

**SISTEM DETEKSI KRAM OTOT BAGI PENYELAM BERBASIS IoT-  
LORAWAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**RADITYA BURHANI ASSIDQI**

**20200120030**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**


**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN I**

**SISTEM DETEKSI KRAM OTOT BAGI PENYELAM BERBASIS IoT-  
LORAWAN**

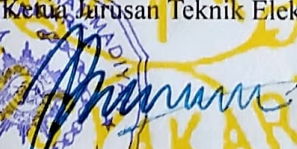
**Disusun Oleh:**  
RADITYA BURHANI ASSIDQI  
20200120030

Telah diperiksa dan disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing I



**Dr. Nur Hayati, S.ST., M. T.**  
NIK. 19870925201507 123 082

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Ir. Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D.**  
NIK. 19900619201604 123 092

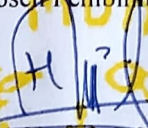
**HALAMAN PENGESAHAN II**  
**SISTEM DETEKSI KRAM OTOT BAGI PENYELAM BERBASIS IoT-LoRaWAN**

Disusun Oleh:

Raditya Burhani Assidqi  
20200120030

Telah Dipertahankan Di Depan Penguji Pada Tanggal:

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing



Dr. Nur Hayati, S.ST., M.T.  
NIK: 19870925201507 123 082

Dosen Penguji,


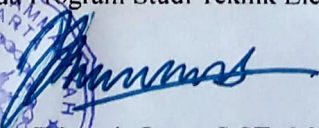


Ir. Tony K Hariadi, M.T., IPM.  
NIK: 19680327199902 123 039

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D.  
NIK: 19900619201604 123 092

**HALAMAN PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raditya Burhani Assidqi

NIM : 20200120030

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi “Sistem Deteksi Kram Otot Bagi Penyelam Berbasis IoT-LoRaWAN” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis.

Yogyakarta, 22 Juli 2024

Penulis.



Raditya Burhani Assidqi

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menuntaskan Tugas Akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini penulis dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah diajarkan kepada lingkungan masyarakat dan pekerjaan, sehingga impian penulis dapat terwujud.

Penulis persembahkan karya tulis ini kepada kedua Orang Tua sebagai rasa terima kasih atas semua doa, kasih sayang, dan dukungan yang sangat luar biasa selama kuliah. Kepada Alm. Nur Meymik Hidayati, saya persembahkan tugas akhir ini spesial hanya untukmu ibu, sebagai bukti saya menepati janji kepadamu untuk meraih gelar sarjana. Juga kepada seluruh keluarga yang senantiasa memberi semangat. Semoga dengan karya ini, bisa memberikan banyak manfaat untuk semuanya.

Kepada Dosen pembimbing penulis Ibu Dr. Nur Hayati, S. ST., M. T. Izinkan penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya karena Ibu yang telah bersedia dengan tulus dan sabar membimbing penulis selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Semoga kesabaran dan ilmu yang sudah dicurahkan menjadi buah baik untuk Ibu kelak.

Teman-teman seperjuangan yang sudah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini.

## MOTTO

"Allah akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat."

- Q.S. Mujadilah ayat 11 –

“Wahai saudaraku... Ilmu tidak akan diperoleh kecuali dengan enam perkara yang akan saya beritahukan perinciannya: (1) kecerdasan, (2) semangat, (3) sungguh-sungguh, (4) bekal (biaya), (5) bersahabat (belajar) dengan ustadz, (6) membutuhkan waktu yang lama.”

- Imam Syafi'i –

"Kejujuran akan membawa kepada kebaikan, kebaikan akan membawa kepada cinta, cinta akan membawa kepada kebahagiaan, dan kebahagiaan akan membawa kepada keikhlasan"

- Imam Al Ghazali -

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah rabbil'alamin*, Puji serta syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitor Kesehatan Mental Berbasis IoT-LoRaWAN”. Tugas akhir ini disusun dengan tujuan memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jenjang pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala penuh rasa hormat dan kerendahan hati, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibu yang telah selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dorongan, serta nasehat yang tak ada habisnya sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan laporan ini.
2. Ibu Dr. Nur Hayati, S. ST., M. T., selaku Dosen Pembimbing yang selalu mengarahkan, memotivasi, dan membimbing penulis dalam penelitian tugas akhir ini.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Selaku dosen penguji yang telah membagi ilmunya selama perkuliahan dan membantu selama proses pengujian sidang tugas akhir.
5. Seluruh Dosen dan staf Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
6. Teman seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2020.
7. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah mendukung dan membantu penulis secara langsung atau tidak langsung.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dan dapat menjadikan laporan tugas akhir ini sebagai referensi. Sebagai akhir kalimat, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan cara berpikir ataupun penulisan karena pada dasarnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT dan kesalahan tidak luput dari penulis.

Yogyakarta, 16 Juni 2024



Raditya Burhani Assidqi



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN I</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN II</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>18</b>
1.1 Latar Belakang.....	18
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	19
1.3 TUJUAN PENELITIAN .....	19
1.4 BATASAN MASALAH .....	20
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	20
1.6 SKEMATIK PENULISAN.....	21
<b>BAB II</b> .....	<b>22</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	<b>22</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	22
2.2 Landasan Teori .....	64
<b>2.2.1 Kram Otot Saat Menyelam</b> .....	64
<b>2.2.2 Sensor <i>Electromyography</i></b> .....	65
<b>2.2.3 Internet Of Things (IoT) LoRaWAN</b> .....	66
<b>2.2.4 Gateway LoRaWAN</b> .....	67
<b>BAB III</b> .....	<b>68</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	68

3.1.1 <i>Smartphone</i> .....	68
3.1.2 <b>Multimeter Digital</b> .....	69
3.1.3 <b>Kabel Data Type-C</b> .....	70
3.1.4 <b>Laptop</b> .....	70
3.1.5 <b>Solder Elektrik</b> .....	70
3.1.6 <i>Gateway</i> .....	71
3.1.7 <b>Mikrokontroler</b> .....	72
3.1.8 <b>AD8221 EMG Muscle Sensor</b> .....	72
3.1.9 <b>Kabel Jumper</b> .....	73
3.1.10 <b>Baterai 9 Volt</b> .....	74
3.1.11 <b>Baterai 3.7 Volt</b> .....	74
3.2 <i>Perancangan Software</i> .....	74
3.2.1 <b>Konfigurasi Gateway</b> .....	75
3.2.2 <b>Program Arduino</b> .....	75
3.2.3 <b>The Things Network(TTN)</b> .....	76
3.2.4 <b>Node Red</b> .....	79
3.2.5 <b>Android Studio</b> .....	80
3.3 <i>Desain Sistem</i> .....	83
3.4 <i>Diagram Blok</i> .....	85
3.5 <i>Cara Kerja Sistem</i> .....	86
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>88</b>
4.1 <i>Uji Fungsionalitas Sistem Deteksi Kram Otot Bagi Penyelam Berbasis IoT-LoRaWAN</i> .....	88
4.1.1 <b>Pengujian Server The Things Network (TTN)</b> .....	89
4.1.2 <b>Pengujian Integrasi MQTT (Node-RED)</b> .....	90
4.1.3 <b>Firestore</b> .....	91
4.1.4 <b>Pengujian Aplikasi</b> .....	92
4.2 <i>Akurasi Sensor EMG</i> .....	99
4.3 <i>Uji Performa LoRa</i> .....	105
4.3.1 <b>Line-of-Sight (LOS)</b> .....	105
4.3.2 <b>Non-Line-of-Sight (NLOS)</b> .....	108
4.4 <i>Uji Ketahanan Daya Baterai</i> .....	111

<b>4.4.1 Baterai Power LoRa</b> .....	113
<b>4.4.2 Baterai Penguat Sensor</b> .....	114
4.5 Uji Transmisi Data didalam Air.....	115
<b>BAB V</b> .....	<b>122</b>
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran.....	123
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>124</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>126</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Electromyography .....	66
Gambar 2.2 Struktur Jaringan LoRaWAN .....	67
Gambar 2.3 Gateway LoRaWAN.....	67
Gambar 3. 1 AD8221 EMG Muscle Sensor.....	73
Gambar 3. 2 Tampilan Konfigurasi Gateway Secara Keseluruhan.....	75
Gambar 3. 3 Tampilan Antarmuka Arduino IDE .....	76
Gambar 3. 4 User Interface Gateway Pada Server TTN .....	76
Gambar 3. 5 User Interface Application Pada Server TTN .....	77
Gambar 3. 6 User Interface End Device Pada Server TTN .....	77
Gambar 3. 7 User Interface Payload Formatter Pada Server TTN .....	78
Gambar 3. 8 User Interface MQTT Pada Server TTN.....	79
Gambar 3. 9 Integrasi MQTT dari The Things Network (TTN) ke Firebase Menggunakan Node-RED.....	80
Gambar 3. 10 Kode Javascript Node Function pada Node-RED.....	80
Gambar 3. 11 Tampilan Aplikasi MyoDive .....	81
Gambar 3. 12 Program Frontend Aplikasi MyoDive .....	82
Gambar 3. 13 Backend Aplikasi MyoDive .....	83
Gambar 3. 14 Desain Sistem Keseluruhan.....	84
Gambar 3.15 Desain Sistem Deteksi Kram Otot Pada Penyelam Berbasis IoT- LoRaWAN.....	85
Gambar 3.16 Blok Diagram Sistem Deteksi Kram Otot Pada Penyelam Berbasis IoT-LoRaWAN .....	86
Gambar 3. 17 Flowchart Sistem Deteksi Kram Otot Bagi Penyelam Berbasis IoT- LoRaWAN.....	87
Gambar 4. 1 Prototype Sistem Deteksi Kram Otot Bagi Penyelam Berbasis IoT- LoRaWAN.....	88
Gambar 4. 2 Laman live data server TTN.....	89
Gambar 4. 3 Tampilan MQTT Node-Red .....	90
Gambar 4. 4 Laman Realtime Database Firebase .....	92
Gambar 4. 5 Uji Aplikasi MyoDive .....	93
Gambar 4. 6 Lokasi Pengujian LOS Titik 250m.....	106
Gambar 4. 7 Grafik SNR Pengujian LOS .....	107
Gambar 4. 8 Grafik RSSI Pengujian LOS .....	107
Gambar 4. 9 Lokasi Pengujian NLOS.....	109
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian RSSI NLOS.....	110
Gambar 4. 11 Grafik Pengujian SNR NLOS .....	110
Gambar 4. 12 Grafik Uji Ketchanan Baterai.....	112
Gambar 4. 13 Hasil Pengukuran Arus Input Baterai Power LoRa.....	113
Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Arus Input Baterai Penguat Sensor .....	114
Gambar 4. 15 Kolam Renang Pelangi.....	115
Gambar 4. 16 Mapping Uji Transmisi Data didalam Air .....	116
Gambar 4. 17 Skema Uji Transmisi Data didalam Air.....	117

Gambar 4. 18 Tampilan Live Data Uji Transmisi Data didalam Air.....121

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka .....	28
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	68
Tabel 3. 2 Spesifikasi Smartphone .....	68
Tabel 3. 3 Spesifikasi Multimeter Digital Visero DT 830B.....	69
Tabel 3. 4 Spesifikasi Laptop .....	70
Tabel 3. 5 Spesifikasi SONEX Electric Solder .....	71
Tabel 3. 6 Spesifikasi Gateway .....	71
Tabel 3. 7 Spesifikasi LoRa RAY V3 .....	72
Tabel 3. 8 Klasifikasi Kram Otot .....	82
Tabel 4. 1 Data Uji Fungsionalitas Sistem .....	94
Tabel 4. 2 Hasil Wawancara Evaluatif .....	100
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian LOS .....	107
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian NLOS .....	109
Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Ketahanan Baterai .....	112
Tabel 4. 6 Hasil Uji Transmisi Data dipermukaan Air .....	117
Tabel 4. 7 Hasil Uji Transmisi Data didalam Air .....	118

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Script Program.....	126
Lampiran 2 Dokumentasi.....	138

## INTISARI

Kram otot adalah kondisi yang dapat membahayakan keselamatan penyelam karena dapat mengganggu kemampuan mereka untuk berenang dan mengontrol gerakan di dalam air. Kram otot yang sering terjadi pada penyelam adalah pada otot betis (soleus) dan otot paha belakang (hamstring). Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mendeteksi dan memberikan peringatan dini kepada penyelam saat kram otot terjadi, sehingga mereka dapat segera mengambil tindakan pencegahan. Penelitian telah berhasil dibuat sistem deteksi kram otot bagi penyelam berbasis IoT-LoRaWAN. Sistem tersebut telah diuji dengan hasil akurasi sensor sebesar 97%. Hasil pengujian performa LoRa di darat pada kondisi uji LOS (Line of Sight) didapatkan jarak maksimal 1500m dengan SF 12, serta kondisi uji NLOS (Non-Line of Sight) didapatkan jarak maksimal 250m dengan SF 12. Hasil uji transmisi data didalam air didapatkan hasil kedalaman maksimal komunikasi LoRa pada 80cm konfigurasi SF 11 dan 60cm konfigurasi SF 12 dengan jarak 7,9m, serta 60cm konfigurasi SF 11 dan 40cm konfigurasi SF 12 dengan jarak 15,8m. Hasil dari uji LoRa dan uji transmisi data didalam air menunjukkan kemampuan komunikasi antara node dan gateway dalam berbagai kondisi lingkungan, keduanya memiliki persamaan hasil semakin jauh jarak antara node dan gateway maka semakin besar noise dan mengakibatkan nilai SNR dan RSSI menurun. Ketahanan baterai berdasarkan pengukuran untuk baterai power LoRa (6,7V, 6800 mAh) dan penguat sensor (18,67V, 650 mAh) adalah 8 jam, dikarenakan tegangan baterai power LoRa pada jam ke-9 mengalami penurunan dibawah 4,2 V. Sedangkan berdasarkan perhitungan didapatkan hasil baterai power LoRa dapat bertahan 596,5 jam, dan baterai penguat sensor dapat bertahan 47,5 jam.



## ABSTRACT

Muscle cramps are a condition that can endanger a diver's safety because it can interfere with their ability to swim and control movement in the water. Muscle cramps that often occur in divers are in the calf muscles (soleus) and hamstrings. Therefore, a system is needed that can detect and provide early warning to divers when muscle cramps occur, so that they can immediately take preventive action. Research has succeeded in creating a muscle cramp detection system for divers based on IoT-LoRaWAN. This system has been tested with sensor accuracy results of 97%. The results of LoRa performance testing on land in LOS (Line of Sight) test conditions obtained a maximum distance of 1500m with SF 12, and in NLOS (Non-Line of Sight) test conditions obtained a maximum distance of 250m with SF 12. Data transmission test results in water obtained The maximum depth of LoRa communication is 80cm in the SF 11 configuration and 60cm in the SF 12 configuration with a distance of 7.9m, and 60cm in the SF 11 configuration and 40cm in the SF 12 configuration with a distance of 15.8m. The results of the LoRa test and underwater data transmission test show the communication capabilities between the node and gateway in various environmental conditions, both have similar results. The longer the distance between the node and the gateway, the greater the noise and resulting in decreased SNR and RSSI values. Battery life based on measurements for the LoRa power battery (6.7V, 6800 mAh) and sensor amplifier (18.67V, 650 mAh) is 8 hours, because the LoRa power battery voltage at the 9th hour has decreased below 4.2 V. Meanwhile Based on calculations, the LoRa power battery can last 596.5 hours, and the sensor booster battery can last 47.5 hours.

Key Word: Muscle cramps on divers, IoT-LoRaWAN, LOS, NLOS, Spreading Factor