



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI - ELEKTRONIKA**

**RANCANG BANGUN MONITORING HUJAN, KECEPATAN ANGIN  
DAN TANAH LONGSOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*(IOT)**

**Dwi Darmawan  
NIM 1612219**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Eng.Aryuanto Soetedjo, ST.,MT.  
Sotyohadi.ST.,MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Agustus 2020**

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	Dwi Darmawan
NIM	1612219
Jurusan / Peminatan	Teknik Elektro S-1/Elektronika
ID KTP / Paspor	NIK. 3579012807980003
Alamat	Jl Lahor, Perum Lahor Agung no A9, RT 03 RW 12 Pesanggrahan, Batu
Judul Skripsi	Rancang Bangun Monitoring Hujan, Kecepatan Angin dan Tanah Longsor Berbasis Internet of Things(IOT)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 22 September 2020

Yang membuat pernyataan



5000  
RUPIAH

Dwi Darmawan

1612219

**RANCANG BANGUN MONITORING HUJAN,  
KECEPATAN ANGIN DAN TANAH LONGSOR  
BERBASIS INTERNET OF THINGS(IOT)**

**SKRIPSI**

oleh:  
**Dwi Darmawan**  
**1612219**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Elektronika  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Dsetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST., MT

NIP. Y. 1030800417

Sotyo Hadi, ST., MT

NIP. Y. 1039700309

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Eng. Komang Somawirata, ST., MT

NIP. P. 1030100361

MALANG  
September, 2020



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

PERKUMPULAN PEMERINTAH PERDIKDIK UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Jalan  
No. 1  
Telp. (041) 4211111

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa	Dwi Darmawan
NIM	1612219
Program Studi	Teknik Elektro S-1
Peminatan	Teknik Elektronika
Masa Bimbingan	Semester Genap 2019-2020
Judul Skripsi	<b>Rancang Bangun Monitoring Hujan, Kecepatan Angin dan Tanah Longsor Berbasis Internet of Things(IOT)</b>
Diperlihatkan dihadapan (S-1) Pada	Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
Hari	Selasa
Tanggal	4 Agustus 2020
Nilai	85,75 (A) <i>f</i>

Panitia Ujian Skripsi

**Ketua Majelis Penguji**

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

**Sekretaris Majelis Penguji**

Sotyo Hadi, ST., MT  
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

**Dosen Penguji I**

M. Ibrahim Ashari, ST., MT  
NIP. P. 1030100358

**Dosen Penguji II**

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361



# **Rancang Bangun Monitoring Hujan, Kecepatan Angin dan Tanah Longsor Berbasis *Internet Of Things* (IOT)**

**Dwi Darmawan**

**NIM : 16.12.219**

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang  
E-mail : [darmawa.dwi@gmail.com](mailto:darmawa.dwi@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Skripsi ini membahas tentang alat yang dapat memonitoring hujan, kecepatan angin dan tanah longsor secara real-time dan bersamaan di suatu lokasi. Hujan lebat yang terjadi bisa menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan salah satunya tanah longsor yang bisa menimbulkan korban jiwa. Hujan yang terjadi juga sering diikuti angin yang kencang yang dapat membahayakan pengendara yang bisa menyebabkan kecelakaan. Pengukuran di lapangan sering sekali sulit dilakukan secara manual oleh manusia, untuk itu dibutuhkan alat yang bisa melakukan pengukuran secara real-time dan memonitoring beberapa kejadian secara bersamaan.

Dari permasalahan tersebut dirancanglah alat untuk mendeteksi hujan, kecepatan angin dan tanah longsor yang bisa menggantikan manusia. Dengan menerapkan Internet of Things (IoT) bisa memonitor keadaan alam tersebut setiap saat. Dengan menggunakan sensor raindrop untuk deteksi hujan, sensor anemometer untuk deteksi kecepatan angin, dan juga MPU6050, soil moisture untuk deteksi longsor dan interface berupa grafik bisa diakses melalui web Thingspeak. Nantinya kita bisa membuat kesimpulan apa yang terjadi di lokasi yang di monitoring dari nilai sensor yang terbaca. Dari data tersebut bisa disimpulkan bencana apa yang terjadi di lokasi tersebut dan menjadikan sebuah peringatan untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan seperti tanah longsor yang bisa menelan korban jiwa dan kerusakan harta benda dan angin kencang yang mengganggu pengguna jalan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan sensor bisa mendeteksi terjadinya hujan, kecepatan angin dan tanah longsor. Kedua node bisa mengirim nilai sensor ke sink tetapi jarak pengiriman data dari node ke sink masih terbilang pendek yaitu 9 meter. Nilai sensor yang dikirimkan dari setiap node berhasil dikirim ke cloud Thingspeak setiap 30 detik sekali yang menandakan masih adanya delay.

***Kata Kunci*** : Hujan, Kecepatan angin , Tanah Longsor , IoT, Thingspeak

# **Building Design Monitor Rain, Wind Speed and Landslides Based on *Internet of Things (IoT)***

**Dwi Darmawan**

**NIM : 16.12.219**

Concentration in Electronic Engineering, Department of Electrical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology, Malang National Institute of Technology Jl.

Raya Karanglo Km 2 Malang

E-mail : [darmawa.dwi@gmail.com](mailto:darmawa.dwi@gmail.com)

## **ABSTRACT**

This thesis discussed about device that could monitor, rain wind speed and landslides in real-time and simultaneously in a location. Heavy rains happened can had a negative impact on the environment one of the landslides that could result in casualties. Rain also often followed strong wind to endanger the passers-by accident could result. Measurements in a lot difficult field manually by man, therefore it is need a are you can with assessing the in real-time and monitor instances simultaneously.

Of the problem in would design instrument for detecting, rain wind speed and landslides that could replace humans. By applying internet of things(IoT)can monitor the state of nature are all the time. By means of sensors raindrop rain for the detection, for the detection of wind speed sensors anemometer, and also mpu6050, soil moisture cracking off interface for the detection of charts can be thingspeak via web access. In the future we can make conclusion what is going on in the monitoring of the sensor that reads. From the data can be concluded disaster what happened in the location and make a warning to avoid events not want as landslides can claimed lives and property damage and strong wind bothers road users.

From the tests carried out a sensor can detect the rain , wind speed and landslides .Both nodes could send the value of censorship to sink data transmission but distance from a node to sing still short that is 9 meters. The sensors transmitted from any nodes successfully sent to cloud thingspeak every 30 seconds once signifying there are still delay.

***Keywords:*** *Rain, Landslides, Wind speed, IoT, Thingspeak*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Berkah dan Rahmat Allah SWT karena atas ridho-Nya lah penyusunan Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Tujuan dari penyusunan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2019-2020. Proses pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta banyak saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan, kesabaran serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral, doa serta semangat dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang.
4. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
6. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dosen pembimbing I.
7. Bapak Sotyohadi, ST., MT. selaku Dosen pembimbing II.
8. Seluruh teman –teman di kampus ITN Teknik Elektro angkatan 2016.

Penulis menyadari tanpa dukungan dan bantuan mereka semua penyelesaian skripsi ini tidak bisa tercapai dengan baik. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun pihak lain serta rekan-rekan dan adik-adik mahasiswa Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang pada umumnya.

Malang, Februari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK.....	5
ABSTRACT .....	6
KATA PENGANTAR.....	7
BAB I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Metodologi Pemecahan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 IoT ( <i>Internet of Things</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Cara Kerja IoT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 ThingSpeak.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 Protokol HTTP .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4 Protokol MQTT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Wireless sensor network.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Topologi pada Wireless sensor network (WSN).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Hujan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Tanah Longsor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Jenis-jenis Tanah Longsor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Kecepatan angin .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Mikrokontroler Atmega 328P..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 ESP 8266 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Modul Wireless nRF24L0 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 Sensor FC-37 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10 Anemometer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11 Sensor YL-69.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12 Sensor MPU6050.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERANCANGAN SISTEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Pedahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Perancangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Keterangan Komponen Alat ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Prinsip Kerja Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



3.5	Perancangan Perangkat Keras..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1	Perancangan Raindrop Sensor	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2	Perancangan Soil moisture Sensor	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3	Perancangan Anemometer....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4	Perancangan Accelerometer.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.5	Perancangan NRF24L01 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.6	Perancangan esp8266 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.7	Perancangan Server .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.8	Perancangan Node sensor (1 dan 2)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Perancangan Perangkat Lunak.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Flowchart .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Implementasi dan Pengujian Sistem	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Perangkat Keras( <i>Hardware</i> )....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Perangkat Lunak (Software) pada Arduino IDE	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Mekanik Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5	Analisa dan Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6	Pengujian Raindrop Sensor....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.1	Peralatan yang digunakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.2	Langkah-langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.3	Hasil Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.3.1	Hasil Pengujian pada sensor raindrop node 1	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.3.2	Hasil Pengujian pada sensor raindrop node 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.4	Analisa Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7	Pengujian Anemometer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.1	Peralatan yang digunakan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.2	Langkah-langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3	Hasil Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3.1	Pengujian anemometer pada node 1	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3.2	Pengujian anemometer pada node 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.4	Analisa Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8.1	Peralatan yang digunakan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8.2	Langkah-Langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8.3	Hasil Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8.3.1	Percobaan sensor YL-69 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8.4	Analisa Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9	Pengujian sensor MPU6050 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.1	Peralatan yang digunakan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.2	Langkah-Langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.3	Hasil Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.9.3.1	Percobaan pada sensor mpu6050 node 1	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.3.2	Percobaan pada sensor mpu6050 node 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.4	Analisa Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10	Pengujian NRF24L01 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10.1	Peralatan yang digunakan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10.2	Langkah-Langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10.3	Hasil Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10.3.1	Pengujian jarak terjauh dari NRF24L01	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10.4	Analisa Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11	Pengujian esp8266 Cloud Iot Thingspeak	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11.1	Peralatan yang digunakan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11.2	Langkah-Langkah yang dilakukan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11.3	Hasil Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11.4	Analisa Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Contoh *remote control* dengan konsep IoT **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2 Contoh IoT dalam kehidupan dan elemennya **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3 Gambaran sistem ThingSpeak **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4 Halaman utama Thingspeak **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5 Mekanisme Wireless Sensor Network **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6 Topologi Star ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7 Topologi peer to peer ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8 Topologi Tree..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 9 Topologi Mesh ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 10 Longsor Translasi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 11 Longsor Rotasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 12 Longsor Pergerakan Blok **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 13 Longsor Runtuhan Bantuan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 14 Longsor Rayapan Tanah . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 15 Longsor Aliran bahan Rombakan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 16 Arduino Uno ATmega328P **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 17 ESP8266..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 18 nRF24L0 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 19 Sensor FC-37 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 20 Cup Anemometer ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 21 Sensor MOC70T3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 22 Anemometer Cup ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 23 Sensor Soil Moisture ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 24 Sensor MPU6050 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 
- Gambar 3. 1 Blok diagram sistem ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Blok diagram alat..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 Wiring FC-37 ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Wiring YL-39 ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 5 Wiring Anemometer ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 6 Wiring accelerometer MPU 6050 ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 7 Wiring NRF24l01 ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 8 Wiring ESP8266 ke Arduino Uno **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 9 Wiring rangkaian server(sink) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 10 Wiring rangkaian server(sink) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 11 Software Arduino IDE .... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4. 1 Sink node ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 node 1(kanan) dan node 2(kiri)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Program sink atau *receiver* data pada *software* pada Arduino IDE ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Program node 1 pada *software* pada Arduino IDE**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Program node 2 pada *software* pada Arduino IDE**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Tempat percobaan atau simulasi lereng**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 pengujian sensor raindrop . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8 Percobaan ke 1 node 1 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9 Percobaan ke 1 node 1 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10 Percobaan ke2 node 1 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 11 Percobaan ke 2 node 1 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 12 Percobaan ke 3 node 1 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 13 Percobaan ke 3 node 1 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 14 Percobaan ke 4 node 1 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 15 Percobaan ke 4 node 1 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 16 Percobaan ke 1 node 2 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 17 Percobaan ke 1 node 2 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 18 Percobaan ke 2 node 2 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 19 Percobaan ke 2 node 2 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 20 Percobaan ke 3 node 2 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 21 Percobaan ke 3 node 2 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 22 Percobaan ke 4 node 2 serial monitor Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 23 Percobaan ke 4 node 2 pada gelas ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 24 Pengujian Anemometer... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 25 percobaan sensor anemometer dengan dengan kecepatan 1(kipas angin)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 26 Tampilan serial monitor arduino dengan kecepatan 1(kipas angin) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 27 Percobaan sensor anemometer dengan dengan kecepatan 2(kipas angin)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 28 Tampilan serial monitor arduino dengan kecepatan 2(kipas angin) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 29 percobaan sensor anemometer dengan dengan kecepatan 1(kipas angin)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 30 Tampilan serial monitor arduino dengan kecepatan 1(kipas angin) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 31 percobaan sensor anemometer dengan dengan kecepatan 2(kipas angin)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 32 Tampilan serial monitor arduino dengan kecepatan 2(kipas angin) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 33 Pengujian sensor YL-69 degan sensor kelembaban konvensional ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 34 permandingan dengan alat ukur kelembaban tanah(keadaan kering) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 35 Serial monitor arduino sensor kelembaban tanah(keadaan kering) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 36 permandingan dengan alat ukur kelembaban tanah(keadaan lembab) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 37 Serial monitor arduino sensor kelembaban tanah(keadaan lembab) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 38 permandingan dengan alat ukur kelembaban tanah(keadaan basah) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 39 Serial monitor arduino sensor kelembaban tanah(keadaan basah) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 40 percobaan sensor pada posisi 10 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 41 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 10 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 42 percobaan sensor pada posisi 50 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 43 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 50 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 44 percobaan sensor pada posisi 80 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 45 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 80 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 46 percobaan sensor pada posisi 100 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 47 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 100 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 48 percobaan sensor pada posisi 0 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 49 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 0 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 50 percobaan sensor pada posisi 20 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 51 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 20 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 52 percobaan sensor pada posisi 30 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 53 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 30 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 54 percobaan sensor pada posisi 90 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 55 Serial monitor arduino pada saat posisi sensor 90 derajat**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 56 Percobaan pada jarak 3 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 57 Serial monitor arduino pada jarak 3 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 58 Percobaan pada jarak 6 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 59 Serial monitor arduino pada jarak 6 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 60 Percobaan pada jarak 9 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 61 Serial monitor arduino pada jarak 6 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 62 Percobaan pada jarak 11 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 63 Serial monitor arduino pada jarak 11 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 64 Percobaan pada jarak 13 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 65 Serial monitor arduino pada jarak 13 meter**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 66 Percobaan keseluruhan alat pada cloud Iot thingspeak**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Kecepatan angin pada 1 januari 2020 s/d 31 januari 2020 oleh BMKG, Stasiun Klimatologi Malang ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 2 Spesifikasi Atmega328P..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 3 Spesifikasi Anemometer Cup depoinovasi**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 1 Konfigurasi pin FC-37 dengan Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2 Konfigurasi pin YL-39 dengan Arduino Uno**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 3 Konfigurasi pin anemometer dengan Arduino Uno**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 4 Konfigurasi pin accelerometer MPU 6050 dengan Arduino Uno ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 5 Konfigurasi pin NRF24101 dengan Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 6 Konfigurasi pin ESP8266 dengan Arduino**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Nilai kalibrasi sensor dengan alat ukur      **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Hasil Pengujian sensor FC-37(raindrop sensor) pada node 1**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Hasil Pengujian sensor FC-37(raindrop sensor) pada node 2**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Anemometer pada node 1**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Anemometer pada node 2**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 konversi nilai sensor YL-69.. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 hasil percobaan sensor YL-69 pada node 1 dan 2**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 8 hasil percobaan sensor MPU6050 node 1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 9 hasil percobaan sensor MPU6050 node 2 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 10 percobaan pengukuran jarak terjauh nrf24l01 pada node 1 dan 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 11 Nilai sensor pada node 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 12 Nilai sensor pada node 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**