



**PROTOTYPE ALAT PENGUKUR INTENSITAS HUJAN
OTOMATIS TIPE *TIPPING BUCKET* BERBASIS *IoT***

TUGAS AKHIR

Oleh

Akhmad Arisandi

NIM 151903102012

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PROTOTYPE ALAT PENGUKUR INTENSITAS HUJAN
OTOMATIS TIPE *TIPPING BUCKET* BERBASIS *IoT***

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III (D3)
dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh

Akhmad Arisandi

NIM 151903102012

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah dan ridhoNYA atas terselesaikannya tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Semoga bekal ilmu yang penulis dapatkan bisa bermanfaat bagi penulis maupun bagi yang membaca kelak. Dengan segala kerendahan hati, sebagai tanda bukti hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga atas kasih sayang dan segala dukungannya, maka penulis persembahkan karya kecil ini kepada:

1. Kedua Orang Tua Tersayang Ibunda Maria Ulfa dan Ayahanda Junaedi yang telah memberikan, mendukung dan melakukan segalanya untuk saya.
2. Ilham Rhamadani adikku tersayang yang selalu ingin dibimbing.
3. Keluarga besar Bani Tayyib yang memberikan dukungan dan semangatnya agar terus berjuang demi pendidikan yang layak.
4. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi.
5. Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T., dan Bapak Abdur Rohman, S.T., M.AGr, Phd selaku pembimbing yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabatku yang selalu memotivasi dan menemani ngopi M. Ilman Bachtiar, Rifki Afkar, Dainova Putra, serta penghuni kontrakan kamar atas Iqbal Ali Fawazahi Aji Yugo Pamungkas, Bayu Maulana, Rendy Setyono, Maulana Yusuf, Muhamad Agung Pamungkas, Rijal Al Kautsar Muluk, Marlisa Kurniawati, Lailita Nurul Fajrin yang selalu memberi dukungan selama masa perkuliahan ini.
7. Dulur Seniman Listrik'15 Indonesia, D15TORSI'15 dan UKM-O Voli yang selalu menemani, memotivasi dan memberi semangat kepada penulis selama masa perkuliahan ini karena tanpa kalian penulis tidak akan bisa apa-apa.
8. Almamater Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Sebaik-baik manusia diantaramu adalah yang paling banyak manfaatnya bagi orang lain.”

(HR. Bukhari)

”Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang.”

(HR. Turmudzi)

“Amalkan ilmu mu agar tumbuh ilmu-ilmu yang baru”

-Junaedi-

“Apapun keadaanmu saat ini Sholat lah, dengan sholat kamu akan merasa lebih baik.”

-Akhmad Arisandi-

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Akhmad Arisandi

NIM : 151903102012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Januari 2019

Yang menyatakan,

Akhmad Arisandi
NIM 151903102012

TUGAS AKHIR

**PROTOTIPE ALAT PENGUKUR INTENSITAS HUJAN OTOMATIS
TIPE *TIPPING BUCKET* BERBASIS *IoT***

Oleh

Akhmad Arisandi

NIM 151903102012

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dodi Setiabudi, S.T., M.T.,

Dosen Pembimbing Anggota : Abdur Rohman, S.T., M.AGr, Phd

PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**PROTOTYPE ALAT PENGUKUR INTENSITAS HUJAN OTOMATIS TIPE *TIPPING BUCKET* BERBASIS *IoT***” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 24 Januari 2019

Tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.,
NIP. 19840531 200812 1 004

Abdur Rohman, S.T., M.AGr, Phd
NIP. 760017221

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Alfredo Bayu Satriya, S.T., M.T.,
NIP. 19890519 201504 1 001

Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T.,
NIP. 760014640

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*; Akhmad Arisandi, 151903102012; 2019

Lamanya musim hujan dan musim kemarau di Indonesia sulit untuk diperkirakan, sedangkan musim hujan selalu lebih lama dari musim panas. Curah hujan adalah ketinggian air yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak meresap dan tidak mengalir. Sedangkan intensitas hujan merupakan curah hujan dalam satuan waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam.

Data hasil curah hujan digunakan untuk mendeteksi atau menghitung tinggi hujan yang turun pada permukaan bumi sehingga dapat dilakukan mitigasi lebih dini untuk mencegah bencana banjir. Apabila nantinya data intensitas hujan yang terkirim cukup tinggi maka dapat dilakukan pencegahan bencana banjir seperti membuat irigasi atau melakukan penghijauan.

Alat pengukur intensitas hujan otomatis tipe *Tipping Bucket* bekerja seperti jungkat jungkit yang bergantian untuk menampung air hujan, dimana pada setiap jungkitan dihitung berapa tinggi hujan maksimum yang dapat menampung air hujan sehingga terjungkit. Apabila air pada *bucket* terjungkit maka penghalang akan melewati sensor sehingga sensor akan *counting*. Pada penelitian kali ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler. Untuk sensor yaitu menggunakan sensor photo – interrupter yang berfungsi mendeteksi ada tidaknya halangan yg berada diantara *transmitter* dan *receiver* untuk mendapatkan keadaan 0 dan 1. Untuk tampilan intensitas hujan yaitu menggunakan LCD serta tampilan grafik pada aplikasi thingspeak di android. Alat ini memanfaatkan jaringan internet (*IoT*) untuk pengiriman data secara otomatis sehingga menggunakan komponen ESP 8266 sebagai media telemetri yang nantinya bisa dilihat pada tampilan thingspeak android tinggi air hujan yang turun pada permukaan bumi.

SUMMARY

Prototype IoT-Based Tipping Bucket Type Rainfall Intensity Measuring Instrument; Akhmad Arisandi, 151903102012; 2019

The length of the rainy season and dry season in Indonesia is difficult to predict, while the rainy season is always longer than summer. Rainfall is the height of water collected in a flat, not permeated and does not flow. While the rainfall intensity is rainfall in a certain time unit which is usually expressed in mm / hour.

Rainfall data is used to detect or calculate the height of rain that falls on the surface of the earth so that mitigation can be done earlier to prevent floods. If later the data on the intensity of the rain sent is high enough, flood prevention can be carried out such as making irrigation or reforestation.

Automatic rain intensity measuring device type *Tipping Bucket* works like a tipping bucket that takes turns to hold rain water, where at each turn is calculated how much the maximum rain can hold rain water so that it tumbles. When the water on the *bucket* is tipped over, the barrier will pass through the sensor so that the sensor will be counting. In this study using Arduino as a microcontroller. For sensors, namely using a photo sensor - interrupter which functions to detect the presence or absence of obstacles between the transmitter and receiver to get the 0 and 1 conditions. For the display of rain intensity that is using LCD and graphical display on thingspeak application on android. This tool utilizes the internet network (IoT) for sending data automatically so that it uses the ESP 8266 component as a telemetry medium which can later be seen in the appearance of thingspeak android high in the rain water that falls on the surface of the earth.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak yang turut memberikan motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua tersayang Junaedi dan Maria Ulfa yang telah memberikan segalanya dan membesarkan saya dengan baik.
2. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Bambang Srikaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
4. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si selaku Ketua Program Studi D3 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar dan memberikan arahan yang tepat dalam pembuatan alat skripsi ini.
6. Bapak Abdur Rohman, S.T., M.AGr, Phd selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan sebaik-baiknya dalam pembuatan alat skripsi ini.
7. Bapak Alfredo Bayu Satriya, S.T., M.T., selaku dosen penguji utama dan bapak Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
8. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang juga telah membantu dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini.
9. Para teknisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir ini.

10. Kepada teman-teman D3 Teknik Elektro saya ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya karena telah membantu dan berjuang bersama-sama mulai dari semester 1 sampai sekarang.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, 24 Januari 2019

Penulis

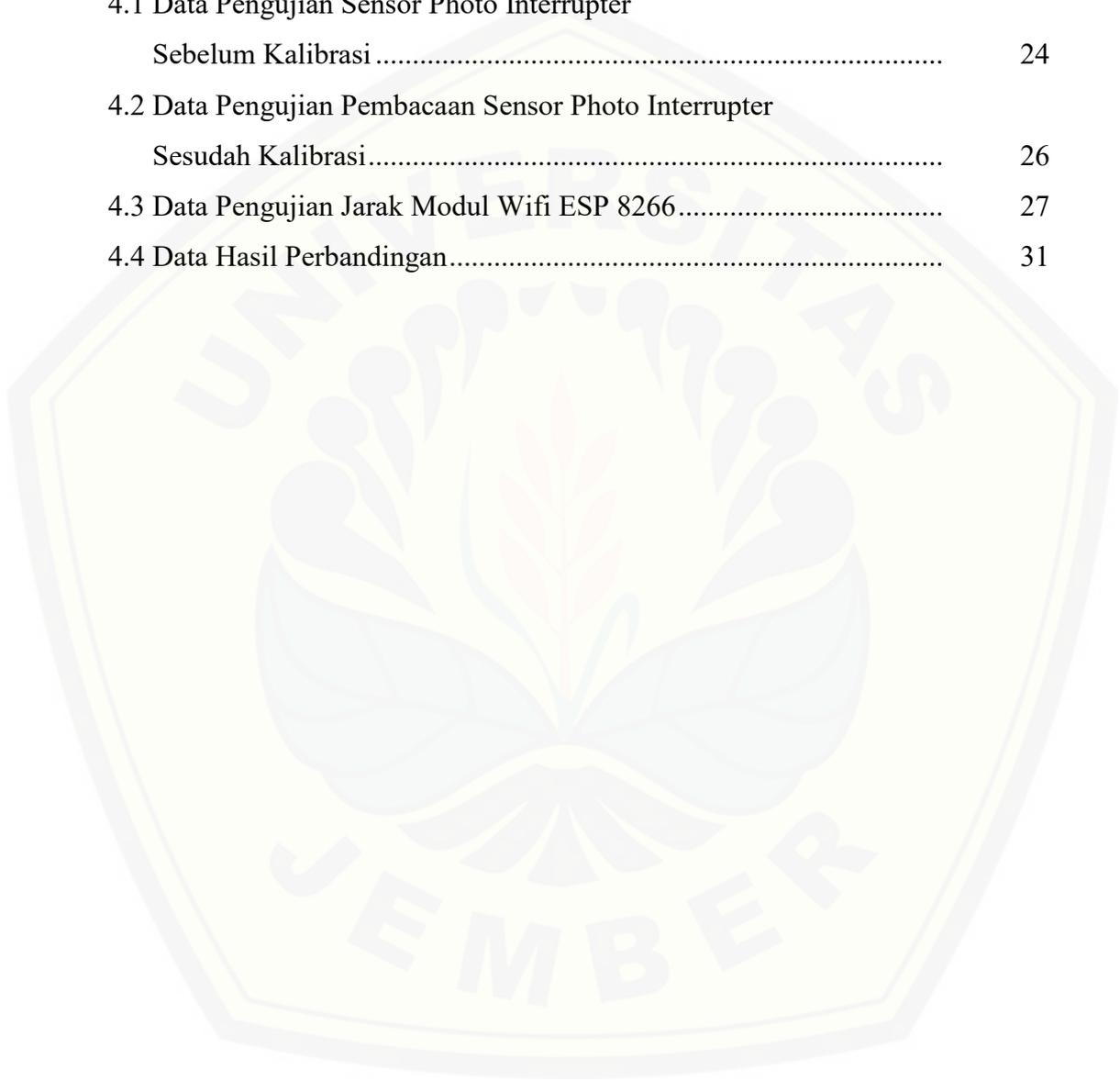
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAM PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Curah Hujan	4
2.2 <i>Tipping Bucket</i>	5
2.3 Sensor Photo Interrupter	6
2.4 Modul Wifi ESP8266.....	6
2.5 Arduino UNO.....	7
2.6 LED	9
2.7 RTC.....	9
2.8 LCD.....	10
2.9 Fungsi <i>IoT</i>	11

BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan	12
3.1.1 Waktu Kegiatan.....	12
3.1.2 Tempat Kegiatan.....	12
3.2 Ruang Lingkup Kegiatan	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.4 Alat dan Bahan	14
3.5 Perancangan Alat	14
3.5.1 Perancangan Sistem	14
3.5.2 Perancangan Elektronika.....	16
3.5.3 Perancangan <i>Software</i>	17
3.5.3.1 <i>Flowchart</i>	17
3.5.3.2 Program Arduino.....	18
3.5.3.3 Thingspeak	19
3.6 Proses Pengujian	20
BAB 4. HASIL PELAKSANAAN KEGIATAN	23
4.1 Pengujian Alat Perbagian.....	24
4.1.1 Pengujian Sensor.....	24
4.1.2 Pengujian ESP 8266.....	26
4.1.3 Pengujian RTC DS3231	28
4.1.4 Pengujian LCD 16x2.....	30
4.2 Pengujian Alat Keseluruhan.....	30
4.2.1 Pengujian Alat Pengukur Intensitas Hujan	31
BAB 5. PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Perencanaan Penelitian.....	12
4.1 Data Pengujian Sensor Photo Interrupter	
Sebelum Kalibrasi	24
4.2 Data Pengujian Pembacaan Sensor Photo Interrupter	
Sesudah Kalibrasi.....	26
4.3 Data Pengujian Jarak Modul Wifi ESP 8266.....	27
4.4 Data Hasil Perbandingan.....	31



DAFTAR GAMBAR

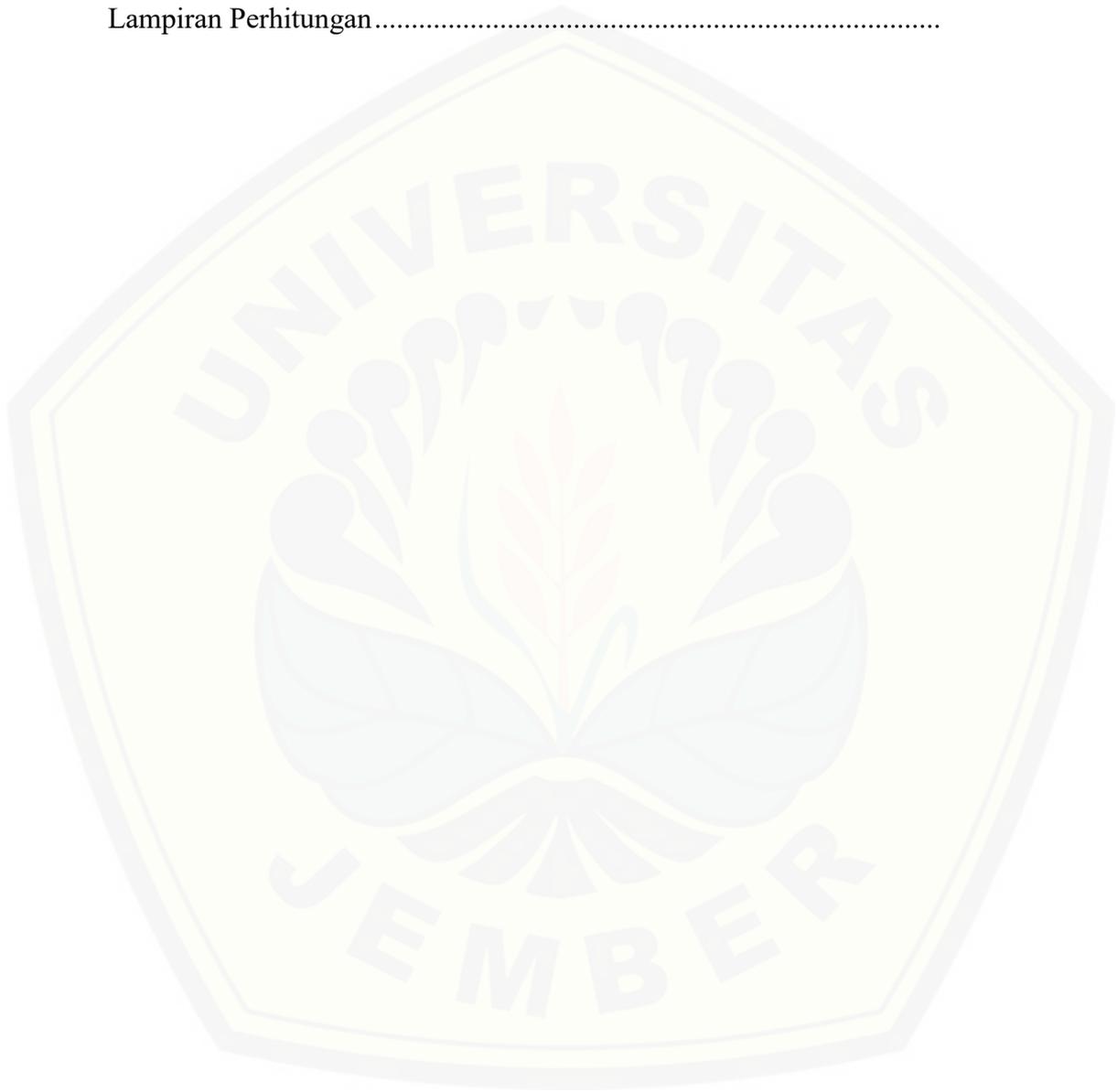
	Halaman
2.1 Curah Hujan	4
2.2 Sensor Photo Interrupter	6
2.3 Modul Wifi ESP8266.....	7
2.4 Diagram Skematik Arduino UNO.....	8
2.5 Arduino Uno	8
2.6 LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	9
2.7 Modul RTC	10
2.8 LCD 16x2	10
2.9 <i>Internet of Things (IoT)</i>	11
3.1 Desain Mekanik	14
3.2 Blok Diagram Alat Keseluruhan.....	15
3.3 Rangkaian Elektrik Keseluruhan.....	16
3.4 <i>Flowchart</i> Alat	17
3.5 <i>Flowchart</i> Thingspeak	18
3.6 <i>Software</i> Arduino IDE.....	18
3.7 ThingView	19
3.8 Alat Pengukur Intensitas Curah Hujan (Thies).....	20
4.1 Alat Pengukur Intensitas Hujan <i>Tipping Bucket</i>	23
4.2 Grafik Kalibrasi Sensor.....	25
4.3 Tampilan Pada Thingspeak Android (ThingView).....	28
4.4 Tampilan Pada LCD.....	28
4.5 Waktu <i>Real Time</i> Pusat Penelitian Metrologi LIPI.....	29
4.6 Tampilan Waktu Pada Serial Monitor.....	29
4.7 Tampilan LCD	30
4.8 Hasil Intensitas Hujan Ringan Pada Tampilan LCD	33
4.9 Grafik Intensitas Hujan Ringan Tipe <i>Tipping Bucket</i>	33
4.10 Hasil Intensitas Hujan Sedang Pada Tampilan LCD	34
4.11 Grafik Intensitas Hujan Sedang Tipe <i>Tipping Bucket</i>	34

4.12 Hasil Intensitas Hujan Deras Pada Tampilan LCD.....	35
4.13 Grafik Intensitas Hujan Deras Tipe <i>Tipping Bucket</i>	35
4.14 Grafik Keseluruhan Intensitas Hujan Tipe <i>Tipping Bucket</i>	36
4.15 Grafik Hasil Alat Pengukur Intensitas Hujan (Thies).....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran *Listing* Program Arduino
Lampiran Gambar
Lampiran Perhitungan.....



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lamanya musim hujan dan musim kemarau di Indonesia sulit untuk diperkirakan, sedangkan musim hujan selalu lebih lama dari musim panas. Curah hujan adalah ketinggian air yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak meresap dan tidak mengalir. Sedangkan intensitas hujan merupakan curah hujan dalam satuan waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam. BMKG sudah mencatat Indonesia memiliki curah hujan yang lumayan tinggi yaitu rata-rata 2000 sampai 3000 milimeter setiap tahunnya (Ryan Galih Permana dkk, 2015). Kondisi ini dikarenakan negara Indonesia memiliki iklim tropis dan sebagian besar dari wilayahnya adalah lautan. Data hasil curah hujan digunakan untuk mendeteksi atau menghitung tinggi hujan yang turun pada permukaan bumi sehingga dapat dilakukan mitigasi lebih dini untuk mencegah bencana banjir. Apabila nantinya data intensitas hujan yang terkirim cukup tinggi maka dapat dilakukan pencegahan bencana banjir seperti membuat irigasi atau melakukan penghijauan.

Alat pengukur intensitas hujan otomatis tipe *Tipping Bucket* bekerja seperti jungkat jungkit yang bergantian untuk menampung air hujan, dimana pada setiap jungkitan dihitung berapa tinggi hujan maksimum yang dapat menampung air hujan hingga terjungkit. Kemudian untuk perhitungan curah hujan yaitu jumlah jungkitan dikali dengan tinggi hujan maksimum pada *bucket* tersebut sehingga didapatkan nilai curah hujan. Untuk mengetahui hasil intensitas hujan yaitu tinggi hujan dibagi lamanya hujan sehingga nanti akan diketahui hasil intensitas hujan dengan satuan (mm/jam). Pada penelitian sebelumnya telah dirancang penakar hujan otomatis tipe *Tipping Bucket* dengan menggunakan ATmega32 menampilkan hasilnya pada LCD dan Reedswitch sebagai penghitung berapa kali jungkitan tersebut. (Sumardi, 2009).

Untuk mengetahui curah hujan rata-rata seluruh daerah yang bersangkutan maka dibutuhkan dalam penyusunan rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir. Ada dua macam penakar hujan diantaranya yaitu secara

manual dan otomatis. Salah satu penakar hujan otomatis adalah alat penakar hujan tipe *Tipping Bucket*. Kelebihan alat penelitian saat ini yaitu menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler. Kemudian terdapat *indicator* berupa LED, untuk tampilan intensitas hujan yaitu menggunakan LCD serta tampilan grafik pada aplikasi thingspeak di android. Untuk *monitoring* jarak jauh alat ini menggunakan media *IoT* sehingga menambahkan komponen ESP 8266 sebagai telemetri yang nantinya bisa dilihat pada tampilan thingspeak android dimanapun dan kapanpun untuk mengetahui tinggi air hujan yang turun pada permukaan bumi. Supaya alat ini dapat diletakkan pada daerah yang berada jauh dari stasiun cuaca, sehingga diperlukan suatu *instrument* penakar hujan yang memiliki keunggulan dalam pengukuran serta dapat melakukan pengiriman data secara otomatis dengan sistem pengiriman laporan data hujan memanfaatkan jaringan internet melalui *IoT*. (Budi Satria dan Siregar M, 2012).

Pada penelitian kali ini akan dikaji pengembangan metode pengukuran intensitas curah hujan yang menggunakan sensor photo – interrupter dengan tipe *tipping bucket* berbasis *IoT* yang nantinya hasil pengukuran dapat ditampilkan menggunakan tampilan thingspeak. Sensor photo - interrupter bisa mendeteksi ada tidaknya halangan yg berada diantara *transmitter* dan *receiver* untuk mendapatkan keadaan 0 dan 1 merupakan kelebihan dari photo – interrupter dibandingkan dengan Reedswitch. Arduino sendiri dapat berkomunikasi dengan PC atau HP dengan menggunakan Arduino IDE, sehingga dapat menampilkan hasil program arduino ke *software* thingspeak melalui *IoT*. Pengoperasiannya yang lebih sederhana dibandingkan dengan *compailer* yang lain serta harganya yang cukup terjangkau dibandingkan dengan mikrokontroler yang lainnya. (Ryan Galih Permana dkk, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, terdapat suatu permasalahan yang dapat dirumuskan diantaranya yaitu :

1. Bagaimana cara untuk mengakses data intensitas hujan pada daerah yang berada jauh dari lokasi terjadinya hujan?
2. Bagaimana sistem *monitoring* intensitas hujan secara *real time* menggunakan aplikasi thingspeak?

1.3 Tujuan

Tugas akhir ini memiliki tujuan antara lain yaitu ;

1. Mengirim data Intensitas hujan secara real time melalui media *IoT* sehingga dapat mengembangkan suatu sistem pengukuran intensitas hujan.
2. Dapat *monitoring* data hujan dengan menggunakan tampilan grafik pada aplikasi Thingspeak di android.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari alat ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan adanya alat pengukur intensitas hujan otomatis ini dapat mendeteksi bencana banjir sehingga dapat dilakukan mitigasi lebih dini dan meningkatkan efisiensi waktu.
2. Data intensitas hujan dapat digunakan misalnya dalam pertanian, dengan diketahui berapa rata – rata jumlah intensitas curah hujan suatu daerah untuk mengetahui kondisi cuaca sehingga dapat menentukan tanaman yang cocok untuk daerah tersebut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini terdapat penjelasan mengenai teori-teori yang terkait dengan tugas akhir. Beberapa penjelasan teori tentang tugas akhir ini diantaranya yaitu sebagai berikut:

2.1 Curah Hujan

Suatu bentuk presipitasi yang berwujud berupa cairan disebut hujan. Air hujan terbentuk jika titik air yang terpisah tersebut jatuh dari awan ke bumi. Ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak meresap, tidak menguap serta tidak mengalir disebut curah hujan. Banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu disebut Intensitas hujan. Besarnya intensitas hujan dipengaruhi oleh lama waktu curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Titik terjadinya intensitas curah hujan yang tinggi dan berlangsung dengan durasi yang pendek pada umumnya terletak pada daerah yang tidak luas. Begitu juga sebaliknya, pada area yang luas jarang sekali terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi, namun memiliki durasi waktu yang cukup panjang. Bahkan sulit ditemukan kombinasi antara intensitas hujan yang tinggi dengan waktu yang panjang. Adapun macam – macam hujan menurut besarnya curah hujan (definisi BMKG), antara lain yaitu hujan ringan, hujan sedang dan hujan lebat. (M. Andang Novianta, 2011).



Gambar 2.1. Curah Hujan
(Sumber: Yopey Pangkey's 2012)

2.2 *Tipping Bucket*

Makhluk hidup di bumi sangat membutuhkan air untuk menjaga kelangsungan hidup termasuk hujan. Terkadang banjir disebabkan oleh hujan yang jatuh dari langit ke bumi sehingga dapat melebihi kapasitas tampung alam. Untuk mengantisipasi terjadinya curah hujan yang tinggi, segala cara telah digunakan untuk mencegah terjadinya bencana banjir tersebut. Kerusakan yang disebabkan oleh hujan terjadi karena kurang memaksimalkan beberapa metode yang digunakan untuk mengatasi banjir sehingga belum cukup untuk meminimalkan kerusakan tersebut. Oleh sebab itu untuk mengetahui tingginya curah hujan maka dibutuhkan alat untuk mengirim informasi data tentang intensitas curah hujan tersebut.

Pada penelitian ini dirancang alat pengukur hujan dengan menggunakan metode *Tipping Bucket* sehingga nantinya bisa memperoleh data intensitas hujan. *Tipping Bucket* merupakan alat penakar hujan yang terbuat dari 2 buah *bucket*¹ dengan prinsip dasar pengungkit yang akan terjungkit secara bergantian apabila *bucket* tersebut terisi penuh oleh air. Air yang jatuh kedalam corong akan dihitung oleh *bucket* secara bergantian. Setelah itu volume air akan diubah kedalam satuan curah hujan milimeter (mm). Untuk perhitungan intensitas curah hujan ini terjadi setelah air yang ditampung pada *bucket* akan berjungkit secara bergantian sehingga nantinya akan menggerakkan penghalang yang terletak dibawah *bucket* melewati sensor Photo-interrupter dan mengaktifkan perintah *counter* dalam program. Data intensitas hujan pada alat ini dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini (Sumber : Mahmudin, 2018):

Rumus :

$$I = R/t \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam),

R : Tinggi hujan (mm),

t : Lama hujan (jam).

¹ Bucket : alat penampung air hujan yang berbentuk segitiga

2.3 Sensor Photo - Interrupter

Sistem kerja sensor ini hampir mirip dengan *optocoupler*, hanya saja pada sensor Photo-interrupter bisa mendeteksi ada atau tidaknya halangan yang melewati sensor yang berada diantara *transmitter* dan *receiver*.

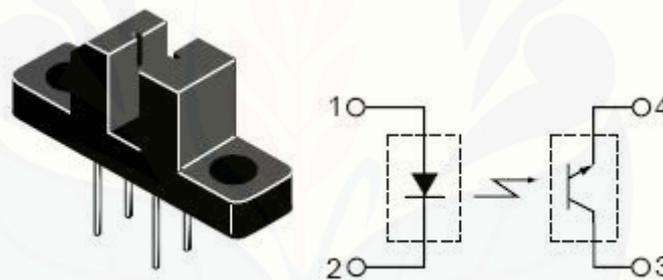
Logika sensor Photo-interrupter:

a. Tidak ada halangan

Ketika penghalang tidak melewati sensor, cahaya inframerah pada IR LED (*transmitter*) dapat diterima oleh phototransistor (*receiver*). Sehingga *output* pada Photo-interrupter berlogika LOW, "0"

b. Ada halangan

Ketika sensor terhalang benda, maka cahaya inframerah yang dipancarkan IR LED (*transmitter*) tidak sampai pada phototransistor (*receiver*). Maka *output* pada Photo-interrupter akan berlogika HIGH, "1".



Gambar 2.2. Sensor Photo – Interrupter

(Sumber : Yosmedia, 2008)

2.4 Modul Wifi ESP8266

ESP8266 berfungsi sebagai komponen tambahan mikrokontroler seperti Arduino, wifi membutuhkan koneksi TCP/IP supaya bisa terhubung. Sumber tegangan yang dibutuhkan wifi sebesar 3,3V. Wifi memiliki tiga mode yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both* (Keduanya). Pada modul ini terdapat prosesor, memori serta GPIO, sedangkan jumlah pin tergantung jenis ESP8266 yang dipakai. Modul ini biasanya digunakan tanpa mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler. Maka dibutuhkan Arduino IDE dan menambahkan library ESP8266 pada *board*

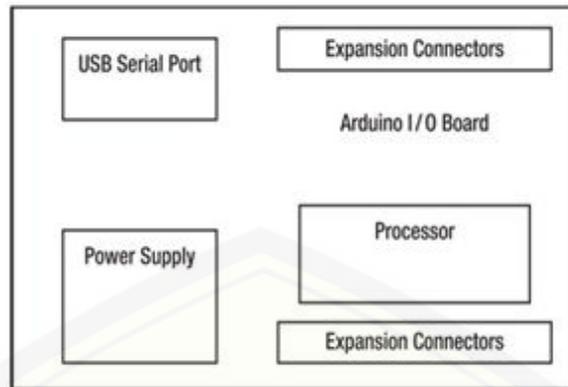
manager untuk memprogramnya. ESP8266 sering digunakan sebagai media telemetri untuk *monitoring* atau mengirim data jarak jauh melalui sistem *IoT*.



Gambar 2.3. Modul Wifi ESP8266
(Sumber : Tresna Widiyaman, 2016)

2.5 Arduino UNO

Arduino UNO merupakan mikrokontroler yang dikontrol oleh ATmega328. Arduino UNO memiliki sebuah osilator Kristal 16 MHz, 6 *input* analog, 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), sebuah koneksi USB, sebuah ICSP *header*, sebuah *power jack*, serta sebuah tombol *reset*. Komponen ini dapat memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, dapat menghubungkan dengan mudah ke sebuah komputer dengan kabel USB atau memberi tegangan dengan adaptor AC ke DC atau bisa dengan menggunakan baterai untuk mengaktifkannya. Bahasa program yang digunakan dalam Arduino bisa menggunakan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) pada Arduino.



Gambar 2.4. Diagram Skematik Arduino UNO

(Sumber : Rizal Fachri, Pengertian Kegunaan dan Fungsi Arduino)

Adapun spesifikasi pada *board* Arduino UNO R3 diantaranya yaitu:

- a. Mikrokontroler : ATmega328
- b. Tegangan Operasi : 5V
- c. Tegangan *Input* (recommended) : 7 - 12 V
- d. Tegangan *Input* (limit) : 6-20 V
- e. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- f. Pin Analog *input* : 6 *input* pin 21
- g. Arus DC per pin I/O : 40 Ma
- h. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 Ma
- i. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*
- j. SRAM : 2 KB
- k. EEPROM : 1 KB
- l. Clock Speed : 16 Mhz



Gambar 2.5. Arduino UNO

(Sumber : Rizal Fachri, Pengertian Kegunaan dan Fungsi Arduino)

2.6 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan suatu komponen *elektronika* ketika diberikan tegangan maju akan memancarkan cahaya. LED ini menggunakan bahan dari semikonduktor. Warna Cahaya pada LED tergantung dari jenis bahan semikonduktor yang digunakan. LED memiliki kutub positif (P) dan kutub negatif (N) sehingga sistem kerja LED hampir sama dengan dioda. Apabila diberi tegangan maju (*bias forward*) dari Anoda ke Katoda maka LED akan menyala. Junction P dan N pada LED terbentuk dari hasil proses *doping* chip semikonduktor. *Doping* pada semikonduktor merupakan proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor murni sehingga mendapatkan karakteristik kelistrikan sesuai keinginan. Pada saat diberi tegangan maju atau *bias forward* dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K) maka kelebihan *elektron* pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu pada wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Ketika *elektron* bertemu dengan *hole* maka terjadi pelepasan *photon* dan memancarkan cahaya *monokromatik* atau satu warna.



Gambar 2.6. LED (*Light Emitting Diode*)

(Sumber : Dickson Kho, 2018)

2.7 RTC

RTC adalah suatu komponen yang diperlukan untuk memberikan informasi mengenai waktu diantaranya berupa detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. Pada komponen arduino UNO sendiri tidak dilengkapi secara internal dengan RTC, maka dari itu pada suatu aplikasi yang membutuhkan pewaktuan harus menambahkan komponen RTC yang dilengkapi baterai supaya tetap bekerja, pada umumnya disebut sebagai baterai "CMOS". Pada modul RTC

terdapat beberapa pin, tetapi yang umum ada empat pin diantaranya yaitu VCC, GND, SDA dan SCL. Sedangkan dua pin yang digunakan untuk berkomunikasi secara I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*).



Gambar 2.7. RTC

(Sumber : Kusuma Wardana, 2016)

2.8 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronika yang didapat dari pengontrolan refleksi cahaya untuk menampilkan karakter. LCD ini hanya memakai sedikit energi listrik dan cahaya LCD lebih redup dari pada cahaya lampu atau cahaya sinar matahari. LCD memiliki 16 pin yang terdiri dari *power*, *backlight*, RS, R/W, *Enable* dan D0 sampai D7. Jumlah karakter maksimal yang dapat ditampilkan sebanyak 16 karakter dan dua kolom (16x2). Maka dari itu, LCD berbeda dengan LED yang mempunyai cahaya terang, sedangkan LCD sulit terlihat pada tempat terang. (Venti Nuryanti, 2010).

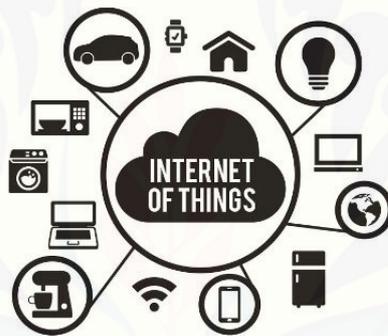


Gambar 2.8 LCD 16x2

(Sumber : Venti Nuryanti, 2010)

2.9 Fungsi *Internet of Things (IoT)*

IoT berguna sebagai otomatisasi pada semua perangkat yang tersambung ke internet sehingga pengaturan otomatisasi tersebut bisa disesuaikan dengan mudah tanpa harus mendatangi ke lokasi letak perangkat dengan alasan keamanan pada suatu lokasi yang tidak dapat didatangi oleh manusia, maupun alasan jarak yang cukup jauh sehingga tidak bisa menjangkau perangkat yang akan dikendalikan. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengirim informasi tentang intensitas hujan yang terjadi sehingga dapat merancang penakar hujan dengan metode *Tipping Bucket* dengan telemetri via internet yang digunakan untuk memperoleh data intensitas curah hujan, yang kemudian data yang diperoleh akan dikirim melalui *IoT* tersebut.



Gambar 2.9 *Internet of Things (IoT)*

(Sumber : Teknonet web, Apakah pengertian *Internet of Things*)

BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Adapun waktu dan tempat untuk membuat alat tugas akhir ini dilakukan sebagai berikut.

3.1.1 Waktu Kegiatan

Dalam pembuatan alat tugas akhir yang berjudul “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” ini dilaksanakan mulai bulan Agustus 2018.

3.1.2 Tempat Kegiatan

Perancangan alat dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Slamet Riyadi no.62 Patrang, Jember.

Tabel 3.1 Perencanaan Penelitian

No	Kegiatan	Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■																
2	Penyusunan Proposal					■	■	■	■												
3	Seminar Proposal									■	■	■	■								
4	Perancangan alat									■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Pelaksanaan pengujian													■	■	■	■	■	■	■	■
6	Pengolahan dan Analisis data																	■	■	■	■

3.2 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk mencegah memperluasnya masalah maka diberi batasan-batasan agar tetap terfokus pada tujuan yaitu sebagai berikut :

- a. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler.
- b. Sensor untuk mengukur intensitas hujan menggunakan Photo-interrupter.
- c. Menggunakan modul wifi ESP8266 supaya dapat terhubung dengan wifi.
- e. Informasi data yang diperoleh akan ditampilkan pada LCD dan Thingspeak.
- f. Data akan dikirim setiap jam sekali menggunakan komponen RTC.
- g. Menggunakan komponen berupa LED sebagai Indikator.
- h. Proses pengujian alat menggunakan hujan buatan atau alat berupa prototipe.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan sebagai berikut :

- a. Studi Literatur yaitu pengumpulan data-data atau sumber yang berkaitan dengan alat yang akan dirancang. Bisa berupa sumber langsung, dari jurnal, dokumentasi, buku maupun internet.
- b. Dilakukan persiapan untuk menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat. Tahap ini juga berisi tentang seminar proposal.
- c. Melakukan perancangan alat dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras merupakan penentuan komponen yang akan digunakan, Sedangkan perancangan perangkat lunak berupa *software* untuk memprogram alat tersebut, supaya alat tersebut bisa beroperasi.
- d. Melakukan perancangan rangkaian untuk penyusun sistem. Alat ini akan menggunakan *software* dan *hardware* yang akan tersusun menjadi satu bagian yang nantinya bisa diaplikasikan.
- e. Mengecek perangkat keras supaya alat dapat beroperasi dengan baik.
- f. Pengujian terhadap pengintegrasian perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian pertama dilaksanakan secara terpisah dan kemudian akan diuji secara keseluruhan.
- g. Data yang dikumpulkan berupa berupa hasil pengukuran intensitas hujan yang nantinya akan ditampilkan pada Thingspeak.

3.4 Alat dan Bahan

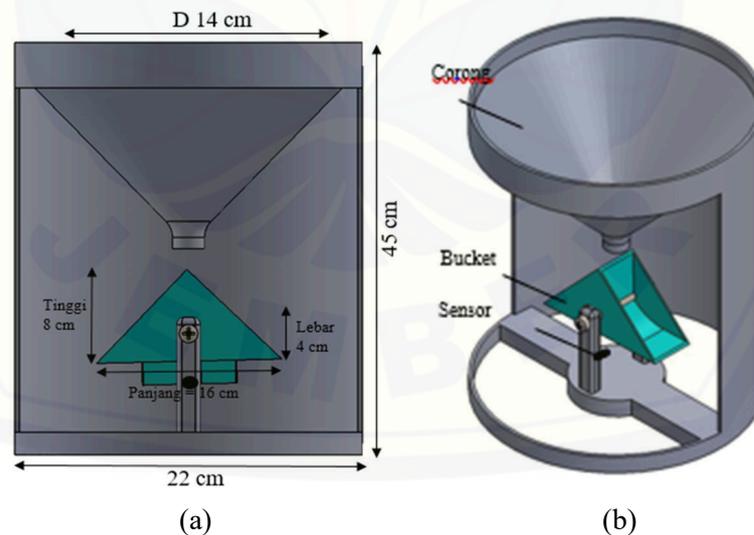
Terdapat alat dan bahan yang digunakan diantaranya :

1. Arduino UNO
2. Sensor Photo – Interrupter
3. Modul ESP8266
4. Battery
5. *Connector* (terminal)
6. RTC
7. LED
8. LCD
9. *Software* Arduino IDE dan *Software* Thingspeak
10. Laptop

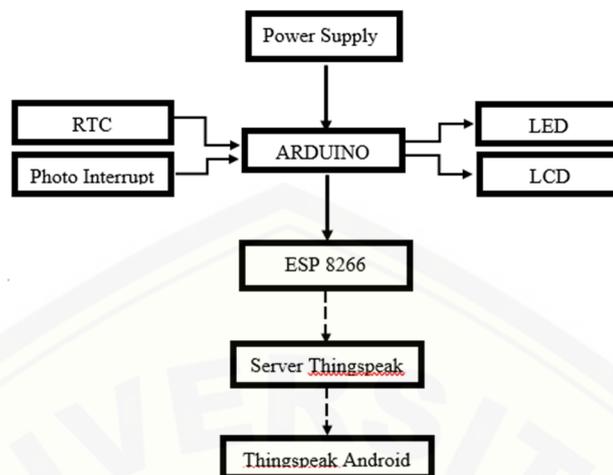
3.5 Perancangan Alat

3.5.1 Perancangan Sistem

Perancangan mekanik dari alat “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” ini berbentuk sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Mekanik (a) Nampak Depan, (b) Nampak Keseluruhan
(Gambar Dibuat Menggunakan *Software* Solidworks)



Gambar 3.2 Blok Diagram Alat Keseluruhan

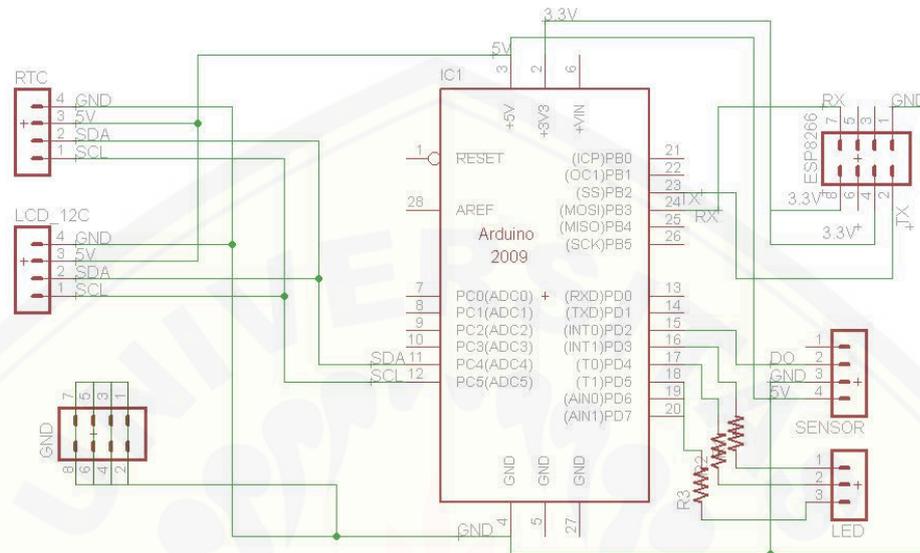
Blok diagram pada alat “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” diatas menjelaskan tentang alat dan komponen, untuk mikrokontroler menggunakan *board* Arduino UNO untuk mengendalikan alat tersebut. Blok diagram tersebut merupakan bagian *input* yang terdiri dari rangkaian sensor Photo Interrupter dan RTC, Sedangkan untuk bagian output berupa LED, EP8266, LCD dan tampilan Thingspeak.

Adapun fungsi komponen diantaranya yaitu :

1. Battery sebagai *input* pemberi tegangan untuk board Arduino dan komponen lainnya.
2. Arduino UNO merupakan mikrokontroler yang berfungsi untuk memproses *input* dan hasil *output*.
3. Photo-interrupter mempunyai prinsip kerja yaitu berfungsi untuk mendeteksi benda yang melewati diantara transmitter dan receiver.
4. ESP8266 berfungsi sebagai komponen tambahan untuk mikrokontroler supaya bisa terhubung dengan wifi.
5. RTC berfungsi untuk memberi informasi mengenai waktu diantaranya berupa detik, menit dan jam.
6. Thingspeak merupakan *software* yang berfungsi sebagai tampilan berupa data grafik yang diperoleh dari hasil pengukuran intensitas hujan.

3.5.2 Perancangan Elektronika

Perancangan Eletronika terdiri dari rangkaian alat “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” .



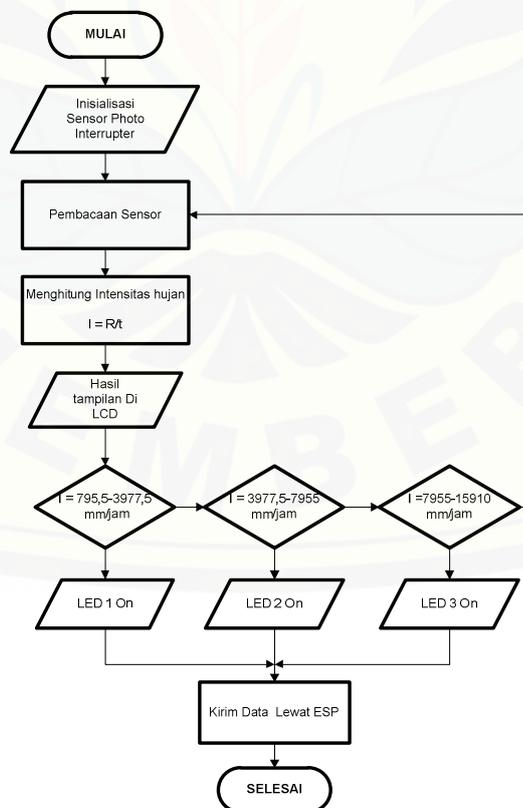
Gambar 3.3 Rangkaian Elektrik Keseluruhan

Penjelasan rangkaian elektronika keseluruhan dalam penelitian pada rangkaian Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT* yaitu pada rangkaiian sensor photo – interrupter, kaki pada sensor ini masuk ke port GND, 5V dan port 15 (Digital *input*) pada Arduino. Selanjutnya komponen ESP8266 merupakan modul wifi supaya dapat terhubung langsung dengan wifi serta membuat koneksi TCP/IP yang digunakan sebagai telemetri. Untuk port yang digunakan pada Arduino diantaranya yaitu port 3.3V, GND, RX dan TX. Untuk komponen RTC berfungsi untuk menginformasikan waktu yaitu berupa detik, menit dan jam. Terdapat beberapa pin pada RTC yang terhubung pada Arduino diantaranya yaitu pin VCC, GND, SDA dan SCL. Untuk pin pada LCD yang terhubung ke Arduino sama dengan pin RTC yaitu VCC, GND, SDA dan SCL. Pin pada LED masuk ke port 16, 17 dan 18 pada Arduino. Sedangkan untuk tampilannya menggunakan *software* Thingspeak untuk *monitoring* intensitas hujan.

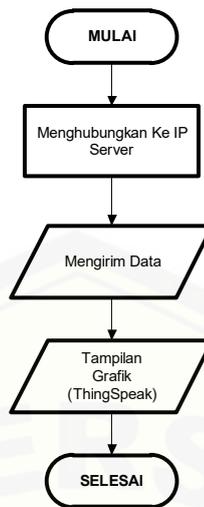
3.5.3 Perancangan *Software*

3.5.3.1 *Flowchart*

Flowchart ini menunjukkan jalannya Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*. Prinsip alat ini menggunakan dua buah *bucket*, kemudian *bucket* secara bergantian menampung air yang berasal dari hujan buatan, kemudian volume air diubah menjadi satuan intensitas hujan yaitu milimeter/jam (mm/jam). Perhitungan intensitas hujan diproses setelah air melewati *bucket* yang berjungkit secara bergantian sehingga nantinya akan menggerakkan penghalang untuk mengaktifkan perintah *counter*. Proses pada *flowchart* ini pertama yaitu mulai, kemudian penginisialisasi sensor photo-interrupter. Setelah itu masuk ke proses pembacaan sensor dan memproses rumus intensitas hujan. Pada alat ini ada tiga macam pengukuran yaitu hujan ringan maka LED 1 on, hujan sedang LED 2 on dan terakhir hujan lebat maka LED 3 on, kemudian akan masuk pada proses pembacaan sensor. Data yang diperoleh akan dikirim melalui *IoT* dan kemudian ditampilkan pada Thingspeak .



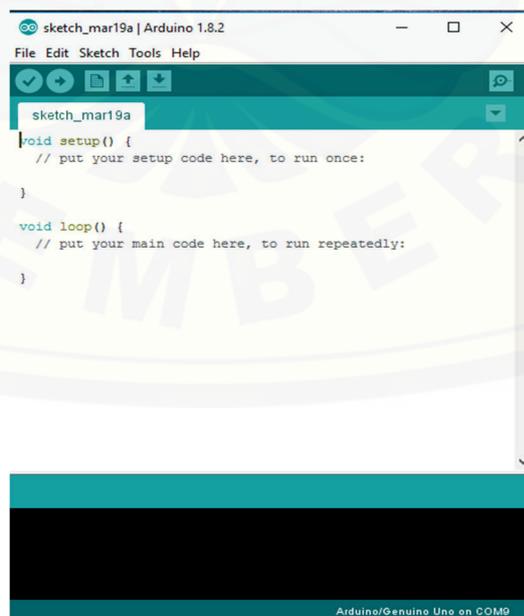
Gambar 3.4 *Flowchart* Alat



Gambar 3.5 Flowchart Thingspeak

3.5.3.2 Program Arduino

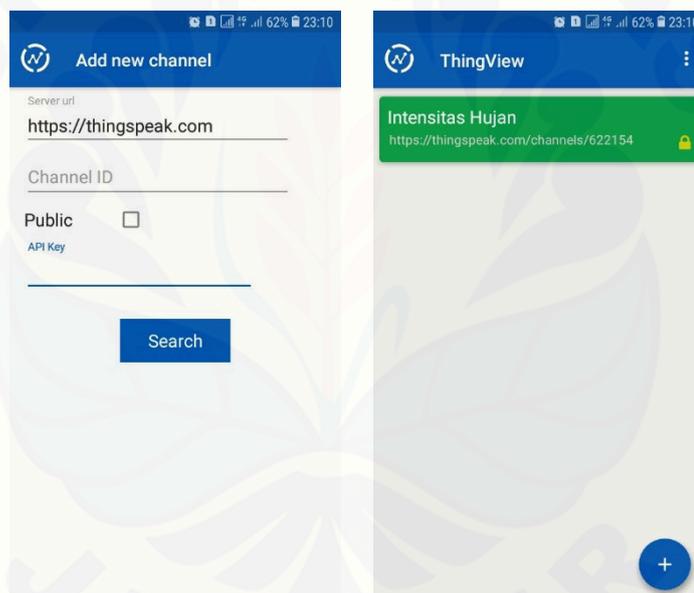
Pembuatan program alat “Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT*” ini menggunakan *software* IDE. Ada dua macam perintah dalam program Arduino yaitu *void setup* dan *void loop*. Perintah yang dilakukan satu kali untuk mengeksekusi program disebut *void setup*. Sedangkan perintah yang dilakukan secara berulang - ulang untuk mengeksekusi suatu program arduino merupakan perintah *void loop*.



Gambar 3.6 Software Arduino IDE

3.5.3.3 Thingspeak

Pada gambar dibawah ini merupakan tampilan Thingspeak pada android yaitu menggunakan aplikasi ThingView sehingga dapat *monitoring* intensitas hujan di mana saja dengan menggunakan android. Pengguna harus memasukkan ID channel dari server sehingga dapat mengakses data yang diunggah ke server. Pada saat memilih publikasi kita hanya perlu memasukkan ID channel saja, sedangkan untuk *private* harus memasukkan API key dari server untuk mengakses data. Apabila API key dan ID channel sudah benar maka akan muncul tampilan halaman berupa grafik sehingga dapat mengetahui intensitas hujan melalui android.



Gambar 3.7 ThingView

(Sumber : Berkenalan dengan Thingspeak, 2017)

3.6 Proses Pengujian

Pada pengujian kali ini menggunakan pembanding yaitu alat pengukur curah hujan tipe (thies). Dimana pada alat menggunakan sistem kerja seperti seimograf. Ketika pada pelampung alat ini dialiri air maka akan membentuk grafik ke atas. Begitu juga sebaliknya, apabila air dalam tabung tersebut penuh maka air akan keluar dan mengalir ke tempat penampung air.



3.8 Alat Pengukur Intensitas Curah Hujan

Pengujian dilakukan untuk menganalisis sistem kerja dari Prototipe Alat Pengukur Intensitas Hujan Otomatis Tipe *Tipping Bucket* Berbasis *IoT* dalam menghitung ketinggian air hujan yang ditampung oleh alat tipe *Tipping Bucket*. Banyaknya jumlah air yang sudah ditampung menyebabkan ketidak seimbangan sehingga akan berjungkit secara bergantian yang dapat diatur dengan memutar baut yang berada pada dibawah penampung air. Ketika air yang ditampung sudah penuh maka nantinya akan terjungkit secara otomatis sehingga penghalang yang berada dibawah penampung air atau *bucket* akan otomatis bergerak melewati

sensor. Apabila sensor terhalang oleh benda maka sensor akan *counting* dengan nilai 1 sehingga nantinya akan diproses pada program Arduino menggunakan rumus intensitas hujan (mm/jam) yaitu tinggi hujan (mm) dibagi lamanya waktu hujan (jam). Untuk hasil intensitas hujan akan dikirim setiap jam sekali (per jam) melalui media *IoT* dengan menggunakan tampilan Thingspeak di android.

Pada penelitian kali ini yaitu menggunakan hujan buatan, dimana pada alat ini memanfaatkan selang infus untuk mengatur kecepatan aliran air atau menentukan jenis hujan ringan, sedang dan deras. Cara mengatur aliran air yaitu menggunakan kontrol aliran infus. Apabila kontrol aliran tersebut diputar ke arah atas maka laju aliran akan semakin cepat atau deras. Begitu juga sebaliknya apabila kontrol tersebut diputar ke arah berlawanan yaitu ke bawah maka aliran air akan melambat.

Pada proses pengujian kali ini dilakukan kalibrasi dengan cara air hasil jungkitan dari alat pengukur hujan tipe *tipping bucket* ditampung pada gelas ukur, kemudian air pada gelas ukur tersebut diukur ketinggiannya sehingga nilai yang diperoleh dapat dimasukkan pada rumus intensitas hujan. Kalibrasi alat yaitu menggunakan gelas ukur yang berukuran 250 ml. Gelas ukur dengan tipe tersebut digunakan untuk menyesuaikan kalibrasi dengan alat pembanding yaitu alat pengukur intensitas curah hujan tipe (Thies) di lab Teknik Sipil Universitas Jember supaya data yang diperoleh akurat. Keakuratan data dapat dilihat dari nilai *error* persennya.

$$E\% = \left| \frac{HT-HP}{HT} \right| \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

Error persen pada suatu data dapat diperoleh dari nilai HT yang merupakan hasil teori yang dikurangi dengan nilai HP yang merupakan hasil pembacaan sensor yang digunakan. Kemudian dibagi oleh nilai HT dan dikali dengan 100%.

Pada proses pengujian alat kali ini terdapat 3 pengambilan data yaitu menggunakan perbandingan 1:795,5 diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Pada percobaan pertama yaitu hujan ringan dengan intensitas hujan berkisar 795,5-3.977 mm/jam. Untuk mengetahui kondisi hujan ringan maka indikator warna hijau akan menyala.
2. Pada percobaan kedua yaitu hujan sedang dengan intensitas hujan berkisar antara 3.977-7.955 mm/jam. Untuk mengetahui kondisi hujan sedang maka indikator warna biru akan menyala.
3. Pada percobaan ketiga yaitu hujan lebat dengan intensitas hujan berkisar antara 7.955-15.910 mm/jam. Untuk mengetahui kondisi hujan lebat maka indikator warna merah akan menyala. (Sumber : BMKG, 2010).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tugas akhir yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengambilan data intensitas hujan dapat diakses dengan memanfaatkan *internet of things* sehingga data ditempat berbeda dapat ditampilkan melalui aplikasi thingspeak. Misal pada hujan ringan hasil data pengiriman hujan selama 2 jam pada tampilan thingspeak sebesar 1.189 mm/jam.
2. *Monitoring* data hasil pengukuran intensitas hujan secara real time harus *me-refresh* aplikasi sehingga data akan muncul pada tampilan grafik di thingspeak.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang prototipe alat pengukur intensitas hujan otomatis tipe *tipping bucket* berbasis *IoT*, tentunya diperlukan adanya perbaikan untuk mencapai hasil yang optimal. Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Corong yang digunakan pada tipe *tipping bucket* sebaiknya menggunakan yang sesuai standart milik BMKG.
2. Sebaiknya pada tampilan hasil pengukuran menggunakan aplikasi yang dapat dilihat secara *real time* sehingga data akan muncul tanpa *me-refresh* aplikasi.

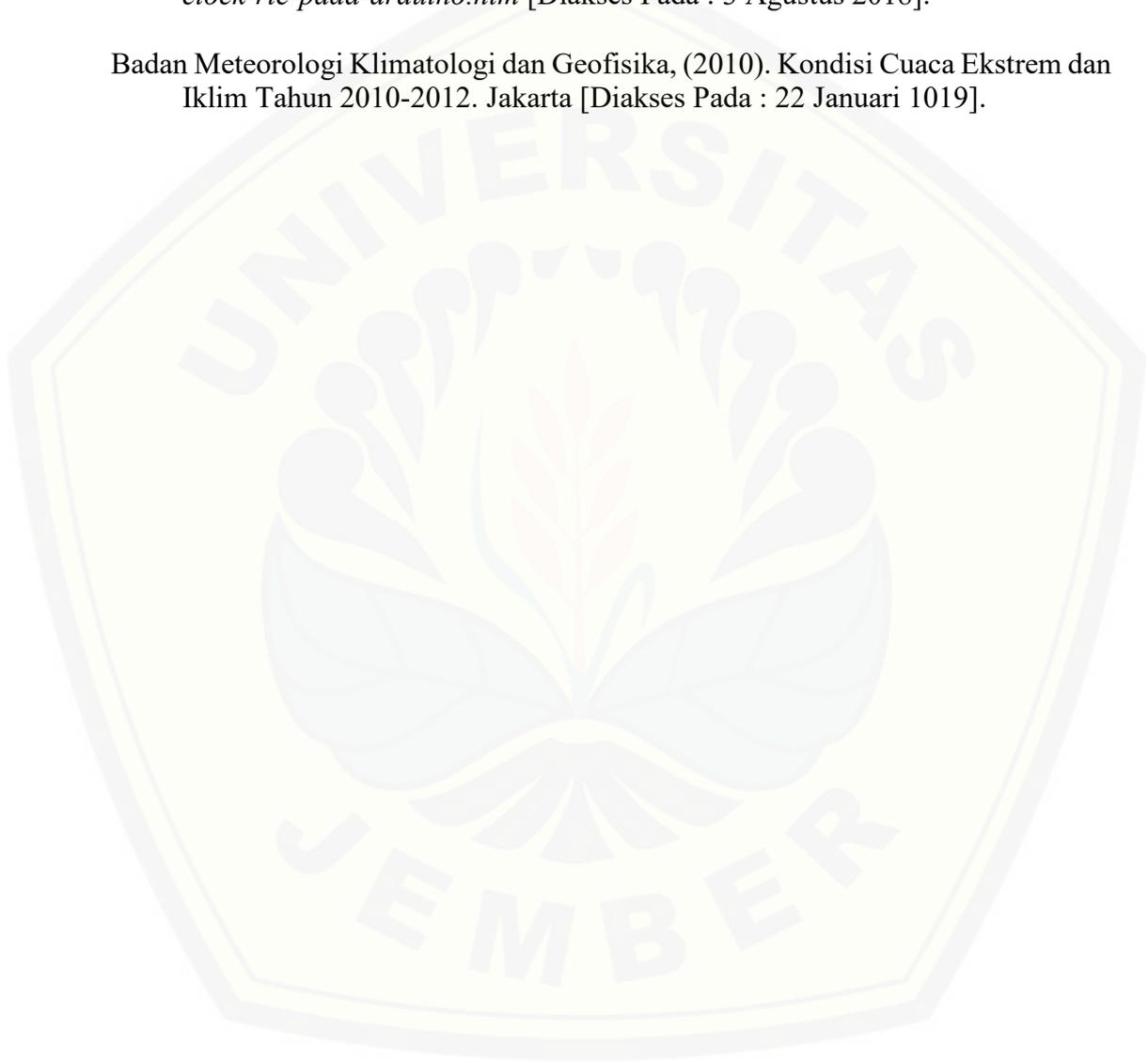
DAFTAR PUSTAKA

- Yosmedia, *Photo Interrupter*. <http://yosmedia.blogspot.co.id/2008/09/photo-interrupter.htm> [Diakses pada : 21 Mei 2018].
- Yokey Pangkey's, Hujan. <https://yopiepankey.wordpress.com/2012/11/01/tarian-tetes-air-hujan/> [Diakses pada : 21 Mei 2018].
- Tresna Widiyaman, *Pengertian Modul Wifi ESP8266*. <https://www.warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/> [Diakses pada : 21 mei 2018].
- Teknonet web, *Apakah pengertian Internet of Things*. <http://tekonetweb.blogspot.co.id/2015/09/definisiinternet-of-thing.htm> [Diakses pada : 21 mei 2018].
- 23 september 2017, *Berkenalan dengan Thingspeak™, Platform IoT berbasis Cloud*. [http://www.hithope.xyz/2017/09/berkenalan-dengan-thingspeak - platform.htm](http://www.hithope.xyz/2017/09/berkenalan-dengan-thingspeak-platform.htm) [Diakses pada : 21 mei 2018].
- Cecep Mahmudin, (2011). *Perhitungan Metode Intensitas Curah Hujan*. <http://tekniksipilcecep Mahmudin.blogspot.com/2011/12/perhitungan-metode-intensitas-curah.html> [Diakses Pada : 28 Mei 2018]
- Dickson Kho, (2018). *Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/> [Diakses Pada : 7 juni 2018].
- Sumardi, (2009). *Penakar Curah Hujan Automatis menggunakan Mikrokontroler ATMega 32*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Diponegoro [Diakses Pada : 26 juli 2018].
- Ryan Galih Permana dkk, (2015). *Perancangan Dan Pengujian Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket Dengan Sensor Photo – interrupter Berbasis Arduino*. Jurnal FMIPA Universitas Surabaya [Diakses Pada : 26 juli 2018].
- Budi Satria dan Siregar M, (2012). *Otomatisasi Penakar Hujan Dengan Mikrokontroller Menggunakan Jaringan GSM*. Jurnal Program Studi Meteorologi Institut Teknologi Bandung [Diakses Pada : 26 juli 2018].
- Hendra Dwi Saputra, (2013). *Perancangan dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Tampilan LCD*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya [Diakses Pada : 26 juli 2018].

M. Andang Novianta, (2011). Sistem Data Logger Curah Hujan Dengan Model Tipping Bucket Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Jurusan Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta [Diakses Pada : 26 juli 2018].

Kusuma Wardana, (2016). *Menggunakan Real Time Clock (RTC) pada Arduino*. <https://tutorkeren.com/artikel/tutorial-menggunakan-real-time-clock-rtc-pada-arduino.htm> [Diakses Pada : 3 Agustus 2018].

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, (2010). Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2012. Jakarta [Diakses Pada : 22 Januari 1019].



DAFTAR LAMPIRAN

Listing Program

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <RTClib.h>
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>

String apiKey = "YP5LHH1FUWJCHFUV";

//#define SSID "Joss";
//#define PASS "00000000";

SoftwareSerial serial(11,10); //11 TO TX, 10 TO RX
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
RTC_DS1307 RTC;

int baca;
float volumebucket = 0;
float intensitas=0;
int led1=3;
int led2=4;
int led3=5;
```

```
void setup() {  
    // put your setup code here, to run once:  
    Serial.begin(9600);  
    serial.begin(115200);//serial esp 8266  
    RTC.begin();  
    lcd.begin();  
    lcd.backlight();  
    pinMode(13,OUTPUT);  
    pinMode(3,OUTPUT);  
    pinMode(4,OUTPUT);  
    pinMode(5,OUTPUT);  
    pinMode(2,INPUT);//sensor counter  
    RTC.adjust(DateTime(2019,1,2,1,1));  
    lcd.print("#PASTIWISUDA");  
    delay(500);  
    lcd.clear();  
    delay(500);  
    lcd.print("AKHMAD ARISANDI");  
    delay(500);  
    lcd.clear();  
    delay(500);  
    lcd.print("Tugas Akhir");  
    delay(500);  
}
```

```
void loop() {  
    // put your main code here, to run repeatedly:  
    lcd.clear();  
    DateTime now = RTC.now();  
    Serial.print(now.minute(), DEC);  
    baca = digitalRead(2);  
    if (baca==1){  
        volumebucket+=1;  
        //Serial.println(volumebucket);  
    }  
    intensitas = volumebucket*58/2;  
    lcd.print("INTENSITAS HUJAN");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print(intensitas);  
    //lcd.print(volumebucket);  
    lcd.setCursor(5,1);  
    lcd.print("mm/hour");  
    //espkirim();  
  
    if (now.minute()==0){  
        espkirim();  
    }  
  
    if (intensitas>=795,5 && intensitas<=3977){
```

```
    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(led2,LOW);
    digitalWrite(led3,LOW);
}
if (intensitas>=3977 && intensitas<=7955){
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    digitalWrite(led3,LOW);
}
if (intensitas>7955){
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,LOW);
    digitalWrite(led3,HIGH);
}

    delay(350);
}

void espkirim(){
    char buf[16];
    String strBaca = dtostrf(intensitas,4,1,buf);

    Serial.println(strBaca);
```

```
String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\", \"";
cmd += "184.106.153.149"; // api.thingspeak.com
cmd += "\",80";
serial.println(cmd);

if (serial.find("Error"))
{
    Serial.println("AT+CIPSTART error");
    return;
}

String getStr = "GET /update?api_key=";
getStr += apiKey;
getStr += "&field1=";
getStr += String(strBaca);
getStr += "\r\n\r\n";

// send data length
cmd = "AT+CIPSEND=";
cmd += String(getStr.length());
serial.println(cmd);

if (serial.find(">"))
{
    serial.print(getStr); // Send data.
```

```
}  
else  
{  
    serial.println("AT+CIPCLOSE");  
  
    Serial.println("AT+CIPCLOSE"); // If this shows on  
the serial monitor the data did not send.  
}  
  
// The AT+RST command resets the ESP8266, I'm doing  
this because data is uploaded much more reliably.  
  
serial.println("AT+RST");  
  
// ThingSpeak needs on average, a 15 second delay  
between updates. Change this to whatever suits your  
application  
  
// e.g: delay(600000) is ten minutes.  
delay(15000);  
}
```

Gambar Proses Kalibrasi Dan Pengambilan Data



Perhitungan *Error %*

Rumus *Error %* : $\frac{HT-HP}{HT} \times 100\%$

➤ Pengujian Sensor

1. $\frac{65-64,18}{65} \times 100\% = 1,26 \%$

2. $\frac{130-129,59}{130} \times 100\% = 0,32 \%$

3. $\frac{185-184,28}{185} \times 100\% = 0,39 \%$

4. $\frac{250-249,69}{250} \times 100\% = 0,12 \%$

5. $\frac{315-315,1}{315} \times 100\% = 0,03 \%$

➤ Pengujian Alat

1. $\frac{1232-1218}{1232} \times 100\% = 1,14 \%$

2. $\frac{1206-1189}{1206} \times 100\% = 1,41 \%$

3. $\frac{4552-4524}{4552} \times 100\% = 0,62 \%$

4. $\frac{4531-65.19}{4495} \times 100\% = 0,79 \%$

5. $\frac{9802-9744}{9802} \times 100\% = 0,59 \%$

6. $\frac{9778-9715}{9778} \times 100\% = 0,64 \%$