

**PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN BANJIR DAN  
PENCEGAHAN DINI BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**  
*DESIGN OF EARLY FLOOD MONITORING AND PREVENTION SYSTEM  
BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)*

Muhammad Faishal R<sup>1</sup>, Ekki Kurniawan, S.T.,M.T.<sup>2</sup>,

Dr.Eng Ahmad Sugiana, S.Si., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[faishalramadhan0@gmail.com](mailto:faishalramadhan0@gmail.com) <sup>2</sup>[ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id](mailto:ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup> [sugianaa@telkomuniversity.ac.id](mailto:sugianaa@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**

Bencana alam seperti banjir adalah bencana yang dapat membahayakan orang-orang yang berada di daerah aliran sungai, untuk mendapatkan data kondisi lingkungan sungai membutuhkan waktu yang lama sehingga akan mengalami kendala dalam melakukan pencegahan maupun pertolongan. Seiring berkembangnya teknologi dan informasi, telah banyak alat yang diciptakan untuk menghadapi masalah dalam berbagai aspek. Pada tugas akhir kali ini, penulis ingin merancang suatu sistem yang dapat memantau kondisi sungai yang berpotensi banjir secara *real time* melalui *smartphone* memanfaatkan *Internet of Things*.

Alat ini akan mendeteksi penyebab terjadinya banjir yaitu curah hujan dan durasi saat hujan turun. Sistem ini akan membaca perubahan lingkungan dari sensor curah hujan bertipe bejana jungkit (*tipping bucket*) dan sensor hujan HL-83 lalu memprosesnya pada Arduino Mega2560 yang telah hubungkan dengan modul wifi ESP8266-01 dan mengirimkan data ke *Smartphone* pengguna melalui aplikasi platform IoT yaitu Blynk. Hasil pembacaan 2 sensor ini akan menghasilkan status tingkat kelembatan hujan berdasar kategori dari BMKG yaitu ringan, sedang dan lebat.

Hasil yang didapatkan berdasarkan pengujian yaitu perancangan sistem peringatan dini banjir berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan sensor Curah Hujan dengan Modul *Wi-Fi* ESP8266-01. Nilai rata-rata akurasi sensor Curah Hujan sebesar 85.45% dan error relatif Curah Hujan sebesar 14.54%. Pada pengujian Modul *Wi-Fi* mendapat nilai delay sebesar 12.18 detik dan nilai *packet loss* 0%.

**Kata Kunci :** *Banjir, Internet of Things, Curah Hujan, Sensor, Tipping bucket*

**Abstract**

Natural disasters such as floods are problems that can occur in people who are in need in the watershed, to obtain data The condition of the river environment requires a long time will increase the need for accountability. Through the development of technology and information, many tools have been created to solve problems in various aspects. In this final project, the author wants to find a system that can transfer information about rivers that emit floods in real time through smartphones that utilize the *Internet of Things*.

This tool system will oppose the increase that occurs namely rainfall and duration when it rains. This system will read the Environment changes from a tipping bucket and HL-83 rain sensor which is then processed on the Arduino Mega2560 which is connected to the ESP8266-01 wifi module and sends data to the Smartphone using the IoT application by Blynk. The results of the reading of these 2 sensors will produce a status of success based on the categories of BMKG, namely mild, moderate and heavy.

The results obtained are based on testing that the design of a flood early warning system was successfully realized by integrating the Rainfall sensor with the *Wi-Fi* Module ESP8266-01. The average accuracy of the Rainfall sensor is 85.45% and the relative error of Rainfall is 14.54%. In testing the *Wi-Fi* Module it gets a delay value of 12.18 seconds and a packet loss value of 0%.

**Key Word:** *Flood, Internet of Things, Rain fall, Sensor, Tipping bucket*

## 1. Pendahuluan

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang disebabkan oleh iklim yang paling sering terjadi di dunia. Tentu saja hal ini menjadi masalah serius bagi masyarakat Indonesia yang hanya memiliki 2 musim saja yaitu panas dan hujan, yang berarti peluang terjadinya peristiwa ini semakin besar. Banjir terjadi disebabkan curah hujan yang terus menerus turun pada waduk, danau dan sungai hingga menyebabkan ketinggian air naik dan meluap hingga bantara. Perilaku beberapa orang yang masih membuang sampah ke sungai hingga menyebabkan tersumbatnya saluran air tersebut menjadi salah satu faktor yang mendukung peristiwa ini mudah terjadi. Jika masalah ini terus-menerus dibiarkan, maka masyarakat di daerah aliran sungai (DAS) akan terkena dampak yang berat setiap tahun, seperti kesulitan air bersih, kerugian ekonomi, lumpuhnya aktivitas sampai terenggutnya nyawa manusia.

Pada era kemajuan teknologi pada saat ini, muncul beberapa solusi untuk mengatasi masalah banjir yang ada. Seperti di Inggris dengan dibuatnya pembatas air yang dinamai *Thames Barrier* atau *Oosterscheldekering* di Belanda. Selain itu, sudah ada beberapa sistem mitigasi banjir dengan mikrokontroler yang telah dibuat, sebagai contoh adalah sistem mitigasi banjir menggunakan sensor ketinggian air, modul GSM dll. Pada tugas akhir ini, penulis akan merancang sebuah sistem peringatan dini dengan menggunakan salah satu faktor banjir yaitu curah hujan dan durasi terjadinya hujan. Sistem ini juga berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memiliki kelebihan yaitu akan menghubungkan pengguna dengan perangkat keras secara nirkabel via *smartphone*, integrasi antar sensor dan *smartphone* bisa bekerja secara otomatis dan dapat memperoleh data secara real time sehingga aksi penanggulangan bencana bisa dilakukan secepat mungkin.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa menciptakan sebuah sistem yang dapat mempermudah masyarakat sekitar daerah aliran sungai untuk mengetahui kapan waktu rawan terjadi banjir dengan bantuan teknologi yang saat ini sangat mudah diakses oleh masyarakat, tentu saja hal ini akan menyediakan waktu persiapan yang efektif dan efisien bagi masyarakat agar terhindar dari bencana ini sekaligus mengurangi kerugian harta maupun nyawa.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Ada juga sungai yang terletak di bawah tanah, disebut sebagai "*underground river*". Sungai bisa memiliki jalur yang panjang maupun pendek, tak jarang beberapa cabang sungai akan bergabung menjadi sungai yang lebih besar. Secara garis besar sungai mengalir dari sumber air di pegunungan menuju lautan. Pada daerah hulu (sumber), kualitas air relatif bersih. Saat aliran air menuju hilir, air akan membawa endapan dan banyak material yang terdapat pada jalur sekitar sungai, hal ini akan menentukan kualitas air sungai.

Sungai merupakan bagian penting bagi kehidupan masyarakat, mulai dari kebutuhan pribadi masyarakat sekitar hingga sumber perekonomian. Para petani menggunakan sungai sebagai jalur irigasi untuk sawah mereka, sedangkan di beberapa tempat sungai dijadikan jalur utama transportasi untuk mencapai daerah-daerah tertentu.

### 2.2 Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena atmosferik yang termasuk kedalam presipitasi berwujud cairan. Presipitasi adalah proses pengembunan uap air di atmosfer. Secara alami hujan terjadi dari proses kondensasi uap air di udara yang selanjutnya membentuk suatu awan. Bila kondisi fisis baik di dalam maupun diluar awan mendukung, maka proses hujan akan berlangsung. Oleh karena itu sifat dan kondisi suatu hujan atau musim hujan sangat tergantung sekali pada kondisi cuaca/iklim yang terjadi.

Di Bumi, hujan adalah sebuah proses kondensasi (perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat) uap air di atmosfer menjadi suatu butiran air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di sebuah daratan. Di atmosfer air hujan menyerap gas-gas atmosfer, yaitu gas oksigen, gas nitrogen, dan karbon dioksida. Disamping gas-gas ini, air hujan menyerap sejumlah asam nitrat, asam belerang, garam-garam, mikroorganisme, dan debu. Proses mekanis air hujan yaitu air hujan turun sangat deras dapat mengikis dan menggores tanah sehingga terbentuk selokan. Hujan yang turun dengan lebat dapat menghanyutkan tanah berkubuk-kubuk yang daya angkutnya sama dengan sungai. Jika diatas tanah tumbuh pepohonan dan semak belukar, maka tanah ini tidak akan hanyut oleh air hujan.

Berdasarkan proses terjadinya, hujan memiliki beberapa jenis yaitu hujan siklonal, senithal, orografis, frontal, dan hujan muson/musiman. Sementara berdasar ukuran butiran, hujan

dikelompokkan menjadi hujan gerimis (0.5mm), hujan salju, hujan batu es, hujan deras. Dalam tugas akhir ini, variabel hujan menjadi faktor yang menentukan perhitungan dari keseluruhan sistem alat yang dirancang penulis.

### 2.2.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul pada suatu bidang datar dengan asumsi air tidak menguap, terserap atau mengalir ke tempat lain. Satuan curah hujan dinyatakan dalam satuan milimeter atau inci, tetapi untuk di Indonesia standar satuan yang dipakai untuk mengukur curah hujan adalah millimeter (mm). 1 mm curah hujan yang terukur pada suatu daerah berarti telah terjadi hujan pada daerah tersebut sehingga terkumpul air setinggi 1 mm dalam area seluas 1 m<sup>2</sup>.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai lembaga pemerintah yang mempunyai tugas melaksanakan tugas pemerintahan di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika memiliki kategori tersendiri untuk intensitas curah hujan di wilayah Indonesia yaitu:

- Ringan pada 1-5 mm/jam atau 5-20 mm/hari
- Sedang pada 5-10 mm/jam atau 20-50 mm/hari
- Lebat pada 10-20 mm/jam atau 50-100 mm/hari

### 2.3 Banjir

Merupakan salah satu peristiwa bencana alam yang diakibatkan oleh Intensitas curah hujan yang tinggi dan buruknya kemampuan tanah di daerah tersebut untuk menyerap air, ditambah dengan sistem drainase yang buruk ikut memperparah peristiwa ini. Data yang penulis peroleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) mencatat bahwa dari rentang waktu satu bulan (mulai dari tanggal 14 Februari 2019-14 Maret 2019) terjadi curah hujan yang paling tinggi pada tanggal 2 Maret sebanyak 511.000 liter per hektarnya.

#### 2.3.1 Penyebab Banjir

Selain karena curah hujan, terdapat banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya peristiwa banjir, yaitu:

- 1) Penebangan hutan liar
- 2) Pembuangan sampah pada aliran sungai
- 3) Pemukiman pada aliran sungai / DAS (Daerah Aliran Sungai)
- 4) Daya serap tanah yang kurang baik.

### 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

Secara teknis, mikrokontroler terbagi dalam 2 jenis yaitu RISC dan CISC. RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) adalah mikrokontroler yang memiliki instruksi terbatas/ sederhana tetapi dengan fasilitas lebih banyak dibanding CISC. Prosesor RISC memiliki CPI (*Clock Per Instruction*) atau waktu per instruksi untuk setiap putaran. Hal ini dimaksud untuk mengoptimalkan setiap instruksi pada CPU. Sedangkan CISC (*Complex Instruction Set Computer*) adalah mikrokontroler yang memiliki instruksi yang lebih lengkap dengan fasilitas secukupnya, CISC memiliki ciri-ciri jumlah instruksi lebih banyak, penggunaan memory sedikit dan banyak terdapat perintah bahasa mesin.

Mikrokontroler mempunyai ruang alamat tersendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori dapat menggunakan memori eksternal (RAM).

### 2.5 Sensor

Sensor merupakan bagian dari suatu sistem elektronika yang berfungsi sebagai pembaca perubahan di lingkungan sekitar yang akan menentukan apa yang harus dikerjakan sesuai *input* yang telah ditetapkan. Dalam sistem kendali, keberadaan sensor sangat diperlukan karena alat ini dapat membaca besaran non listrik (fisika, biologi, kimia) ke besaran listrik, besaran ini nantinya akan

diteruskan ke penggerak (*actuator*) untuk mengendalikan suatu kendalian dan jika belum sesuai dengan sinyal *input*, maka sinyal dari hasil pembacaan sensor akan mengirim nilai error yang terjadi di suatu waktu untuk diteruskan ke mikrokontroler untuk terus merubah sinyal *output* yang dikeluarkan bernilai sama dengan sinyal *input*.

Berdasarkan jenis perubahan lingkungan yang dibacanya, sensor dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu sensor thermal (panas), optik (cahaya), dan mekanis. Sensor panas merupakan sensor pembaca perubahan panas di lingkungan sekitar alat. Contohnya: bimetal, thermistor, dan photovoltaik. Sensor mekanis merupakan sensor yang mendeteksi perubahan gerak seperti perpindahan posisi, sudut, pergerakan melingkar dsb. Sensor cahaya merupakan sensor yang mengamati perubahan intensitas cahaya pada lingkungan sekitar, contohnya adalah *Photo transistor*, *photo cell*, *pyrometer optic* dsb.

## 2.6 Efek Hall

Hall Effect adalah suatu peristiwa terbentuknya beda potensial tegangan listrik pada plat konduktor/semi konduktor yang dipengaruhi oleh medan magnet. Teori ini ditemukan oleh Dr. Edwin Hall (1879) dengan menggunakan gaya Lorentz/kaidah tangan kanan sebagai prinsip utama, yaitu gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak atau oleh arus listrik yang berada dalam suatu medan magnet dengan rumus :

$$F = q (V \times B) \quad (1)$$

F= Gaya (newton)

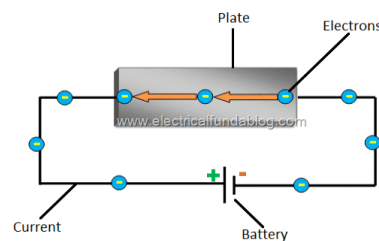
q= Muatan listrik (Coulomb)

V= Arah kecepatan muatan (m/s)

B= Medan magnet (Tesla)

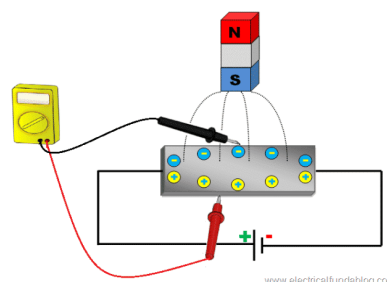
Dimana arah dari gaya lorentz (F) selalu tegak lurus dengan arah kuat arus listrik (I) dan induksi magnetik yang ada (B). Arah gaya ini akan mengikuti arah maju skrup yang diputar dari vektor arah gerak muatan listrik (v) ke arah medan magnet (B).

Efek Hall terjadi ketika arus listrik yang mengalir melewati plat semikonduktor/konduktor dari sumber tegangan negatif ke sumber tegangan positif (beban negatif) diberi batang magnet di dekat plat, medan magnet dari batang magnet akan mendistorsi medan magnet yang berasal dari arus listrik sehingga elektron yang mengalir pada plat akan berbelok (Gaya yang mengganggu medan magnet arus listrik ini disebut juga Gaya Lorentz).



Gambar II-1 arah arus listrik

Hal ini akan menjadikan plat memiliki 2 polar dan atau beda potensial tegangan (*Hall Voltage*), dimana elektron pada arus listrik akan mendekati batang magnet dan beban positif akan berbelok berlawanan arah dengan elektron. *Hall Effect* akan lebih kuat jika menggunakan plat semikonduktor karena plat ini memiliki *holes* atau atom yang bermuatan proton lebih besar dari elektron, sehingga membuat beda potensial semakin besar.



Gambar II-2 Distorsi tegangan listrik

Hall *Voltage* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$V_h = \frac{I \cdot B}{q \cdot n \cdot d} \quad (2)$$

$V_h$  = Hall *Voltage*

$I$  = Besar arus yang melewati plat (Ampere)

$B$  = Medan Magnet (Tesla)

$q$  = Muatan listrik (Coulomb)

$n$  = Jumlah muatan per unit volume

Teori Efek Hall banyak digunakan pada sensor yang berfungsi mendeteksi adanya objek magnetis pada lingkungan, seperti sensor kecepatan roda (rpm), penentuan posisi poros mesin (*Crankshaft*), sensor sabuk pengaman pada kendaraan, dll. Pada tugas akhir ini, penulis memakai teori Efek Hall di dalam *Chip* IC 3144 pada sensor curah hujan untuk menghitung jumlah *tip/jungkitan* pada bejana jungkit di dalam sensor.

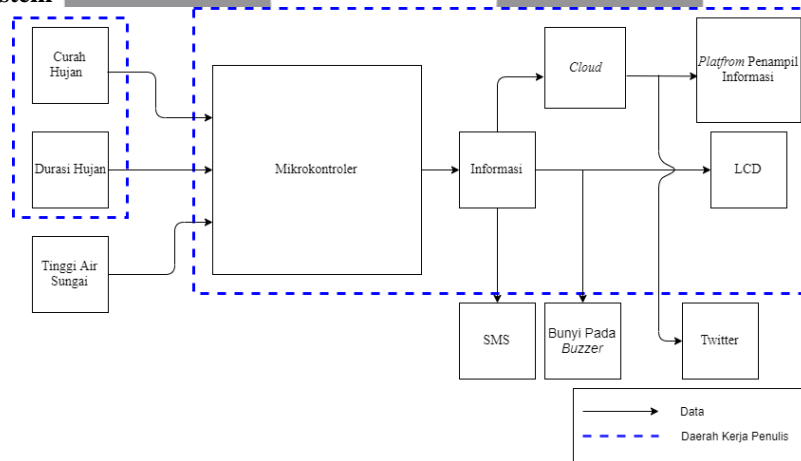
### 2.7 IoT (Internet of Things)

IoT merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan internet. Dalam penggunaannya *Internet of Thing* banyak ditemui dalam berbagai aktifitas, contohnya : banyaknya transportasi online, e-commerce, pemesanan tiket secara online, live streaming, e-learning dan lain-lain bahkan sampai alat-alat untuk membantu dibidang tertentu seperti remote temperature sensor, GPS tracking, and sebagainya yang menggunakan internet atau jaringan sebagai media untuk melakukannya.

Secara umum, proses yang terjadi pada IoT adalah mengolah data mentah yang didapat untuk nantinya dianalisis dan diolah secara detail lalu menjadi informasi yang lebih berharga. Proses ini dilakukan dengan bantuan internet yang mana akan mengurangi hubungan fisik antar perangkat, tentunya hal ini akan memangkas biaya tempat maupun biaya pemasangan.

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Desain Sistem

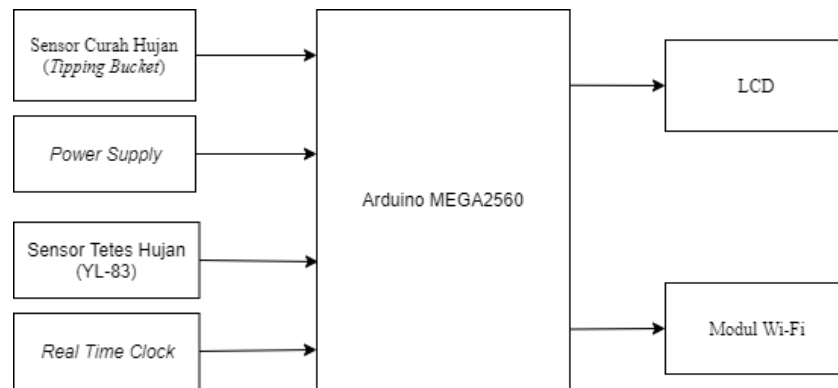


Gambar III-1 Desain Sistem Peringatan Dini Banjir

Sistem yang akan dirancang pada tugas akhir ini merupakan sistem peringatan dini banjir yang digunakan untuk memberikan sinyal informasi kepada warga sekitar Sungai Citarum, bahwa hujan (sebagai salah satu faktor penyebab banjir) telah turun di sekitar alat dan sungai. Informasi tersebut berupa nilai sensor dan dikirim ke LCD (*Liquid Crystal Display*) yang terletak pada alat dan juga ke platform bernama *Blynk* yang ada pada *smartphone* pengguna secara nirkabel berbasis modul *Wi-Fi* ESP8266-01. Pada sistem ini, *Blynk* akan menjadi platform penampilan nilai sensor kepada pengguna.

Sistem ini memiliki input berupa nilai acuan yang dibaca oleh sensor curah hujan *Tipping Bucket* dan sensor tetes hujan (YL-83) yang terpasang pada alat peringatan dini banjir ini. Untuk sensor curah hujan *Tipping Bucket*, jika air hujan yang masuk ke sensor sudah mencapai 2.496 mL, maka berat dari air akan membuat salah satu ember penampung turun dan membuat ember yang

lainnya naik dan siap menerima air hujan selanjutnya, tiap 1 kali ember penampung turun sistem akan mengeluarkan sinyal informasi ke LCD dan platform *Blynk* bahwa sudah terjadi hujan setinggi 1,346 mm pada area seluas 100 cm<sup>2</sup>. Perhitungan ini akan diperbarui setiap menit, jam dan hari lalu akan diulang perhitungannya setelah berganti hari. Pada *Blynk*, jua akan ditampilkan kondisi curah hujan menurut standar BMKG yaitu Hujan Ringan (1-5 mm/jam atau 5-20 mm/hari), Hujan Sedang(5-10 mm/jam atau 20-50 mm/hari), dan Hujan Lebat (>10 mm/jam atau >50 mm/hari). Untuk sensor tetes hujan (YL-83), jika nilai <800 maka sensor akan membaca bahwa saat itu sudah terjadi hujan dan akan menghitung durasi hujan sampai nilai keluaran >799.



Gambar III-2. Diagram Blok Sistem

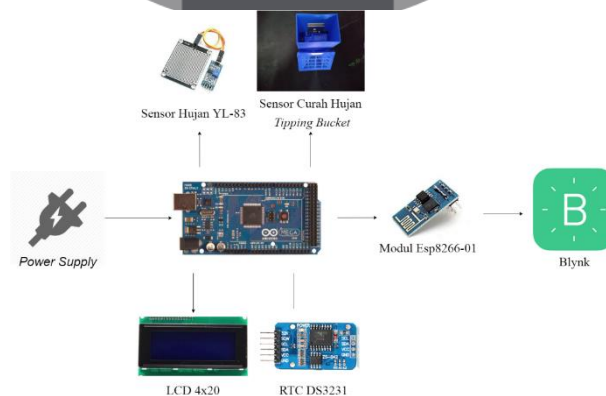
Berdasarkan diagram blok pada gambar III-2, sistem yang akan dirancang memiliki sumber daya listrik yang akan mengaktifkan Arduino Mega2560. Setelah aktif, arduino akan menerima data dari sensor curah hujan, sensor tetes hujan serta data waktu dari modul RTC DS3231.

Hasil pemrosesan data *input* akan dikeluarkan melalui LCD serta modul Wi-Fi (ESP8266-01) yang menjadi perantara antara komunikasi arduino dan *platform Blynk*. Hasil curah hujan akan ditampilkan di LCD dan *Blynk* melalui modul Wi-Fi dengan tampilan intensitas curah hujan per menit, per jam, dan per hari. Sensor tetes hujan akan menerima masukan berupa tetes hujan dan menampilkan durasi hujan yang terjadi selama rentang waktu tertentu pada LCD, durasi hujan ini diperoleh dari hasil penghitungan data waktu modul RTC DS3231.

### 3.2 Desain Perangkat Keras

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai komponen apa yang akan dipakai dan seperti apa desain perangkat keras tersebut. Perangkat keras yang digunakan dalam sistem adalah sebagai berikut:

1. Arduino Mega 2560 Board
2. Sensor Curah Hujan Tipping Bucket
3. Sensor Hujan YL-83
4. Modul Wi-Fi Esp8266-01
5. Real Time Clock Modul DS3231



Gambar III-3 Desain Perancangan Sistem

### 3.3 Desain Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai media proses pemrograman dan bahasa C/C++ sebagai bahasa pemrogramannya.



Gambar III-4. Tampilan *Software* Arduino IDE

## 4. Hasil Pengujian dan Analisa

### 4.1 Pengujian Sensor Curah Hujan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui volume rata-rata 1 tip pada ember serta mengecek akurasi sensor curah hujan, pengujian dilakukan dengan cara membandingkannya dengan gelas ukur curah hujan.

### 4.2 Pengujian Sensor HL-83

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui rata-rata *delay* yang terjadi antara durasi hujan yang sebenarnya dengan durasi yang terbaca oleh sensor hujan HL-83.

### 4.3 Analisis dan Pengujian Sistem Komunikasi Serial menggunakan Modul *Wi-Fi* ESP8266-01

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama *delay* dan *packet loss* pada saat pengiriman data sensor curah hujan ke *platform Blynk*.

### 4.4 Analisis dan Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari sistem peringatan dini banjir dan memastikan bahwa output yang diharapkan sesuai dengan input yang diberikan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, penulis mendapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem ini mampu memberikan layanan berupa informasi yang dapat diakses serta dipantau oleh pengguna sekitar sungai agar dapat mengetahui seberapa besar potensi banjir pada sungai.
2. Sistem ini mampu menjadi sistem peringatan dini banjir dengan bagi masyarakat sekitar daerah aliran sungai agar terhindar dari bencana banjir dengan menggunakan curah hujan sebagai parameternya.
3. Sensor Curah Hujan dapat membaca nilai sebesar 0.2496 per 1 tip.
4. Sensor Ultrasonik memiliki akurasi ketepatan hingga 85.45% dan memiliki error sebesar 14.54% yang masih relatif bagus dalam penggunaan pembacaan Curah Hujan pada sistem peringatan dini banjir.
5. Rata-rata nilai *delay* pada Modul *Wi-Fi* Esp8266-01 yaitu sebesar 12,18 detik.
6. Modul *Wi-Fi* ESP8266-01 memiliki nilai 0% yang artinya semua paket data dari satu sensor dapat terkirim dan masuk ke kategori “Sangat Bagus”.

7. Modul Wi-Fi ESP8266-01 dapat mengirimkan nilai sensor Curah Hujan setiap satu detik ke platform aplikasi Blynk.
8. Sedangkan pada pengujian pengiriman data IoT menggunakan Modul Wi-Fi dan terintegrasi dengan perangkat lain seperti sensor ultrasonik, sistem seringkali mengalami *Buffer Overflow* yaitu kondisi dimana program diberi *input* secara berlebihan pada rentang waktu tertentu, data yang masuk menjadikan program kelebihan muatan.

## 5.2 Saran

Pelaksanaan tugas akhir ini memiliki saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki kekurangan, penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut yaitu:

1. Penggunaan Modul *Wi-Fi* lebih baik menggunakan versi terbarunya yaitu Esp 12-E agar koneksi internet lebih stabil.
2. Sebaiknya ditentukan *Buffer* atau *memory* pada *running program* supaya bisa terintegrasi dengan sensor lain dan menjadikan sistem lebih efektif dan efisien.
3. Sebaiknya sensor curah hujan tipe *Tipping Bucket* dengan pembacaan *sensor hall* diganti dengan sensor yang lebih baik cara pembacaannya seperti *reed switch* atau dengan metode *optocoupler*.
4. Untuk power supply dapat menggunakan sumber energi terbarukan seperti solar cell. 3. Disarankan menguji ketahanan alat dan dapat membuat alat menjadi anti air karena sistem peringatan dini banjir akan riskan terkena air.

## Daftar Pustaka

- [1] Rosyidie, Arief. 2013. "Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan " dalam Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol. 24 No. 3 (hlm. 241-249). Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- [2] J. Craven, " High-Tech Solutions for Flood Control," September 15, 2018. Tersedia: ThoughtCo, <https://www.thoughtco.com/how-engineers-stop-floods-177699>. [Diakses 5 Februari 2019, 20:00 WIB].
- [3] M. Achmad, N. Akhmad, N. Ashuri, W. Galih, dan Istiadi, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT" Disampaikan pada Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018), Universitas Widyagama Malang, 2018.
- [4] Wikipedia, "Sungai". Tersedia: Wikipedia, <https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai>. [Diakses 14 Maret 2019, 13.30 WIB].
- [5] Mulyono, Dedi. 2014. "ANALISIS KARAKTERISTIK CURAH HUJAN DI WILAYAH KABUPATEN GARUT SELATAN", Vol. 13 No. 1. Sekolah Tinggi Teknologi Garut
- [6] Chamim, Anna Nur Nazilah. 2010. "PENGUNAAN MICROCONTROLLER SEBAGAI PENDETEKSI POSISI DENGAN MENGGUNAKAN SINYAL GSM" dalam Jurnal Informatika, Vol. 4, No. 1. Politeknik PPKP, Yogyakarta, Indonesia.
- [7] 10 Penyebab Banjir – Akibat dan Cara Mengatasi Banjir. (20 Oktober 2015). Diambil dari IlmuGeografi.com : <https://ilmugeografi.com/bencana-alam/penyebab-banjir>. [Diakses 20 Maret 2019, 14.35 WIB]
- [8] ATmega2560-16AU. (2019) Diambil dari TokoPedia : <https://www.tokopedia.com/lek-electronics/atmega2560-16au>
- [9] Chamim, Anna Nur Nazilah. (2010). *PENGUNAAN MICROCONTROLLER SEBAGAI PENDETEKSI POSISI DENGAN MENGGUNAKAN SINYAL GSM*. Jurnal Informatika Vol. 4, No.1. Politeknik PPKP, Yogyakarta.
- [10] Hall Effect Principle. (2015). Diambil dari Electricalfundablog : <https://electricalfundablog.com/hall-effect-principle-history-theory-explanation-mathematical-expressions-applications/>. [Diakses 16 Desember 2019].
- [11] Sulaiman, Oris Kristianto. Adi Widarma. (2017). *SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS CLOUD COMPUTING DALAM CAMPUS AREA NETWORK*. Universitas Islam Sumatera Utara, JL. SM.Raja Teladan, Medan.
- [12] Internet of Things. (2019). Diambil dari Toward Data Science : <https://towardsdatascience.com/iot-in-action-a8b7fac83619>. [Diakses 20 Agustus 2019].
- [13] ARDUINO MEGA 2560 REV3. (n.d.). Diambil dari ARDUINO : <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>. [Diakses 25 November 2019].
- [14] Tipping Bucket Rain Gauge.(2019). Diambil dari Weather Shack: <https://www.weathershack.com/static/ed-tipping-bucket-rain-gauge.html>. [Diakses 25 November 2019].