

RANCANG BANGUN *RAINFALL SYSTEM* SEBAGAI *CONTROL SYSTEM* PADA MINIATUR BENDUNGAN BERBASIS NODEMCU ESP8266

M. Fauzan Kurnia¹, M. Taufik Hidayat², Herri Trisna Frianto³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
mkurnia@students.polmed.ac.id¹, mhidayat@students.polmed.ac.id²,
herrifrianto@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Curah hujan yang tinggi dapat mempengaruhi *level* ketinggian air pada bendungan. Pemantauan tingkat curah hujan perlu dilakukan di beberapa titik guna menjaga *level* ketinggian air pada bendungan. *Rainfall system* adalah sistem untuk memantau tingkat curah hujan dengan menggunakan sensor *tipping bucket/rain gauge*, dengan cara menghitung butiran hujan yang jatuh ke tanah setiap menitnya. Rumusan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana cara membuat alat yang dapat melakukan pengambilan data secara otomatis menggunakan NodeMCU, dan bagaimana cara memantau tingkat ketinggian curah hujan secara *real time*.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi mikrokontroler dan *Internet of Thing* sebagai pemantau curah hujan di sekitar bendungan, untuk mempermudah proses pengambilan dan *monitoring* data dari alat pemantau curah hujan disekitar bendungan, karena dapat dilakukan dengan melihat tampilan pada *Liquid Crystal Display* (LCD), dan Mengetahui rumus yang digunakan dalam menghitung jumlah butiran air yang jatuh setiap menitnya. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development model*. Analisis data yang digunakan yaitu reduksi data, penyajian data, dan *Conclusion drawing/verification*. Hasil dari penelitian ini berupa data jumlah butiran hujan yang jatuh ke tanah setiap menit, jam dan hari. Tingkat ketinggian curah hujan ditentukan berdasarkan jumlah butiran hujan yang jatuh ke tanah setiap menitnya.

Kata Kunci : Hujan, LCD, NodeMCU, *Tipping Bucket*

PENDAHULUAN

Air sebagai bahan baku PLTA dapat diperoleh dari sungai secara langsung disalurkan untuk memutar turbin, atau dengan cara ditampung dahulu (bersamaan dengan air hujan) dengan menggunakan kolam tandon atau waduk sebelum disalurkan untuk memutar turbin” (Trusatmaji,2016:5). Tingkat curah hujan dapat mempengaruhi ketinggian level air pada waduk, dimana level air mempengaruhi kinerja turbin yang digunakan untuk menghasilkan listrik.

Rainfall system adalah sistem yang digunakan untuk memantau tingkat curah hujan dengan menggunakan sensor *tipping bucket/rain gauge* yang memiliki prinsip kerja menghitung butiran hujan yang jatuh setiap menitnya. Lalu ditampilkan dalam bentuk skala 0 – 100 dan status curah hujan sesuai dengan *range* pada skala tersebut yang ditampilkan pada LCD. Dengan begitu, curah hujan dapat dipantau dengan tepat dan benar.

Berdasarkan latar belakang penelitian, permasalahan yang akan dibahas yaitu, bagaimana cara membuat alat yang dapat melakukan pengambilan data secara otomatis menggunakan NodeMCU dan bagaimana cara memantau tingkat ketinggian curah hujan secara *real time*?

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu untuk menerapkan teknologi mikrokontroler dan *Internet of Thing* sebagai pemantau curah hujan di sekitar waduk, untuk mempermudah proses pengambilan dan *monitoring* data dari alat pemantau curah hujan disekitar waduk, karena dapat dilakukan dengan melihat tampilan pada *Liquid Crystal Display* (LCD), dan mengetahui rumus yang digunakan dalam menghitung jumlah butiran air yang jatuh setiap menitnya.

TINJAUAN PUSTAKA

NodeMCU ESP8266

ESP8266 adalah produk rancangan ESCP yang menawarkan sebuah paket lengkap, termasuk modul jaringan WiFi. Dilengkapi 32-bit *processordenga non-chip* SRAM ESP8266 12-E juga terintegrasi dengan memiliki sensor eksternal.



Gambar 1. Modul ESP8266 12-E *Module* CH340

Sumber: <http://www.arduino4pro.com/product/202/nodemcu-v3-ch340-lua-wifi-esp8266-iot-development-board>

Keterangan Spesifikasi Modul ESP8266 *Module* CH340 yang digunakan yaitu :

1. *Development Kit based on* ESP8266.
2. *Integrates* GPIO, PWM, IIC, 1-Wire & ADC *all in one board*.
3. *USB-TTL include, Plug & play*.
4. *PCB antenna*.
5. Memiliki *form factor* 2x4 DIL dengan dimensi 14,3 x 24,8 mm.
6. *Catu daya yang dibutuhkan adalah* 3,3 volt.

LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk menampilkan data berupa angka, huruf maupun karakter. Pada penelitian ini, LCD 20x4 akan digunakan sebagai indikator data dari setiap sensor yang dipasang pada sistem monitoring hujan ini. Selain data sensor, LCD 20 x 4 juga digunakan sebagai indikator status mikrokontroler, apakah alat sedang bekerja atau tidak. Berikut adalah gambar dari LCD 20 x 4.



Gambar 2. LCD 20 x 4

Sumber: <http://www.labelektronika.com/2017/03/cara-program-lcd-karakter-16x2-Arduino-dan-Proteus.html>

Tabel 1. Spesifikasi LCD 20 x 4

Spesifikasi	Nilai
-------------	-------

Tegangan Operasi	3.3 – 5 V
Arus Operasi	0.2 – 1.5 mA
Tegangan Output	0 – 2.3 V
Jumlah Pin	16
Jumlah Karakter	2.95 – 4.75 mm

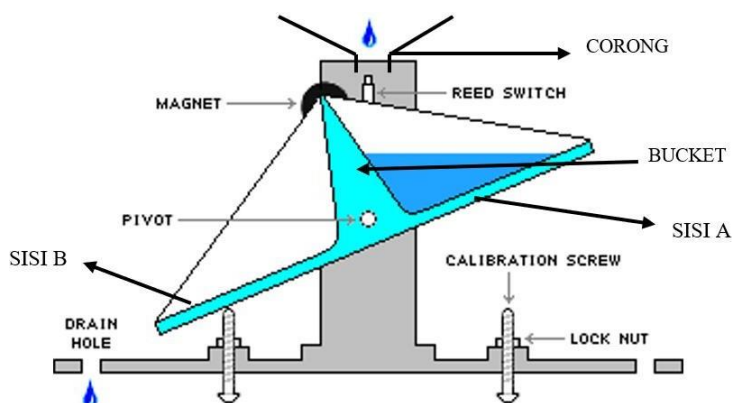
Sensor Penakar Hujan atau *Tipping Bucket*

Sensor penakar hujan atau *tipping bucket* adalah sensor untuk membaca tingkat curah hujan secara otomatis dengan cara menghitung jumlah butiran hujan yang jatuh ke tanah. Dengan demikian besarnya intensitas curah hujan dapat diketahui dengan tepat.



Gambar 3. *Tipping Bucket*

Sumber: <https://image.dhgate.com/0x0/f2/albu/g3/M00/F8/D9/rBVaHVShCMOAL651AAMroJNUp5o054.jpg>



Gambar 4. Mekanisme Penyusun Sensor

Sumber: <https://i0.wp.com/www.weathershack.com/images/tipping-bucket-rain-gauge.gif?resize=298%2C186&ssl=1>

Prinsip kerjanya sederhana, yaitu :

1. Air hujan akan masuk melalui corong, dan kemudian mengalir untuk mengisi *bucket*.
2. Setiap jumlah air hujan yang masuk sebanyak 0.7 mL ke *bucket*, maka *bucket* akan berjungkit dimana *bucket* yang satunya akan dan siap untuk menerima air hujan yang masuk berikutnya.

3. Pada saat *bucket* berjungkit, magnet yang terdapat pada *bucket* akan men-trigger *reed switch* yang akan mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266.
4. *Pivot* berfungsi sebagaiudukan *bucket*.
5. *Drain hole* berfungsi sebagai pembuangan butiran air yang sebelumnya ditampung oleh *bucket*.
6. *Calibration screw* dan *lock nut* berfungsi untuk mengkalibrasi jumlah butiran air maksimal yang akan ditampung oleh *bucket*.
7. *Reed Switch* adalah sebuah saklar listrik yang dioperasikan oleh medan magnet. Cara kerja dari sensor ini adalah ketika ada medan magnet mengenai bagian depan sensor, maka sensor akan bekerja sehingga menghubungkan kontak yang terdapat pada *reed switch*.
8. TIP adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan bahwa *bucket* telah berjungkit dari “SISI A” ke “SISI B” dan begitu juga sebaliknya yaitu dari “SISI B” ke “SISI A”.

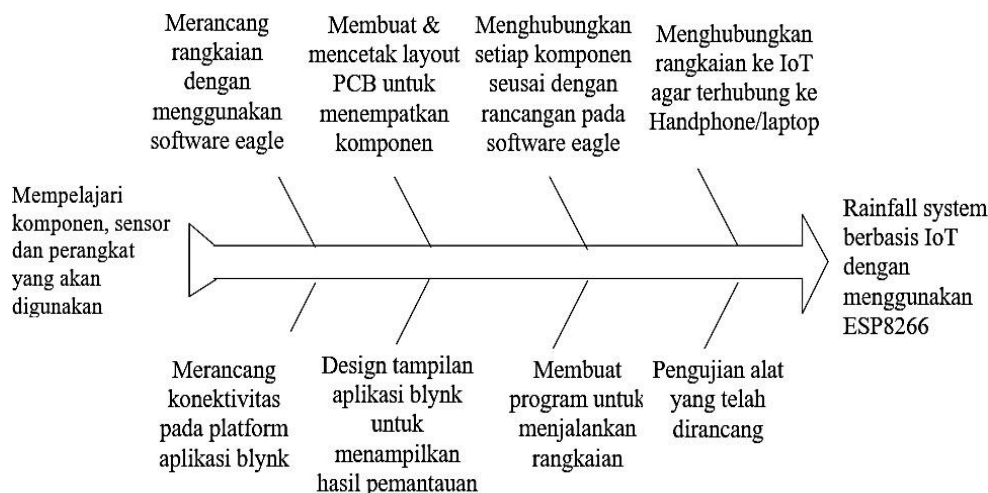
Skripsi dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe *Tipping Bucket* dengan Tampilan LCD” (Hendra dkk, 2013), Universitas Brawijaya. Dalam skripsinya membahas tentang mengukur curah hujan berbasis mikrokontroler ATmega8535. Nilai tingkat curah hujan diukur dengan menghitung berapa jumlah butiran air hujan yang masuk ke dalam *tipping bucket*. Data yang terbaca kemudian ditransfer dari alat ke komputer dengan menggunakan RS232 dan data tersebut disimpan di *database* dengan menggunakan *Microsoft Access*.

Skripsi dengan judul “Alat Ukur Curah Hujan *Tipping-Bucket* Sederhana dan Murah Berbasis Mikrokontroler” (M. Evita dkk, 2010), Institut Teknologi Bandung. Dalam Skripsi ini membahas tentang mengukur tingkat curah hujan berbasis mikrokontroler AT89S8252. Untuk mencacah nilai tetesan air yang terbaca pada *tipping bucket*, digunakan sensor tipe *reed switch* dan dibaca oleh data *logger*. Pengiriman data ke komputer menggunakan *real time clock* dan komunikasi serial. Curah hujan maksimum yang bisa diukur adalah 914.4mm/jam.

Dari referensi-referensi di atas, metode dan alat yang digunakan pada umumnya hampir sama seperti penggunaan *tipping bucket* untuk mengumpulkan butiran hujan, tetapi yang membedakan penelitian yang akan dibuat oleh peneliti dengan penelitian tersebut diatas ialah peneliti menggunakan miniatur bendungan untuk mengaplikasikan alat yang akan dibuat, beberapa alat dan bahan serta cara metode penelitian yang digunakan peneliti juga berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development Model* yang terdiri dari tahap pengumpulan informasi, perancangan perangkat keras, pengujian, pengumpulan data, serta melakukan analisis data yang diperoleh dengan menggunakan rancangan sistem tersebut. Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini, yaitu memilih ide atau topik penelitian, merumuskan masalah penelitian, merumuskan hipotesis penelitian, merencanakan dan melaksanakan penelitian, menganalisis hasil penelitian, melakukan perbaikan pada bagian yang perlu direvisi, membuat kesimpulan, membuat laporan penelitian, dan publikasi ilmiah.

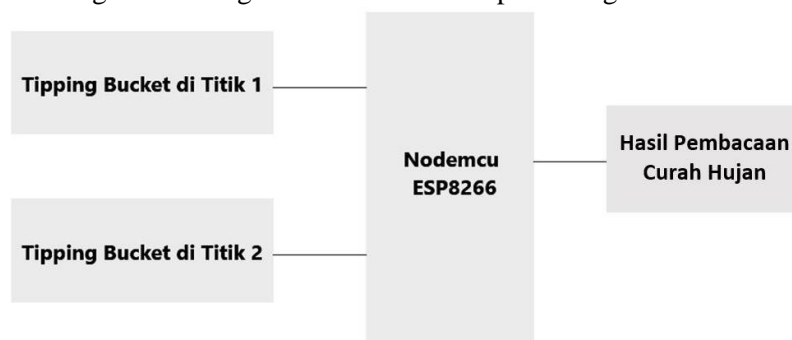


Gambar 5. Rancangan Kegiatan
Sumber: Dirancang langsung oleh peneliti

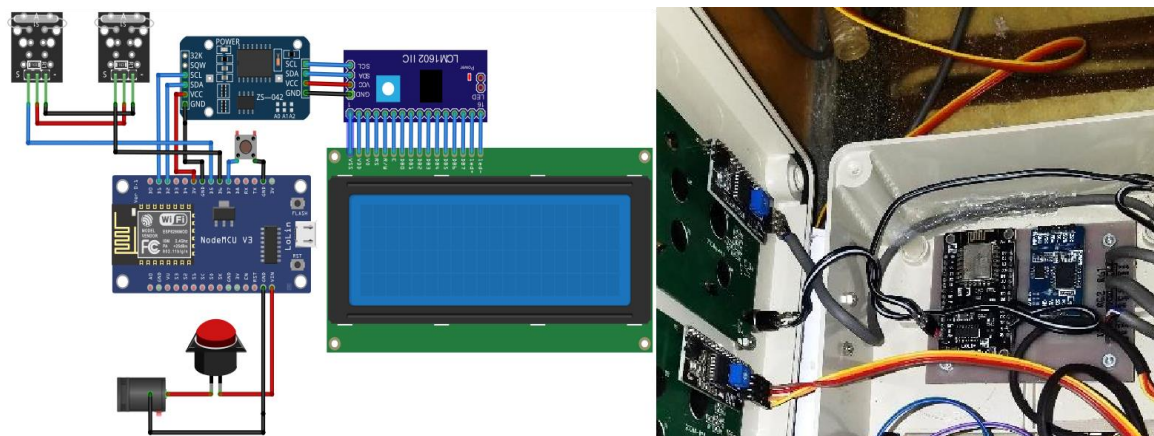
Objek penelitian ini yaitu butiran air, dimana butiran air mempengaruhi proses pembacaan tingkat curah hujan pada lokasi tertentu. Penelitian ini dilakukan di bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Medan.

Dalam memperoleh data, Peneliti menggunakan metode observasi dan metode dokumentasi. Metode observasi adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati secara langsung hal yang ingin diteliti atau melalui eksperimen (percobaan). Metode dokumentasi dapat diartikan sebagai suatu cara pengumpulan data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang ada atau catatan-catatan yang tersimpan, baik itu berupa catatan transkrip, buku, surat kabar, dan lain sebagainya. Teknik analisis data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena analisa data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Adapun tahapan-tahapan analisis data yang digunakan oleh peneliti, yaitu reduksi data, penyajian data, dan *conclusion drawing/ verification* atau penarikan kesimpulan data.

Perancangan pada penelitian ini dengan menempatkan kedua sensor *tipping bucket* di dua lokasi yang berbeda. Pada saat hujan mulai turun, butiran hujan yang jatuh dan masuk ke dalam sensor *tipping bucket* akan mulai melakukan pembacaan. Hasil pembacaan akan dikirim, dibaca, dan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Data yang telah diolah akan dikirim dan ditampilkan di LCD. LCD akan menampilkan skala dari curah hujan serta status dari skala curah hujan tersebut. Berikut adalah gambar perancangan blok diagram serta visualisasi perancangan.



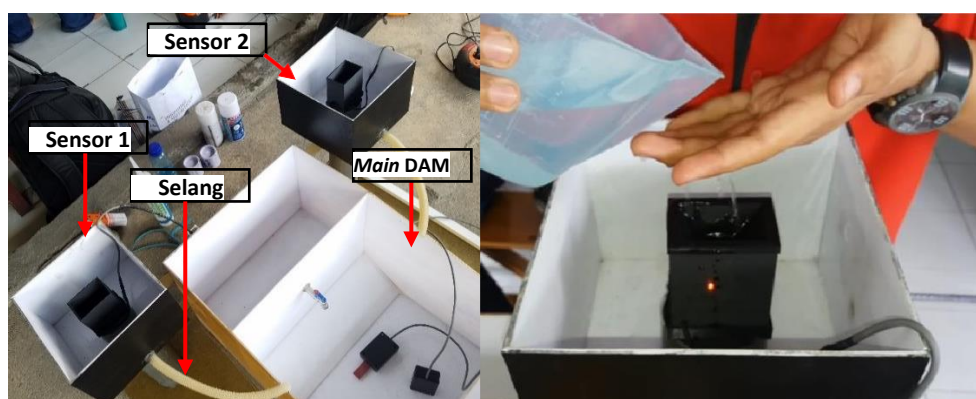
Gambar 6. Blok Diagram Sistem
Sumber: Dirancang langsung oleh peneliti



Gambar 7. Visualisasi Perancangan (kiri), Hasil Perancangan (kanan)

Sumber: Dirancang langsung oleh peneliti

Pengujian keseluruhan dilakukan dengan cara menghubungkan *box* panel dengan *power supply* sebesar 5v 2a, setelah itu tekan *switch on/off* untuk mengaktifkan alat. Pada gambar 1 (kiri), dapat dilihat kedua sensor *tipping bucket/rain gauge* yang ditempatkan pada sebuah penampung air. Sensor berfungsi menghitung jumlah butiran air yang jatuh ke tanah. Butiran air yang tertampung sementara di dalam sensor akan keluar dan ditampung kembali oleh penampung air. Kemudian air dialirkan melalui sebuah selang atau sebagai *miniature* anak sungai yang langsung mengalirkan air menuju ke main DAM. Pada gambar 1 (kanan) merupakan uji coba dengan cara menjatuhkan butiran air tepat di atas sensor.



Gambar 8. Minatur Bendungan (Kiri), Uji Coba (Kanan)

Sumber: Dokumnetasi foto oleh peneliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan

Hasil percobaan alat disajikan dalam bentuk tabel sehingga memudahkan dalam melakukan analisis terhadap suatu data yang telah diperoleh.

Tabel 2. Hasil Percobaan

Waktu (28 Agustus 2021)	Curah hujan (/menit)		Curah Hujan (/jam)		Curah Hujan (/hari)	
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 1	Sensor 2
08:00 WIB	3.5mL	4.9mL	-	-	-	-
08:01 WIB	4.2mL	6.3mL	-	-	-	-

08:02 WIB	7mL	5.6mL	-	-	-	-
08:03 WIB	8.4mL	7.7mL	-	-	-	-
08:04 WIB	14.7mL	10.5mL	-	-	-	-
08:05 WIB	13.3mL	14mL	-	-	-	-
08:06 WIB	10.5mL	14.7mL	-	-	-	-
08:07 WIB	17.5mL	17.7mL	-	-	-	-
08:08 WIB	20.3mL	9.1mL	-	-	-	-
08:09 WIB	21.7mL	10.5mL	-	-	-	-
09:00 WIB	8.4mL	9.1mL	121.1mL	101mL	-	-
09:01 WIB	10.5mL	14mL	121.1mL	101mL	-	-
10:00 WIB	-	-	124.6mL	126mL	-	-
11:00 WIB	-	-	129.5mL	132.3mL	-	-
12:00 WIB	-	-	134.4mL	136.5mL	-	-
00:00 WIB	-	-	-	-	509.6mL	494.8mL

Berdasarkan hasil percobaan, peneliti melakukan percobaan pada pukul 08:00 WIB – 12:00 WIB dengan cara menjatuhkan butiran air tepat di atas sensor 1 dan sensor 2. Curah hujan (/menit) diperoleh berdasarkan berapa banyak jumlah TIP yang terbaca setiap menitnya.

Berikut adalah perhitungan rumus jumlah air dalam pembacaan 1 TIP berdasarkan katalog dari toko yang menjual sensor *tipping bucket* :

$$\text{Tinggi curah hujan}(cm) = \text{volume corong}(mL) / \text{area pengumpulan}(cm^2) \quad (1)$$

$$\text{Luas kolektor(Corong)} 5,5cm \times 3,5cm = 19,25cm^2 \quad (2)$$

Koleksi per ujung tip kami dapat dengan cara menuangkan 100ml air ke kolektor kemudian menghitung berapa kali air terbuang dari tip. Dalam perhitungan yang dilakukan air terbuang sebanyak 70 kali, sehingga :

$$100ml / 70 = 1.42ml \text{ per tip} \quad (3)$$

Jadi, nilai 1 tip adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ tip} = 1.42 / 19.25 \quad (4)$$

$$1 \text{ tip} = 0,07cm \text{ atau } 0.70 \text{ mm curah hujan}$$

Untuk curah hujan (/jam) diperoleh berdasarkan total pembacaan curah hujan pada pukul 08:00 – 08:09 WIB dengan rumus :

$$\text{Curah hujan}(/jam) = \text{total curah hujan}(/menit) \quad (5)$$

$$\text{Curah hujan}(/jam) = \text{total curah hujan}(08:00 + 08:01 + \dots + 08:09)$$

$$\text{Curah hujan}(/jam) = 3.5 + 4.2 + 7 + 8.4 + 14.7 + 13.3 + 10.5 + 17.5 + 20.3 + 21.7$$

$$\text{Curah hujan}(/jam) = 121.1mL \text{ (Pada sensor 1)}$$

Jadi total curah hujan pada pukul 08:00 – 09:00 adalah 121.1mL pada sensor 1 dan rumus ini juga digunakan untuk menghitung curah hujan (/jam) pada sensor 2.

Curah hujan (/hari) diperoleh dengan menjumlahkan seluruh total data curah hujan (/jam) selama 24 jam. Berdasarkan hasil percobaan, peneliti mengumpulkan data curah hujan (/jam) pada pukul 08:00 – 12:00 WIB. Berikut adalah rumus untuk menghitung curah hujan (/hari) :

$$\text{Curah hujan (/hari)} = \text{total curah hujan (/jam)} \quad (6)$$

$$\text{Curah hujan (/hari)} = \text{total curah hujan (09:00 + 10:00 ... + 12:00)}$$

$$\text{Curah hujan (/hari)} = 121.1 + 124.6 + 129.5 + 134.4$$

$$\text{Curah hujan (/hari)} = 509.6 \text{ mL (Pada sensor 1)}$$

Jadi total curah hujan dalam 1 hari atau selama 24 jam adalah 509.6 mL pada sensor 1 dan dengan menggunakan rumus yang sama, curah hujan (/jam) pada sensor 2 adalah sebanyak 101mL dan curah hujan (/hari) pada sensor 2 adalah sebanyak 494.8mL.



Gambar 9. Data yang Ditampilkan Pada LCD dan Smartphone
Sumber: Dokumentasi Oleh Peneliti

Gambar diatas merupakan dokumentasi langsung ketika data yang terbaca oleh sensor dan diolah di NodeMCU ditampilkan pada layar LCD, dan secara bersamaan data juga ditampilkan pada *smartphone*. Data yang ditampilkan pada *smartphone* dikirim dan diterima oleh *smartphone* melalui jaringan WiFi. Data yang ditampilkan pada LCD dan *smartphone* bersifat *real-time*.

SIMPULAN

Setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan sekaligus pengujian dan membahas hasil uji dari alat ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik oleh peneliti, yaitu setelah melakukan uji coba alat pada tanggal 28 Agustus 2021, alat ini dapat mengukur tingkat curah hujan dengan menghitung jumlah butiran air yang jatuh ke tanah setiap menitnya, sehingga keberhasilan alat ini adalah 100%.

Berdasarkan tabel 2, hasil pembacaan curah hujan (/menit) tertinggi terbaca oleh sensor 1 pada pukul 08:09 dengan jumlah curah hujan yang terbaca sebanyak 21.7mL dimana status tingkat curah hujan pada sensor 1 adalah "Hujan Sedang" sedangkan hasil pembacaan curah hujan (/menit) terendah terbaca oleh sensor 1 pada pukul 08:00 dengan jumlah curah hujan yang terbaca sebanyak 3.5mL dimana status tingkat curah hujan pada sensor 1 adalah "gerimis".

Hasil pembacaan curah hujan (/jam) tertinggi terbaca oleh sensor 2 pada pukul 12:00 yang artinya pada pukul 11:00-11:59 curah hujan yang turun pada sensor 1 sebanyak 134.4mL, sedangkan hasil pembacaan curah hujan (/jam) terendah terbaca oleh sensor 2 pada pukul 09:00 yang artinya pada pukul 08:00-08:59 curah hujan yang turun pada sensor 2 sebanyak 101mL.

Hasil pembacaan curah hujan (/hari) tertinggi terbaca oleh sensor 1 pada pukul 00:00 dengan jumlah curah hujan sebanyak 509.6mL yang artinya selama satu hari curah hujan yang turun pada sensor 1 sebanyak 509.6mL, sedangkan hasil pembacaan curah hujan (/hari) terendah terbaca oleh sensor 2 pada pukul 00:00 dengan jumlah pembacaan curah hujan sebanyak 494.8mL yang artinya selama satu hari curah hujan yang turun pada sensor 2 sebanyak 494.8mL.

Dalam pengaplikasian secara langsung, hasil pembacaan tingkat curah hujan ini digunakan sebagai pengambilan keputusan apakah perlu dilakukan Teknik Modifikasi Cuaca (TMC) atau lebih dikenal dengan isitilah hujan buatan, yang bertujuan untuk menjaga level ketinggian air pada bendungan agar tetap stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Saputra, Hendra Dwi., Nurussa'adah., & Mochammad Rif'an. (2013). "Perancangan dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket dengan Tampilan LCD." Malang: Jurnal Mahasiswa,2(1).
- Mustar, M. Y., & Wiyagi, R. O. (2017). Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time. *Semesta Teknika*, 20(1), 20-28.
- Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A., & Kamal, T. (2015). A review on internet of things (IoT). *International journal of computer applications*, 113(1), 1-7.
- Niemczynowicz, J. (1987). Storm tracking using rain gauge data. *Journal of Hydrology*, 93(1-2), 135-152.
- Achmadi, S., Sumardi, S., & Setiawan, I. (2011). *Penakar Curah Hujan Otomatis Dengan Data Logger SD/MMC Berbasis SMS (Short Message Service)* (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip).
- Ishii, Y. (2007). The world of liquid-crystal display TVs—Past, present, and future. *Journal of Display Technology*, 3(4), 351-360.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187-197.