
- d) Notifikasi dan Alarm Otomatis
Sistem mengirimkan peringatan cepat (alert) jika ada makanan atau bahan baku yang melampaui batas aman.
- e) Integrasi dengan Machine Learning (Jangka Panjang)
Data historis dapat digunakan untuk analisis prediktif, misalnya memprediksi potensi pembusukan makanan sebelum benar-benar terjadi.
- f) Meningkatkan Akurasi Kualitas Makanan
Pengukuran berbasis sensor jauh lebih konsisten dibanding pemeriksaan manual manusia.

2) Manfaat Secara Bisnis / Operasional / Sosial

- a) Mengurangi Risiko Keracunan dan Biaya Dampak Kesehatan
Dengan pemantauan otomatis, potensi keracunan berkurang drastis sehingga sekolah, pemerintah, dan penyedia katering menghindari biaya kompensasi dan kerugian reputasi.
- b) Akuntabilitas Tinggi dalam Program MBG
Data sensor yang tersimpan di cloud menjadi bukti objektif bahwa makanan benar-benar dipantau sesuai standar keamanan dan gizi.
- c) Efisiensi Operasional Dapur MBG
Operator tidak perlu melakukan pengecekan manual setiap bahan; sensor

bekerja otomatis sehingga waktu kerja lebih efisien.

- d) Meningkatkan Kepercayaan Publik
Orang tua dan sekolah merasa lebih aman karena keamanan makanan terbukti melalui data digital, bukan sekadar klaim penyedia.
- e) Standarisasi Kualitas Makanan
Sistem IoT memungkinkan semua dapur MBG memiliki satu standar kualitas yang sama, tidak bergantung pada subjektivitas manusia.
- f) Mengurangi Pemborosan Bahan Makanan
Sensor kesegaran, warna, dan VOC membantu memprediksi bahan yang mulai rusak → sehingga bisa diganti lebih awal sebelum menjadi sampah.
- g) Investasi yang Meningkatkan Kepatuhan Hukum
Sistem ini membantu penyedia katering memenuhi standar BPOM, SNI, dan Permenkes tentang keamanan pangan.

- b. Siapa saja yang akan diuntungkan dari proyek ini? Jelaskan bagaimana mereka akan mendapat manfaat-manfaat tersebut

Pihak-Pihak yang Diuntungkan dan Manfaatnya

- 1) Siswa
 - a) Mendapat makanan yang lebih aman, higienis, dan terpantau kualitasnya.
 - b) Risiko keracunan massal dapat turun puluhan hingga ratusan persen.
- 2) Orang Tua
 - a) Mendapat transparansi yang lebih baik tentang kualitas makanan yang dikonsumsi anak.
 - b) Meningkatkan kepercayaan terhadap sekolah dan pemerintah.
- 3) Sekolah
 - a) Mengurangi potensi insiden yang merusak reputasi sekolah.
 - b) Dapat melihat laporan kualitas makanan secara real-time setiap hari.
- 4) Penyedia Katering MBG / Dapur Sekolah
 - a) Membantu memastikan makanan yang disajikan sesuai standar tanpa harus memeriksa satu per satu secara manual.
 - b) Menghindari kerugian finansial akibat komplain, inspeksi mendadak, atau penghentian kontrak.

- 5) Pemerintah (Dinas Pendidikan & Kesehatan)
 - a) Mendapat data-driven monitoring sehingga kebijakan dapat diambil berdasarkan data, bukan asumsi.
 - b) Mengurangi biaya kesehatan akibat insiden keracunan massal.
 - c) Membantu meningkatkan kualitas implementasi program MBG.
- 6) Auditor / Pengawas Pangan
 - a) Memiliki bukti digital lengkap terkait kualitas bahan makanan dari hulu hingga hilir.
 - b) Memudahkan pengawasan tanpa harus sering turun langsung ke lapangan.
- 7) Tim Pengembang / Institusi Teknologi
 - a) Mendapat peluang riset lanjutan pada bidang keamanan pangan berbasis IoT dan machine learning.
 - b) Berpotensi mengembangkan produk komersial untuk katering, rumah sakit, hotel, dan industri F&B.

Analisis Proyek IoT

1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Berikan penjelasan secara detail mengenai kebutuhan fungsional dari sistem Anda. Jelaskan aktornya, deskripsinya, dan skala prioritasnya. Contoh:

No	Aktor	Deskripsi Kebutuhan	Prioritas
1	Sistem (Sensor)	Dapat membaca nilai suhu, berat, dan gas VOC dari sampel makanan secara otomatis.	Tinggi
2	Sistem (Edge)	Dapat memberikan peringatan lokal (buzzer/lampu) jika parameter melewati ambang batas bahaya.	Tinggi
3	Admin/Operator	Menerima notifikasi <i>real-time</i> via Dashboard/WA jika terdeteksi makanan berbahaya.	Tinggi
4	Admin	Melihat riwayat data kualitas makanan (<i>log</i>) untuk keperluan audit.	Tinggi
5	Sistem (AI)	Melakukan prediksi kesegaran makanan berdasarkan pola data sensor (jangka panjang).	Tinggi

2. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Berikan penjelasan secara spesifik mengenai kebutuhan properti (operasional, kinerja, keamanan, dll) yang dimiliki oleh sistem Anda. Pembahasan dibagi ke dalam beberapa sub bab.

a. Kebutuhan Non-Fungsional Software

- Ketersediaan (Availability): Sistem cloud & gateway harus memiliki uptime $\geq 99\%$ untuk operasi harian. Gateway harus punya buffer lokal sehingga operasi scanning tetap berjalan saat koneksi cloud terputus.
- Respon waktu (Latency): Deteksi awal (edge rule) harus dilakukan < 3 detik setelah scan selesai; notifikasi kritis dikirim < 30 detik.

- iii. Skalabilitas: Arsitektur microservices; skalabilitas horizontal untuk API & worker. Time-series DB (InfluxDB / Timescale) dapat diskalakan untuk menampung ribuan/devices.
- iv. Modularitas & Maintainability: Firmware, gateway, backend, dan dashboard dipisah; API versioning digunakan.
- v. Reliability: Sensor fusion & smoothing untuk kurangi false positives; fallback rule di gateway.
- vi. Logging & Auditing: Semua operasi harus terlog dan immutable (append-only), tersedia untuk audit.
- vii. Interoperabilitas: API RESTful dan MQTT untuk integrasi dengan sistem lain (Dinas, LIMS).
- viii. Backup & Recovery: Rutin (harian/incremental) ke object storage; recovery plan tersusun.

b. Kebutuhan Non-Fungsional Dependency Software

- i. Broker MQTT: Mosquitto atau EMQX dengan TLS, autentikasi client cert / username-password.
- ii. Backend API: Node.js / Python Flask (containerized).
- iii. Time-series DB: InfluxDB atau TimescaleDB untuk sensor readings.
- iv. Relational DB: PostgreSQL untuk metadata (users, schools, stations, menus).
- v. Object Storage: S3-compatible (MinIO / AWS S3) untuk foto & model NIR.
- vi. Dashboard / Visualisasi: Grafana atau React + chart libs.
- vii. CI/CD & Container orchestration: Docker + docker-compose (MVP) / Kubernetes (produksi).
- viii. Monitoring: Prometheus + Grafana untuk health metrics.

c. Kebutuhan Non-Fungsional Hardware

- i. Ketersediaan perangkat: ESP32 per station; Raspberry Pi untuk gateway regional.
- ii. Konsumsi daya: Catu daya harus stabil; UPS/RTU minimal 30 menit jika listrik padam.
- iii. Ketahanan lingkungan: Chamber & sensor housing food-grade; tahan suhu & kelembapan dapur.
- iv. Kapasitas penyimpanan lokal: Gateway memiliki minimal 16GB + log rotation.
- v. Performa sensor: Sample rate sensor sesuai: weight instant, temp instant, MQ average 3–5s, NIR per capture.
- vi. Konektivitas: Wi-Fi 2.4/5GHz; opsi fallback BLE/LoRaWAN untuk area tanpa Wi-Fi (dengan gateway LoRa).

d. Kebutuhan Non-Fungsional Brainware

- i. Pelatihan pengguna: Operator/laboran & kepala dapur perlu pelatihan awal (2 hari) + SOP tertulis (kalibrasi, cleaning, langkah tindakan jika alert).
- ii. Level akses: Admin (full), Operator (scan & lihat), Auditor (lihat & export), IT (deploy & maint).
- iii. Support & Maintenance: Tersedia dokumen troubleshooting & tim teknis (response SLA: 24 jam untuk masalah non-kritis, 4 jam untuk kritis).

3. Analisis Bisnis

Smart Food Scanner Business Model Canvas

Key Partners	Key Activities	Value Proposition	Customer Relationships	Customer Segments
- Dinas Pendidikan & Kesehatan - Penyedia sensor (NIR vendor, HX711, TCS34725) - Penyedia cloud / hosting / SMS gateway - Laboratorium pengujian makanan (kalibrasi NIR) - Integrator solusi IT lokal	- R&D sensor fusion & model NIR - Pengembangan firmware, gateway, backend, dashboard - Instalasi & maintenance (kalibrasi berkala) - Pelatihan operator & integrasi SOP MBG - Audit & pelaporan	- Deteksi kualitas makanan real-time → mengurangi keracunan massal - Transparansi & bukti audit yang dapat dipercaya - Efisiensi operasional dapur & pengurangan pemborosan - Modul scalable & dapat diintegrasikan ke program pemerintah	- Onboarding & pelatihan terstruktur - Layanan support & SLA (tiered) - Laporan berkala & dashboard kustom	- Pemerintah daerah / Dinas Pendidikan - Sekolah / Kantor kecamatan (MBG) - Penyedia catering & distributor bahan pangan - Lembaga audit & laboratorium
	Key Resources		Channels	
	- Tim engineering (embedded, backend, ML, devops) - Perangkat hardware (ESP32, gateway, sensor) - Cloud infra & DB - Dataset kalibrasi NIR & laboratorium		- Penjualan B2G (Dinas), B2S (Sekolah), B2B (katering) - Workshop & pilot project - Platform web & mobile dashboard	
Cost Structure		Revenue Streams		
- Hardware (sensor, devices) & instalasi - Cloud hosting & storage (time-series DB) - Tim pengembangan & support - Kalibrasi & laboratorium sampling - Training & dokumentasi		- Penjualan perangkat + instalasi (CAPEX) - Langganan SaaS (monitoring, storage, ML inference) – model subscription per sekolah/area - Layanan kalibrasi & audit berkala (fee per visit) - Konsultasi & integrasi SOP / pelatihan		

1. Key Partners (Mitra Utama)

Dalam proyek IoT pemantauan kualitas makanan MBG ini, mitra utama terdiri dari beberapa kelompok strategis. Pemerintah daerah, khususnya Dinas Pendidikan dan Dinas Kesehatan, berperan sebagai pemilik regulasi dan penanggung jawab utama keamanan makanan bagi siswa sehingga dukungan mereka sangat penting dalam proses implementasi, penyediaan lokasi pilot, dan validasi hasil sistem. Vendor perangkat keras seperti penyedia sensor suhu, sensor gas VOC, sensor warna, modul NIR, load cell, serta mikrokomputer ESP32 menjadi mitra penting yang memastikan perangkat dapat beroperasi secara stabil, akurat, dan tahan dalam lingkungan dapur. Selain itu, penyedia layanan cloud seperti Firebase, ThingsBoard, atau AWS IoT menyediakan infrastruktur penyimpanan data, autentikasi pengguna, dan sistem analitik berbasis server. Laboratorium uji pangan juga menjadi mitra yang membantu proses kalibrasi sensor dan validasi kualitas data sensor. Dengan adanya mitra-mitra ini, proyek dapat berjalan secara komprehensif dari sisi teknis, regulasi, dan operasional.

2. Key Activities (Aktivitas Utama)

Aktivitas utama dalam proyek ini meliputi perancangan, pengembangan, integrasi, dan pengujian sistem IoT. Proses dimulai dari desain perangkat keras yang mencakup integrasi sensor kesegaran makanan, sensor warna, sensor berat, kamera, dan modul komunikasi. Setelah perangkat dibangun, aktivitas dilanjutkan ke tahap

pemrograman firmware ESP32, pembuatan API untuk koneksi cloud, serta pengembangan sistem dashboard berbasis web. Pada tahap berikutnya, proses kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan setiap sensor membaca data secara akurat sesuai standar laboratorium. Proses analitik berbasis rule engine dan algoritma machine learning juga termasuk aktivitas inti, karena sistem harus mampu mendeteksi tanda-tanda makanan tidak layak konsumsi. Selain itu, instalasi perangkat di sekolah atau dapur katering MBG, pelatihan operator, pemantauan performa, serta maintenance sistem menjadi aktivitas operasional yang terus dilakukan untuk mempertahankan mutu sistem.

3. Key Resources (Sumber Daya Utama)

Proyek ini membutuhkan banyak sumber daya teknis dan non-teknis. Dari sisi perangkat keras, sistem membutuhkan ESP32, sensor suhu, sensor VOC, sensor warna TCS34725, load cell, modul NIR, kamera mini, dan komponen fisik seperti casing, wiring, modul power supply, serta gateway Raspberry Pi. Dari sisi perangkat lunak, diperlukan server cloud, database, API backend, sistem autentikasi, dashboard admin, dan layanan notifikasi otomatis. Selain itu, sumber daya manusia seperti embedded system engineer, cloud engineer, machine learning engineer, serta teknisi lapangan menjadi elemen pendukung yang sangat penting. Dataset kalibrasi makanan, SOP operasional, dan dokumen regulasi keamanan pangan juga merupakan sumber daya non-fisik yang memiliki peran besar dalam keberhasilan proyek ini.

4. Value Proposition (Proposisi Nilai)

Proyek ini memberikan nilai yang sangat signifikan dalam konteks keamanan pangan bagi siswa peserta program Makan Bergizi Gratis (MBG). Sistem IoT yang dibangun memiliki kemampuan untuk mendeteksi kualitas makanan secara real-time berdasarkan suhu, warna, berat, aroma (VOC), hingga pola visual makanan. Dengan kemampuan ini, potensi terjadinya keracunan massal dapat ditekan secara drastis karena makanan yang tidak memenuhi standar langsung terdeteksi sebelum dibagikan ke siswa. Selain itu, sistem menghadirkan transparansi yang tinggi melalui dashboard digital sehingga sekolah, pemerintah, dan publik dapat mengetahui proses pengecekan secara objektif dan berbasis data. Nilai tambah lainnya berupa efisiensi proses operasional dapur, pengurangan pemborosan bahan makanan, standarisasi kualitas menu, dan dokumentasi otomatis untuk audit.

5. Customer Relationship (Hubungan Pelanggan)

Hubungan antara penyedia sistem dan pengguna dibangun secara jangka panjang melalui dukungan teknis, pembaruan sistem, dan pelatihan rutin. Pada tahap implementasi awal, penyedia sistem memberikan pendampingan penuh, mulai dari

instalasi perangkat, kalibrasi, hingga workshop penggunaan dashboard bagi operator. Setelah sistem berjalan, hubungan dengan pengguna tetap dipertahankan melalui layanan pemeliharaan berkala, pembaruan firmware OTA, SLA (Service Level Agreement) untuk perbaikan perangkat, serta penyediaan laporan bulanan kualitas makanan. Dukungan pelanggan dapat diberikan melalui hotline, tiket dukungan teknis, atau layanan remote sehingga pengguna merasa aman dan terbantu dalam menjalankan sistem.

6. Channels (Saluran Distribusi)

Sistem ini disampaikan kepada pelanggan melalui beberapa jalur distribusi. Untuk implementasi skala besar, saluran yang digunakan adalah kerja sama langsung dengan pemerintah daerah melalui proposal formal atau tender. Untuk sekolah atau dapur katering individu, saluran distribusi dilakukan melalui presentasi langsung, demonstrasi perangkat, pemasangan prototipe, atau uji coba terbatas (pilot test). Selain jalur fisik, saluran digital seperti website, brosur elektronik, video demonstrasi, dan webinar digunakan untuk memperkenalkan sistem kepada calon pengguna. Layanan cloud, dashboard web, dan mobile notification juga merupakan saluran yang menghubungkan sistem dengan pelanggan secara berkelanjutan.

7. Customer Segments (Segmentasi Pelanggan)

Pelanggan utama dari proyek ini adalah pemerintah daerah, khususnya Dinas Pendidikan, yang membutuhkan solusi digital untuk menjamin keamanan makanan program MBG. Sekolah-sekolah yang menjadi lokasi distribusi makanan juga merupakan pelanggan penting karena mereka yang akan menggunakan perangkat secara langsung. Penyedia katering yang bekerja sama dengan sekolah juga menjadi segmen pelanggan karena mereka membutuhkan alat pengecekan kualitas sebelum makanan dikirim ke sekolah. Segmen tambahan mencakup laboratorium pangan, lembaga audit, perusahaan katering umum, serta lembaga kesehatan yang ingin memanfaatkan teknologi monitoring kualitas makanan.

8. Cost Structure (Struktur Biaya)

Biaya terbesar dalam proyek ini berasal dari pembelian perangkat keras, terutama sensor berkualitas tinggi seperti modul NIR, kamera, sensor gas, dan sensor warna. Biaya pengembangan perangkat lunak dan server cloud juga termasuk dalam komponen biaya utama. Selain itu, terdapat biaya kalibrasi laboratorium, pembuatan prototipe fisik, workshop pelatihan operator, serta biaya maintenance seperti penggantian sensor atau perbaikan perangkat. Biaya operasional bulanan seperti hosting database, API, dan SMS/WA notification juga menjadi bagian penting dari

struktur biaya. Untuk memperluas instalasi, dibutuhkan anggaran distribusi, instalasi, dan dukungan teknis di lapangan.

9. Revenue Streams (Sumber Pendapatan)

Pendapatan proyek berasal dari beberapa jalur. Pertama adalah penjualan perangkat (hardware) kepada sekolah atau pemerintah daerah. Kedua, terdapat biaya instalasi dan konfigurasi awal. Ketiga, sistem menggunakan model langganan bulanan atau tahunan untuk layanan dashboard, penyimpanan cloud, dan notifikasi otomatis. Pendapatan tambahan dapat berasal dari jasa kalibrasi sensor ulang, pelatihan lanjutan, customisasi dashboard, serta integrasi IoT tingkat lanjut bagi institusi besar. Dengan model pendapatan berlapis ini, proyek dapat mempertahankan keberlanjutan finansial sekaligus berkembang seiring bertambahnya pengguna.

Deskripsi BMC

Sistem ditawarkan ke pemerintah dan sekolah sebagai solusi mission-critical untuk keamanan pangan MBG. Model bisnis hybrid: pendapatan awal dari penjualan perangkat & instalasi, pendapatan berulang dari layanan cloud & support. Key partners mencakup vendor sensor & laboratorium untuk kalibrasi NIR. Upaya pemasaran melalui pilot (proof-of-concept) di beberapa sekolah untuk menimbulkan permintaan. Keunggulan kompetitif ada pada integrasi sensor fusion + ML NIR + audit trail nilai jual kunci untuk Dinas & penyedia catering.

4. Analisis Keamanan IoT

1) Keamanan Perangkat & Jaringan

- a) Autentikasi Device: Provisioning device dengan unique device certificate (X.509) atau pre-shared key; no default passwords.
- b) Enkripsi Transport: Semua komunikasi MQTT & HTTPS harus via TLS 1.2/1.3. MQTT over TLS (port 8883).
- c) LWT (Last Will & Testament): Set pada MQTT untuk mendeteksi offline abrupt device.
- d) Mutual TLS (mTLS): Gateway/Cloud dapat gunakan mTLS untuk mutual device-server trust (opsional untuk produksi).
- e) Network segmentation: Isolasi VLAN untuk device & gateway; akses hanya ke port yang diperlukan.

2) Keamanan Perangkat (Firmware & HW)

- a) Secure Boot & Signed Firmware: Gunakan secure boot di gateway & signature verification untuk OTA firmware.
- b) OTA dengan signature: Semua firmware images ditandatangani; device menolak update yang tidak tervalidasi.
- c) Hardening: Nonaktifkan service yang tidak diperlukan; minimal exposure of SSH; audit log akses.
- d) Physical tamper detection: Sensor tamper pada enclosure (opsional).

3) Keamanan Data & Privasi

- a) Enkripsi Data-at-Rest: Sensitive data (personal info) terenkripsi di DB; foto di object storage dengan ACL.
- b) Role-Based Access Control (RBAC): Hanya role yang diizinkan yang dapat melihat data sensitif.
- c) Audit trail & Immutable Log: Semua akses & perubahan tersimpan (tamper-evident log).
- d) Retention policy: Definisikan retensi data sesuai regulasi/permintaan Dinas.
- e) Anonymization: Data publik atau laporan disajikan agregat/anonymized.

4) Monitoring & Incident Response

- a) Intrusion detection: Monitor anomali trafik & device behaviour (heartbeat missing, unusual payload).
- b) Alerting: Integrasi SIEM sederhana, notifikasi tim IT, runbook insiden.
- c) Recovery: Backup & restore testing; contingency untuk rollback firmware.

5. Analisis Kebutuhan Service IoT

Protokol yang digunakan pada *smart food scanner* yaitu MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Berikut ini adalah alasan kenapa kami memilih MQTT.

- Ringan untuk perangkat dengan sumber daya terbatas.
- Mendukung komunikasi realtime dan efisien untuk banyak perangkat.
- Menggunakan mekanisme retransmission untuk memastikan bahwa pesan terkirim dengan benar.
- Memiliki arsitektur yang sederhana, sehingga mudah untuk diimplementasikan.

6. Analisis Kebutuhan Server Database IoT

Arsitektur Penyimpanan Data (hybrid)

- Time-series DB (InfluxDB / TimescaleDB / InfluxCloud) → menyimpan sensor readings (weight, temp, voc, pH) untuk query time-series dan graf.
- Relational DB (PostgreSQL) → metadata: users, schools, stations, menus, thresholds, alerts, audit logs (meta).
- Object Storage (S3 / MinIO) → foto, raw NIR files, firmware images, model artifacts.
- Optional NoSQL (MongoDB) → menyimpan NIR vectors atau hasil feature extraction yang semi-terstruktur, jika fleksibilitas diperlukan.

Arsitektur Sistem

1. Diagram Arsitektur:

a. Gambaran Visual Komponen

Skema Diagram:

- 1) Layer Perangkat (Device Layer - The Station):
 - a) Berisi Scanning Chamber yang memuat sensor-sensor:
 - i) Sensor Suhu (DS18B20/MLX90614)
 - ii) Sensor Gas VOC (MQ Series)
 - iii) Sensor Berat (Load Cell + HX711)
 - iv) Sensor Warna (TCS34725) & Kamera
 - b) Semua sensor terhubung ke ESP32 (Microcontroller).
- 2) Layer Edge (Edge Gateway):
 - a) Raspberry Pi bertindak sebagai *Gateway*.
 - b) Menerima data dari ESP32 melalui Wi-Fi (MQTT Local).
 - c) Berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) data jika internet mati .
- 3) Layer Cloud (Server & Database):
 - a) MQTT Broker (Cloud): Menerima pesan data.
 - b) Backend API: Memproses logika bisnis.
 - c) Database:
 - i) *InfluxDB* (Data Sensor Time-Series).
 - ii) *PostgreSQL* (Data Metadata Sekolah/Menu).
 - iii) *Object Storage* (Menyimpan Foto Makanan).
- 4) Layer Aplikasi (User Interface):
 - a) Dashboard Web: Diakses oleh Admin Dinas & Sekolah.

b. Aliran Data (Data Flow)

Berikut adalah penjelasan detail mengenai perjalanan data dari sensor hingga ke tangan pengguna:

- 1) Akuisisi Data (Sensing): Ketika operator meletakkan makanan dan memulai pemindaian, sensor-sensor (Suhu, VOC, Warna, Berat) mengambil nilai fisik dari makanan secara bersamaan. Kamera mengambil citra visual makanan .
- 2) Pemrosesan Awal (Edge Processing): Data mentah dikumpulkan oleh mikrokontroler ESP32. Di sini terjadi proses *preprocessing* sederhana, seperti konversi sinyal analog ke digital dan pengemasan data ke dalam format JSON.

ESP32 juga melakukan validasi lokal; jika suhu atau gas sangat tinggi, ESP32 langsung menyalakan alarm lokal tanpa menunggu internet .

- 3) Transmisi Data (Communication): ESP32 mengirimkan paket data JSON tersebut menggunakan protokol MQTT (topik: food/scan/result) ke Edge Gateway (Raspberry Pi). Gateway kemudian meneruskan data tersebut ke Cloud Server melalui koneksi internet yang aman (TLS Encryption).
- 4) Penyimpanan dan Analisis (Storage & Analytics): Di server, *Backend API* memisahkan data:
 - a) Nilai sensor (suhu, berat, gas) disimpan ke InfluxDB (Time-series database) untuk pencatatan historis performa tinggi.
 - b) Informasi pemindaian (ID sekolah, jenis menu, status kelayakan) disimpan ke PostgreSQL.
 - c) Sistem melakukan analisis otomatis; jika ditemukan anomali berbahaya, sistem memicu layanan notifikasi.
- 5) Visualisasi (Monitoring): Pengguna (Dinas Pendidikan/Pihak Sekolah) mengakses Dashboard Web. Aplikasi web meminta data dari API dan menampilkannya dalam bentuk grafik *real-time*, status "Aman/Bahaya", dan riwayat pemindaian .

c. Desain Topologi Server

Desain topologi sistem Smart Food Scanner menggunakan pendekatan Hybrid Edge-Cloud Topology untuk memastikan keandalan sistem di lingkungan sekolah yang mungkin memiliki koneksi internet tidak stabil.

Rancangan Topologi:

- 1) Node Sensor (ESP32 Client): Berada di setiap dapur sekolah. Setiap node terhubung secara nirkabel (Wi-Fi) ke Gateway lokal. Node ini bersifat *stateless* (tidak menyimpan data permanen) dan fokus pada pembacaan sensor yang cepat.
- 2) Edge Server (Local Gateway): Menggunakan Raspberry Pi yang ditempatkan di lokasi (on-site). Topologi ini menerapkan konsep *Store-and-Forward*. Jika koneksi internet ke cloud terputus, Gateway akan menyimpan data sementara di penyimpanan lokalnya dan mengirimkannya kembali saat koneksi pulih, menjamin tidak ada data inspeksi yang hilang (*Zero Data Loss*).
- 3) Cloud Server Cluster: Pusat data utama di-hosting menggunakan layanan VPS/Cloud (seperti AWS/Google Cloud) yang menjalankan *container* (Docker):
 - a) Container MQTT Broker: Pintu masuk data (*Ingress*).
 - b) Container Database: InfluxDB dan PostgreSQL.
 - c) Container App: Node.js/Python backend yang melayani API untuk Dashboard

Teknologi yang Digunakan:

Bagian ini menjelaskan teknologi utama yang digunakan dalam pembangunan sistem IoT untuk pemantauan kualitas makanan pada program Makan Bergizi Gratis (MBG). Teknologi dibagi menjadi tiga kategori utama: perangkat keras, perangkat lunak, dan platform cloud.

1. Perangkat Keras (Hardware)

- a. Microcontroller: Raspberry Pi
- b. Secondary MCU: ESP32 untuk sensor real-time
- c. Scanning Chamber: 30x30x20 cm dengan LED white light
- d. Sensor Integration: I2C, SPI, UART communication
- e. Sensor Keamanan Pangan
 1. Biosensor electrochemical untuk Deteksi bakteri patogen (E.coli, Salmonella, Listeria)
 2. Chemical Contamination Sensor menggunakan MQ Series Sensor gas untuk Deteksi bahan busuk, kontaminasi pestisida berlebih
 3. Analog pH Sensor untuk Mengukur keasaman makanan
 4. Heavy Metal Detector (Portable XRF) untuk Scan bahan baku (sayuran, ikan, beras)
- f. Sensor Analisis Nutrisi
 1. Near-Infrared (NIR) Spectroscopy Sensor untuk Analisis komposisi makronutrien
 2. Color Vision Sensor + Camera Module menggunakan TCS34725 RGB Sensor untuk mendeteksi tingkat kesegaran makanan.
 3. Precision Weight Sensor menggunakan loadcell HX711 ADC Module untuk mengukur berat porsi aktual.
 4. Temperature Sensor Array menggunakan DS18B20 (Digital) + MLX90614 (Infrared) untuk deteksi makanan pada suhu yang aman.

• Biosensor electrochemical



• Chemical Contamination Sensor



• Analog Ph Sensor



• Heavy Metal Detector



• Near-Infrared (NIR) Spectroscopy Sensor



- Color Vision Sensor



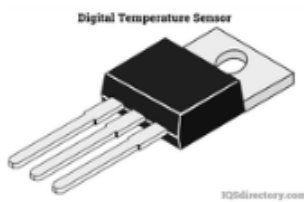
- TCS34725 RGB Sensor



- Precision Weight Sensor



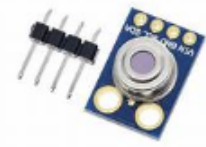
- Temperature Sensor Array



- Temperature Sensor DS18B20 (Digital)



- MLX90614 (Infrared)



- Raspberry Pi



ESP 32

2. Perangkat Lunak (Software)

1. Sistem Operasi (Operating System)

- Sistem operasi berjalan pada perangkat keras utama untuk mengatur alur data dan komputasi *edge*.
- Raspberry Pi (Edge Computing): Berfungsi sebagai otak utama di sisi perangkat untuk *Edge Computing* dan *Local Rules Engine*.
- Mikrokontroler (Firmware): ESP32 digunakan sebagai pengendali sekunder untuk sensor *real-time*.

2. Bahasa Pemrograman (Programming Languages)

Bahasa yang digunakan untuk pengembangan antarmuka (frontend) dan logika Server (backend).

- a) Web Frontend: HTML dan CSS digunakan untuk membangun struktur tampilan dashboard.
- b) Backend/API: Node.js (JavaScript runtime) atau PHP (jika menggunakan Laravel) digunakan untuk menangani API data sensor.

3. Framework & Libraries

Kumpulan kode dan pustaka yang digunakan untuk mempercepat pengembangan aplikasi dan visualisasi data.

- a) Frontend Framework: Tailwind CSS digunakan untuk desain antarmuka yang responsif.
- b) Visualisasi Data: Chart.js atau Recharts digunakan untuk menampilkan grafik statistik kualitas makanan pada dashboard.
- c) Backend Framework: Laravel (opsional) atau framework berbasis Node.js untuk logika server.

3. Platform Cloud (Cloud Services)

Infrastruktur awan yang digunakan untuk pengolahan data berat, penyimpanan, dan kecerdasan buatan (AI).

- 1. Penyedia Layanan: AWS (Amazon Web Services).
- 2. Ingesti Data (IoT): AWS IoT Core digunakan untuk menerima aliran data dari perangkat.
- 3. Komputasi Serverless: AWS Lambda digunakan untuk pemrosesan data pemicu (event-driven).
- 4. Machine Learning: EC2 GPU digunakan untuk menjalankan model berat seperti *Image Recognition*, Analisis Nutrisi NIR, dan Prediksi Keamanan.

Kode Program

1. Client (Firmware ESP32)

```
// --- BAGIAN 1: HEADER & KONSTANTA ---
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <ArduinoJson.h> // Penting: Library untuk format data JSON

// Topik MQTT (Sesuai Diagram Alur Data Hal. 21)
const char* mqtt_topic = "food/scan/result";

// --- BAGIAN 2: LOGIKA PEMBACAAN & PENGIRIMAN (DI DALAM LOOP)
---
void loop() {
    // Pastikan koneksi tetap hidup
    if (!client.connected()) { reconnect(); }
    client.loop();

    // 1. Akuisisi Data Sensor (Simulasi pembacaan hardware)
    // Sesuai Halaman 23 (Sensor Tech)
    float suhu_objek = sensorSuhu.readObjectTempC(); // MLX90614
    float gas_voc = sensorGas.readPPM();             // MQ Series
    float berat_porsi = scale.get_units();           // Load Cell

    // Baca Warna (Deteksi kesegaran visual)
    uint16_t r, g, b, c;
    tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c); // Sensor TCS34725

    // 2. Pre-processing / Validasi Lokal (Edge Computing Sederhana)
    // Jika suhu > 40 derajat, tandai bahaya langsung di perangkat
    String status_lokal = "AMAN";
    if (suhu_objek > 40 || gas_voc > 100) {
        status_lokal = "BAHAYA";
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Alarm lokal bunyi
    }

    // 3. Packaging Data ke JSON (PENTING)
    // Format ini yang membuat data rapi saat dikirim
    StaticJsonDocument<256> doc;
    doc["device_id"] = "STATION_001";
    doc["timestamp"] = millis();
    doc["suhu"] = suhu_objek;
    doc["voc_ppm"] = gas_voc;
```

```

doc["berat_g"] = berat_porsi;
doc["warna_r"] = r;
doc["status_alert"] = status_lokal;

char jsonBuffer[256];
serializeJson(doc, jsonBuffer);

// 4. Kirim Data ke Server (Publish)
Serial.print("Sending data: ");
Serial.println(jsonBuffer);
client.publish(mqtt_topic, jsonBuffer);

delay(5000); // Kirim setiap 5 detik
}

```

2. Server (Python Script pada Raspberry Pi/Cloud)

```

import paho.mqtt.client as mqtt
import json
import datetime
from influxdb_client import InfluxDBClient # Sesuai Halaman 19 (Time-series DB)

# --- KONFIGURASI DATABASE & MQTT ---
MQTT_BROKER = "localhost" # Atau IP Cloud
MQTT_TOPIC = "food/scan/result"

# Setup InfluxDB (Untuk menyimpan data sensor historis)
influx_client = InfluxDBClient(url="http://localhost:8086", token="my-token",
org="my-org")
write_api = influx_client.write_api()

# --- LOGIKA UTAMA SAAT DATA DITERIMA ---
def on_message(client, userdata, msg):
    try:
        # 1. Decode Data JSON dari ESP32
        payload = msg.payload.decode("utf-8")
        data = json.loads(payload)

        print(f"[{datetime.datetime.now()}] Data Masuk: {data}")

        # 2. Analisis Server-Side (Logic Deteksi Bahaya)
        # Sesuai Halaman 12 (Analisis Fungsional No 1 & 2)
        is_dangerous = False

```

```

# Contoh Logic: Jika Gas VOC tinggi DAN Suhu tinggi = Indikasi Busuk
if data['voc_ppm'] > 150 and data['suhu'] > 30:
    is_dangerous = True
    print(" ⚠️ ALERT: Terdeteksi indikasi pembusukan!")
    trigger_notification(data['device_id'], "Makanan Busuk Terdeteksi!")

# 3. Simpan ke Database (InfluxDB)
# Menyimpan data agar bisa dibuat grafik di Dashboard nanti
point = {
    "measurement": "food_quality",
    "tags": {"device": data['device_id']},
    "fields": {
        "suhu": float(data['suhu']),
        "voc": float(data['voc_ppm']),
        "berat": float(data['berat_g']),
        "is_dangerous": is_dangerous
    }
}
write_api.write(bucket="smart_food_db", record=point)
print(">> Data tersimpan di InfluxDB.")

except Exception as e:
    print("Error processing:", e)

# --- FUNGSI NOTIFIKASI ---
def trigger_notification(station, message):
    # Di sinilah integrasi ke WA Gateway / Email dilakukan
    # Sesuai Halaman 12 (Analisis Fungsional No 3)
    print(f"MENGIRIM NOTIFIKASI KE ADMIN: Station {station} -> {message}")

# --- JALANKAN PROGRAM ---
client = mqtt.Client()
client.on_connect = lambda c, u, f, rc: c.subscribe(MQTT_TOPIC)
client.on_message = on_message

print("Server IoT Listening...")
client.connect(MQTT_BROKER, 1883, 60)
client.loop_forever()

```

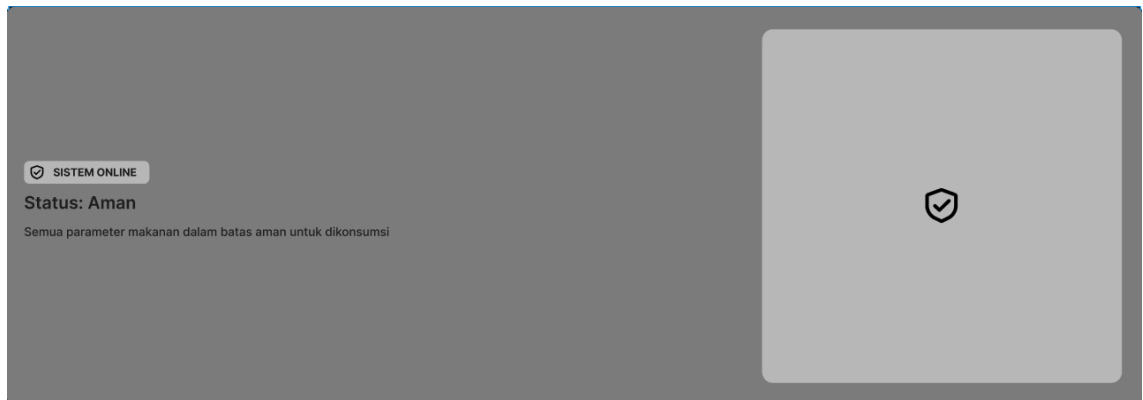
Rancangan Dashboard IoT

1. Wireframe Dashboard IoT

Link Figma :

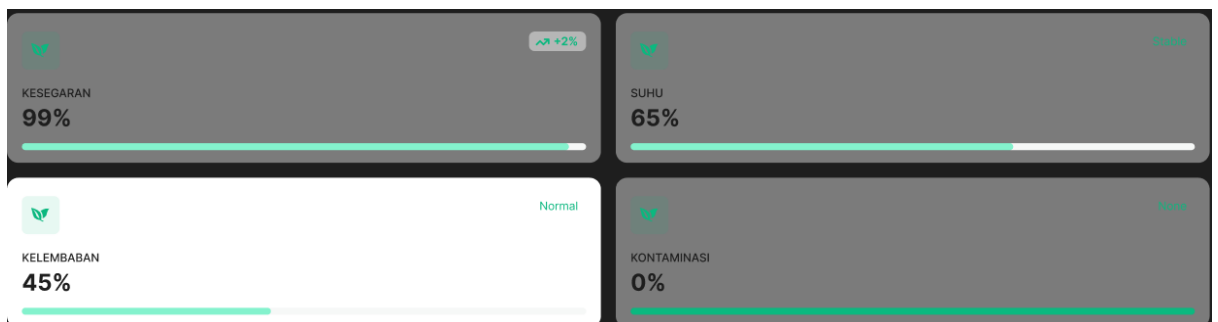
<https://www.figma.com/design/6wQoRyJVaoaMkW8VrXkV47/IOT-ui-ux?node-id=18-2&t=Hb9sN86c1rLpN5ID-1>

A. Panel Status Sistem (Header Utama):



- Terletak paling atas, menampilkan indikator Sistem Online dan status keamanan global (misal: "Status: Aman").
- Area kosong di sebelah kanan disiapkan untuk *placeholder* visualisasi atau ikon status keamanan.

B. Kartu Metrik Sensor (Key Metrics):

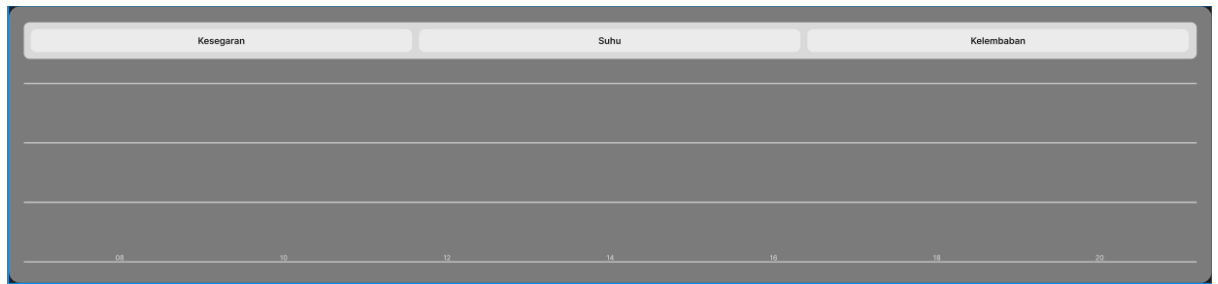


Terdapat empat kartu utama yang menampilkan data sensor secara *real-time*:

- Kesegaran: Menampilkan persentase kualitas, misal: 99%.
- Suhu: Menampilkan suhu makanan saat ini, misal: 65%.
- Kelembaban: Parameter hidrasi makanan, misal: 45%.
- Kontaminasi: Indikator zat berbahaya, target 0%.

Setiap kartu dilengkapi *progress bar* visual untuk memudahkan pembacaan cepat.

C. Grafik Analisis (Chart Area):



- Bagian tengah memuat grafik garis (*line chart*) dengan filter waktu 24 Jam. Grafik ini digunakan untuk memantau tren ketiga parameter utama (Kesegaran, Suhu, Kelembaban) sepanjang hari.

D. Daftar Riwayat Scan (Bottom List):

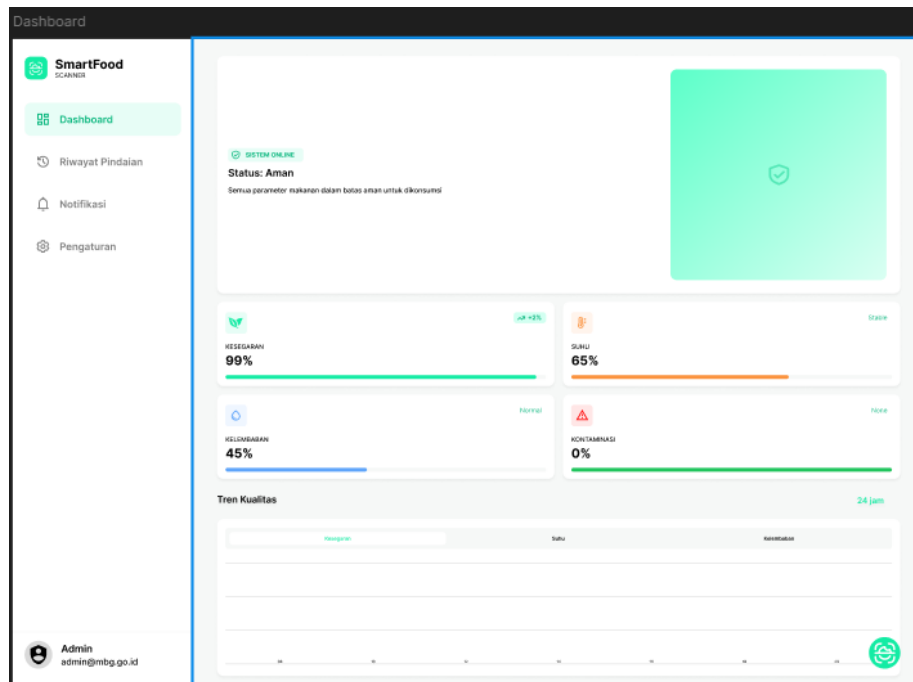
The image shows a list view of scan history. At the top right, there is a link labeled 'Lihat Semua'. The list contains three identical items. Each item has a small square icon on the left, followed by the text 'Nasi Kotak Ayam' and '12:30 PM - Kantin A'. On the right side of each item, there is a pill-shaped button labeled 'AMAN' with '98%' below it.

Item	Timestamp & Location	Status	Percentage
Nasi Kotak Ayam	12:30 PM - Kantin A	AMAN	98%
Nasi Kotak Ayam	12:30 PM - Kantin A	AMAN	98%
Nasi Kotak Ayam	12:30 PM - Kantin A	AMAN	98%

- Bagian bawah menampilkan *list view* dari item yang baru saja dipindai (contoh: Nasi Kotak Ayam).
- Setiap baris memuat informasi waktu scan (timestamp), lokasi (misal: Kantin A), dan label status akhir (AMAN).

2. High Fidelity Dashboard IoT

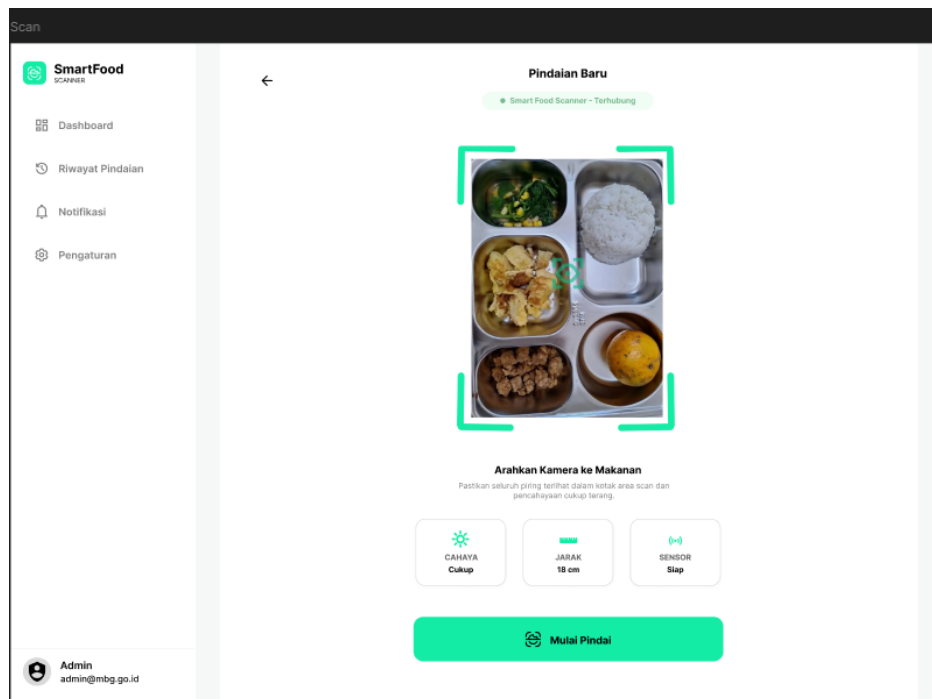
A. Dashboard Utama (Overview)



Halaman ini berfungsi sebagai pusat pemantauan *real-time*.

- Status Global: Menampilkan indikator besar Sistem Online dan Status Aman di bagian atas untuk memberikan kepastian cepat kepada operator.
- Parameter Kunci: Empat kartu metrik (Kesegaran, Suhu, Kelembaban, Kontaminasi) menggunakan *color-coding* (hijau untuk aman, merah untuk bahaya) agar mudah dipahami sekilas.
- Grafik Tren: Visualisasi data sensor dalam 24 jam terakhir untuk memantau konsistensi kualitas makanan.

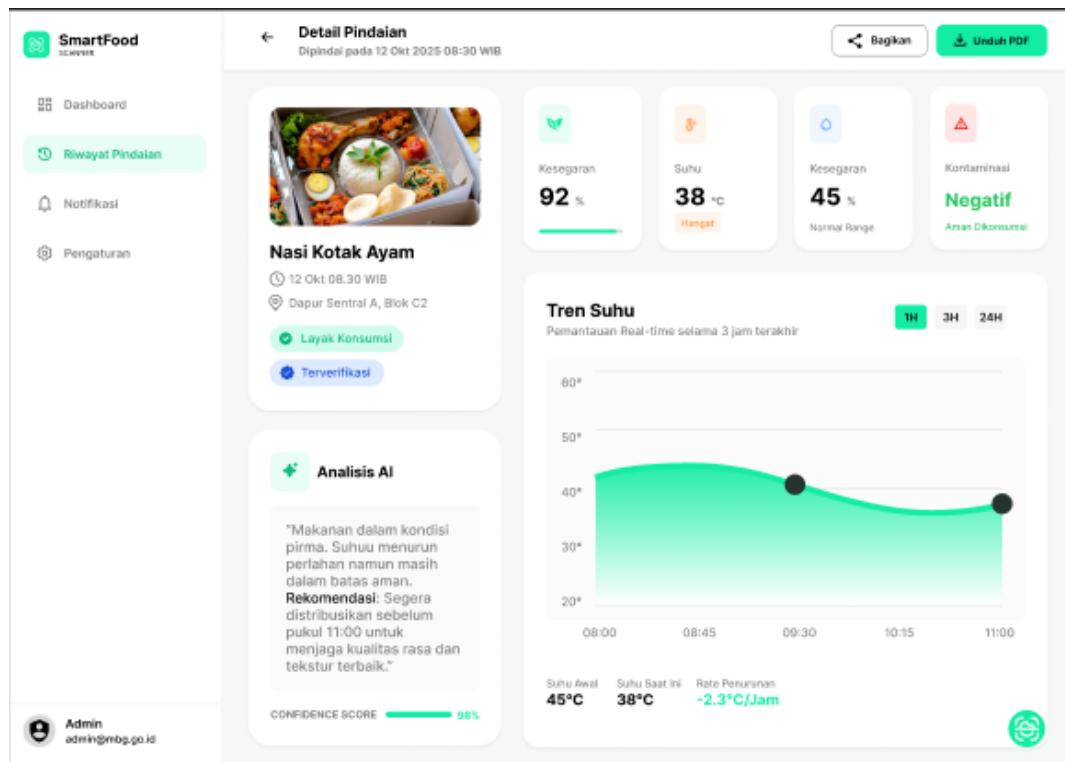
B. Antarmuka Pemindaian (Scanning Interface)



Halaman operasional yang digunakan saat petugas memasukkan makanan ke dalam alat *scanner*.

- Camera Feed: Area tengah menampilkan visual langsung dari kamera di dalam *chamber* untuk memastikan posisi makanan tepat.
- Indikator Pra-Scan: Terdapat indikator status perangkat keras di bawah layar (Cahaya: Cukup, Jarak: 18cm, Sensor: Siap) untuk memastikan kondisi lingkungan optimal sebelum pemindaian dimulai.

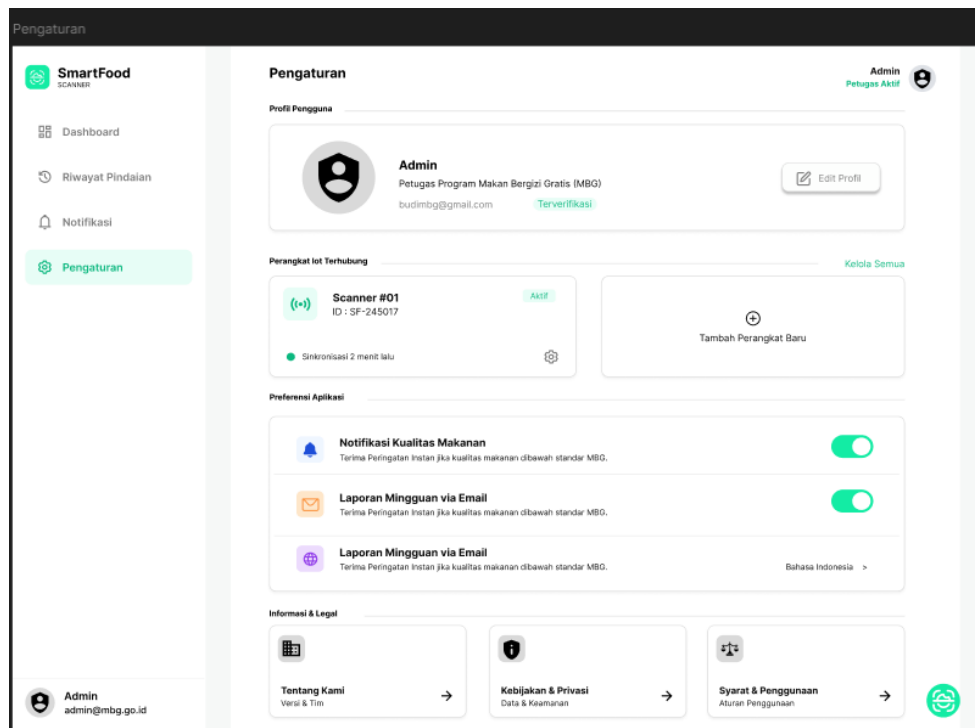
C. Detail Hasil Analisis (Scan Result)



Tampilan setelah proses pemindaian selesai.

- Verifikasi AI: Menampilkan label Layak Konsumsi dan Terverifikasi berdasarkan analisis algoritma.
- Analisis AI (Insight): Kotak khusus di pojok kiri bawah memberikan narasi deskriptif (contoh: *Suhu menurun perlahan namun masih dalam batas aman*) yang dihasilkan oleh model Machine Learning, memberikan rekomendasi tindakan konkret bagi petugas.
- Grafik Suhu Spesifik: Menampilkan penurunan suhu makanan secara spesifik (rate penurunan) untuk mencegah pertumbuhan bakteri.

D. Pengaturan



Halaman administratif untuk mengelola konfigurasi sistem.

- Status Perangkat: Menampilkan ID Scanner yang terhubung (misal: SF-245017) dan status koneksinya.
- Pengaturan Notifikasi: *Toggle* untuk mengaktifkan peringatan otomatis jika kualitas makanan turun di bawah standar MBG.

E. Input & Validasi Data (Data Entry)

SmartFood SCANNER

Admin Jakarta Pusat

Detail Pindaian

SCAN BERHASIL

Analisis Kualitas Selesai
Pindaian Berhasil diverifikasi oleh sistem. Silahkan lengkapi data administratif berikut...

Lengkapi Informasi
Data ini akan disinkronkan ke dashboard pusat MBG

Nama Makanan
Mls : Nasi Ayam Kecap

Lokasi/Alamat Pindaian
SDN 016 Pakembinangun

Catatan Tambahan (Opsional)
Tulis catatan observasi kondisi fisik makanan

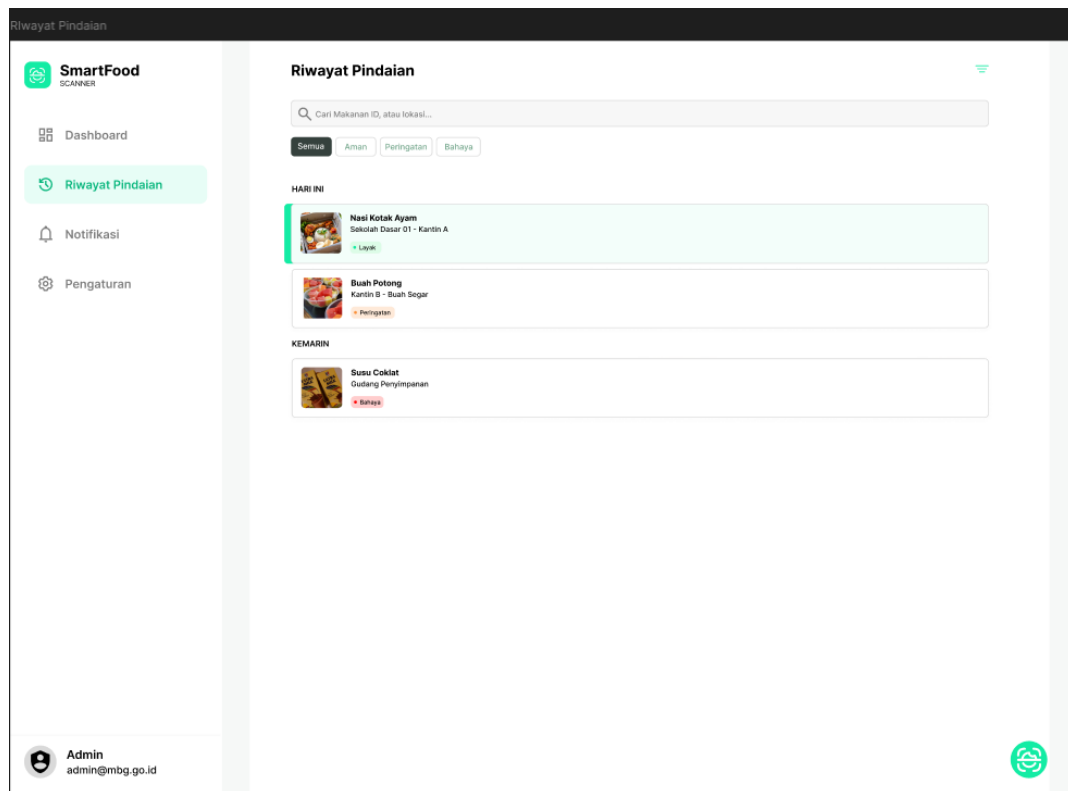
Simpan Data ->

Admin
admin@mbg.go.id

Setelah pemindaian sensor selesai, operator diminta melengkapi metadata agar data dapat dilacak (*traceable*)

- Bukti Visual: Menampilkan foto makanan yang baru saja diambil untuk memastikan kesesuaian fisik.
- Formulir Digital: Kolom input untuk nama makanan (misal: Nasi Ayam Kecap), lokasi pengambilan sampel (misal: SDN 016), dan catatan observasi manual.
- Sinkronisasi: Tombol Simpan Data akan mengirimkan data sensor + data manual ini ke database pusat (Cloud).

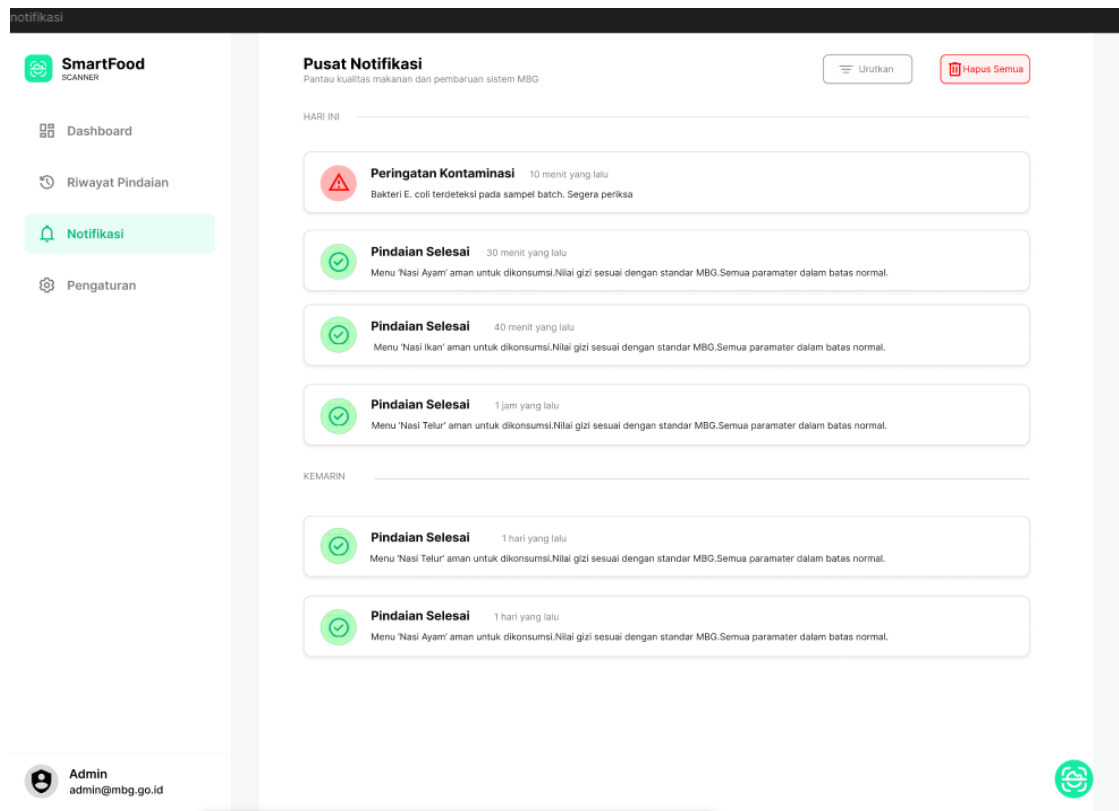
F. Riwayat Pindaian



Halaman ini berfungsi sebagai "Buku Log Digital" yang menggantikan pencatatan manual di kertas.

- Fitur Pencarian: Memudahkan auditor mencari data spesifik berdasarkan ID Makanan atau Lokasi.
- Filter Status: Tab filter (*Semua, Aman, Peringatan, Bahaya*) untuk menyortir laporan dengan cepat.
- Status Badge: Label warna pada setiap *item* (Hijau untuk Layak, Oranye untuk Peringatan) memudahkan identifikasi cepat menu mana yang bermasalah hari ini.

G. Pusat Notifikasi (Notification Center)



Pusat informasi kritis yang memberitahu admin jika terjadi anomali.

- Alert Kontaminasi (Merah): Peringatan prioritas tinggi (contoh di gambar: *Bakteri E. coli terdeteksi*) yang muncul seketika saat sensor biosensor atau gas mendeteksi bahaya.
- Konfirmasi Proses (Hijau): Notifikasi rutin bahwa pemindaian menu tertentu telah selesai dan aman, memberikan ketenangan bagi pengelola program MBG.

Rencana implementasi

1. Tahapan Proyek:

Proyek pengembangan *Smart Food Scanner* akan dilaksanakan dalam kurun waktu 12 minggu (3 bulan) dengan menggunakan metode pengembangan *Agile/Prototyping* agar iterasi antara perangkat keras dan lunak berjalan lancar.

Tahap	Aktivitas Utama	Durasi	Milestone (Target Capaian)
1. Perencanaan & Analisis	• Analisis kebutuhan detail. • Finalisasi desain skematik & casing. • Pemesanan komponen sensor.	Minggu 1-2	Dokumen SRS (Software Requirement Specification) & Daftar Komponen siap.
2. Pengembangan Hardware	• Merakit rangkaian sensor (Wiring). • Desain & cetak 3D casing <i>Chamber</i>. • Integrasi ESP32 & Raspberry Pi.	Minggu 3-5	Prototipe fisik <i>Smart Food Scanner</i> versi 1.0 (MVP) selesai dirakit.
3. Pengembangan Software	• Coding Firmware (Arduino/C++). • Setup Backend (Python/MQTT/InfluxDB). • Desain UI/UX & Coding Dashboard (Laravel/React).	Minggu 4-8	Sistem <i>backend</i> mampu menerima data & Dashboard bisa menampilkan grafik.
4. Integrasi & Kalibrasi	• Menghubungkan alat ke cloud. • Kalibrasi Sensor: Menguji akurasi suhu, berat, & warna dengan alat ukur standar. • Training model AI sederhana.	Minggu 9-10	Sistem berjalan <i>end-to-end</i> (Scan -> Data -> Dashboard) dengan akurasi >90%.

5. Pengujian & Pilot	• Uji coba lapangan di kantin kampus/sekolah. • <i>Stress test</i> pengiriman data. • Perbaikan bug (Debugging).	Minggu 11	Laporan hasil uji coba lapangan & feedback pengguna.
6. Finalisasi & Serah Terima	• Penyusunan laporan akhir. • Dokumentasi panduan pengguna (Manual Book). • Presentasi akhir.	Minggu 12	Sistem siap diimplementasikan secara massal.

2. Sumber Daya:

Untuk menjamin keberhasilan proyek, dibutuhkan alokasi sumber daya sebagai berikut:

A. Perangkat Keras (Hardware Resources)

- a. Komputasi Utama: 1x Raspberry Pi 4 Model B (sebagai Edge Gateway).
- b. Mikrokontroler: 1x ESP32 DevKit V1 (sebagai Sensor Node).
- c. Sensor:
 - i. Sensor Suhu: DS18B20 & MLX90614.
 - ii. Sensor Gas: MQ-135/MQ-3 (VOC & Alcohol).
 - iii. Sensor Berat: Load Cell + HX711.
 - iv. Sensor Warna & Kamera: TCS34725 & Modul Kamera 5MP.
- d. Mekanikal: Filamen PLA (untuk casing 3D print), Acrylic (untuk chamber), Power Supply 5V 3A.

B. Perangkat Lunak (Software Resources)

- a. Development Tools: Visual Studio Code, Arduino IDE 2.0.
- b. Desain: Figma (untuk UI/UX Dashboard), Fusion 360 (untuk desain casing 3D).
- c. Infrastructure: AWS IoT Core / VPS (Cloud Server), Docker (Containerization).

C. Tenaga Kerja (Human Resources) Sesuai dengan jumlah anggota kelompok yang tertera di Halaman 1:

- a. Project Manager: Mengawasi jadwal, anggaran, dan koordinasi tim.
- b. IoT Engineer (Hardware): Bertanggung jawab atas wiring sensor, soldering, dan casing 3D.
- c. Embedded Programmer: Bertanggung jawab atas koding firmware ESP32 (C++).
- d. Backend & Cloud Engineer: Mengurus Raspberry Pi, MQTT Broker, dan Database.
- e. Frontend/Web Developer: Membangun Dashboard Monitoring berbasis Web.

D. Anggaran (Estimasi Kasar)

- a. Total Estimasi Biaya Prototipe: Rp 2.500.000 - Rp 3.500.000 (Termasuk pembelian Raspberry Pi, Sensor NIR, dan operasional).

3. Risiko dan Mitigasi:

Berikut adalah identifikasi potensi risiko yang mungkin terjadi beserta strategi penanganannya:

No	Risiko Potensial	Dampak	Rencana Mitigasi (Solusi)
1	Koneksi Internet Putus (Dapur sekolah seringkali <i>blindspot</i> sinyal).	Data hasil scan tidak terkirim ke Cloud (Data Loss).	Implementasi Store & Forward: Raspberry Pi akan menyimpan data sementara di penyimpanan lokal dan otomatis mengirimkannya saat internet kembali nyala .
2	Sensor Tidak Akurat (Drifting nilai sensor suhu/gas).	Kesalahan deteksi (False Positive: Makanan aman dianggap bahaya).	Melakukan fitur Auto-Calibration saat perangkat dinyalakan dan validasi berkala menggunakan alat ukur standar laboratorium.
3	Kerusakan Perangkat Fisik (Terkena uap panas/air kuah).	Sistem mati total (System Down).	Menggunakan desain casing dengan standar IP65 (Tahan Air/Debu) dan melapisi PCB sensor dengan lapisan pelindung (<i>conformal coating</i>).

4	Keterlambatan Komponen (Sensor NIR/Logam Berat langka di pasaran).	Jadwal perakitan mundur.	Memesan komponen Slow Moving di minggu pertama atau menyiapkan opsi sensor alternatif yang tersedia di pasar lokal.
---	---	-----------------------------	---

Evaluasi dan monitoring

1. Metrik:

Untuk mengukur keberhasilan implementasi sistem *Smart Food Scanner*, kami menetapkan indikator kinerja utama (KPI) yang dibagi menjadi dua kategori: Teknis dan Operasional.

Kategori	Nama Metrik	Target Capaian	Deskripsi/Cara Ukur
Teknis	Akurasi Sensor	> 90%	Persentase kesesuaian hasil bacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur laboratorium standar saat kalibrasi.
	Uptime Sistem	99%	Persentase waktu sistem aktif dan dapat diakses (Online) dalam satu bulan operasional.
	Reliabilitas Data	100% (Zero Data Loss)	Memastikan tidak ada data scan yang hilang meskipun internet mati, berkat fitur <i>store-and-forward</i> pada Gateway.
	Waktu Respons	< 3 Detik	Waktu yang dibutuhkan dari proses scan hingga hasil analisis muncul di layar dashboard.
Bisnis & Sosial	Pengurangan Insiden	40% (6 Bulan Pertama)	Penurunan jumlah laporan keluhan sakit perut/keracunan siswa dibandingkan periode sebelum penggunaan alat.
	Efisiensi Waktu	< 1 Menit/Batch	Waktu yang dibutuhkan operator dapur untuk memeriksa satu sampel makanan lengkap.

	Adopsi Pengguna	100%	Tingkat penggunaan alat oleh operator dapur setiap kali sesi makan siang berlangsung.
--	-----------------	------	---

2. Proses Monitoring:

Monitoring dilakukan secara berkala untuk memastikan kesehatan perangkat keras, keakuratan data, dan kepuasan pengguna.

A. Monitoring Kinerja Sistem (Technical Health Check):

- Heartbeat Monitoring: Server akan memantau sinyal detak jantung (ping) dari setiap Gateway (Raspberry Pi) dan Node (ESP32) setiap 5 menit. Jika sinyal hilang, notifikasi otomatis dikirim ke tim teknis.
- Log Error Otomatis: Sistem backend mencatat setiap kegagalan pengiriman data (MQTT error) atau pembacaan sensor yang tidak wajar (anomali) ke dalam *System Log* untuk keperluan *debugging*.
- Dashboard Admin IT: Tim teknis memantau status memori, suhu CPU, dan konektivitas perangkat melalui dashboard khusus (menggunakan Prometheus + Grafana).

B. Monitoring Kualitas Data (Data Quality Assurance):

- Validasi Kalibrasi Rutin: Setiap 2 minggu sekali, operator diwajibkan melakukan *self-test* menggunakan sampel standar (benda dengan berat dan warna yang sudah diketahui nilainya) untuk memastikan sensor tidak melenceng (*drifting*).
- Audit Data Anomali: Jika sistem mendeteksi lonjakan data bahaya yang drastis (misal: tiba-tiba 50 porsi terdeteksi busuk), tim akan memverifikasi apakah itu kerusakan alat atau kejadian nyata.

C. Pengumpulan & Analisis Feedback (User Loop):

- Survei Operator: Mengumpulkan masukan dari petugas dapur mengenai kemudahan penggunaan antarmuka (UI/UX) setiap akhir semester.
- Laporan Insiden: Mencocokkan data hasil scan sistem dengan laporan kesehatan dari UKS/Klinik Sekolah untuk memvalidasi efektivitas deteksi dini.

Kesimpulan

Dokumen Cetak Biru ini merancang bangun sistem Smart Food Scanner sebagai solusi teknologi preventif untuk menjamin keamanan pangan dalam program nasional Makan Bergizi Gratis (MBG). Inti dari sistem ini adalah integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dengan metode Sensor Fusion (penggabungan data sensor Suhu, Gas VOC, Berat, Visual, dan NIR) yang mampu mendeteksi indikasi pembusukan dan ketidaklayakan makanan secara *real-time* dan otomatis.

Dengan menerapkan arsitektur Hybrid Edge-Cloud, sistem ini menawarkan keandalan tinggi: pemrosesan deteksi bahaya dilakukan seketika di dapur sekolah (Edge) untuk respons cepat, sementara data historis disimpan di Cloud untuk keperluan audit dan transparansi publik. Implementasi sistem ini diharapkan tidak hanya memodernisasi pengawasan pangan dari manual menjadi digital, tetapi secara fundamental meminimalisir risiko keracunan massal, meningkatkan akuntabilitas penyedia katering, dan memastikan setiap porsi makanan yang diterima siswa adalah aman, bergizi, dan layak konsumsi.

Daftar Pustaka

- [1] World Health Organization (WHO), "Food Safety," WHO Fact Sheets. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. [Accessed: 2025].
- [2] M. A. Rothman and J. P. Collins, "Impact of Food Quality on Student Learning and Cognitive Development: A Systematic Review," *Journal of School Health*, vol. 91, no. 4, pp. 280–291, 2021. doi: 10.1111/josh.13015.
- [3] Jaringan Pemantau Pendidikan Indonesia (JPPI), "Laporan Kasus Keracunan Makanan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) September–Oktober 2025," Jakarta, Indonesia, 2025.
- [4] Tim Investigasi, "Temuan Ketidaksesuaian Kualitas Bahan Makanan pada SPPG Bogor dalam Program Makan Bergizi Gratis," Laporan Investigasi Internal, 2025.
- [5] B. P. Hartato, T. Astuti, I. Pratika, R. Wahyudi, I. Santiko, and A. D. Riyanto, "Artificial Neural Network Utilization for Analyzing Sentiment Polarity in Electronics Product Reviews," in *3rd International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, Yogyakarta, Indonesia, 2018, pp. 209–214. doi: 10.1109/ICITISEE.2018.8720987.
- [6] A. D. Prakoso, F. T. Syifa, dan D. Kurnianto, "Analisis Perbandingan Kualitas Layanan Sistem Antara Protokol HTTP dan MQTT Pada Monitoring Kelembaban Tanah," *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 55-60, 2020. doi: 10.33387/protk.v7i2.1738.
- [7] F. S. P. Pangestu dan A. S. R. Anshori, "Monitoring Development Board based on InfluxDB and Grafana," *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 20, no. 1, pp. 81-90, 2023. doi: 10.31315/telematika.v20i1.8897.
- [8] M. A. F. Rahmana, "Sistem Deteksi Lama Waktu Penyimpanan Daging Ayam Berdasarkan Warna dan Kadar Amonia Berbasis Sensor TCS3200 dan MQ135," *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, vol. 7, no. 2, 2019. [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/174369>.
- [9] A. Ramschie, J. Makal, dan R. Katuuk, "Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT," in *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, Bandung, Indonesia, 2021, pp. 175-181.
- [9] HiveMQ, "MQTT vs. HTTP: Which Protocol is Best for IoT?" HiveMQ Blog. [Online]. Available: <https://www.hivemq.com/blog/mqtt-vs-http-protocols-in-iiot/>
- [10] InfluxData, "Time Series Database (TSDB) Explained," InfluxData Documentation. [Online]. Available: <https://www.influxdata.com/time-series-database>.

File Presentasi



[Home](#)

[Menu](#)

[About Me](#)

[Contact](#)

Anggota Kelompok

Ikhsanudin

23.11.5502

Akbar Rizqy Effendi

23.11.5511

Nandana Zada Abiproya

23.11.5515

Muhammad Yusuf Nurwahid

23.11.552

Muhammad Zayga Ernesto

23.11.5562

01



LATAR BELAKANG

- **Insiden Keracunan Makanan Massal**

Data dari Jaringan Pemantau Pendidikan Indonesia (JPPI) melaporkan bahwa kasus keracunan akibat program MBG pada periode 29 September hingga 3 Oktober 2025 mencapai 1.883 siswa. Dengan penambahan tersebut, total siswa yang menjadi korban keracunan MBG hingga 4 Oktober 2025 tercatat mencapai 10.482 siswa

- **Ketidaksesuaian Standar Gizi**

Banyak menu MBG tidak memenuhi standar gizi yang ditetapkan. Penurunan kualitas beras premium di SPPG Bogor merupakan satu di antara banyaknya ketidaksesuaian antara kontrak dan realisasi di lapangan. Sejumlah dapur MBG lainnya juga kerap mengalami hal serupa, seperti menerima sayuran tidak segar, serta lauk-pauk yang tidak lengkap.



02



TUJUAN PROYEK

Mengembangkan sistem IoT Smart Food Scanner untuk memastikan keamanan dan kualitas gizi makanan dalam program MBG melalui deteksi real-time, mencegah keracunan makanan, dan mengecek kesesuaian standar nutrisi.



03



SENSOR

A. Sensor Keamanan Pangan

- Biosensor electrochemical untuk Deteksi bakteri patogen (E.coli, Salmonella, Listeria)
- Chemical Contamination Sensor menggunakan MQ Series Sensor gas untuk Deteksi bahan busuk, kontaminasi pestisida berlebih
- Analog pH Sensor untuk Mengukur keasaman makanan
- Heavy Metal Detector (Portable XRF) untuk Scan bahan baku (sayuran, ikan, beras)

B. Sensor Analisis Nutrisi

- Near-Infrared (NIR) Spectroscopy Sensor untuk Analisis komposisi makronutrien
- Color Vision Sensor + Camera Module menggunakan TCS34725 RGB Sensor untuk mendeteksi tingkat kesegaran makanan.
- Precision Weight Sensor menggunakan loadcell HX711 ADC Module untuk mengukur berat porsi aktual.
- Temperature Sensor Array menggunakan DS18B20 (Digital) + MLX90614 (Infrared) untuk deteksi makanan pada suhu yang aman.

04



SENSOR

- Biosensor electrochemical



- Chemical Contamination Sensor



- Analog Ph Sensor



- Heavy Metal Detector



- Near-Infrared (NIR) Spectroscopy Sensor



05

SENSOR

- Color Vision Sensor



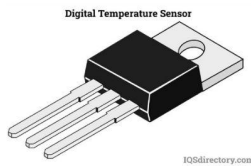
- ESP 32



- Precision Weight Sensor



- Temperature Sensor Array



- Temperature Sensor DS18B20 (Digital)



- MLX90614 (Infrared)

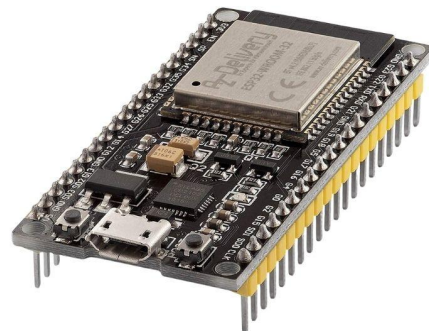


06

Home Menu About Me Contact

Hardware Platform:

- Microcontroller: Raspberry Pi
- Secondary MCU: ESP32 untuk sensor real-time
- Scanning Chamber: 30x30x20 cm dengan LED white light
- Sensor Integration: I2C, SPI, UART communication



07

[Home](#)[Menu](#)[About Me](#)[Contact](#)

Software

- Visual Studio Code
- Wokwi

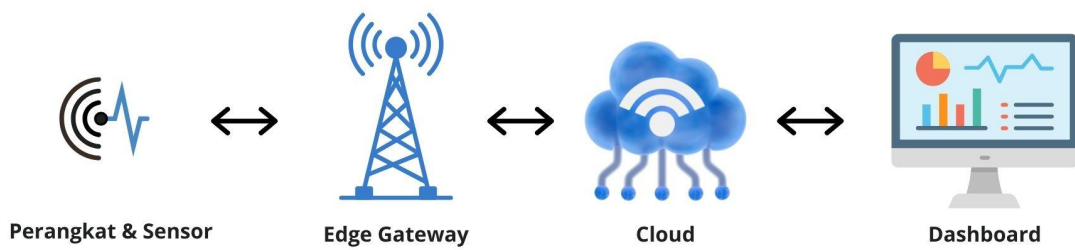


WOKWI

08

[Home](#)[Menu](#)[About Me](#)[Contact](#)

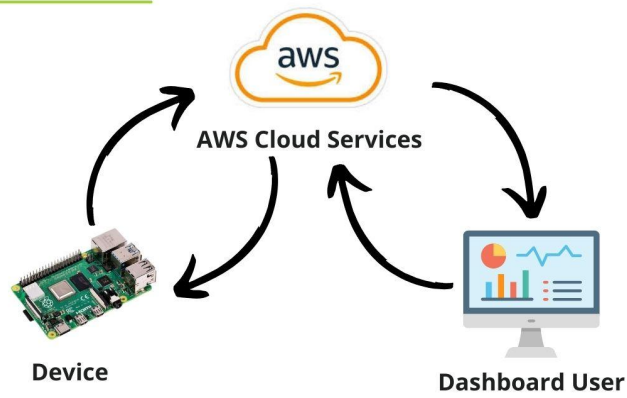
CONNECTIVITY



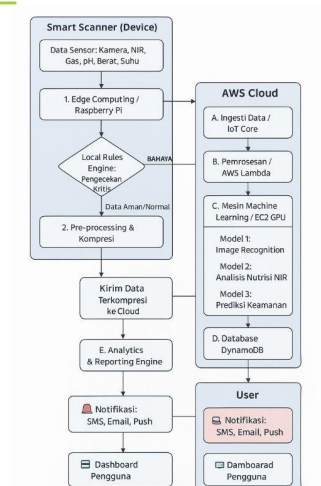
09



DATA PROCESSING



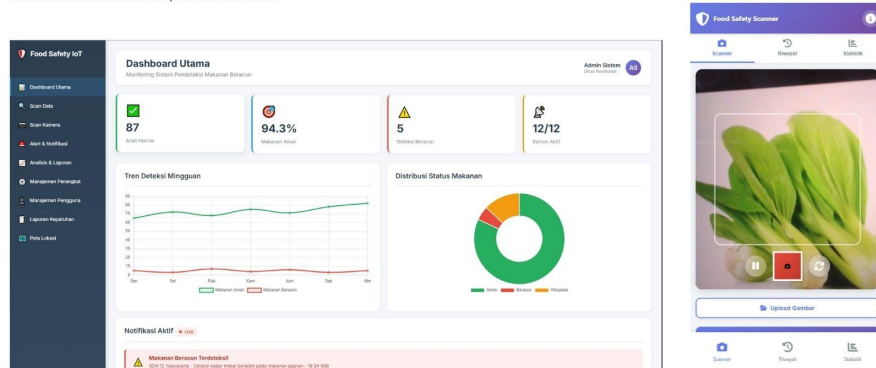
DATA PROCESSING



DASHBOARD-(Visualisasi)

Web Dashboard & Mobile

Feature: Scan makanan, Lihat hasil scan



DASHBOARD-(Visualisasi)

Fungsi Utama

- Menampilkan hasil scan bahan makanan secara real-time.
- Memberikan notifikasi otomatis bila ditemukan bahan tidak layak konsumsi.
- Menyediakan grafik dan laporan harian/mingguan/bulanan untuk analisis kualitas makanan.
- Memantau status perangkat IoT (sensor aktif, koneksi, suhu, kelembapan, dsb).

Komponen Tampilan

- Real-time Scan Result Panel → menunjukkan nilai kualitas makanan dari sensor.
- Statistik Kualitas Makanan → grafik (bar/pie chart) tingkat kesegaran, suhu, dan kelembapan.
- Alert & Riwayat Scan → daftar bahan yang terdeteksi bermasalah.
- Filter dan Download Report → berdasarkan tanggal, lokasi, dan operator.

Teknologi Dashboard

- Frontend: HTML, CSS, Tailwind, Chart.js / Recharts.
- Backend: Node.js / Laravel untuk API data sensor.
- Database: Firebase / MySQL untuk penyimpanan hasil scan.

Terimakasih

