

**SISTEM MONITORING POS JALUR PENDAKIAN GUNUNG  
PENANGGUNGAN BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI  
KETERLAMBATAN PENDAKI**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**

**Firky Pribadi**

**22.18.049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2026**

**LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN**  
**Sistem Monitoring Pos Jalur Pendakian Gunung Penanggungan**  
**Berbasis IoT Untuk Deteksi Dini Keterlambatan Pendaki**

**TUGAS AKHIR**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Informatika Strata Satu (S-1)*

Disusun oleh:

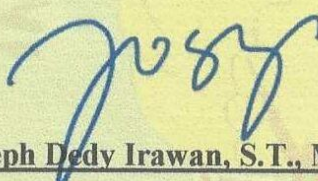
Firky Pribadi

22.18.049

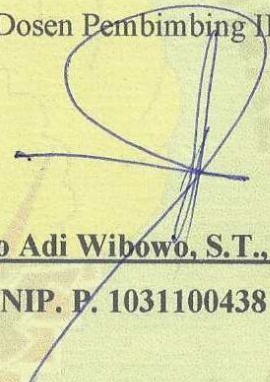
Diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
(Joseph Dedy Irawan, S.T., M.T.)

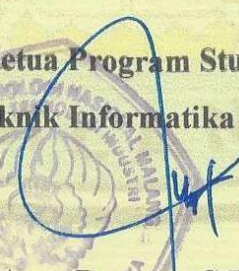
NIP.197404162005011002

  
(Suryo Adi Wibowo, S.T., M.T.)

NIP. P. 1031100438

Ketua Program Studi

Teknik Informatika S-1

  
(Yosep Agus Pranoto, S.T., M.T.)

NIP.P. 1031000432

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2026



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Firky Pribadi  
NIM : 22.18.049  
Program Studi : Teknik Informatika S-1  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul " **Sistem Monitoring Pos Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Berbasis IOT Untuk Deteksi Dini Keterlambatan Pendaki** " merupakan karya asli dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Informatika S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, Agustus 2026

Yang Menyatakan



**(FIRKY PRIBADI)**

**NIM. 22.18.049**

# Sistem Monitoring Pos Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Berbasis IOT Untuk Deteksi Dini Keterlambatan Pendaki

Firky Pribadi, Joseph Dedy Irawan, Suryo Adi Wibowo  
Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
[2218049@scholar.itn.ac.id](mailto:2218049@scholar.itn.ac.id)

## ABSTRAK

Kegiatan pendakian gunung memiliki risiko tinggi terhadap keselamatan jiwa, seringkali diperparah oleh ketiadaan sinyal seluler atau *blank spot* yang menyulitkan pemantauan dan pencarian saat terjadi keadaan darurat. Penelitian ini merancang sistem monitoring jalur pendakian Gunung Penanggungan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendeteksi dini keterlambatan pendaki. Mikrokontroler *ESP32 CAM* ditempatkan pada setiap pos untuk memindai tiket berupa *QR Code* secara offline maupun online, dengan data waktu atau *timestamp* yang dikirimkan melalui jaringan internet. Sistem *backend* yang dibangun menggunakan framework *Laravel* yang digunakan untuk memproses data tersebut menggunakan metode *Timestamp based Tracking* dan algoritma Regresi Linear Sederhana untuk menghitung Estimasi Waktu Tiba atau yang biasa disebut dengan ETA. Jika waktu tempuh pendaki melampaui batas toleransi logis dari hasil prediksi, sistem secara otomatis membangkitkan peringatan (alert) pada dashboard petugas. Hasil pengujian menunjukkan kamera *ESP32 CAM* mampu memindai secara optimal pada intensitas cahaya layar yang normal. Algoritma prediksi menghasilkan performa sangat handal dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) 8,4 menit dan Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) 0,85, serta akurasi klasifikasi status mencapai 98,5% hingga 100%. Menegaskan bahwasannya sistem ini sangat praktis, efektif, dan layak diimplementasikan guna mendukung keselamatan pendaki secara *real time*.

**Kata kunci:** *Internet of Things, Monitoring, ESP32-CAM, Regresi Linear, Pendakian Gunung.*

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “ **Sistem Monitoring Pos Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Berbasis IOT Untuk Deteksi Dini Keterlambatan Pendaki** ” dan dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program S-1 Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya bagi penyusun sehingga dapat mengerjakan laporan tugas akhir dengan lancar.
2. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar atas dukungan moral dan cinta yang selalu menyertai setiap langkah. Terima kasih atas segala semangat, motivasi, serta dukungan moral dan materi yang tak pernah berhenti hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Yosep Agus Pranoto, S.T., M.T, selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Informatika S-1 ITN Malang.
5. Bapak Joseph Dedy Irawan, ST.MT selaku Dosen Pembimbing I Prodi Teknik Informatika, yang telah bersabar memberikan ilmu, kesabaran, serta koreksi yang sangat membangun.
6. Bapak Suryo Adi Wibowo, ST.MT selaku Dosen Pembimbing II Prodi Teknik Informatika, yang selalu terbuka memberikan masukan teoretis dan praktis demi menyempurnakan penelitian ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika S-1 ITN Malang yang telah membantu dalam penulisan dan masukan.
8. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan serta berbagi pengalaman pada proses penyusunan kegiatan skripsi ini.

9. Segenap Pengurus/Pengelola Gunung Penanggungan dan Tim SAR Gunung Penanggungan, atas izin, bantuan, serta arahan yang diberikan kepada penulis selama melaksanakan penelitian lapangan
10. Diri sendiri karena sudah bertahan dan mampu melewati segala kesulitan dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat menyelesaikannya dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Informatika.

Malang, Agustus 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN .....      | i    |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... | ii   |
| ABSTRAK .....                                | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                         | iv   |
| DAFTAR ISI .....                             | vi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                          | viii |
| DAFTAR TABEL .....                           | x    |
| BAB I PENDAHULUAN .....                      | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                    | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                  | 2    |
| 1.4 Batasan Penelitian .....                 | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                 | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....              | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                | 5    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....               | 5    |
| 2.2 Timestamp based Tracking .....           | 7    |
| 2.3 Simple Regresi Linear .....              | 7    |
| 2.4 Estimate Time Arrival (ETA) .....        | 8    |
| 2.5 Internet of Things (IoT) .....           | 9    |
| 2.6 Quick Response (QR) Code .....           | 9    |
| 2.7 ESP32 Camera .....                       | 10   |
| 2.8 MicroSD Card .....                       | 10   |
| 2.9 Buzzer .....                             | 10   |
| 2.10 Liquid Crystal Display (LCD) .....      | 10   |
| 2.11 Arduino IDE .....                       | 11   |
| 2.12 Website .....                           | 11   |
| 2.13 MSQL .....                              | 12   |
| 2.14 PHP .....                               | 12   |
| 2.15 Laravel .....                           | 12   |
| 2.16 Evaluasi Model .....                    | 12   |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....                    | 15 |
| 3.1 Analisis masalah.....                                 | 15 |
| 3.2 Analisis pengguna .....                               | 15 |
| 3.3 Metode Pengembangan Sistem .....                      | 15 |
| 3.4 Kebutuhan fungsional .....                            | 16 |
| 3.5 Kebutuhan Non fungsional .....                        | 17 |
| 3.6 Topologi Fisik dan Lingkungan Implementasi .....      | 18 |
| 3.7 Block Diagram .....                                   | 19 |
| 3.8 Struktur Menu Petugas .....                           | 20 |
| 3.9 Struktur Menu Pendaki .....                           | 20 |
| 3.10 Flowchart Sistem.....                                | 21 |
| 3.11 Flowchart Metode .....                               | 22 |
| 3.12 Use case diagram.....                                | 23 |
| 3.13 Tabel Relasi.....                                    | 24 |
| 3.14 Perencanaan database.....                            | 24 |
| 3.15 Model Komputasi Kecepatan dan Prediksi ETA .....     | 27 |
| 3.16 Desain mock up.....                                  | 32 |
| 3.17 Skema rangkaian (wiring diagram) perangkat IOT ..... | 37 |
| BAB IV IMPLEMENTASI HASIL DAN PENGUJIAN .....             | 39 |
| 4.1 Implementasi Sistem .....                             | 39 |
| 4.2 Pengujian.....                                        | 47 |
| BAB V KESIMPULAN .....                                    | 65 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                      | 65 |
| 5.2 Saran.....                                            | 66 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                      | 68 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Peta Pendakian dan Penempatan Perangkat IOT ..... | 18 |
| Gambar 3.2 Block Diagram .....                               | 19 |
| Gambar 3.3 Struktur Menu Petugas .....                       | 20 |
| Gambar 3.4 Struktur Menu Pendaki.....                        | 20 |
| Gambar 3.5 Flowchart Sistem.....                             | 22 |
| Gambar 3.6 Flowchart Metode .....                            | 23 |
| Gambar 3.7 Use case diagram.....                             | 24 |
| Gambar 3.8 Tabel Relasi.....                                 | 24 |
| Gambar 3.9 Mockup landing page .....                         | 32 |
| Gambar 3.10 Mockup register.....                             | 32 |
| Gambar 3.11 Mockup Login .....                               | 33 |
| Gambar 3.12 Mockup Homepage .....                            | 33 |
| Gambar 3.13 Mockup Daftar Pendakian.....                     | 34 |
| Gambar 3.14 Mockup Tiket Qr Code .....                       | 34 |
| Gambar 3.15 Mockup Profil .....                              | 35 |
| Gambar 3.16 Mockup Dashboard .....                           | 35 |
| Gambar 3.17 Mockup Live Monitoring.....                      | 36 |
| Gambar 3.18 Mockup Validasi .....                            | 36 |
| Gambar 3.19 Mockup Data Pendaki .....                        | 37 |
| Gambar 3.20 Mockup Monitoring IoT.....                       | 37 |
| Gambar 3.21 Gambar Diagram .....                             | 38 |
| Gambar 4.1 Landing Page.....                                 | 39 |
| Gambar 4.2 Login .....                                       | 39 |
| Gambar 4.3 Register.....                                     | 40 |
| Gambar 4.4 Homepage Pendaki.....                             | 40 |
| Gambar 4.5 Daftar Pendakian .....                            | 41 |
| Gambar 4.6 Halaman Tiket dan Riwayat Pendakian .....         | 41 |
| Gambar 4.7 Tiket dan Qr Code .....                           | 41 |
| Gambar 4.8 Profil Pendaki.....                               | 42 |
| Gambar 4.9 Dashboard Petugas .....                           | 42 |
| Gambar 4.10 Live Monitoring .....                            | 43 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Gambar 4.11 Notifikasi Darurat.....      | 43 |
| Gambar 4.12 Validasi & Check In.....     | 43 |
| Gambar 4.13 Data Pendaki .....           | 44 |
| Gambar 4.14 Manajemen IOT .....          | 44 |
| Gambar 4.15 Profil Petugas .....         | 45 |
| Gambar 4.16 Pengaturan Sistem.....       | 45 |
| Gambar 4.17 Pengaturan Sistem.....       | 45 |
| Gambar 4.18 IOT di Pos 2 – Pos 4 .....   | 46 |
| Gambar 4.19 IOT di Puncak Bayangan ..... | 46 |
| Gambar 4.20 IOT Mode Siap Scan .....     | 47 |

## DAFTAR TABEL

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Table <i>user</i> .....                       | 25 |
| Tabel 3.2 Tabel sesi_pendakian .....                    | 25 |
| Tabel 3.3 Tabel pos .....                               | 26 |
| Tabel 3.4 Tabel tracking_logs.....                      | 26 |
| Tabel 3.5 Tabel devices_monitoring.....                 | 26 |
| Tabel 3.6 Tabel password_resets .....                   | 27 |
| Tabel 3.7 Tabel pengaturan_sistem.....                  | 27 |
| Tabel 3.8 Penabelan perhitungan .....                   | 29 |
| Tabel 3.9 Rekapitulasi 10 Kasus Prediksi ETA .....      | 30 |
| Tabel 3.10 Konfigurasi ESP 32 ke Modul TFT .....        | 38 |
| Tabel 3.11 Konfigurasi ESP 32 Ke Modul XPT2046.....     | 38 |
| Tabel 3.12 Konfigurasi ESP 32 ke Modul Buzzer .....     | 38 |
| Tabel 4.1 Pengujian Kinerja Kamera ESP32-CAM.....       | 47 |
| Tabel 4.2 Parameter Klasifikasi .....                   | 49 |
| Tabel 4.3 Matriks Validasi Klasifikasi Status.....      | 49 |
| Tabel 4.4 Sampel Data Aktual vs Prediksi Sistem.....    | 50 |
| Tabel 4.5 Pengujian IOT dan Simple Regresi Linear ..... | 53 |
| Tabel 4.6 Pengujian Browser .....                       | 54 |
| Tabel 4.7 Pengujian User Test .....                     | 55 |
| Tabel 4.8 Notifikasi deteksi dini .....                 | 59 |
| Tabel 4.9 Pengujian registrasi .....                    | 60 |
| Tabel 4.10 Pengujian proses login .....                 | 60 |
| Tabel 4.11 Pengujian proses logout .....                | 60 |
| Tabel 4.12 Pengujian homepage .....                     | 61 |
| Tabel 4.13 Pengujian reset password .....               | 61 |
| Tabel 4.14 Pengujian alat IOT .....                     | 61 |
| Tabel 4.15 Pengujian pendaftaran pendakian .....        | 62 |
| Tabel 4.16 Pengujian live monitoring.....               | 62 |
| Tabel 4.17 Pengujian validasi dan check-in.....         | 62 |
| Tabel 4.18 Pengujian data pendaki .....                 | 63 |
| Tabel 4.19 Pengujian pengaturan sistem.....             | 63 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Tabel 4.20 Pengujian Petugas ..... | 63 |
|------------------------------------|----|