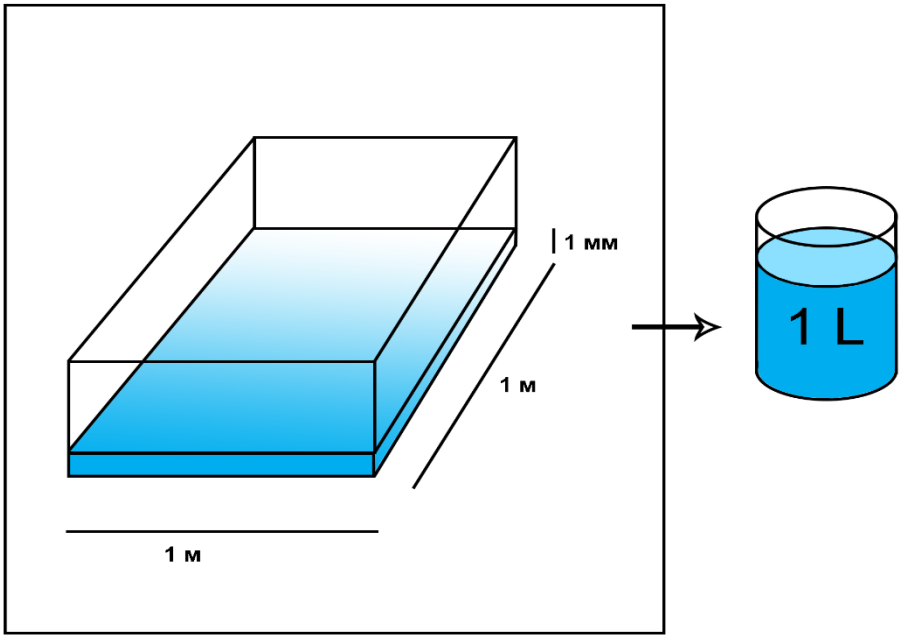
BAB II
LANDASAN TEORI

2.1. 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

2.1.1. Curah Hujan

Curah Hujan (mm) adalah sebuah proses jatuhnya butiran air atau kristal es ke permukaan bumi. Curah hujan sebesar 1 mm artinya adalah tinggi air hujan yang terukur setinggi 1 mm pada daerah seluas 1 m^2 dan volume air yang akan tertampung sebanyak 1 liter. Dengan asumsi bahwa tinggi hujan di sekitar titik takaran adalah sama, daerah yang dicakup oleh hujan tergantung pada kondisi cuaca lainnya [3].



Gambar 2. 1 Curah Hujan 1 mm

Definisi hujan menurut standar internasional World Meteorological Organization (WMO) adalah sebagai berikut

Tabel 2. 1 Klasifikasi Curah Hujan Menurut Standar Internasional WMO (World Meteorological Office)

Kriteria Hujan	**Curah Hujan**
Sangat Ringan	<5.0 mm
Ringan	5.0 – 20 mm
Sedang / Normal	20 – 50 mm
Lebat	50 – 100 mm
Sangat Lebat	>100 mm

Berdasarkan ukuran butirannya, hujan dibedakan menjadi [3]:

a. Hujan gerimis, diameter butirnya kurang dari 0,5 mm.
b. Hujan salju, terdiri dari kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku.
c. Hujan batu es merupakan curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas dari awan yang temperaturnya di bawah titik beku.
d. Hujan deras yaitu curahan air yang turun dari awan yang temperaturnya diatas titik beku dan diameter butirannya kurang dari 7 mm.

2.1.2. Penakar Hujan

Perangkat pengukur curah hujan terdapat secara manual dan secara otomatis. Perangkat pengukuran curah hujan secara manual yaitu ombrometer sedangkan perangkat pengukuran curah hujan secara otomatis yaitu *tipping bucket*. Pengukuran curah hujan dengan alat ukur manual dilakukan dengan cara melihat volume air pada gelas ukur. Pada perhitungan curah hujan dapat dirumuskan sebagai berikut [4].

$$\mathrm{CH} = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$$

Keterangan :

CH = Curah Hujan (mm)

V = Volume air yang terukur dalam gelas ukur

A = Luas Penampang Ombrometer (cm^2)

Untuk menghitung luas penampang ombrometer yaitu :

$$\mathrm{A} = \pi . \mathrm{R}^2$$

Keterangan :

π = 3,14

R = jari jari mulut ombrometer 5,65 cm^2

Dengan demikian luas corong dapat dihitung yaitu : 3,14 x $5,65^2$ = 100 cm^2

Contoh : Air hujan yang tertampung pada ombrometer terukur 200 ml pada gelas ukur. Maka CH = 200 ml / 100 cm^2 = 2 cm = 20 mm

Jadi data curah hujan yang didapat dari ombrometer observatorium adalah 20 mm

Gambar 2. 2 Ombrometer

Alat pengukuran curah hujan otomatis adalah perangkat yang secara otomatis mengukur curah hujan. Kemampuan untuk merekam data curah hujan dengan interval yang lebih lama. Dengan menggunakan alat ini, Pengguna dapat mengukur tingkat curah hujan dalam periode waktu tertentu dan mencatat lamanya hujan [5]. Pada penelitian tugas akhir ini dirancang perangkat pengukuran data curah hujan dengan menggunakan tipe *tipping bucket*. *Tipping bucket* merupakan perangkat penakar hujan yang terbuat dari *bucket* dengan prisnsip kerja penjungkit yang akan dijungkit secara bergantian apabila bucket tersebut telah penuh terisi air hujan. Air yang jatuh ke kedalam corong akan dihitung oleh sensor secara bergantian. Perhitungan tersebut akan diproses melalui sensor *IR Distance*. Setelah itu volume air akan diubah kedalam satuan curah hujan milimeter.

2.1.3. IoT (*Internet Of Things*)

IoT (Internet of Things) merupakan sebuah konsep untuk memanfaatkan dari konektivitas internet. Kemampuan IoT ini dapat menghasilkan data, mengirim,

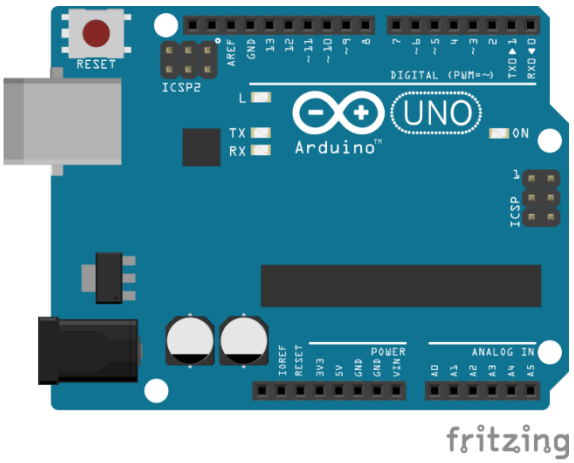
menerima, mengumpulkan dan saling tukar menukar data [6]. Purwarupa sistem pengukuran curah hujan secara real time dapat didukung dengan menggunakan IoT. IoT yang digunakan pada tugas akhir ini digunakan untuk memantau dan menyimpan data curah hujan setiap harinya.

2.1.4. Ngrok

Ngrok adalah sebuah *tunneling* dari jaringan publik ke port komputer lokal menggunakan url yang diberikan oleh ngrok dengan format url : http://subdomain.ngrok.com. Ngrok akan membuat jaringan non public menjadi public firewall untuk menghubungkan localhost ke internet [7].

2.1.5. Arduino UNO

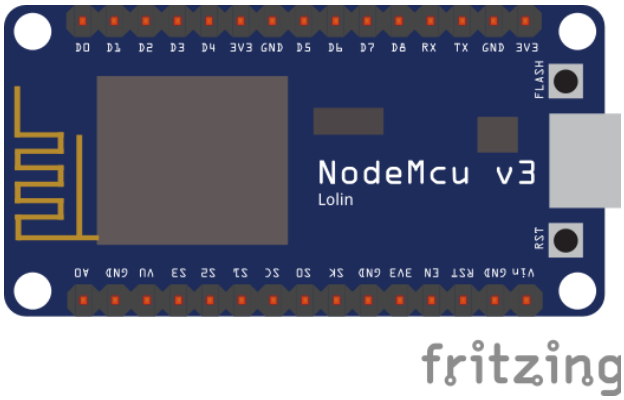
Arduino UNO memiliki 14 pin digital input atau output, 6 input analog, port USB, port power jack, port ICSP header, dan port tombol reset. Arduino UNO berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler supaya mudah untuk menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB, adaptor AC / DC atau dengan baterai [8].



Gambar 2. 3 Arduino

2.1.6. NodeMCU ESP8266

Esp8266 digunakan sebagai komponen tambahan pada mikrokontroler yaitu Arduino. Arduino membutuhkan wifi sebagai koneksi TCP / IP agar bisa terkoneksi ke server. Sumber tegangan yang dibutuhkan untuk wifi adalah 3.3V. Jumlah pin tergantung pada jenis ESP8266 yang digunakan. NodeMCU ESP8266 biasanya digunakan sebagai media telemetri untuk memonitor data dan mengirimkannya ke server [9].



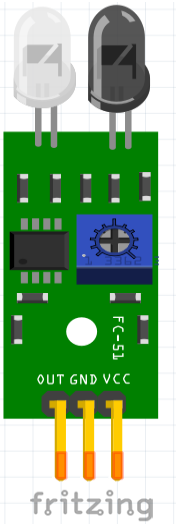
Gambar 2. 4 NodeMCU ESP8266

2.1.7. Sensor *IR Distance*

Sensor *Infrared Distance* adalah sensor yang berfungsi mendeteksi halangan atau objek didepannya. Sensor tersebut menggunakan prinsip pantulan cahaya infra merah untuk menentukan nilainya. Saat sensor mendeteksi suatu benda atau benda di depan sensor maka akan didapatkan pantulan cahaya yang intensitasnya disesuaikan dengan kepekaan potensiometer. Sensor inframerah menghasilkan keluaran berupa keluaran digital.

Komponen utamanya meliputi pemancar inframerah dan penerima inframerah. Setelah menyuplai tegangan ke sensor, pemancar inframerah akan memancarkan sinar infra merah, yang kemudian dipantulkan oleh benda yang ada di depannya.

Kemudian, cahaya yang dipantulkan diterima oleh penerima IR. Sensor dapat mendeteksi objek dalam jarak 2cm hingga 30cm [10].



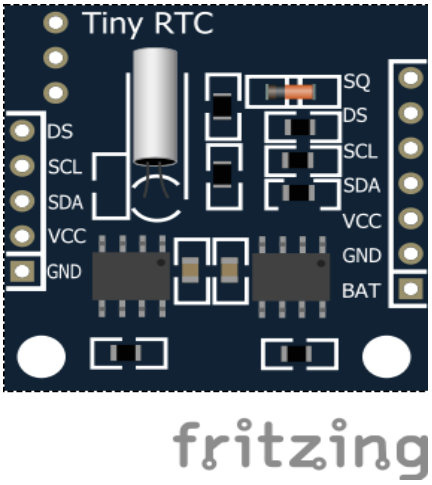
Gambar 2. 5 Sensor *IR Distance*

Tabel 2. 2 Fitur dan Spesifikasi Sensor *IR Distance*

Fitur	**Spesifikasi**
Nama	Sensor *Infrared Distance*
Tipe	Module Sensor
Pin	3 Pin
Tegangan Masukkan	3-5 Volt
Jarak Pembaca Sensor	2-30 cm
Lampu LED indikator	Ada

2.1.8. RTC DS1307

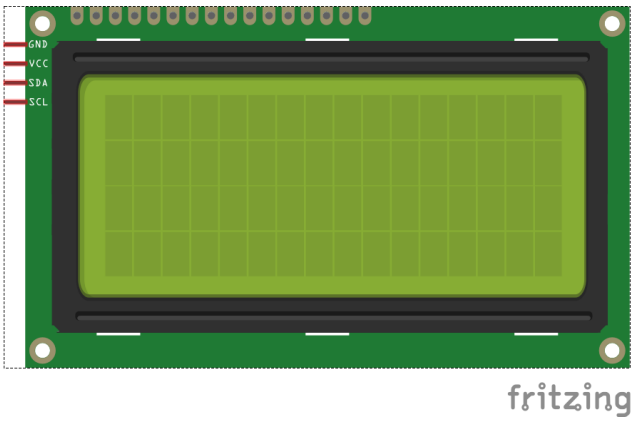
Real Time Clock DS1307 adalah modul penunjuk waktu dan tanggal dengan dukungan battery cadangan. Informasi waktu yang dapat ditunjukkan diantaranya yaitu, detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. Tanggal pada akhir bulan akan secara otomatis dengan bulan selanjutnya. [11].



Gambar 2. 6 RTC DS1307

2.1.9. LCD (*Liquid Crystal Display)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat digunakan untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, tampilan teks, atau tampilan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah berukuran 20x4 yang artinya lebar display 4 baris 20 kolom dengan 16 Pin konektor [12].

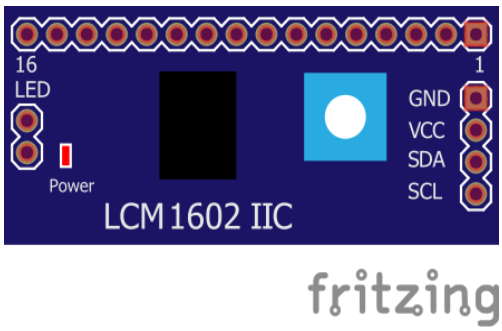


Gambar 2. 7 LCD 20x4

2.1.9. I2C *Interface* LCD

I2C *Interface* LCD digunakan untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menghubungkan LCD ke arduino. Normalnya sebuah komponen LCD

membutuhkan 8 pin arduino dan 1 potensiometer untuk dapat dihubungkan. Namun dengan komponen I2C *Interface* ini dapat menghubungkan LCD ke arduino hanya dengan 4 pin saja.



Gambar 2. 8 I2C *Interface* LCD

2.2. Tinjauan Studi

Adapun tinjauan studi penelitian yang berhubungan mengenai topik tugas akhir ini untuk dijadikan sebagai bahan refrensi dalam menentukan metode adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Sabeni, Arif Budiman, Rosda Syelly, Indra Laksmana (2018) yaitu menggunakan sensor *reed switch*. *Reed Switch* akan bekerja ketika magnet yang di letakkan pada bagian di *tipping* mendekati sensor *Reed Switch*, yang dimana *tipping bucket* akan bergerak disaat curah hujan masuk ke dalam penampang corong dan akan ditampung pada *tipping* yang membuat *tipping* akan berjungkat jungkit [13].
2. Penelitian yang dilakukan oleh Farid, Sultan Salahuddin, Sri Pernomo, Budi Santosa (2018) adalah Alat pengukur hujan akan menggunakan protokol MQTT untuk mengirimkan data curah hujan ke server melalui Internet. Kemudian, data akan diproses dan layanan jaringan dalam format json akan dibuat, dan aplikasi Android akan mengakses layanan tersebut [14].
3. Penelitian yang dilakukan oleh Valdi Riyanto dan Henri (2019) adalah Sistem dapat mengirimkan data ke aplikasi server Blynk, yang dapat dibaca

di perangkat elektronik seperti smartphone yang terkoneksi dengan internet, kemudian dapat pula mengirimkan data tersebut ke email dalam format CSV yang berisi data yang dikirim oleh sistem ke server cloud [15].

4. Penelitian yang dilakukan oleh Akhmad Arisandi (2019) adalah 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 air yang terkumpul dapat menyebabkan ketidakseimbangan, sehingga akan miring secara bergantian, yang dapat diatur dengan memutar baut di bawah penampung air. Setelah air yang tertampung penuh, otomatis akan miring sehingga penghalang di bawah bak atau ember air secara otomatis akan bergerak melewati sensor. Apabila sensor terhalang oleh suatu benda maka sensor akan dihitung sebagai 1 sehingga nantinya dapat diolah dalam program Arduino menggunakan rumus intensitas curah hujan (mm / jam) yaitu tinggi curah hujan (mm) dibagi dengan waktu hujan (jam). Untuk hasil intensitas curah hujan dikirimkan melalui media IoT dengan menggunakan tampilan IoT satu jam sekali [9].
5. Penelitian yang dilakukan oleh Trono (2017) adalah menunjukkan kelebihan menggunakan sensor akustik berbasis Android. Bahwa kekuatan sinyal akustik memberikan data hujan yang hampir *real-time*. Berbeda dengan *tipping bucket*, yang mengumpulkan data hujan terakumulasi dalam interval 1 menit, sensor akustik berbasis Android merekam data hujan waktu nyata. Selain itu, pengukur hujan tong jungkit digunakan sebagai pengukur akumulasi, yang menampilkan data hanya saat hujan yang terkumpul sudah cukup untuk mendorong ember (0,2 mm), sedangkan sensor akustik berbasis Android terus mengukur kekuatan sinyal akustik [16].
6. Penelitian yang dilakukan oleh Anton, Yunita dwi, Son Ali dan Sunardi (2019) adalah Sensor sharp gp2y0a21 yang digunakan dapat juga mendeteksi adanya banjir namun kekurangan dari sensor sharp gp2y0a21 adalah Data yang diperoleh kurang akurat [17].
7. Penelitian yang dilakukan oleh M. M. Rashid, M. Rabani bin M. Romlay (2015) adalah data yang direkam dalam kartu SD akan terhubung ke LCD.

Dengan membaca data harian, mingguan dan bulanan dapat dihitung. Nilai rata-rata dari curah hujan ditunjukkan melalui sistem tampilan keluaran ini. Membaca waktu untuk pengukuran air hujan bisa dilihat melalui 16x2Layar LCD dipasang bersama dengan mikrokontroler. Analisis menunjukkan hal potensiometer sangat cocok sebagai penghitung volumetrik [18].

8. Penelitian yang dilakukan oleh Ignatius Arias Nurdiyanto dan A. Bayu Primawan (2020) adalah *monitoring* data menampilkan data curah hujan yang terjadi setiap jamnya. Namun pada saat hujan pada jam pertama dan tidak turun hujan pada jam kedua, data yang ditampilkan pada jam kedua adalah data curah hujan pada jam pertama, bukan 0 (nol). Hal ini dilakukan untuk memudahkan pemantauan curah hujan harian, karena alat yang digunakan adalah memantau curah hujan harian
9. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Husnandar Husain (2015) adalah alat berfungsi mengirim data dari sensor ke database serta webserver dengan menggunakan jaringan internet. Pada sensor curah hujan terdapat kekurangan karena air jatuh yang dideteksi oleh sensor akan dideteksi sebagai air hujan dari sensor tersebut sehingga sensor mendeteksi terjadi hujan padahal air yang terdeteksi oleh sensor bukanlah air hujan [19].
10. Penelitian yang dilakukan oleh Agus Muliantara, Ngurah Agus, I Made Widiartha (2015) adalah sensor mampu *monitoring* ketinggian air pada perangkat pengukuran curah hujan, dan data dikirim oleh modul GPRS mampu diterima pada *webserver*. Data yang akan ditampilkan mampu mewakili kondisi ketinggian air pada alat pengukur curah hujan [20].

Tabel 2. 3 Perbandingan Tinjauan Studi

No	**Penulis**	**Judul**	**Metode**	**Antarmuka**
1	Muhammad Sabeni, Arif Budiman, Rosda Syelly, Indra Laksmana (2018)	Rancang Bangun Pendeteksi Curah Hujan Menggunakan *Tipping Bucket Rain Sensor* dan Arduino Uno	Sensor Reed Switch, magnet, *Tipping Bucket* Arduino, Led	Software Program

No	Penulis	Judul	Metode	Antarmuka
2	Farid, Sultan Salahuddin, Sri Pernomo, Budi Santosa (2018)	Sistem Pemantau Curah Hujan Berbasiskan Android	Sensor curah hujan, MySql, nginx, MQTT	Android
3	Valdi Riyanto dan Henri (2019)	Pengukur Curah Hujan Berbasis Arduino Sebagai Aplikasi IoT	LED, Fotodioda, Node McU ESP8266,	Server Blynk
4	Akhmad Arisandi (2019)	Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan	Sensor photointeruppter, ESP8266, arduino, baterai, RTC, Led, LCD	Server ThinkSpeak
5	Trono (2017)	*Rainfall Monitoring Using Acoustic Sensors*	Sensor akustik,, RG600	Android
6	Anton, Yunita dwi, Son Ali dan Sunardi (2019)	*Monitoring of Rainfall Level Ombrometer Observatory (Obs) Type Using Android Sharp GP2y0A41SK0F Sensors*	Sensor Sharp gp2y0a21, Node McU ESP8266, Relay, WaterPump	Server ThinkSpeak
7	M. M. Rashid, M. Rabani bin M. Romlay (2015)	*Development of Electronic Rain Gauge System*	Sensor infrared, potensiometer, Xbee shield, Sdcard	Tidak ada
8	Ignatius Arias Nurdiyanto dan A. Bayu Primawan (2020)	*Monitoring* Data Curah Hujan Berbasis *Internet of Things (*IoT*)*	Raspberry pi3, sensor reed switch, magnet	Server ThinkSpeak
9	Muhammad Husnandar Husain (2015)	Sistem Pemantau Curah Hujan Dan Tinggi Genangan Air Pada Jalan-Jalan Yang Rawan Tergenang di Kota Makassar Melalui Jaringan Internet Pada Aplikasi Android	Sensor drop water, sensor ultrasonik, SIM900	Android
10	Agus Muliantara, Ngurah Agus, I Made Widiartha (2015)	Perancangan Alat Ukur Ketinggian Curah Hujan Otomatis Berbasis Mikrokontroller	SIM900, sensor ultrasonik, Sensor air Milone	Website

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang penulis lakukan ini adalah perangkat keran dan perangkat lunak. Perangkat keras yang dikembangkan berbentuk perangkat pengukuran curah hujan tipe *Tipping Bucket* dan *panel box* dengan komponen menggunakan arduino uno R3, Node MCU ESP8266, sensor *IR Distance* , RTC DS1307, LCD 20x4.

Perangkat lunak yang dikembangkan adalah sebuah apikasi berbasis website. Adapun fitur yang dikembang dalam perangkat lunak ini adalah dapat memantau saat pengukuran curah hujan sedang berlangsung, dapat menampilkan dan menyimpan data curah hujan dalam berbentuk tabel serta mengirimkan data menuju ke server lokal menggunakan protokol HTTP. Data yang tersimpan menggunakan manajemen basis data MySQL. Setelah itu dikonfigurasikan data dari server lokal menuju ke ngrok. Fungsi ngrok sendiri mengekspos server lokal (*localhost*) di balik NAT dan firewall ke internet publik melalui *private tunnel*, sehingga *localhost* dapat di pantau dari jarak jauh melalui website.

Adapun *gap analysis* dalam penelitian tugas akhir ini seusai dengan tujuan adalah sebagai berikut :

Keadaan saat ini	Hasil dapat dicapai dengan membuat sistem pengukuran curah hujan otomatis	Hasil yang ingin dicapai
1. Pengukuran manual 2. Menggunakan alat ombrometer 3. Membutuhkan biaya 1 jt – 1,2 jt 4. Membutuhkan waktu 1 hari		1. Pengukuran otomatis 2. Menampilkan data dalam bentuk website 3. Mempunyai penyimpanan data online 4. Membutuhkan biaya kurang dari 1jt 5. Waktu yang lebih effisien dari sebelumnya