

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING
LINGKUNGAN GEDUNG DENGAN ARSITEKTUR
CANBUS DAN MQTT**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**VINCENT MARLINO
00000072738**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2026**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING
LINGKUNGAN GEDUNG DENGAN ARSITEKTUR
CANBUS DAN MQTT**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**VINCENT MARLINO
00000072738**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Vincent Marlino

NIM : 00000072738

Program Studi : Informatika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Research & Technology Program saya yang berjudul:

Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Lingkungan Gedung dengan Arsitektur CANBus dan MQTT

merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiat, dan tidak pula dituliskan oleh orang lain; Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya cantumkan dan nyatakan dengan benar pada bagian Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan karya ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi untuk dinyatakan TIDAK LULUS. Saya juga bersedia menanggung segala konsekuensi hukum yang berkaitan dengan tindak plagiarisme ini sebagai kesalahan saya pribadi dan bukan tanggung jawab Universitas Multimedia Nusantara.

Tangerang, 17 Januari 2026



(Vincent Marlino)

**HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN
ARTIFISIAL (AI)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Vincent Marlino

NIM : 00000072738

Program Studi : Informatika

Judul Laporan : Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Lingkungan
Gedung dengan Arsitektur CANBus dan MQTT

Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan
Artifisial (AI) dalam pengerjaan Laporan Research & Technology Program sebagai
berikut:

- ☒ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu dalam menghasilkan ide-ide utama saja
- ☒ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu menghasilkan teks pertama saja
- ☒ Menggunakan AI untuk menyempurnakan sintaksis dan tata bahasa untuk pengumpulan tugas
- ☐ Karena tidak diizinkan: Tidak menggunakan bantuan AI dengan cara apa pun dalam pembuatan tugas

Saya juga menyatakan bahwa:

1. Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI)
2. Mengakui telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, paraphrase, penyertaan ide atau fakta penting yang disarankan oleh AI dan saya telah menyantumkan dalam sitasi serta referensi
3. Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri

Tangerang, 17 Januari 2026



(Vincent Marlino)

HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Vincent Marlino
NIM : 00000072738
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Informatika

menyatakan bahwa saya melaksanakan kegiatan di:

Nama Perusahaan/Organisasi : PT. Netcom Scinergy Newsantara
Alamat : Grand Galaxy City, Jalan Ruko Sentra
Bisnis 1 Blok RSA 1 NO. 55, Jakasetia,
Bekasi Selatan, Bekasi, Jawa Barat 17147
Email Perusahaan/Organisasi : info@netcom.co.id

Perusahaan/Organisasi tempat saya melakukan kegiatan dapat di validasi keberadaannya. Jika dikemudian hari, terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan data yang tidak valid di perusahaan/organisasi tempat saya melakukan kegiatan, maka:

1. Saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.
2. Saya bersedia menerima semua sanksi yang berlaku sebagaimana ditetapkan dalam peraturan yang berlaku di Universitas Multimedia Nusantara.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan digunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang, 30 Desember 2025

Mengetahui



(Hands Pria Utama)

Menyatakan



(Vincent Marlino)

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vincent Marlino
NIM : 00000072738
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Jenis Karya : Laporan Research & Technology Program

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk memublikasikan hasil laporan saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh civitas academica UMN/ publik. Saya menyatakan bahwa laporan yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia memublikasikan hasil laporan ini ke dalam repositori Knowledge Center karena ada data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
 - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara.
 - ☐ Embargo publikasi laporan dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 17 Januari 2026



Vincent Marlino

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama enam bulan ke depan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

Halaman Persembahan / Motto

"Aut viam inveniam aut faciam."

Hannibal Barca



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas terselesaikannya penulisan Laporan Penelitian ini yang berjudul “Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Lingkungan Gedung Dengan Arsitektur CANBus dan MQTT”. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, laporan ini tidak akan terselesaikan. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Anak Agung Ngurah Ananda Kusuma, B.Eng., M.Eng., Ph.D., sebagai Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya laporan ini.
5. Bapak Moeljono Widjaja, B.Sc., M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing Lapangan yang telah banyak memberikan ilmu serta bimbingan atas terselesainya penelitian ini.
6. Bapak Ir. Arko, M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing Lapangan.
7. Fernanda Coa Nata, yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang signifikan atas terselesainya laporan penelitian ini.
8. Izdiyar Dhawy Tasdid, sebagai rekan kerja yang telah memberikan kontribusi yang signifikan pada penelitian ini.

Semoga laporan ini dapat menjadi referensi yang berguna sekaligus memberi kontribusi berarti, walau sederhana.

Tangerang, 17 Januari 2026



Vincent Marlino



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING LINGKUNGAN GEDUNG DENGAN ARSITEKTUR CANBUS DAN MQTT

Vincent Marlino

ABSTRAK

Sistem pemantauan lingkungan dan keselamatan pada infrastruktur gedung bertingkat menuntut standar reliabilitas tinggi. Namun, penerapannya sering kali menghadapi dilema antara kerentanan interferensi sinyal pada jaringan nirkabel dan rigiditas instalasi pada sistem kabel konvensional. Penelitian ini merancang solusi arsitektur hibrida yang mengintegrasikan determinisme protokol *Controller Area Network* (CANBus) untuk akuisisi data sensor presisi dan efisiensi protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) untuk telemetri jarak jauh. Sistem dikembangkan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai *node* pemancar yang mengakuisisi parameter kritis (suhu, kelembapan, gas, api, dan getaran), serta ESP32 sebagai *gateway* yang menerapkan mekanisme *Unified Payload Aggregation* untuk optimalisasi *bandwidth*. Antarmuka pengguna dikembangkan berbasis Next.js dengan arsitektur komunikasi hibrida (*Server-Side Rendering* dan *WebSocket*) untuk visualisasi data yang responsif. Berdasarkan pengujian intensif selama 60 menit dengan interval transmisi 1 Hz, sistem berhasil mentransmisikan total 10.800 *frame* data tanpa adanya *packet loss*, mencatatkan *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebesar 100% pada sisi *gateway*. Evaluasi kinerja menunjukkan latensi *end-to-end* rata-rata sebesar 29,04 ms, memvalidasi kemampuan sistem dalam mendeteksi anomali secara *real-time*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan hibrida CANBus-MQTT menawarkan keseimbangan optimal antara stabilitas, kecepatan, dan skalabilitas yang krusial bagi sistem mitigasi risiko gedung modern.

Kata kunci: CANBus, Monitoring Lingkungan, MQTT, Next.js, Unified Payload.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DESIGN OF A PROTOTYPE BUILDING ENVIRONMENT MONITORING SYSTEM WITH CANBUS AND MQTT ARCHITECTURE

Vincent Marlino

ABSTRACT

Environmental monitoring and safety systems in high-rise building infrastructure demand high reliability standards. However, their implementation often faces a trade-off between signal interference vulnerability in wireless networks and installation rigidity in conventional wired systems. This research designs a hybrid architectural solution integrating the determinism of the Controller Area Network (CANBus) protocol for precise sensor data acquisition and the efficiency of the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol for remote telemetry. The system is developed using Arduino Mega 2560 as a transmitter node acquiring critical parameters (temperature, humidity, gas, fire, and vibration), and an ESP32 as a gateway implementing the Unified Payload Aggregation mechanism for bandwidth optimization. The user interface is built on Next.js with a hybrid communication architecture (Server-Side Rendering and WebSocket) for responsive data visualization. Based on intensive testing conducted continuously for 60 minutes with a 1 Hz transmission interval, the system successfully transmitted a total of 10,800 data frames with zero packet loss, recording a Packet Delivery Ratio (PDR) of 100% at the gateway side. Performance evaluation demonstrated an average end-to-end latency of 29.04 ms, validating the system's capability in real-time anomaly detection. This study concludes that the hybrid CANBus-MQTT approach offers the optimal balance between stability, speed, and scalability required for modern building risk mitigation systems.

Keywords: CANBus, Environmental Monitoring, MQTT, Next.js, Unified Payload.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR KODE	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Permasalahan	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Building Energy Management System (BEMS)	6
2.1.2 Teknologi Komunikasi untuk Building Energy Management System	7
2.1.3 Controller Area Network (CANBus)	8
2.1.4 Protokol MQTT	10
2.1.5 Peran Sensor dalam Building Energy Management System	11
2.1.6 Monitoring dan Visualisasi Data pada Building Energy Management System	12
2.2 Systematic Literature Review	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Desain Penelitian	18
3.1.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	18
3.1.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.1.3 Prosedur Penelitian	19
3.2 Perancangan Sistem	21
3.2.1 Arsitektur Umum Sistem	21
3.2.2 Perancangan Perangkat Keras	23
3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak	27
3.3 Pengumpulan & Pengolahan Data	29
3.3.1 Pengumpulan Data	30
3.3.2 Pengolahan Data	31
3.4 Pengujian Sistem	33
3.4.1 Pengujian Fungsional	34
3.4.2 Pengujian Performa Sistem	35

3.4.3	Metrik dan Skenario Pengujian	35
BAB 4	HASIL DAN DISKUSI	37
4.1	Prototype Skala Laboratorium Hasil Pengembangan	37
4.2	Implementasi Perangkat Keras	37
4.2.1	Node Akuisisi Data	37
4.2.2	Komunikasi CANBus	40
4.3	Implementasi Perangkat Lunak	43
4.3.1	Gateway ESP32	43
4.3.2	Komunikasi MQTT	44
4.3.3	Implementasi Dashboard Monitoring dan Backend	45
4.4	Evaluasi dan Pengujian Kinerja Sistem	53
4.4.1	Metodologi Pengujian Latensi	53
4.4.2	Analisis Hasil Latensi End-to-End	55
4.4.3	Uji Reliabilitas dan Stabilitas Transmisi	55
4.4.4	Analisis Efisiensi Protokol dan Beban Jaringan	56
4.5	Analisis Skalabilitas dan Prospek Pengembangan Arsitektur	57
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Simpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Integrasi CANBus, IoT, dan Sistem Sensor pada BEMS . .	15
Tabel 3.1	Struktur Data Sensor pada CANBus	30
Tabel 3.2	Metrik Pengujian Performa Sistem	35
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Latensi Sistem	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram alur prosedur penelitian.	21
Gambar 3.2	Arsitektur <i>dataflow</i> sistem BEMS.	22
Gambar 3.3	Diagram koneksi pin antara sensor, Arduino Mega, MCP2515, dan ESP32.	24
Gambar 3.4	Sambungan fisik jaringan CANBus antara Arduino Mega dan ESP32 melalui modul MCP2515.	25
Gambar 3.5	Integrasi seluruh sensor lingkungan dengan Arduino Mega 2560.	26
Gambar 3.6	Rangkaian fisik lengkap sistem pemantauan lingkungan berbasis Arduino Mega, MCP2515, dan ESP32.	27
Gambar 3.7	Diagram alur perancangan perangkat lunak sistem <i>monitoring</i> lingkungan	28
Gambar 3.8	Arsitektur pengambilan data <i>hybrid</i> (SSR dan WebSocket).	29
Gambar 4.1	Implementasi fisik node akuisisi data dan sensor lingkungan.	40
Gambar 4.2	Antarmuka dashboard menampilkan data real-time dan grafik historis.	49
Gambar 4.3	Struktur dokumen tunggal (<i>Unified Document</i>) pada MongoDB.	52



DAFTAR KODE

Kode 3.1	Rancangan struktur data JSON (Unified Payload)	32
Kode 4.1	Pembacaan sensor pada Arduino	38
Kode 4.2	Pengemasan data sensor ke CAN frame	38
Kode 4.3	Implementasi pengiriman <i>burst</i> dengan mekanisme <i>polling</i> aman	40
Kode 4.4	Penerimaan CAN frame pada ESP32	42
Kode 4.5	Logika penerimaan CAN dan pemicu MQTT pada ESP32	43
Kode 4.6	Publikasi Unified Payload ke MQTT	44
Kode 4.7	Logika pengambilan data awal (SSR)	46
Kode 4.8	Implementasi Subscriber MQTT pada sisi klien	46
Kode 4.9	Algoritma agregasi data dengan prioritas densitas tinggi	47
Kode 4.10	Implementasi Dynamic Import untuk optimasi performa	49
Kode 4.11	Definisi Model Prisma (Schema)	50
Kode 4.12	Logika API Backend mendukung filter tahunan dan kustom	51
Kode 4.13	Konfigurasi Middleware Server dan Environment Variables	53
Kode 4.14	Algoritma pengukuran latensi (RTT) pada ESP32	54



DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Representasi Sinyal Sensor	7
Rumus 3.1	Logika Penentuan Status Getaran	33
Rumus 4.1	Perhitungan Estimasi Kapasitas Maksimum Node pada Jaringan CANBus	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	PRO-STEP 01 Cover Letter MBKM Research	68
Lampiran 2	PRO-STEP 02 MBKM Research Card	69
Lampiran 3	PRO-STEP 03 Daily Task	70
Lampiran 4	PRO-STEP 04 Verification Form of Research Report	82
Lampiran 5	Form Bimbingan	83
Lampiran 6	Letter of Acceptance RIS UMN	84
Lampiran 7	Letter of Acceptance IEEE Conference	85
Lampiran 8	Research Paper Certificate	86
Lampiran 9	Accepted Research Paper	87
Lampiran 10	Research Paper Draft	93
Lampiran 11	Laporan Turnitin	99
Lampiran 12	Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI) . .	106
Lampiran 13	Surat Kerjasama Perusahaan	109

