



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEDALAMAN DAN
SUHU AIR PADA KAPAL REMOTE CONTROL BERBASIS
ESP32 DAN KOMUNIKASI LORA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro**

Oleh :

**Arsyad Azharuddin
40040622650039**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEDALAMAN DAN
SUHU AIR PADA KAPAL REMOTE CONTROL BERBASIS
ESP32 DAN KOMUNIKASI LORA**

Diajukan oleh : Arsyad Azharuddin
NIM : 40040622650039

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH :

Dosen Pembimbing,



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.
NIP. 198908202019031012

Tanggal 21 Juli 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Tanggal 28 Juli 2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEDALAMAN DAN SUHU AIR PADA KAPAL REMOTE CONTROL BERBASIS ESP32 DAN KOMUNIKASI LORA

Diajukan oleh : Arsyad Azharuddin
NIM : 40040622650039

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Selasa
Tanggal : 21 Juli 2026

Penguji I



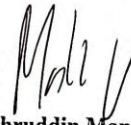
Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.
NIP. 198812282015041002

Penguji II



Arkhan Subari, S.T, M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Penguji III



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.
NIP. 198908202019031012

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T, M.Kom.
NIP. 197710012001121002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arsyad Azharuddin
NIM : 40040622650039
Instansi : Universitas Diponegoro
Fakultas : Sekolah Vokasi
Departemen : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kedalaman Dan Suhu Air Pada Kapal Remote Control Berbasis ESP32 Dan Komunikasi LoRa

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar keahlian di suatu perguruan tinggi, dan merupakan hasil karya saya yang disusun berdasarkan penelitian, pengembangan, serta inovasi yang saya lakukan. Dalam proses penyusunan, saya merujuk pada beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi, seluruh sumber telah dicantumkan secara jelas dalam naskah dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat pelanggaran akademik atau unsur plagiarisi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 serta Undang – Undang yang berlaku.

Semarang, 21 Juli 2026
Yang :


Arsyad Azharuddin
NIM. 40040622650039

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk

1. Kedua orang tua serta kakak yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
2. Penulis sendiri yang telah berjuang dalam menghadapi setiap proses selama masa perkuliahan. Tugas Akhir ini merupakan hasil dari kerja keras, kesabaran, dan semangat untuk terus belajar serta berkembang menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing serta Dosen Wali penulis yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, tenaga pendidik, serta rekan – rekan Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Rekan – rekan Kost Pink yang telah memberikan banyak kenangan, dukungan, bantuan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Serta, Kota Semarang yang menjadi saksi bisu setiap langkah, perjuangan, dan proses yang telah dilalui penulis selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Kondisi perairan seperti sungai, saluran irigasi, dan kolam memerlukan data kedalaman serta suhu air sebagai informasi pendukung dalam kegiatan survei dan perencanaan infrastruktur sumber daya air. Namun, proses pengambilan data secara manual sering kali kurang efektif, terutama pada area perairan yang sulit dijangkau. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang dan dibangun sistem monitoring kedalaman dan suhu air menggunakan kapal remote control berbasis ESP32 dengan komunikasi LoRa. Data hasil pengukuran dikirim secara real-time menggunakan modul LoRa E220-900T22D. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengukur kedalaman air pada rentang 107 – 499 cm dan suhu air pada rentang 24,94 – 29,3°C, dengan jangkauan komunikasi LoRa hingga 400 m serta jangkauan remote control sejauh 64 m. Pengujian pada kondisi air jernih dan air keruh menunjukkan bahwa perbedaan hasil pengukuran relatif kecil, dengan rata-rata akurasi sensor JSN-SR04T sebesar 86,45% pada air jernih dan 82,95% pada air keruh, serta sensor DS18B20 sebesar 98,57% pada air jernih dan 97,87% pada air keruh. Secara keseluruhan, sistem mampu melakukan monitoring kondisi perairan dengan baik dan dapat menjadi alternatif pengambilan data yang lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci: monitoring perairan, kedalaman air, suhu air, ESP32, LoRa

ABSTRACT

Water bodies such as rivers, irrigation channels, and ponds require water depth and temperature data to support survey activities and water resources infrastructure planning. However, manual data collection is often inefficient, particularly in areas that are difficult to access. To address this issue, a water depth and temperature monitoring system using an ESP32-based remote control boat with LoRa communication was designed and developed. Measurement data were transmitted in real-time using the LoRa E220-900T22D module. The test results showed that the system was capable of measuring water depths ranging from 107 to 499 cm and water temperatures ranging from 24.94 to 29.31°C, with an effective LoRa communication range of up to 400 m and a remote control operating range of 64 m. Testing under both clear and turbid water conditions showed only minor differences in measurement results, with the JSN-SR04T sensor achieving an average accuracy of 86.45% in clear water and 82.95% in turbid water, while the DS18B20 sensor achieved an average accuracy of 98.57% in clear water and 97.87% in turbid water. Overall, the proposed system was able to monitor water conditions effectively and can serve as a more effective alternative to conventional water data collection methods.

Keywords: water monitoring, water depth, water temperature, ESP32, LoRa

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan sekaligus menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KEDALAMAN DAN SUHU AIR PADA KAPAL REMOTE CONTROL BERBASIS ESP32 DAN KOMUNIKASI LORA”** sebagai salah satu syarat bagi penulis dalam menyelesaikan program studi Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro.

Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah kreativitas dan pengetahuan yang baik bagi penulis maupun pembaca laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam tersusunnya laporan ini dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

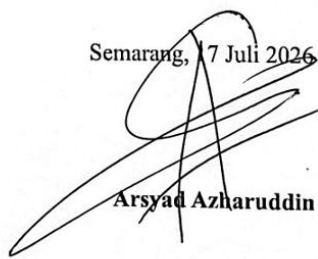
1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Keluarga tercinta yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing serta Dosen Wali yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
6. Rekan – rekan mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Industri angkatan 2022 yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh pihak yang telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis selama menempuh pendidikan, yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, doa,

semangat, serta pelajaran berharga hingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

8. Provinsi Jawa Tengah, yang telah memberikan begitu banyak pengalaman, pembelajaran, dan cerita berharga. Terima kasih telah menjadi bagian penting dari perjalanan hidup penulis dalam bertumbuh, berproses, serta mengukir banyak kenangan yang akan selalu dikenang dalam perjalanan hidup penulis.

Usaha terbaik dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran, dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi kita semua, serta dapat menjadi salah satu sumber informasi yang berguna dan memberikan kontribusi, baik dalam bidang akademik maupun pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga Allah SWT senantiasa memberkati usaha yang kita lakukan, aamiin.

Semarang, 17 Juli 2026



Arsyad Azharuddin

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.4.1 Bagi Penulis	3
1.4.2 Bagi Mahasiswa dan Pembaca	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Tugas Akhir	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Sistem Monitoring	8

2.2.2	Remote Control	8
2.2.3	Global Positioning System (GPS).....	9
2.2.4	Mikrokontroler	10
2.2.5	Komunikasi LoRa	12
2.2.6	Antenna LoRa	14
2.2.7	Sensor JSN-SR04T	15
2.2.8	Sensor DS18B20	19
2.2.9	Modul GPS NEO-7M.....	20
2.2.10	LoRa E220-900T22D.....	21
2.2.11	Display LCD (Liquid Crystal Display)	22
2.2.12	Sistem Catu Daya.....	23
2.2.13	Analisis Perhitungan	25
2.2.14	Arduino IDE.....	27
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....		28
3.1	Metode Penyusunan	28
3.2	Gambaran Umum Sistem	29
3.3	Diagram Blok Sistem	29
3.4	Wiring Diagram.....	31
3.4.1	Wiring Transmitter	31
3.4.2	Wiring Receiver	32
3.5	Desain 3D Alat	33
3.6	Flowchart	36
3.6.1	Flowchart Transmitter	36
3.6.2	Flowchart Receiver	37
3.7	Perhitungan dan Estimasi Daya	38

3.7.1	Durasi Operasi Kapal	38
3.7.2	Durasi Operasi Transmitter	38
3.7.3	Durasi Operasi Receiver	39
BAB IV PEMBUATAN ALAT		41
4.1	Pembuatan Perangkat Keras.....	41
4.1.1	Alat dan Bahan.....	41
4.1.2	Pembuatan Perangkat Elektrik	43
4.1.3	Pembuatan Perangkat Mekanik.....	47
4.2	Pembuatan Perangkat Lunak.....	50
4.2.1	Pembuatan Program Pada Arduino IDE.....	50
4.2.2	Pembuatan Program Transmitter.....	51
4.2.3	Pembuatan Program Receiver	58
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA.....		67
5.1	Pengukuran dan Pengujian.....	67
5.1.1	Tujuan dan Parameter Pengujian.....	67
5.1.2	Prosedur dan Lingkungan Pengujian	68
5.1.3	Pengujian Komunikasi LoRa	70
5.1.4	Pengujian Jarak Remote Control.....	73
5.1.5	Pengujian Modul Global Positioning System	74
5.1.6	Pengujian Sistem Pada Kondisi Air Jernih	76
5.1.7	Pengujian Sistem Pada Kondisi Air Keruh	84
5.2	Analisa Sistem.....	91
5.2.1	Analisa Pengukuran Kedalaman Air	91
5.2.2	Analisa Kondisi Air Jernih dan Keruh	92
5.2.3	Analisa Pengukuran Suhu Air	93

5.2.4	Analisa Komunikasi Data dan Posisi Pengukuran	94
5.2.5	Analisa Kinerja Sistem Secara Keseluruhan.....	94
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		96
6.1	Kesimpulan	96
6.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Remote Control 2.4 GHz.....	8
Gambar 2. 2 Ilustrasi Cara Kerja GPS	10
Gambar 2. 3 Pin Out ESP32 Dev Kit V1	11
Gambar 2. 4 Arsitektur LoRaWAN	13
Gambar 2. 5 Antenna Sucker	14
Gambar 2. 6 Antenna Rubber.....	15
Gambar 2. 7 Sensor JSN-SR04T.....	16
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Menggunakan Metode Time of Flight (ToF)	17
Gambar 2. 9 Susunan Pin Sensor JSN-SR04T.....	17
Gambar 2. 10 Diagram Pewaktuan JSN-SR04T	18
Gambar 2. 11 Arah pancaran JSN-SR04T	19
Gambar 2. 12 Sensor DS18B20	19
Gambar 2. 13 Modul GPS NEO-7M.....	21
Gambar 2. 14 Modul LoRa E220-900T22D	22
Gambar 2. 15 Modul LCD 20 x 4 I2C	23
Gambar 2. 16 Baterai Li-Ion (Lithium-Ion).....	24
Gambar 2. 17 Modul Charger TP-4056	24
Gambar 2. 18 Modul Step-Down XL4015.....	25
Gambar 2. 19 Logo Software Arduino IDE	27
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3. 2 Wiring Transmitter	31
Gambar 3. 3 Wiring Receiver.....	32
Gambar 3. 4 3D Transmitterr Pada Lambung Kapal.....	33
Gambar 3. 5 3D Receiver.....	33
Gambar 3. 6 3D Kapal Sisi Kiri	34
Gambar 3. 7 3D Kapal Sisi Depan	34
Gambar 3. 8 3D Kapal Sisi Kanan	34
Gambar 3. 9 3D Kapal Sisi Belakang	35
Gambar 3. 10 3D Kapal Sisi Atas	35

Gambar 3. 11 Flowchar Transmitter	36
Gambar 3. 12 Flowchart Receiver	37
Gambar 4. 1 Layout PCB Receiver.....	43
Gambar 4. 2 Layout PCB Transmitter.....	44
Gambar 4. 3 Proses Etching	45
Gambar 4. 4 Hasil Cetak PCB.....	45
Gambar 4. 5 Penyolderan PCB	46
Gambar 4. 6 Komponen Yang Terpasang Pada Transmitter	47
Gambar 4. 7 Komponen Yang Terpasang Pada Receiver.....	47
Gambar 4. 8 Pemotongan Akrilik.....	48
Gambar 4. 9 Pendempulan Body Kapal	49
Gambar 4. 10 Pengecetan Bagian Body Bawah Kapal	49
Gambar 4. 11 Tampilan Awal Software Arduino IDE.....	50
Gambar 4. 12 Pemilihan Board dan Port	51
Gambar 4. 13 Inisialisasi Library dan Konfigurasi Pin Transmitter	51
Gambar 4. 14 Deklarasi Komunikasi Serial dan Inisialisasi Objek Library	52
Gambar 4. 15 Pengaturan Interval Pembacaan Sensor dan Pengiriman Data.....	52
Gambar 4. 16 Deklarasi Variabel Global Sistem Transmitter	53
Gambar 4. 17 Konfigurasi Parameter Pengukuran Sensor dan Zona Waktu	53
Gambar 4. 18 Inisialisasi Sistem Transmitter pada Fungsi setup().....	54
Gambar 4. 19 Fungsi loop() untuk Pembacaan Sensor dan Pengiriman Data	54
Gambar 4. 20 Fungsi feedGPS() untuk Pembaruan Data GPS	55
Gambar 4. 21 Fungsi readGPS() untuk Pembacaan Data GPS	55
Gambar 4. 22 Fungsi Pembacaan Sensor dan Filter Median JSN-SR04T	56
Gambar 4. 23 Fungsi Pembacaan dan Validasi Data Kedalaman	56
Gambar 4. 24 Fungsi Pembacaan Suhu Menggunakan Sensor DS18B20	57
Gambar 4. 25 Fungsi Penyusunan dan Pengiriman Paket Data LoRa	57
Gambar 4. 26 Konfigurasi Library dan Definisi Pin Receiver.....	58
Gambar 4. 27 Inisialisasi Objek dan Variabel Receiver.....	59
Gambar 4. 28 Deklarasi Variabel Data Sensor pada Program Receiver	59
Gambar 4. 29 Pengaturan Waktu Timeout dan Refresh LCD	60

Gambar 4. 30 Inisialisasi Sistem pada Fungsi setup()	60
Gambar 4. 31 Proses Utama pada Fungsi loop()	61
Gambar 4. 32 Fungsi Pembacaan Tombol pada Receiver.....	62
Gambar 4. 33 Fungsi Parsing Data yang Diterima dari LoRa	62
Gambar 4. 34 Proses Pengolahan Data GPS pada Fungsi parsePacket().....	63
Gambar 4. 35 Proses Pengolahan Data Sensor JSN-SR04T	63
Gambar 4. 36 Proses Pengolahan Data Sensor DS18B20.....	64
Gambar 4. 37 Fungsi Pemilihan Halaman Tampilan LCD	64
Gambar 4. 38 Fungsi Menampilkan Teks di Tengah LCD.....	64
Gambar 4. 39 Fungsi Menampilkan Label dan Nilai pada LCD	65
Gambar 4. 40 Fungsi Tampilan Halaman Status pada LCD	65
Gambar 4. 41 Fungsi Tampilan Halaman Posisi Kapal pada LCD	65
Gambar 5. 1 Titik Awal Receiver	71
Gambar 5. 2 Titik Akhir Online	71
Gambar 5. 3 Titik Akhir Offline.....	71
Gambar 5. 4 Titik Koordinat Pengujian LoRa	72
Gambar 5. 5 Lokasi Pengujian	73
Gambar 5. 6 Titik Koordinat Pengujian Remote Control	74
Gambar 5. 7 Titik Koordinat Pengujian Moodul Global Positioning System	75
Gambar 5. 8 Sebaran Titik Pengukuran Pada Kolam Diponegoro Satu	76
Gambar 5. 9 Grafik Pengujian Pada Kolam Diponegoro Satu	78
Gambar 5. 10 Sebaran Titik Pengukuran Pada Kolam Diponegoro Dua.....	79
Gambar 5. 11 Grafik Pengujian Pada Kolam Diponegoro Dua	81
Gambar 5. 12 Sebaran Titik Pengukuran Pada Kolam Kos	82
Gambar 5. 13 Grafik Pengujian Pada Kolam Kos	84
Gambar 5. 14 Sebaran Titik Pengukuran Pada Kolam Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro	85
Gambar 5. 15 Grafik Pengujian Pada Kolam Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro	87
Gambar 5. 16 Sebaran Titik Pengukuran Pada Kolam Taman Rumah Kit	88
Gambar 5. 17 Grafik Pengujian Pada Kolam Taman Rumah Kita.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Komponen	30
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mesin Kapal RC (Datasheet)	38
Tabel 3. 3 Spesifikasi Perangkat Transmitter (Datasheet)	38
Tabel 3. 4 Penyesuaian Tegangan	39
Tabel 3. 5 Spesifikasi Perangkat Receiver (Datasheet).....	39
Tabel 3. 6 Penyesuaian Tegangan	40
Tabel 4. 1 Keperluan Bahan	41
Tabel 4. 2 Keperluan Alat.....	42
Tabel 5. 1 Pengujian Komunikasi LoRa	70
Tabel 5. 2 Pengujian Remote Control	73
Tabel 5. 3 Pengujian Kesesuaian Koordinat	74
Tabel 5. 4 Kolam Diponegoro Satu.....	77
Tabel 5. 5 Kolam Diponegoro Dua	80
Tabel 5. 6 Kolam Kos.....	83
Tabel 5. 7 Kolam Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro	86
Tabel 5. 8 Kolam Taman Rumah Kita Universitas Diponegoro	89
Tabel 5. 9 Perbandingan Kedalaman Aktual dan Hasil Pengukuran Sensor.....	91
Tabel 5. 10 Perbandingan Pengukuran pada Kondisi Air Jernih dan Air Keruh...	92
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Suhu.....	93
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Kinerja Sistem	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wiring Diagram	101
Lampiran 2 Program Transmitter	102
Lampiran 3 Program Receiver	108
Lampiran 4 Datasheet ESP32 Dev Kit V1	113
Lampiran 5 Datasheet Sensor JSN-SR04T	114
Lampiran 6 Datasheet Sensor DS18B20.....	114
Lampiran 7 Datasheet LoRa E220-900T22D	115
Lampiran 8 Datasheet Modul GPS NEO-7M	115
Lampiran 9 Surat Izin Pengujian Kolam FEB UNDIP	116
Lampiran 10 Surat Izin Pengujian Kolam Renang Diponegoro	117
Lampiran 11 Data Kolam Diponegoro Satu.....	121
Lampiran 12 Data Kolam Diponegoro Dua	122
Lampiran 13 Data Kolam Kos	123
Lampiran 14 Data Kolam FEB UNDIP	124
Lampiran 15 Data Kolam Taman Rumah Kita FSM UNDIP	125
Lampiran 16 Dokumentasi.....	126