

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KOROSI BETON PADA  
METODE *SMART PATCH REPAIR CATHODIC PROTECTION*  
(SPRCP) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN  
*DISTRIBUTED REAL-TIME DATABASE***

**LAPORAN NON REGULER**

MAGANG TRIDHARMA

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Informatika



Disusun oleh :

**TAUFIQ HIDAYATULLAH**

**22.11.5113**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KOROSI BETON PADA  
METODE *SMART PATCH REPAIR CATHODIC PROTECTION*  
(SPRCP) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN  
*DISTRIBUTED REAL-TIME DATABASE***

**LAPORAN NON-REGULER**

MAGANG TRIDHARMA

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana

Program Studi Informatika



Disusun oleh :

**TAUFIQ HIDAYATULLAH**

**22.11.5113**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

JALUR NON-REGULER

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KOROSI BETON PADA  
METODE *SMART PATCH REPAIR CATHODIC PROTECTION*  
(SPRCP) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN  
*DISTRIBUTED REAL-TIME DATABASE***

yang disusun dan diajukan oleh

**Taufiq Hidayatullah**

**22.11.5113**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing  
pada tanggal 21 April 2026

**Dosen Pembimbing,**



**Bayu Setiaji, M.Kom.**  
**NIK. 190302216**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**JALUR NON-REGULER**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KOROSI BETON PADA  
METODE *SMART PATCH REPAIR CATHODIC PROTECTION*  
(SPRCP) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN  
*DISTRIBUTED REAL-TIME DATABASE***

yang disusun dan diajukan oleh

**Taufiq Hidayatullah**  
22.11.5113

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 21 April 2026

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Kom.**  
NIK. 190302244

**Anna Baita, S.Kom., M.Kom.**  
NIK. 190302290

**Bayu Setiaji, M.Kom.**  
NIK. 190302216

**Tanda Tangan**



Laporan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 21 April 2026

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Prof. Dr. Kusrini, S.Kom., M.Kom.**  
NIK. 190302106

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Taufiq Hidayatullah

NIM : 22.11.5113

Menyatakan bahwa Laporan dengan judul berikut:

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KOROSI BETON PADA  
METODE *SMART PATCH REPAIR CATHODIC PROTECTION* (SPRCP)  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *DISTRIBUTED REAL-TIME  
DATABASE***

Dosen Pembimbing : Bayu Setiaji, M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan **gagasan**, **rumusan** dan kegiatan **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak-benaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 21 April 2026

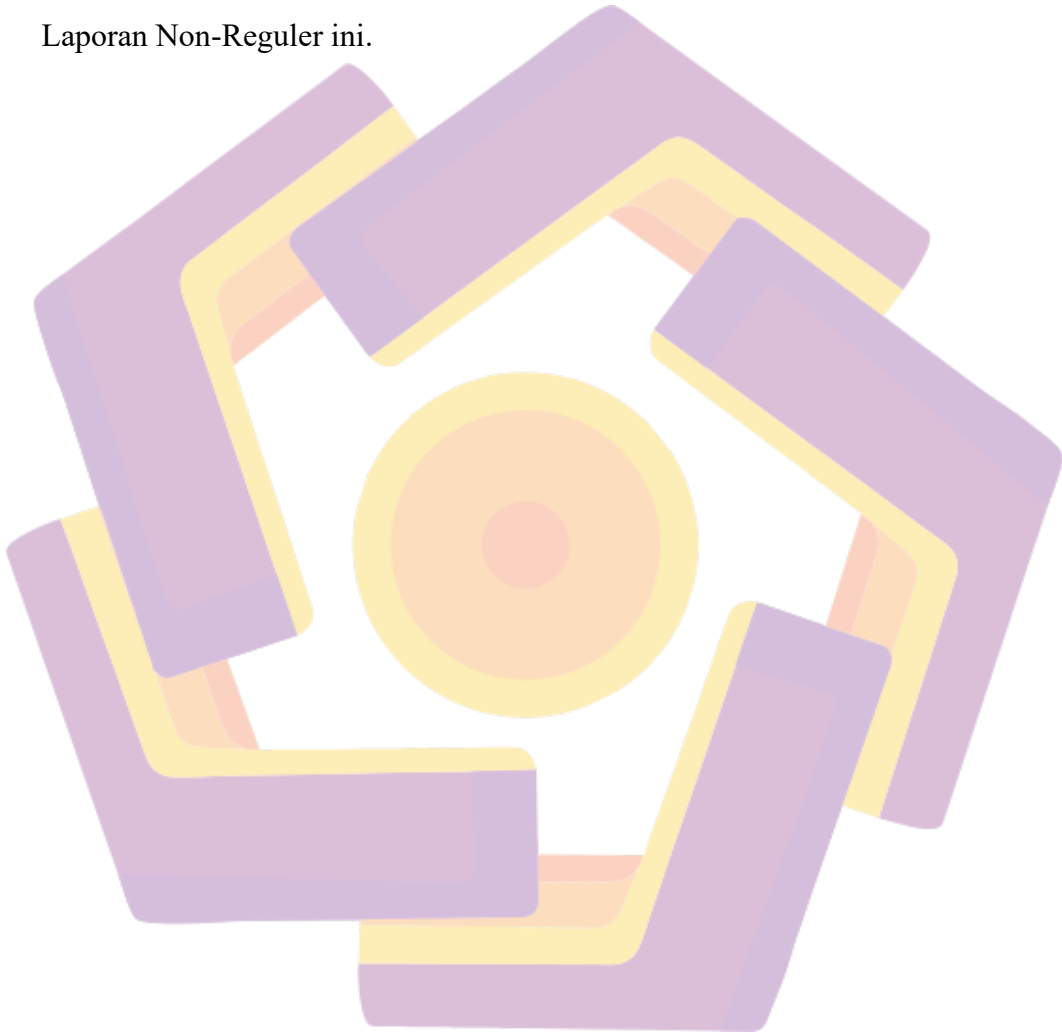
Yang Menyatakan,



Taufiq Hidayatullah

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Laporan Non-Reguler ini penulis persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini. Terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk, kemudahan, dan kelancaran dalam hal apa pun. Terima kasih kepada kedua orang tuaku, seluruh keluarga, dan teman-teman sekalian yang bersedia membantu dalam penyelesaian Laporan Non-Reguler ini.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Non-Reguler jalur Profesional IT yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Korosi Beton pada Metode Smart Patch Repair Cathodic Protection (SPRCP) Berbasis Internet of Things dan Distributed Real-Time Database”. Adapun tujuan dari penyusunan laporan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan perguruan tinggi program studi Strata-1 Informatika di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta. Tidak lupa shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan teladan sebaik-baiknya bagi umat manusia.

Keberhasilan penyusunan laporan non-reguler ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

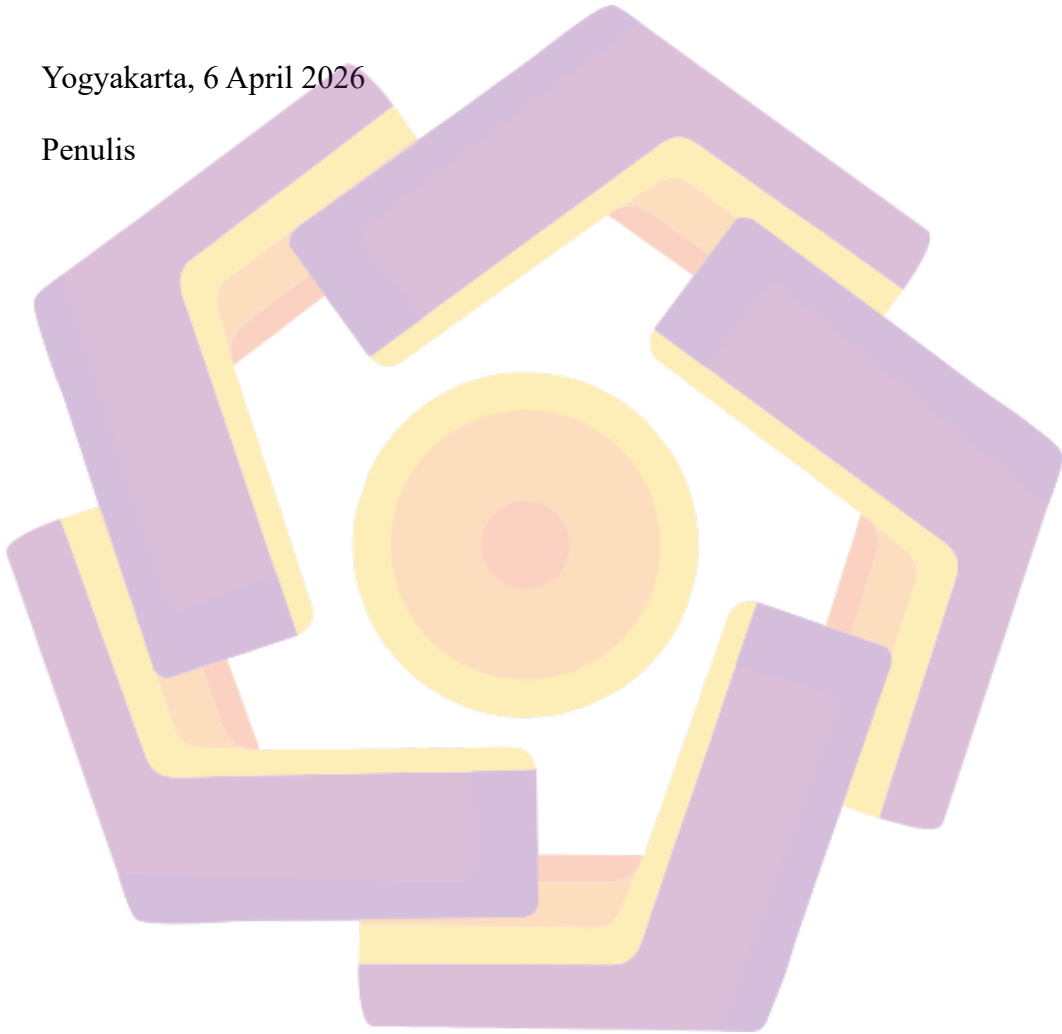
1. Kedua orang tua tercinta di Sambas, Kalimantan Barat, yang senantiasa mendoakan setiap harinya, serta memberikan dukungan moral maupun materiel yang tak terhingga kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Ibu Prof. Dr. Kusrini, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Bapak Bayu Setiaji, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, dan masukan kepada penulis, serta apresiasi yang diberikan pada setiap progres yang telah dicapai.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng., selaku pembimbing lapangan sekaligus mitra riset dari Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) yang telah memfasilitasi dan mengarahkan jalannya pengujian proyek kolaboratif ini.

6. Rekan-rekan tim peneliti proyek SPRCP, mahasiswa Teknik Sipil UMY, serta rekan-rekan mahasiswa Informatika Amikom yang telah banyak membantu dan bekerja sama dalam penyelesaian pengerjaan alat dan penyusunan laporan ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini.

Yogyakarta, 6 April 2026

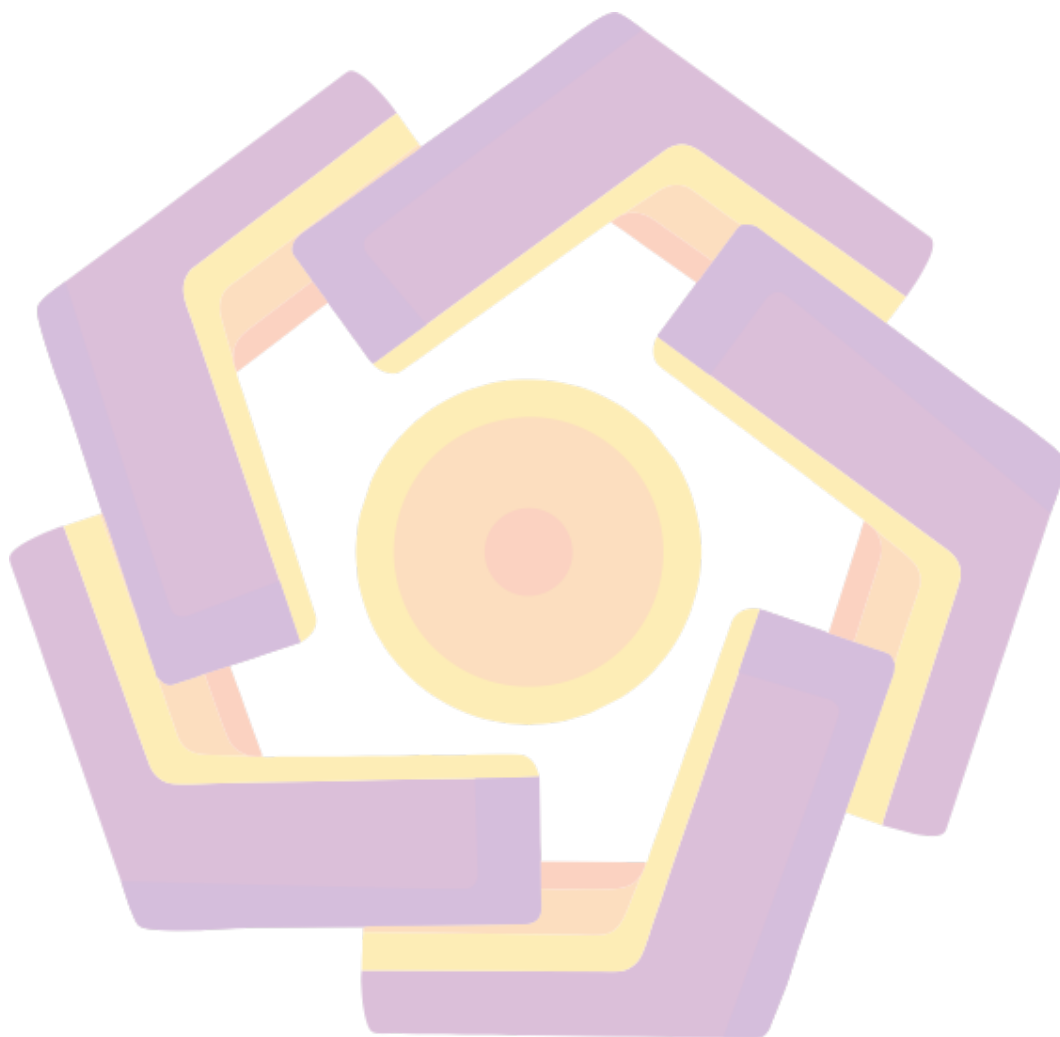
Penulis



## DAFTAR ISI

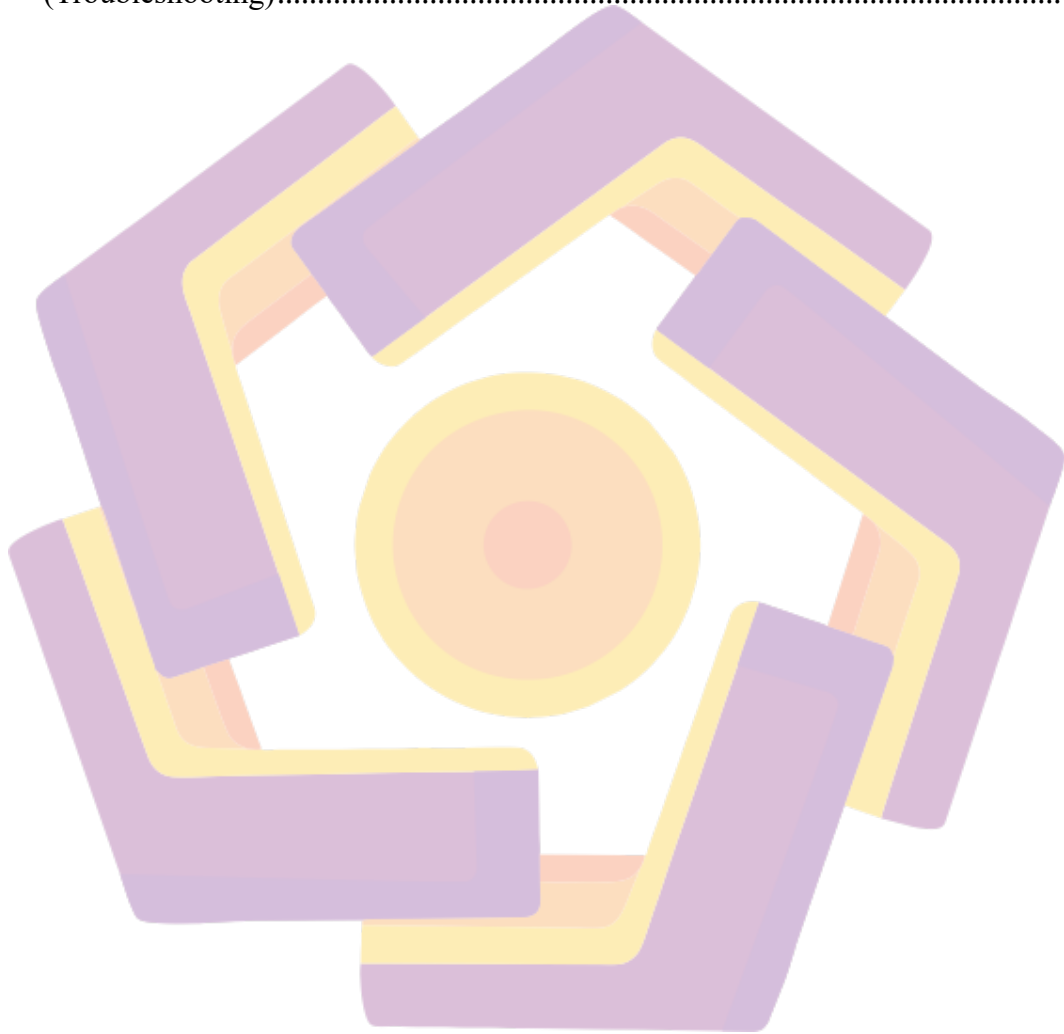
|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| Halaman Judul.....                     | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....               | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA..... | iv   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....              | v    |
| KATA PENGANTAR.....                    | vi   |
| DAFTAR ISI .....                       | viii |
| DAFTAR TABEL.....                      | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                    | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                  | xii  |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....      | xiii |
| DAFTAR ISTILAH .....                   | xiv  |
| INTISARI.....                          | xvi  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                  | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                 | 1    |
| 1.1. Gambaran Umum.....                | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....              | 3    |
| 1.3. Batasan Masalah .....             | 4    |
| 1.4. Tujuan .....                      | 5    |
| BAB II TEORI DAN METODE.....           | 7    |
| 2.1. Teori.....                        | 7    |
| 2.2. Analisis .....                    | 9    |
| 2.3. Alur Pengembangan.....            | 13   |
| BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....      | 20   |
| 3.1. Hasil.....                        | 20   |
| 3.2. Evaluasi.....                     | 27   |
| BAB IV KESIMPULAN.....                 | 31   |
| 4.1. Kesimpulan.....                   | 31   |
| 4.2. Saran .....                       | 32   |
| REFERENSI .....                        | 33   |
| CURICULUM VITAE .....                  | 36   |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| LAMPIRAN DAN BUKTI PENDUKUNG ..... | 38 |
|------------------------------------|----|



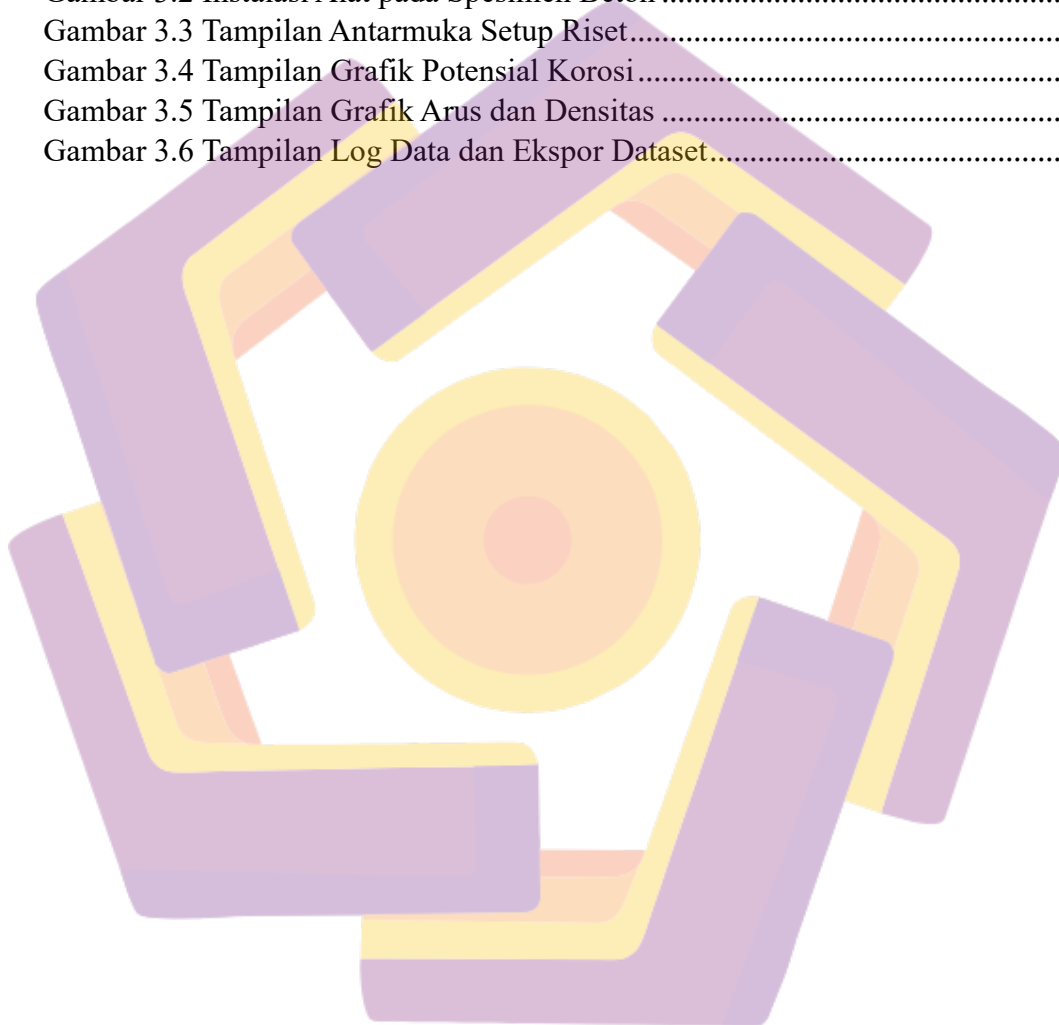
## DAFTAR TABEL

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen dan Peralatan .....                                      | 21 |
| Tabel 3.2 Log Kegiatan Pengujian dan Pemecahan Kendala Teknis<br>(Troubleshooting)..... | 29 |



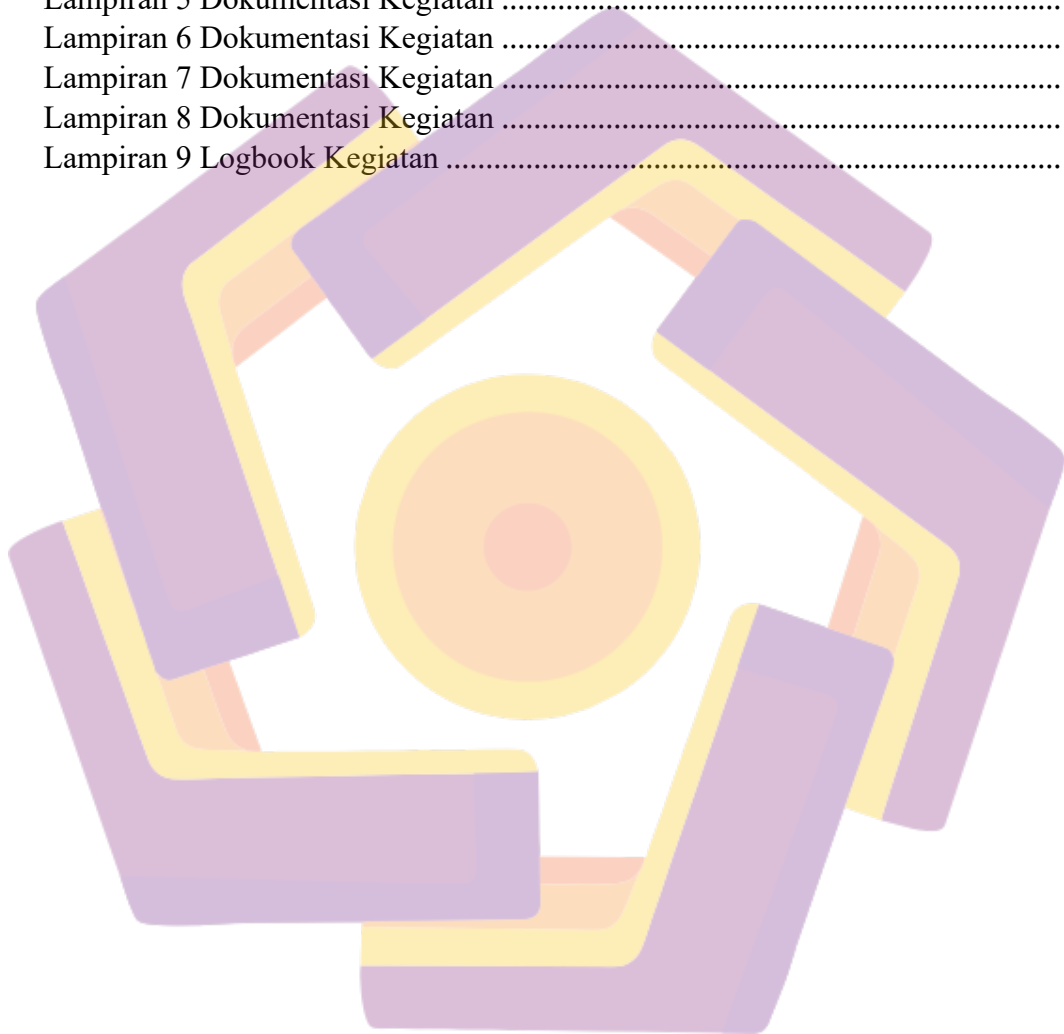
## DAFTAR GAMBAR

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Diagram Blok / Skematik Hardware .....      | 15 |
| Gambar 2.2 Flowchart Menu OLED.....                    | 16 |
| Gambar 2.3 Struktur JSON Firebase.....                 | 17 |
| Gambar 3.1 Rangkaian Perangkat Keras Sistem SPRCP..... | 23 |
| Gambar 3.2 Instalasi Alat pada Spesimen Beton .....    | 23 |
| Gambar 3.3 Tampilan Antarmuka Setup Riset.....         | 25 |
| Gambar 3.4 Tampilan Grafik Potensial Korosi.....       | 25 |
| Gambar 3.5 Tampilan Grafik Arus dan Densitas .....     | 26 |
| Gambar 3.6 Tampilan Log Data dan Ekspor Dataset.....   | 26 |

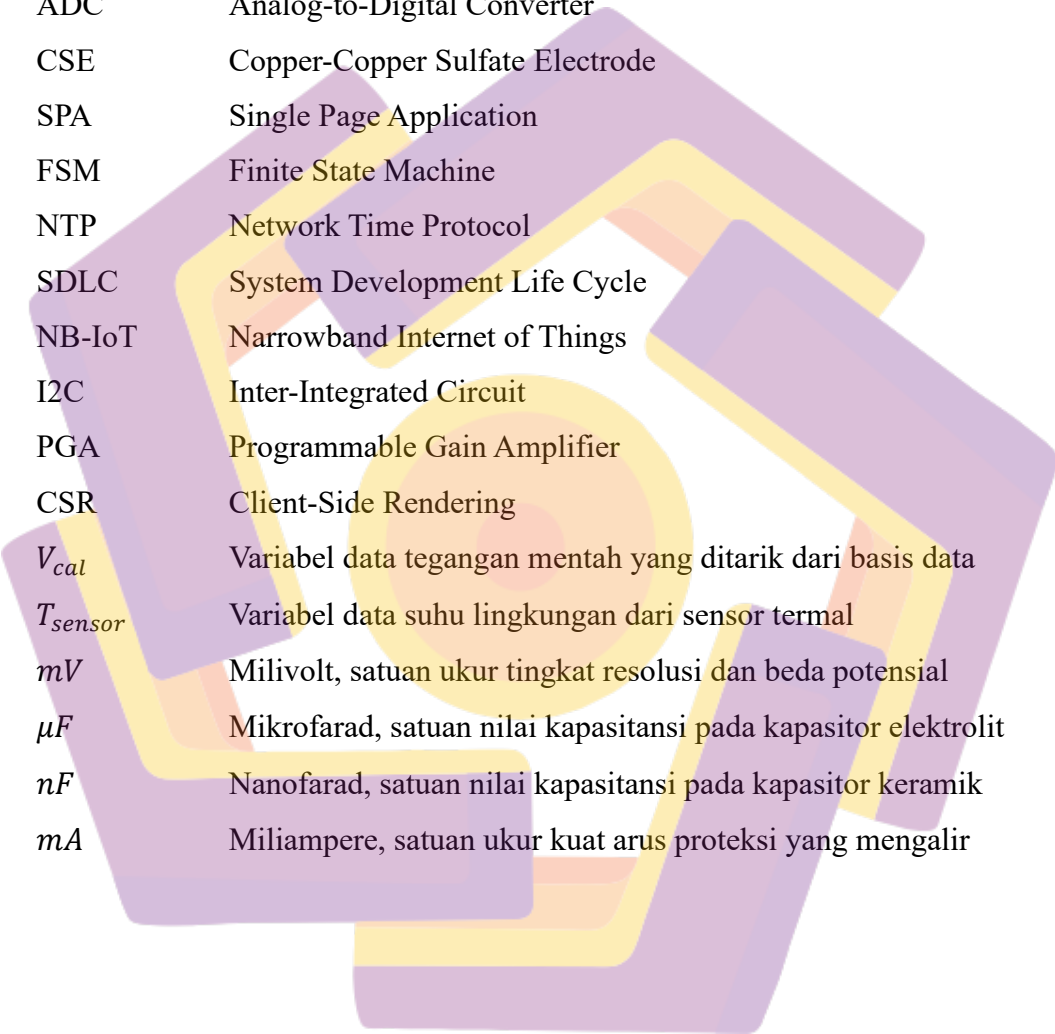


## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Source Code.....                                              | 38 |
| Lampiran 2 Surat Keterangan Kontribusi Riset dari Mitra Penelitian ..... | 38 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 39 |
| Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 39 |
| Lampiran 5 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 40 |
| Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 40 |
| Lampiran 7 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 41 |
| Lampiran 8 Dokumentasi Kegiatan .....                                    | 42 |
| Lampiran 9 Logbook Kegiatan .....                                        | 43 |

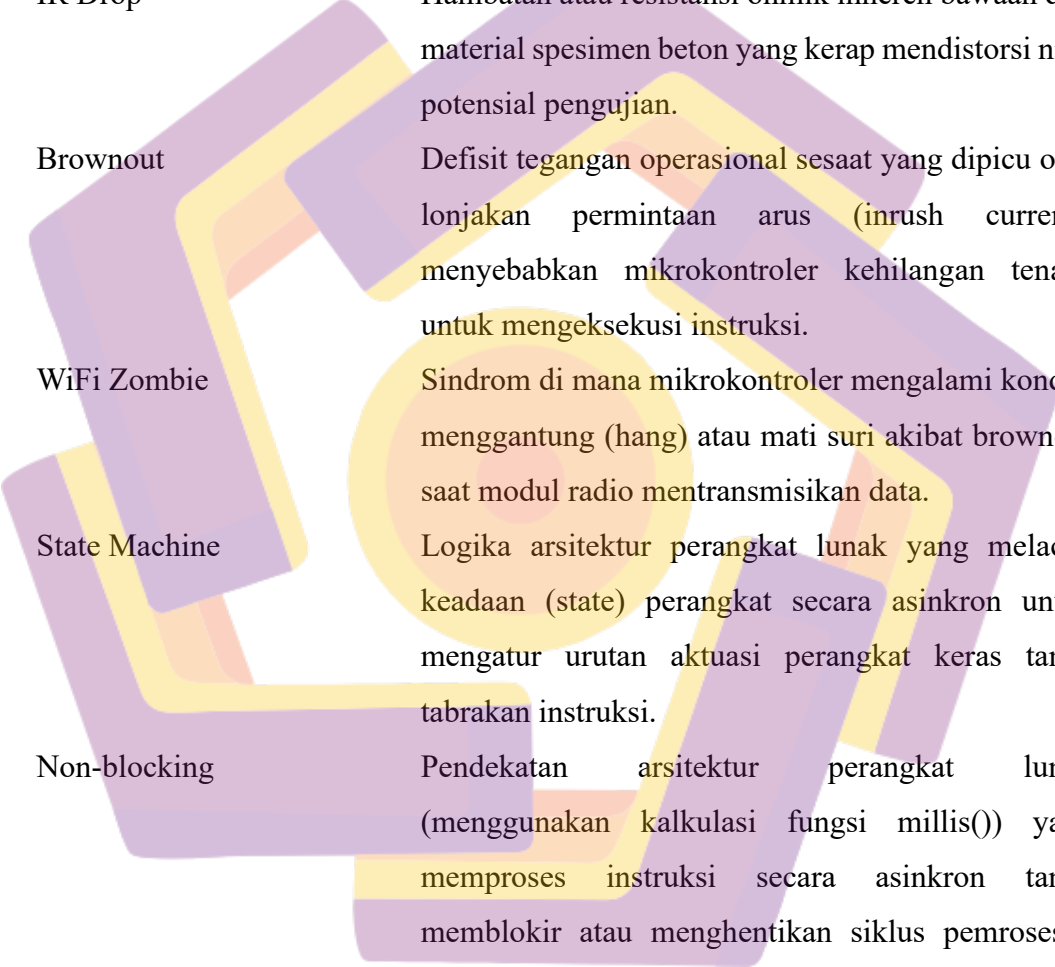


## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



|              |                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------|
| SPRCP        | Smart Patch Repair Cathodic Protection                         |
| IoT          | Internet of Things                                             |
| CPS          | Cyber-Physical Systems                                         |
| ADC          | Analog-to-Digital Converter                                    |
| CSE          | Copper-Copper Sulfate Electrode                                |
| SPA          | Single Page Application                                        |
| FSM          | Finite State Machine                                           |
| NTP          | Network Time Protocol                                          |
| SDLC         | System Development Life Cycle                                  |
| NB-IoT       | Narrowband Internet of Things                                  |
| I2C          | Inter-Integrated Circuit                                       |
| PGA          | Programmable Gain Amplifier                                    |
| CSR          | Client-Side Rendering                                          |
| $V_{cal}$    | Variabel data tegangan mentah yang ditarik dari basis data     |
| $T_{sensor}$ | Variabel data suhu lingkungan dari sensor termal               |
| $mV$         | Milivolt, satuan ukur tingkat resolusi dan beda potensial      |
| $\mu F$      | Mikrofarad, satuan nilai kapasitansi pada kapasitor elektrolit |
| $nF$         | Nanofarad, satuan nilai kapasitansi pada kapasitor keramik     |
| $mA$         | Miliampere, satuan ukur kuat arus proteksi yang mengalir       |

## DAFTAR ISTILAH



|                |                                                                                                                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instant-Off    | Mekanisme pemutusan arus proteksi secara sesaat dalam orde milidetik untuk membaca potensial depolarisasi murni guna mengeliminasi distorsi resistansi ohmik.                         |
| IR Drop        | Hambatan atau resistansi ohmik inheren bawaan dari material spesimen beton yang kerap mendistorsi nilai potensial pengujian.                                                          |
| Brownout       | Defisit tegangan operasional sesaat yang dipicu oleh lonjakan permintaan arus (inrush current), menyebabkan mikrokontroler kehilangan tenaga untuk mengeksekusi instruksi.            |
| WiFi Zombie    | Sindrom di mana mikrokontroler mengalami kondisi menggantung (hang) atau mati suri akibat brownout saat modul radio mentransmisikan data.                                             |
| State Machine  | Logika arsitektur perangkat lunak yang melacak keadaan (state) perangkat secara asinkron untuk mengatur urutan aktuasi perangkat keras tanpa tabrakan instruksi.                      |
| Non-blocking   | Pendekatan arsitektur perangkat lunak (menggunakan kalkulasi fungsi millis()) yang memproses instruksi secara asinkron tanpa memblokir atau menghentikan siklus pemrosesan CPU utama. |
| Watchdog Timer | Algoritma interupsi internal yang secara proaktif mengawasi parameter stabilitas sistem dan konektivitas, serta mampu mengambil alih kendali untuk melakukan restart mandiri.         |
| Hard Reboot    | Eksekusi intervensi paksa untuk membersihkan seluruh tumpukan memori (stack memory) yang                                                                                              |

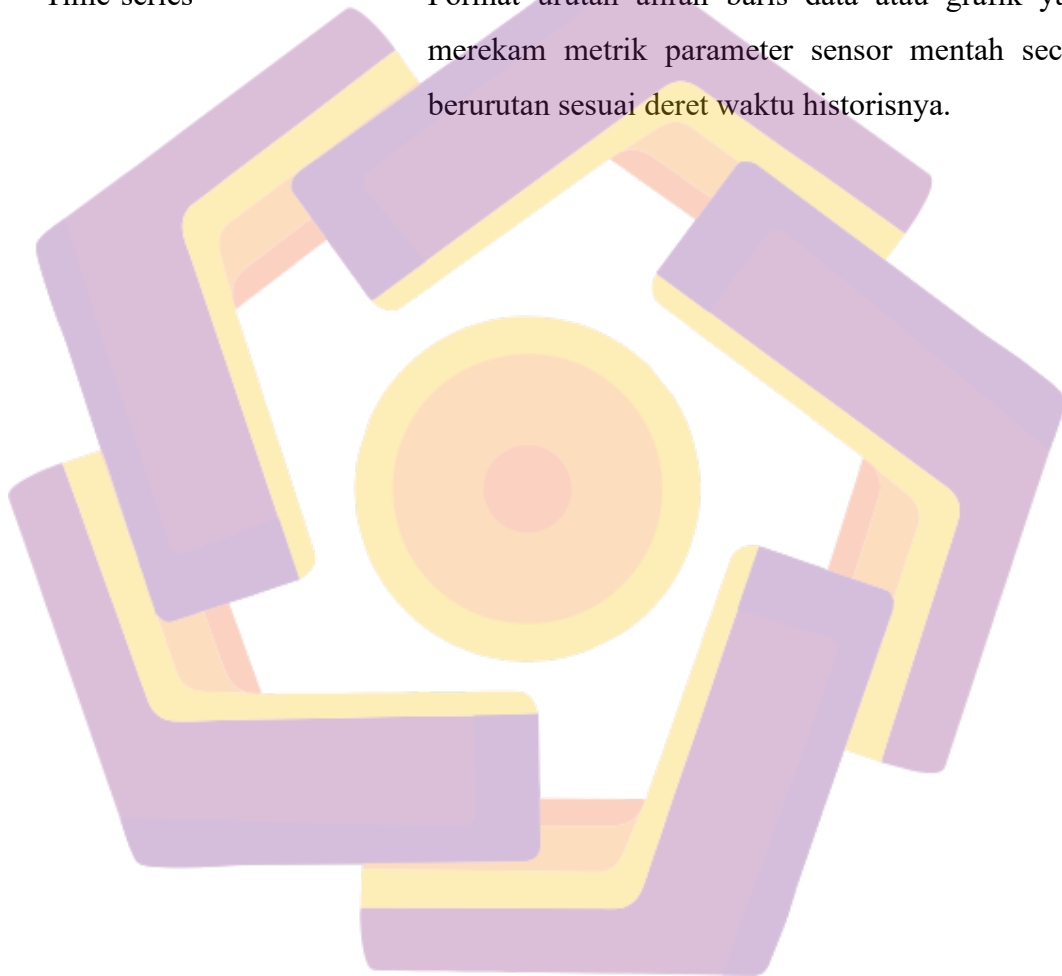
berpotensi korup dan mereset antarmuka modul radio secara tingkat fisik.

#### Client-Side Rendering

Metode komputasi arsitektur web di mana pemrosesan data (seperti kalkulasi rumus Nernst) dan manipulasi antarmuka dieksekusi secara murni oleh peramban pengguna (browser).

#### Time-series

Format urutan aliran baris data atau grafik yang merekam metrik parameter sensor mentah secara berurutan sesuai deret waktu historisnya.



## INTISARI

Degradasi infrastruktur beton bertulang akibat korosi baja tulangan merupakan masalah global yang mengancam integritas struktural dan menuntut pembiayaan rehabilitasi tinggi. Upaya pemantauan dan validasi perlindungan beton menggunakan instrumen manual di laboratorium rentan terhadap kesalahan paralaks dan gagal mengeksekusi mekanisme pemutusan arus presisi (Instant-Off). Keterbatasan metodologis ini menyebabkan data potensial korosi terdistorsi oleh hambatan resistansi ohmik bawaan material (IR Drop), sehingga mengurangi validitas keilmuan dalam analisis elektrokimia. Untuk memecahkan kebuntuan instrumentasi tersebut, penelitian ini mengimplementasikan sistem akuisisi digital berbasis Internet of Things (IoT) dengan pendekatan Cyber-Physical Systems (CPS). Infrastruktur perangkat keras dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 Dual-Core dan Analog-to-Digital Converter (ADC) ADS1115 untuk menjamin fidelitas penangkapan sinyal mikro-volt. Rekayasa firmware mengadopsi algoritma non-blocking asinkron dan Watchdog Timer sebagai mekanisme pemulihan jaringan otonom. Distribusi aliran data disinkronisasikan menggunakan struktur NoSQL JSON Tree pada Firebase Realtime Database menuju platform Web Dashboard Single Page Application (SPA) React.js guna mengeksekusi pemrosesan analitik secara on-the-fly. Hasil evaluasi membuktikan bahwa sistem ini mampu mengotomatisasi pemutusan arus Instant-Off dalam orde milidetik secara presisi, sukses mengeliminasi bias IR Drop, dan beroperasi secara stabil tanpa kelumpuhan jaringan. Inovasi rekayasa yang mentransformasi proses klerikal menjadi sistem terdigitalisasi penuh ini dapat dimanfaatkan langsung oleh peneliti teknik sipil dan praktisi pemeliharaan infrastruktur maritim. Sebagai langkah pengembangan lanjutan, direkomendasikan transisi menuju arsitektur jaringan NB-IoT mandiri dan implementasi machine learning untuk memprediksi sisa umur pakai material anoda korban.

**Kata kunci:** Korosi, IoT, Mikrokontroler, Firebase, Dashboard.

## **ABSTRACT**

*The degradation of reinforced concrete infrastructure due to steel reinforcement corrosion is a global issue that threatens structural integrity and demands high rehabilitation costs. Efforts to monitor and validate concrete protection using manual instruments in the laboratory are prone to parallax errors and fail to execute precise current interruption mechanisms (Instant-Off). This methodological limitation causes corrosion potential data to be distorted by the material's inherent ohmic resistance (IR Drop), thereby reducing scientific validity in electrochemical analysis. To solve this instrumentation bottleneck, this research implements an Internet of Things (IoT) based digital acquisition system using a Cyber-Physical Systems (CPS) approach. The hardware infrastructure is built using an ESP32 Dual-Core microcontroller and an ADS1115 Analog-to-Digital Converter (ADC) to ensure the fidelity of micro-volt signal capture. Firmware engineering adopts an asynchronous non-blocking algorithm and a Watchdog Timer as an autonomous network recovery mechanism. Data flow distribution is synchronized using a NoSQL JSON Tree structure on Firebase Realtime Database towards a React.js Single Page Application (SPA) Web Dashboard platform to execute on-the-fly analytical processing. Evaluation results prove that this system is capable of automating the Instant-Off current interruption in the order of milliseconds precisely, successfully eliminating IR Drop bias, and operating stably without network downtime. This engineering innovation, which transforms clerical processes into a fully digitized system, can be directly utilized by civil engineering researchers and maritime infrastructure maintenance practitioners. As a further development step, a transition to an independent NB-IoT network architecture and the implementation of machine learning to predict the remaining useful life of the sacrificial anode material are recommended.*

**Keyword:** Corrosion, IoT, Microcontroller, Firebase, Dashboard.