

SISTEM DATA LOGGER CURAH HUJAN DENGAN MODEL TIPPING BUCKET BERBASIS MIKROKONTROLLER

M. Andang Novianta

Jurusan Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Kampus ISTA Jl. Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Yogyakarta
Telp 0274-563029, Fax 0274-563847, Email : m_andang@akprind.ac.id

Abstract

This paper discussed about distance rainfall measurement in a certain area. An abnormal or high rainfall in a low support capability environment be able cause flood or landslide. The measuring data in data logger will become a reference for decision maker concern with rainfall accumulation level which occurs in an area so we will be able to detect flood or landslide disaster early. The research aiming is designed a digital rainfall level telemetry device based on database system so the result of measurement will kept in digital. According of measurement result and trial system obtain a result from device and the sensor put system working well.

Keywords: Telemetry, Rainfall, Data Logger

Intisari

Makalah ini membahas tentang pengukuran jarak jauh curah hujan pada suatu daerah. Curah hujan yang tinggi atau abnormal dengan daya dukung lingkungan yang rendah dapat menyebabkan bahaya banjir dan longsor. Data pengukuran yang tersimpan akan digunakan sebagai pengambil keputusan terhadap akumulasi tingginya curah hujan yang terjadi sehingga ancaman bencana alam baik banjir atau longsor dapat diketahui secara dini. Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu alat telemetri pengukuran curah hujan secara digital dan berbasis system *database*, sehingga data pengukuran tersimpan secara digital. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian sistem diperoleh hasil dari alat serta sensor menunjukkan unjuk kerja sistem yang baik.

Kata kunci: telemetri, curah hujan, data tersimpan

PENDAHULUAN

Tidak ada yang membantah, banjir dan longsor disebabkan karena curah hujan tinggi. Hujan turun ketika angin membawa butiran air yang disebut awan. Jika terjadi hujan abnormal dan daya dukung dengan lingkungan rendah, maka hujan akan dapat menyebabkan bencana. Akibat peningkatan suhu udara, maka proses penguapan atau kondensasi akan lebih cepat dan banyak sehingga curah hujan yang diakibatkan meningkatnya perubahan suhu permukaan air laut di hampir seluruh wilayah Indonesia semakin meningkat pula. Kenaikan suhu di permukaan laut antara 0,5 sampai 1 derajat diatas suhu rata-rata. Akibatnya kenaikan suhu permukaan laut, di sejumlah wilayah di tanah air berpotensi mempunyai curah hujan abnormal, yakni diatas 500 mm per bulan. Pada situasi normal, biasanya curah hujan antara 300-400 mm per bulan.

Peranan air dalam kehidupan sangat besar. Sehingga kehidupan tidak mungkin berfungsi tanpa adanya cairan yang berupa

air. Bagian besar bumi dan makhluk hidup juga terdiri atas air. Air yang berasal dari hujan adalah fenomena alam yang paling penting bagi terjadinya kehidupan di bumi. Butiran hujan selain membawa molekul air juga membawa banyak materi yang penting bagi kehidupan, seperti material pupuk yang lengkap bagi tumbuhan. Dengan adanya air hujan dapat diperkirakan kurang lebih 150 ton pupuk akan jatuh ke bumi tiap tahunnya. Tanpa adanya mekanisme seperti itu, maka kemungkinan saat ini jumlah jenis tanaman tidak akan sebanyak yang kita ketahui. Dari uraian tersebut kita telah mengetahui bahwa manfaat dari air hujan sangatlah penting bagi kehidupan. Namun, di lain pihak kita belum mampu mengamati fenomena banyaknya curah hujan yang terjadi pada suatu tempat secara otomatis dan tercatat dalam sebuah *database* sehingga data curah hujan belum bisa dimanfaatkan secara optimal.

Permasalahan pada penelitian ini yaitu bagaimana mengubah suatu gerak mekanik ke dalam sistem digital serta mengubahnya

menjadi suatu *database* pada perangkat komputer yang nantinya digunakan untuk mengetahui besar curah hujan pada suatu daerah.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana rancangan sistem dan stasiun pemantauan pengukuran jarak jauh (telemetry) yang terbaik terhadap besarnya curah hujan yang menjamin kompatibilitas dan interoperabilitas.

Tujuan penelitian ini yaitu merancang dan membuat sistem telemetry curah hujan pada suatu daerah. Dengan adanya alat ukur curah hujan ini, kita bisa mengetahui banyaknya curah hujan yang terjadi setiap waktu. Data curah hujan yang dihasilkan secara otomatis dari alat ukur curah hujan ini dapat disimpan dan ditampilkan melalui komputer untuk diolah secara lebih lanjut sebagai bahan masukan untuk dilakukan konservasi lebih lanjut.

Hujan merupakan peristiwa jatuhnya air dalam bentuk cairan maupun padat yang dicurahkan atmosfer ke permukaan bumi. Garis pada peta yang berhubungan dari satu tempat ke tempat yang lainnya memiliki curah hujan sama disebut *isohyet*.

Berdasarkan ukuran butiran, hujan dapat dibedakan menjadi:

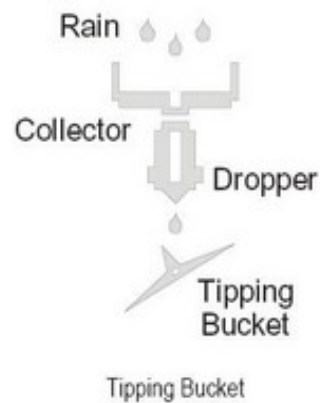
- Hujan gerimis/*drizzle*, dengan diameter butirannya kurang dari 0,5 mm.
- Hujan salju/*snow*, adalah kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku (0°C).
- Hujan batu es, curahan batu es yang turun didalam cuaca panas awan yang temperaturnya dibawah titik beku (0°C).
- Hujan deras/*rain*, dengan curah hujan yang turun dari awan dengan nilai temperatur diatas titik beku berdiameter butiran ± 7 mm.

Berdasarkan proses terjadinya, hujan dibedakan atas:

- Hujan frontal, adalah hujan yang terjadi di daerah *front*, yang disebabkan oleh adanya pertemuan dua massa udara yang nilai temperaturnya berbeda, yaitu massa udara panas/lembab bertemu massa udara dingin/padat yang akan menyebabkan adanya kondensasi dan terjadilah hujan.
- Hujan tropis, merupakan hujan yang terjadi karena udara naik disebabkan adanya pemanasan suhu yang tinggi. Peristiwa ini biasanya terdapat pada daerah tropis antara $23,5^{\circ}$ LU hingga $23,5^{\circ}$ LS. Oleh karena itu disebut juga hujan tropis.
- Hujan orografis/naik pegunungan, adalah

hujan yang terjadi karena adanya udara yang mengandung uap air dipaksa oleh angin mendaki lereng pegunungan yang makin ke atas makin dingin, sehingga terjadi kondensasi maka terbentuk awan dan jatuhnya air hujan. Hujan yang jatuh di lereng yang dilewatinya disebut hujan orografis, sedang di lereng sebelahnya bertiup angin jatuh yang kering disebut daerah bayangan hujan.

Pada program penelitian ini akan digunakan teknik ukur curah hujan menggunakan model *tipping bucket* seperti nampak pada Gambar 1. Model ini untuk mendapatkan jumlah curah hujan yang jatuh pada periode dan daerah-daerah tertentu.



Gambar 1. Alat Ukur Curah Hujan Model *Tipping Bucket*

Pada prinsipnya apabila hujan turun, maka air akan masuk melalui corong besar dan corong kecil, kemudian kapasitas curah hujan diukur dengan penghitungan jumlah tumpahan pada penampung berayun (*tipping bucket*). Pada alat ini terdapat dua wadah yang diisi bergantian, setiap kali wadah terisi penuh maka alat ini akan tumpah pada satu sisinya.

Terdapat beberapa kajian terkait yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebelumnya dengan hasil hipotesis yang berbeda-beda. Pada dasarnya adanya suatu diversifikasi penelitian dalam satu kaitan permasalahan merupakan sebuah mata rantai yang bisa menentukan kesempurnaan hasil, sehingga terdapat wujud berupa sistem yang nyata dan bisa langsung diterapkan di masyarakat.

Iwan Muhammad Erwin (2008), telah melakukan penelitian mengenai curah hujan berbasis SCADA. Presipitasi adalah peristiwa jatuhnya cairan dari atmosfer ke permukaan bumi. Presipitasi termasuk faktor pengendali yang mudah diamati dalam proses sirkulasi hidrologi. Banyaknya curah hujan dapat

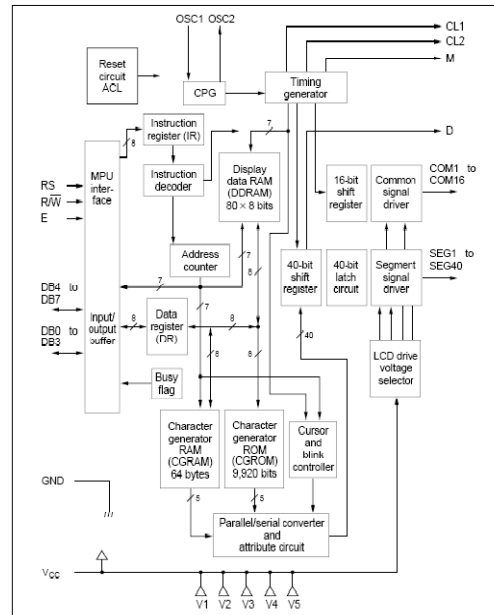
diukur dengan alat pengukur hujan (*rain gauge*). Istilah presipitasi selanjutnya hanya diartikan sebagai jumlah air hujan. Untuk mengambil data curah hujan yang terukur atau tertampung maka seorang pengamat melihat langsung ke alat pencatat hujan itu. Apabila jumlah alatnya banyak dan tersebar diberbagai lokasi yang cukup jauh, hal ini akan sangat merepotkan pengamat. Untuk memudahkan pengambilan data, dibuatlah suatu stasiun curah hujan berbasis SCADA, dimana data-data curah hujan akan dikirim langsung secara *online* ke kantor pusat menggunakan media komunikasi data.

Heriyanto Wibowo (2007), membuat penelitian tentang desain prototipe alat pengukuran curah hujan jarak jauh dengan pengendalian komputer. Dengan adanya pengamatan secara manual maka transfer data akan memakan waktu yang lama untuk sampai kepada si pengguna. Dengan adanya desain prototipe alat ukur curah hujan secara jarak jauh diharapkan dapat mempercepat transfer data curah hujan. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh persamaan linier yaitu $y = 19,05x - 7,9902$. Persamaan ini akan mengkonversi cacahan yang terbaca pada layar komputer menjadi besaran volume (ml). Dari hasil uji sensor didapatkan, satu cacahan setara dengan pulsa sebesar 506,725 dengan simpangan baku sebesar 247,36. Dari hasil uji coba alat secara keseluruhan didapatkan hasil pada 4 rpm dengan intensitas 0,44 mm/jam penyimpangan. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah desain alat yang dibuat bisa berfungsi untuk mengukur curah hujan, akan tetapi harus dikonversi terlebih dahulu dengan persamaan yang terbentuk ($y = 19,05x - 7,9902$).

Haris Syahbuddin dan Tri Nandar Wihendar (2002), menuliskan bahwa sejak tahun 1980an para pemerhati dan peneliti meteorologi meyakini akan terjadi beberapa penyimpangan iklim secara global, baik itu secara spatial maupun temporal, seperti peningkatan perubahan temperatur udara, evaporasi dan curah hujan. Menjadi sangat krusial mengetahui besaran anomali curah hujan yang akan terjadi pada masa datang di wilayah Indonesia dalam skala global menggunakan model prakiraan iklim yang berdasarkan pada hubungan proses antara atmosfer, laut, dan kutub yang diperhatikan evolusinya secara proporsional dari nilai peningkatan konsentrasi CO2 di trophosfer.

Penampil LCD (*Liquid Crystal Display*)

Adanya penampil data terukur secara lokal merupakan fungsi sekunder dan tidak terlalu penting dalam kinerja sistem secara keseluruhan. Akan tetapi pada penerapannya dalam rancangan merupakan suatu peralatan tambahan untuk mendukung fleksibilitas dan reliabilitas unit pantau pada jangka waktu ke depan. Pada perancangan ini, jenis penampil yang akan diterapkan adalah jenis LCD 16x2 dengan tipe HD44780 yang diproduksi oleh Hitachi seperti yang nampak pada Gambar 2.

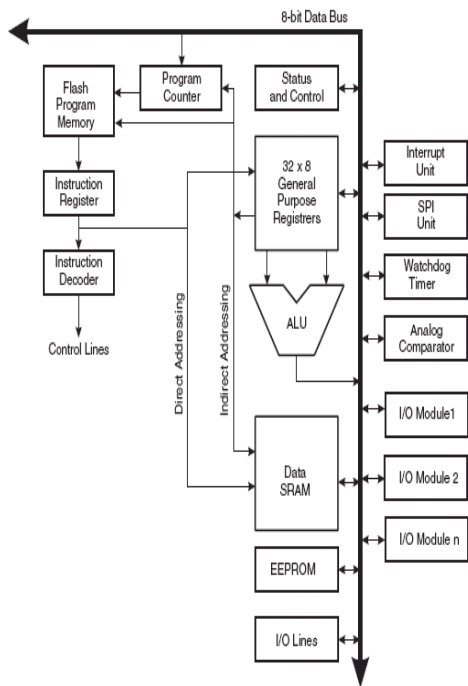


Gambar 2. Blok Diagram LCD HD44780

Pengendali Utama

Pada dasarnya arsitektur dari sebuah mikrokontroler merupakan gambaran secara mendasar dari sebuah arsitektur komputer. Jika dilihat blok diagramnya dapat dicermati terdapat beberapa bagian saling mendukung dan terhubung dengan bus komunikasi yang memiliki lebar 8-bit. Bagian pengendali utama yaitu bagian ALU (*arithmetic logic unit*) yang mengendalikan seluruh aliran data dalam pemrosesan kerja secara bersama-sama. Pada mikrokontroler AVR terdapat beberapa bagian pendukung sebagai fitur tambahan yang semakin memudahkan untuk dilakukan antarmuka pada perangkat analog maupun digital, seperti ADC, *Watchdog timer*, *Analog Comparator*, *Timer/Counter*, komunikasi SPI, dan lain sebagainya.

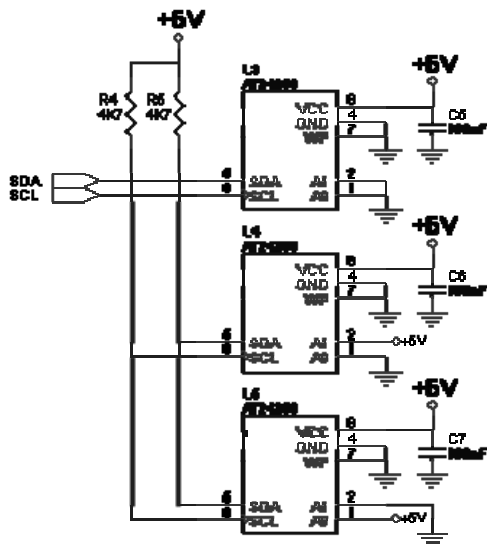
Pada Gambar 3 nampak sebuah blok diagram arsitektur dasar mikrokontroler AVR.



Gambar 3. Blok Diagram Arsitektur Dasar Mikrokontroler AVR

Penyimpanan Data

Untuk penyimpanan data digunakan IC memori yang digunakan tipe AT24256 buatan ATMEL yang memiliki kapasitas 16 Kbyte untuk tiap kepingnya, sehingga bila menggunakan 3 keping akan diperoleh total kapasitas penyimpanan data sebesar 48 Kbyte seperti yang nampak pada Gambar 4.

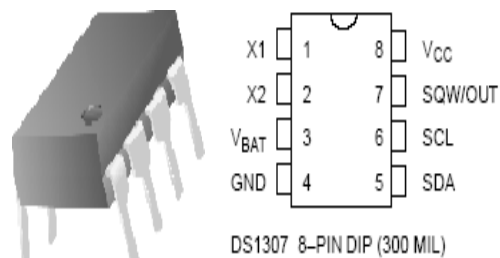


Gambar 4. Rangkaian Penyimpanan Data

Dengan menggunakan komunikasi I2C maka ketiga keping IC memori tersebut dapat dikaskade dengan menggunakan jalur data secara bersama-sama. Pada setiap keping IC memori terdapat pin A0 dan A1, jika dilihat secara seksama kondisi logika pada kedua pin tersebut untuk ketiga buah IC memori berbeda. Sebagai standar operasional sistem komunikasi I2C, diusulkan menggunakan resistor *pull up* menuju tegangan sumber (VCC) sebesar 4K7 Ω pada masing-masing pin SCL dan SDA dari IC memori. Secara internal pada mikrokontroler terdapat resistor *pull up* akan tetapi nilainya tidak mencukupi apabila difungsikan untuk komunikasi I2C, dan untuk menjaga kestabilan kerja pada tiap IC memori, digunakan kapasitor 100 nF yang mengkompensasi fluktuasi tegangan sumber yang terjadi pada IC memori.

Pewaktu Digital RTC (Real Time Clock)

Pewaktu secara digital dibutuhkan pada sistem pantauan nilai yang berdasarkan waktu. Seperti yang akan dilakukan pada perancangan ini, setiap kejadian pengamatan akan dikorelasikan dengan waktu. Terdapat perangkat elektronis yang disebut sebagai RTC (*Real Time Clock*) berupa sebuah IC digital yang bekerja seperti jam digital namun dilengkapi juga sistem kalender tahunan. Terdapat beberapa tipe IC RTC dari beragam produsen yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kelemahan. Namun umumnya IC RTC dengan tipe DS1307 yang diproduksi oleh DALLAS adalah jenis sering digunakan. Adapun konfigurasi dari IC RTC DS1307 nampak pada Gambar 5.



PIN DESCRIPTION

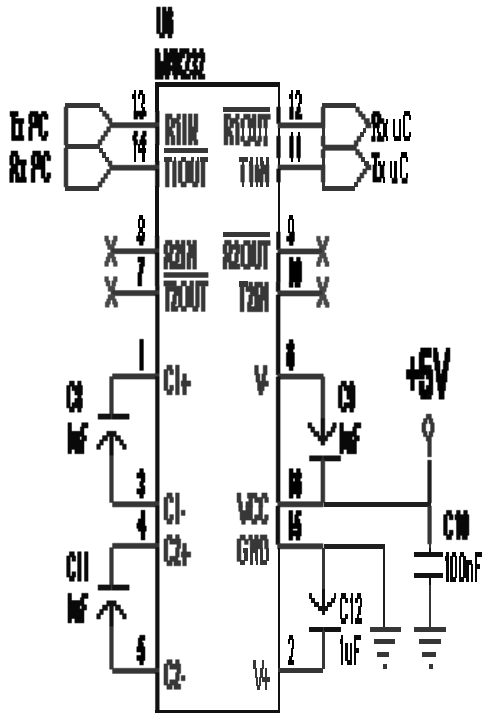
- VCC – Primary Power Supply
- X1, X2 – 32.768 KHz Crystal Connection
- VBAT – +3 Volt Battery Input
- GND – Ground
- SDA – Serial Data
- SCL – Serial Clock
- SQW/OUT – Square wave/Output Driver

Gambar 5. Konfigurasi IC RTC DS1307

Komunikasi Serial UART

Komunikasi *Serial* pada Gambar 6 adalah komunikasi antara suatu perangkat komputer dengan pengendali utama secara *serial* yang tidak bisa dihubungkan secara langsung. Hal ini karena pengendali utama menggunakan tingkatan TTL sebagai dasar logika digitalnya yaitu logika LOW = 0 volt dan logika HIGH = 5 volt, sedangkan pada komputer mempunyai rentang yang unik yaitu logika LOW = + 5 volt hingga + 15 volt dan logika HIGH = -5 volt hingga -15 volt. Perbedaan ini bisa diatasi yaitu dengan menggunakan IC MAX232 yang mampu mengadaptasi komunikasi antara komputer dengan pengendali utama, hal ini karena pada IC tersebut sudah dibentuk khusus agar bisa mengenali logika digital dari dua jenis antar muka tersebut (Pitowarno, E., 2005).

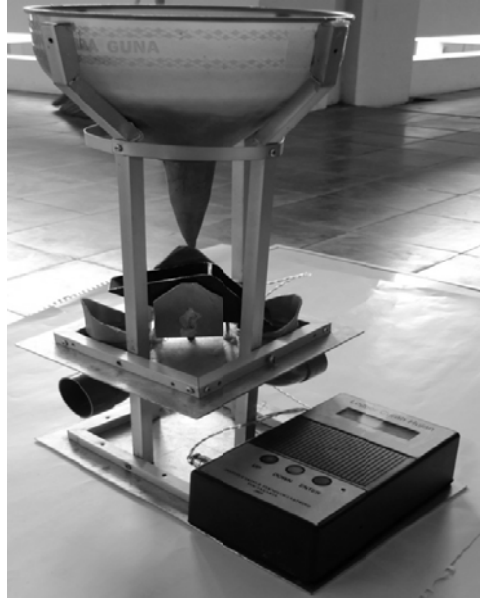
Agar bekerja secara normal, pada IC MAX232 diperlukan komponen pendukung yaitu kapasitor yang akan membantu pada proses pemompaan muatan yang terjadi di IC MAX232. Mekanisme dari pemompaan secara elektronis diterapkan supaya pin masukan akan terhubung dengan tingkatan tegangan besar (± 30 V) dari komputer dapat dikenali, hal ini mengingat bahwa tegangan suplai dari IC MAX232 hanya + 5 volt sehingga butuh pengkondisian.



Gambar 6. Rangkaian Komunikasi Serial

PEMBAHASAN

Pada dasarnya sistem penyimpanan data (*data logger*) dan pantauan curah hujan yang telah kami rancang memiliki konfigurasi penyusun seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Rancangan Unit Pemantau Curah Hujan

Fungsi dari alat ini adalah mengukur curah hujan menggunakan sensor jenis *tipping bucket* kemudian menyimpan nilainya berdasarkan interval waktu tertentu pada memori. Data-data hasil pengukuran dapat dipindahkan menuju *server* induk dengan menggunakan komunikasi serial baik pada jaringan GSM maupun *direct cable*. Adapun *data logger* curah hujan memiliki spesifikasi rancangan adalah sebagai berikut:

- Menggunakan sensor jenis *tipping bucket* dengan resolusi ukur 0.5 mm tebal hujan.
- Menggunakan penampil LCD 16x2.
- Menggunakan pengendalian utama yang berbasis mikrokontroler.
- Menggunakan 3 buah tombol operasi: Up – Down – Enter .
- Kapasitas memori penyimpanan sebesar 256 Kbyte.
- Pola penyimpanan data setiap peristiwa, sehingga jika tidak ada hujan maka tidak akan dilakukan penyimpanan pada ruang memori sehingga bisa menghemat ruang penyimpanan.
- Menggunakan piranti *Real Time Clock* (RTC) yang akurat dengan catu daya

ganda, sehingga informasi waktu akan selalu terjaga.

- h) Mampu berkomunikasi serial tak sinkron RS-232 dengan nilai *baudrate* 19200 bps yang memiliki format 8n1.
- i) Menggunakan sistem metode *power save*, sehingga akan lebih menghemat daya agar *life time* baterai lebih lama.
- j) Menggunakan catu daya baterai DC 3 volt jenis AA.

Data logger curah hujan ditempatkan pada satu lokasi berdekatan dengan sensor *tipping bucket* dalam radius melingkar dengan jari-jari 10 m dan dengan sudut 60° ke atas harus terbebas dari halangan baik pohon maupun bangunan permanen.

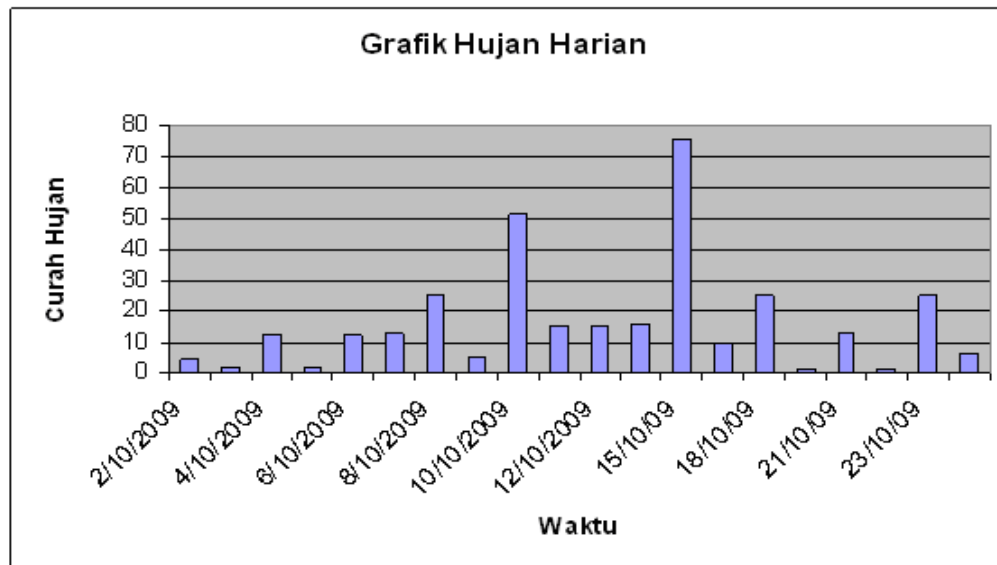
Curah hujan pada *data logger* adalah banyaknya air hujan yang terbaca oleh alat. Satuan curah hujan yang umumnya dipakai adalah millimeter (mm). Jadi jumlah curah hujan yang diukur, sebenarnya merupakan tebal atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan pada permukaan bumi/tanah. Curah hujan untuk 1 (satu) millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) millimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml. Misalnya disuatu daerah atau lokasi pengamatan curah hujannya 10 mm, ini berarti luasan sekitar daerah/lokasi akan tergenangi oleh air hujan dengan ketebalan atau setinggi 10 millimeter (mm).

Data hasil pemantauan oleh *logger* curah hujan dalam waktu 1 bulan nampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pemantauan Curah Hujan

Tanggal	Rata-rata (mm)
02/10/09	4.0
03/10/09	2.0
04/10/09	12.0
05/10/09	2.0
06/10/09	12.0
07/10/09	13.0
08/10/09	25.0
09/10/09	5.0
10/10/09	51.0
11/10/09	15.0
12/10/09	15.0
13/10/09	16.0
15/10/09	76.0
16/10/09	10.0
18/10/09	25.0
20/10/09	1.0
21/10/09	13.0
22/10/09	1.0
23/10/09	25.0
25/10/09	6.0

Data pada Tabel 1 merupakan hasil pengamatan hujan yang diambil tiap hari selama 1 bulan pada saat terjadinya hujan. Sehingga dari data Tabel 1 bisa diberikan gambaran grafik seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengamatan Hujan Harian Bulan Oktober

KESIMPULAN

Hasil unjuk kerja rancangan dari alat dapat melakukan pemantauan tinggi curah hujan yang selanjutnya dianalisa dalam bentuk *database* untuk dijadikan suatu data statistik maupun grafik historis.

Penggunaan mikrokontroler ATMega 8535 sangat efektif sebagai pengolah data pengirim serta pengolah data penerima karena tidak membutuhkan ADC eksternal sedangkan data hasil pantau didasarkan waktu saat dilakukannya pengamatan (*time stamp*).

Nilai curah hujan yang didapat nilai datanya sudah mewakili terhadap sebuah kawasan sekitar adanya habitat manusia, khususnya di wilayah perkotaan maupun kawasan rawan bencana banjir ataupun tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Erwin, I. M., "*Pengukuran Curah Hujan Berbasis Scada*" Jurnal Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) - LIPI, Bandung, 2008.
- Pitowarno, E., 2005, "*Mikroprosesor dan Interfacing*", Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Syahrudin, H., Wihendar, T. N., "*Anomali Curah Hujan Periode 2010-2040 di Indonesia*" Jurnal Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor, 2008.
- Wibowo, H., "*Desain Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan Jarak Jauh Dengan Pengendali Komputer*" Skripsi Universitas Jember, Jember, 2008.