



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



**MOH ALMA SAMUDRO**  
**41422110011**

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**  
**JAKARTA**  
**2024**



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DETEKSI  
PERGERAKAN PASIEN DENGAN METODE *k-NEAREST  
NEIGHBORS* (k-NN) SECARA *REAL TIME* MENGGUNAKAN  
KOMUNIKASI (*LONG RANGE*) LORA-WAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai  
gelar Sarjana Strata Satu (S1)

**Disusun Oleh:**

Nama : Moh. Alma Samudro

NIM : 41422110011

Pembimbing : Ahmad Firdausi, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Moh Alma Samudro

NIM : 41422110011

Program : Teknik Elektro

Studi

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Pergerakan Pasien Dengan Metode *k-Nearest Neighbors* (k-NN) Secara *Real Time* Menggunakan Komunikasi (*Long Range*) LoRaWAN

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Pembimbing : Ahmad Firdausi, S.T., M.T.

NIDN/NIDK/NIK : 617900159

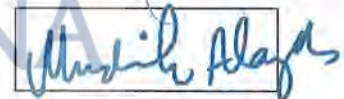
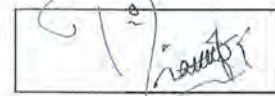
Ketua Penguji : Dr. Dian Widi Astuti, ST. MT

NIDN/NIDK/NIK : 0330127810

Anggota Penguji : Prof. Mudrik Alaydrus

NIDN/NIDK/NIK : 0311057101

Tanda Tangan



Jakarta, 01 Februari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc.

NIDN: 0314089201

## HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Firdausi, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK : 617900159  
Jabatan : Dosen Teknik Elektro


Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Moh Alma Samudro  
N.I.M : 41422110011  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Pergerakan Pasien Dengan Metode *k-Nearest Neighbors (k-NN)* Secara *Real Time* Menggunakan Komunikasi (*Long Range*) LoRaWAN

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Selasa, 23 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 17% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 01 Februari 2024



Ahmad Firdausi, S.T., M.T.

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh Alma Samudro  
N.I.M : 41422110011  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Pergerakan Pasien Dengan Metode *k-Nearest Neighbors* (k-NN) Secara *Real Time* Menggunakan Komunikasi (*Long Range*) LoRaWAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 01 Februari 2024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



Moh. Alma Samudro

## ABSTRAK

Insiden jatuh merupakan permasalahan yang sering muncul di sekitar kita. Meskipun umumnya terjadi pada kelompok usia lanjut, namun tidak ada batasan usia yang menghindarkan seseorang dari risiko jatuh. Beberapa individu mungkin meremehkan kejadian ini dan menganggapnya sebagai sesuatu yang lumrah, tetapi sebenarnya, insiden jatuh memiliki konsekuensi serius terutama bagi orang tua dan individu dengan riwayat stroke. Kejadian ini tidak boleh dianggap enteng, dan perlu mendapat perhatian serius, terutama bagi mereka yang sedang mengalami gangguan kesehatan.

Pada penelitian ini bertujuan mengembangkan rancang bangun deteksi pergerakan pasien ketika jatuh. Sistem ini akan bekerja dengan menggunakan sensor *fusion* metode kalman filter untuk mendeteksi posisi pasien jatuh, serta peningkatan akurasi dengan menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbors* (k-NN) agar mengurangi deteksi jatuh palsu. Metode ini digunakan sebagai pendeteksian gerakan jatuh, dimana dua sensor akselerometer dan giroskop digabungkan menggunakan kalman filter sehingga menghasilkan nilai output *angle pitch* dan *angle roll*. Nilai tersebut digunakan sebagai data *train* dan data *test* pada pengaplikasian *k-Nearest Neighbors* (k-NN). Gerakan jatuh dibagi menjadi 4 kategori antara lain: jatuh terlentang, jatuh tengkurap, jatuh miring kiri, dan jatuh miring kanan. Apabila sistem mendeteksi salah satu kategori jatuh maka sistem akan mengirimkan data posisi jatuh, kemudian lokasi pasien menggunakan komunikasi LoRaWAN yang akan ditampilkan pada website dan telegram.

Hasil perancangan sistem ini menunjukkan arus yang terukur pada sistem saat kondisi *transmit* (mengirim data) sebesar 0.3608 ampere sedangkan saat kondisi *idle* (normal) sebesar 0.2416 ampere, sedangkan untuk pengujian waktu respon *lock* GPS adalah rata-rata waktu 250 detik dengan presentase keberhasilan 100% ketika cuaca cerah. Pengujian MPU6050 dilakukan beberapa tahapan seperti kalibrasi bertujuan agar data sensor tidak mengalami banyak *drift* dan *noise* hasil dari pengkalibrasian alat diperoleh ketika diam nilai pembacaan sensor mendekati 0. Pengujian *euler*, dimana hasil untuk gyroscope menunjukkan nilai pada responsivitas sensor terhadap perubahan sudut responsivitas setiap sudut baik itu *pitch*, *roll* dan *yaw* memiliki nilai sesuai dengan pengujian. Hasil pengujian *noise* pada penerapan Kalman filter berhasil dilakukan dengan mereduksi data *noise* dari pembacaan. Sedangkan Pengujian algoritma K-NN dilakukan dalam beberapa parameter seperti nilai K, metode pembobotan, jumlah data train dihasilkan nilai pengujian terbaik untuk sistem yang akan dibangun adalah  $k = 3$ , metode = tanpa pembobotan, dan jumlah data train = 300. Dengan nilai akurasi pendeteksian jatuh 89,30%. Hasil pengujian komunikasi LoRa adalah kuat sinyal / RSSI rata-rata adalah 112 dBm sedangkan *Time On Air* rata-rata adalah 2-3 detik, dengan rata-rata *packet delivery rate* sebesar 95%.

Kata Kunci : *Fall detection*, Sensor IMU, MPU6050, GPS Neo 6M, Sensor Fusion, Kalman Filter, *k-Nearest Neighbors* (k-NN), LoRaWAN.

## **ABSTRACT**

*Incidents of falls are a recurring issue in our surroundings. Although they commonly occur in the elderly, there is no age restriction that exempts someone from the risk of falling. Some individuals may underestimate this occurrence, considering it as something trivial. However, in reality, fall incidents have serious consequences, especially for the elderly and individuals with a history of stroke. This issue should not be taken lightly and requires serious attention, particularly for those experiencing health disorders.*

*This research aims to develop the design of a patient movement detection system during a fall. The system utilizes sensor fusion with the Kalman filter method to detect the patient's fall position. To enhance accuracy, the system incorporates the  $k$ -Nearest Neighbors ( $k$ -NN) algorithm to reduce false fall detections. This method is employed for fall motion detection, wherein two sensors, accelerometer and gyroscope, are combined using the Kalman filter to generate pitch and roll angle output values. These values are utilized as training and testing data for the application of  $k$ -Nearest Neighbors ( $k$ -NN). Fall movements are categorized into four types: falling backward, falling forward, falling to the left, and falling to the right. If the system detects any of these fall categories, it transmits the fall position data using LoRaWAN communication, which is displayed on a website and Telegram.*

*The results of this system design show a measured current of 0.3608 amperes during the transmit (data sending) condition and 0.2416 amperes during the idle (normal) condition. The GPS lock response time testing averages 250 seconds with a 100% success rate in clear weather conditions. MPU6050 testing includes calibration to minimize sensor drift and noise. Euler testing demonstrates gyroscope responsiveness to angle changes, with values aligning with the expected results. Kalman filter implementation successfully reduces noise in sensor readings.  $K$ -NN algorithm testing involves parameters such as  $K$  value, weighting method, and the number of training data, resulting in the optimal values for the system being  $K = 3$ , no weighting method, and 300 data training. The fall detection accuracy is 89.30%. LoRa communication testing yields an average signal strength (RSSI) of 112 dBm, an average Time On Air of 2-3 seconds, and a packet delivery rate of 95%.*

*Keywords: Fall detection, IMU Sensor, MPU6050, Neo 6M GPS, Sensor Fusion, Kalman Filter,  $k$ -Nearest Neighbors ( $k$ -NN), LoRaWAN.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, segala puji dan syukur kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Pergerakan Pasien Dengan Metode *k-Nearest Neighbors* (*k-NN*) Secara *Real Time* Menggunakan Komunikasi (*Long Range*) LoRaWAN” dan diajukan guna memenuhi persyaratan mencapai derajat pendidikan tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi S1- Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan berkah-Nya yang telah membimbing langkah-langkah saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Terima kasih kepada Abah, emak, kakak, dan kedua adik yang selalu memberikan dukungan moral dan doa dalam perjalanan studi ini.
3. Ahmad Firdausi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, pengarahan, dan petunjuk dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Yusuf Nur Wijayanto, Ph.D selaku kepala pusat riset elektronika yang memberikan saya kesempatan untuk melanjutkan studi strata-1.
5. Ricky Alam Maarif dan Rizky Hanifah terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penyelesaian tugas akhir
6. Teman-teman laboratorium telemetri yang memberikan banyak masukan terhadap skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis akan menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca mengenai Tugas Akhir ini. Semoga laporan ini dapat



memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, maupun rekan-rekan mahasiswa terutama Program Studi S1- Teknik Elektro.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Penulis,

Moh Alma Samudro



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL/COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i></b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Kerangka Pemikiran.....	9
2.3 Dasar Teori .....	10
2.3.1 <i>Elder Healthcare</i> .....	10
2.3.2 GPS ( <i>Global Positioning System</i> ).....	11
2.3.3 IMU ( <i>Inertial Measurment Unit</i> ) Sensor .....	12

2.3.4	Arduino Uno R4 Minima .....	13
2.3.5	Modul Sensor MPU6050.....	14
2.3.6	GPS NEO 6-M .....	15
2.3.7	Modul Shield LoRa SX1278 Dragino.....	16
2.3.8	Arduino IDE Versi 2.....	17
2.3.9	<i>Activity Recognition</i> .....	18
2.3.10	Sensor <i>Fusion</i> .....	19
2.3.11	K <i>Nearest Neighbors</i> (k-NN) .....	20
2.3.12	Komunikasi <i>Long Range</i> (LoRa) .....	21
2.3.13	Telegram.....	22
2.3.14	Node-Red .....	22
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM .....</b>		<b>24</b>
3.1	Tahapan Penelitian .....	24
3.1.1	Studi literatur.....	24
3.1.2	Realisasi sistem .....	24
3.1.3	Pengujian dan pengambilan data.....	25
3.1.4	Pembuatan laporan.....	25
3.2	Deskripsi Sistem.....	26
3.3	Aristektur Sistem.....	28
3.4	Perancangan Perangkat Keras.....	29
3.4.1	Perancangan Mekanik .....	29
3.4.2	Perancangan Elektronik.....	30
3.5	Perancangan Perangkat Lunak .....	32
3.5.1	<i>Flowchart</i> GPS.....	33
3.5.2	<i>Flowchart</i> MPU6050 .....	34
3.5.3	<i>Flowchart</i> Komunikasi LoRaWAN.....	35

3.5.4 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem.....	36
3.6 Perancangan Komunikasi.....	37
3.6.1 Setup Komunikasi Data GPS Menggunakan Serial.....	37
3.6.2 Setup Komunikasi Data MPU6050 Menggunakan Komunikasi I2C ..	38
3.6.3 Setup Komunikasi Data Akselerometer .....	38
3.6.4 Setup Komunikasi Data Gyroscope .....	39
3.6.5 Perancangan Setup LoRa WAN .....	39
3.7 Perancangan Metode Pengolahan Data.....	41
3.7.1 Perancangan Data Akselerometer dan Giroksop MPU6050 .....	42
3.7.2 Perancangan Kalibrasi Sensor IMU .....	45
3.7.3 Perancangan Sensor Fusion menggunakan Kalman Filter.....	45
3.7.4 Perancangan Packet Delivery Rate .....	46
3.8 Perancangan <i>Machine Learning</i> Algoritma KNN.....	47
3.8.1 Pembuatan Data Akitivatas .....	47
3.8.2 Pembuatan Data Awal .....	48
3.9 Perancangan User Interface / Tampilan menggunakan Node-Red.....	50
<b>BAB IV PENGUJIAN SISTEM.....</b>	<b>51</b>
4.1 Pengujian Elektrikal.....	51
4.2 Pengujian Data .....	52
4.2.1 Pengujian Data GPS.....	52
4.2.2 Pengujian Data Waktu Respon GPS.....	53
4.2.3 Pengujian Akurasi GPS .....	55
4.2.4 Pengujian Data MPU6050.....	58
4.2.5 Pengujian Sensor Fusion.....	63
4.2.6 Pengujian Algoritma Klasifikasi KNN.....	65
4.2.7 Pengujian Seluruh Parameter k-NN.....	68

4.2.8 Pengujian Perbandingan Simulasi dengan Implentasi .....	69
4.2.9 Pengujian Buzzer .....	69
4.3 Pengujian Komunikasi .....	70
4.3.1 Pengujian Frekuensi .....	70
4.3.2 Pengujian Nilai RSSI .....	71
4.3.3 Pengujian <i>Time On Air</i> .....	73
4.3.4 Pengujian <i>Packet Delivey Rate</i> .....	74
4.4 Pengujian Sistem Interface Menggunakan Node Red.....	75
4.5 Hasil Pengujian Pengiriman Data Menggunakan Telegram.....	76
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan .....	78
5.2 Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>85</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Posisi Penempatan Sensor .....	7
Gambar 2. 2 Diagram Ranting Pohon Kerangka Pemikiran.....	9
Gambar 2. 3 Pinout Arduino Uno R4 Minima .....	13
Gambar 2. 4 Sensor MPU6050 .....	15
Gambar 2. 5 Gambar Shield Dragino LoRa.....	17
Gambar 2. 6 Software Arduino Ide 2 .....	18
Gambar 2. 7 Komponen Dasar Sistem Sensor Fusion .....	19
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Diagram Blok Arsitektur Sisem .....	28
Gambar 3. 3 Desain 3D Mekanik Alat.....	30
Gambar 3. 4 Skematik Elektrikal Alat .....	32
Gambar 3. 5 Gambar <i>Flowchart</i> Program pembaca GPS .....	33
Gambar 3. 6 Gambar <i>Flowchart</i> Program pembaca MPU6050.....	34
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Pengiriman Data menggunakan LoRa.....	35
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem .....	36
Gambar 3. 9 Perancangan Data Sensor IMU 6050 .....	42
Gambar 3. 10 Orientas Sensor Akselero Berdasarkan Sumbu X,Y,Z .....	42
Gambar 3. 11 Perubahan Sensor Akselero Berdasarkan Sudut Roll .....	43
Gambar 3. 12 Perubahan Sensor Akselero Berdasarkan Sudut Pitch.....	43
Gambar 3. 13 Perubahan Sensor Akselero Berdasarkan Sudut Pitch.....	44
Gambar 3. 14 Posisi berdiri, b. Jatuh terlentang, c. Jatuh kekanan, d. Jatuh tengkurap, e. Jatuh kekiri .....	47
Gambar 3. 15 Data Awal Posisi User .....	48
Gambar 3. 16 Gambar Data Train.....	49
Gambar 3. 17 Pemilihan Classify K-NN.....	49
Gambar 3. 18 Test options.....	50
Gambar 3. 19 Flowchart Tampilan menggunakan Node-Red.....	50
Gambar 4. 1 Gambar Koordinat Lantai 2.....	55
Gambar 4. 2 Grafik Accelerometer (XYZ) Sebelum Kalibrasi.....	59
Gambar 4. 3 Grafik Accelerometer (XYZ) Setelah Kalibrasi.....	60

Gambar 4. 4 Grafik Gyroscope (XYZ) Sebelum Kalibrasi.....	60
Gambar 4. 5 Grafik Gyroscope (XYZ) Setelah Kalibrasi.....	60
Gambar 4. 6 Grafik Sudut Roll Sebelum dan Sesudah Noise Reduction .....	64
Gambar 4. 7 Grafik Sudut Pitch Sebelum dan Sesudah Noise Reduction.....	64
Gambar 4. 8 Setup dan Hasil Pengujian Frekuensi Alat Menggunakan Spectrum Analyzer .....	70
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Nilai RSSI pada Lantai 1 .....	71
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Nilai RSSI pada Lantai 2 .....	71
Gambar 4. 11 Grafik Pengujian Nilai RSSI pada Lantai 3 .....	72
Gambar 4. 12 Grafik Time On Air Lantai 1 .....	73
Gambar 4. 13 Grafik Time On Air Lantai 2 .....	73
Gambar 4. 14 Grafik Time On Air Lantai 3 .....	74
Gambar 4. 15 Pengujian Sistem Interface Menggunakan Node Red.....	75
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Telegram.....	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Jurnal Berdasarkan Hardware,Software, dan Komunikasi .6	
Tabel 2. 2 Rangkuman Journal Posisi Alat Terhadap Akurasi Pembacaan .....8	
Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Uno R4 Minima (Sumber: Datasheet Arduino® UNO R4 Minima) .....14	
Tabel 2. 4 Spesifikasi GPS NEO-6M.....16	
Tabel 2. 5 Spesifikasi Shield Dragino LoRa .....17	
Tabel 3. 1 Alokasi Pin .....31	
Tabel 3. 2 Setup Komunikasi Data GPSSetup Komunikasi Data GPS.....37	
Tabel 3. 3 Setup Komunikasi Data MPU6050 .....38	
Tabel 3. 4 Setup Komunikasi Data Akselerometer .....38	
Tabel 3. 5 Setup Komunikasi Data Gyroscope .....39	
Tabel 3. 6 Setup Parameter Pengiriman Data Node menggunakan Komunikasi LoRaWAN.....40	
Tabel 3. 7 Setup Parameter Pengiriman Data Node menggunakan Komunikasi protokol WAN .....41	
Tabel 4. 1 Tabel pengujian elektrikal .....51	
Tabel 4. 2 Deskripsi Pengujian.....52	
Tabel 4. 3 Raw Data Pengujian.....52	
Tabel 4. 4 Pengujian Waktu Respon GPS Kondisi Cerah .....53	
Tabel 4. 5 Pengujian Waktu Respon GPS Kondisi Berawan.....53	
Tabel 4. 6 Pengujian Pengujian Waktu Respon GPS Kondisi Hujan.....54	
Tabel 4. 7 Analisa pengujian GPS.....54	
Tabel 4. 8 Koordinat Acuan GPS Google Maps.....56	
Tabel 4. 9 Pengujian Lokasi Indoor Lantai 1 .....56	
Tabel 4. 10 Pengujian Akurasi GPS Lokasi Indoor Pada Lantai 2.....57	
Tabel 4. 11 Pengujian Akurasi GPS Lokasi Indoor Pada Lantai 3.....57	
Tabel 4. 12 Pengujian Rotasi Euler .....61	
Tabel 4. 13 Pengujian Sudut Euler .....62	
Tabel 4. 14 Pengaruh nilai K terhadap akurasi.....65	
Tabel 4. 15 Pengaruh Metode Pembobotan Jarak Terhadap Akurasi .....66	



4. 16 Pengaruh Jumlah Data Train Terhadap Akurasi .....	66
Tabel 4. 17 Pengaruh Jumlah Data Train Terhadap Waktu Klasifikasi .....	67
Tabel 4. 18 Tabel <i>Confusion Matrix</i> .....	68
Tabel 4. 19 Pengujian Perbandingan .....	69
Tabel 4. 20 Pengujian Buzzer .....	69
Tabel 4. 21 Table Pengukuran Frekuensi .....	70
Tabel 4. 22 Pengujian Packet Delivey Rate .....	74
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Pengiriman Data Menggunakan Telegram .....	77

