

**DESAIN DAN ANALISIS ALAT UKUR KETINGGIAN CURAH HUJAN
MENGUNAKAN MICRO SD (*SECURE DIGITAL*)
SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN
(Tesis)**

Oleh :

Fitria Yunita



**Program Studi Magister Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung
2017**

ABSTRACT

DESIGN AND ANALYSIS OF MEASURE THE HEIGHT OF THE RAINFALL USING MICRO SD (*SECURE DIGITAL*) AS STORAGE MEDIA

By:

Fitria Yunita

Abstract. It has been designed and realized a rain meter type weighing bucket, this device by raining volume grader type weighing bucket, utilizing timbangan's principle with spiral spring. potentiometer that is strung up on spiral spring axis have output as changed as interference which its point in proportion to length increase of system.

Raining volume to be gotten by weighs rainwater mass with permanence water type mass as big as 1 kg / liter therefore water mass point already been weighed one par with appreciative volumed rainwater.

Measurement and count result already been measured and is read on mikrokontroler will thru feature LCD 16x2 and is kept on micro sd . Data that is taken as big as 20 kb in the period of 1 downloading hours. Quick its slowing inlay on penampung's container regarded by rain Intensity. gotten by measurement deviation (Deviation default) as big as 0,4 until 0,44 liters. With raining average that is taken up to 1 hour is 0.5 liter or one par with 0.5 kg water mass.

Keyword. Rainfall, Weighing bucket, Angular velocity, Potentiometer, Arduino.

ABSTRAK

DESAIN DAN ANALISIS ALAT UKUR KETINGGIAN CURAH HUJAN MENGUNAKAN MICRO SD (*SECURE DIGITAL*) SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN

Oleh

Fitria Yunita

Abstrak. Telah dirancang dan dibuat alat pengukur volume curah hujan type weighing bucket, menggunakan prinsip timbangan dengan pegas. potensiometer yang dirangkai pada poros pegas memiliki keluaran berupa perubahan hambatan yang nilainya sebanding dengan pertambahan panjang dari sistem.

Volume curah hujan didapatkan dengan menimbang massa air hujan dengan ketetapan massa jenis air sebesar 1 kg/liter maka nilai massa air yang telah ditimbang setara dengan nilai volume air hujan.

Hasil pengukuran dan perhitungan yang telah terukur dan dibaca pada mikrokontroler akan ditampilkan melalui LCD 16x2 dan disimpan pada *micro-sd*. Data yang diambil sebesar 20 kb dalam waktu 1 jam pengambilan data. Cepat lambatnya pengisian pada wadah penampung dipengaruhi oleh Intensitas curah hujan. didapatkan simpangan pengukuran (Standar Deviasi) sebesar 0,4 sampai 0,44 liter. Dengan rata rata curah hujan yang diambil selama 1 jam adalah 0.5 liter atau setara dengan 0.5 kg massa air.

Kata kunci. Curah hujan, Timbangan, Kecepatan sudut, Potensiometer, Arduino.

**DESAIN DAN ANALISIS ALAT UKUR KETINGGIAN CURAH HUJAN
MENGUNAKAN MICRO SD (*SECURE DIGITAL*)
SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN**

Oleh:

Fitria Yunita

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Pascasarjana Magister Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2017**

Judul Tesis : **DESAIN DAN ANALISIS ALAT UKUR
KETINGGIAN CURAH HUJAN
MENGUNAKAN MICRO SD (*SECURE
DIGITAL*) SEBAGAI MEDIA
PENYIMPANAN**

Nama Mahasiswa : **Fitria Yunita**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1427041002

Program Studi : Magister Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Warsito, S.Si., D.E.A.
NIP 19710212 199512 1 001

Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.
NIP 19651021 199512 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Fisika

Ketua Program Studi Magister Fisika

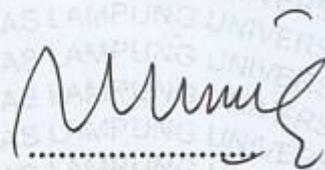
Arif Surtano, S.Si., M.Si., M.Eng.
NIP 19710909 200012 1 001

Prof. Posman Manurung, Ph.D.
NIP 19590308 199103 1 001

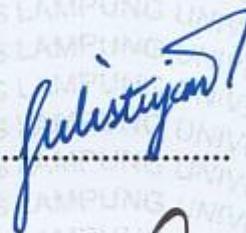
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

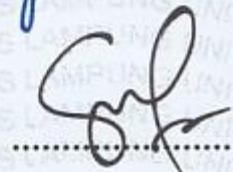
Ketua : Prof. Dr. Warsito, S.Si., D.E.A.



Sekretaris : Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Yanti Yullianti, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Warsito, S.Si., D.E.A.
NIP 19710212 199512 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP 19530528 198103 1 002

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 28 Desember 2017

Lembar Pernyataan

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis saya yang berjudul Desain dan Anaalisis Alat Ukur Ketinggian Curah Hujan Menggunakan Curah Hujan Menggunakan Micro SD (Secure Digital) Sebagai Media Penyimpan adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas Pernyataan ini, apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 29 Desember 2017

Pembuat Pernyataan



Fitria Yuinta
NPM. 1427041002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Krui tanggal 08 Juni 1985, anak pertama dari Bapak Nurmansyah dan Ibu Yunani.

Pendidikan SD Negeri 6 Sukarame Bandar Lampung, selesai tahun 1997. SLTP Negeri 1 Bandar Lampung, selesai tahun 2000. SMA Negeri 5 Bandar Lampung, selesai tahun 2003.

Pada Tahun 2003 penulis diterima sebagai mahasiswa jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri (SMPTN) selesai tahun 2008. Tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Pascasarjana Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa Pascasarjana Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, penulis bekerja Pegawai Negeri Sipil Daerah Tulang Bawang Barat sebagai guru fisika di SMA Negeri 1 Tulang Bawang Tengah sejak Januari 2010. Namun, sejak Januari-Desember 2015 penulis mutasi di SMA Negeri 15 Bandar Lampung dan Agustus 2015 penulis menjadi guru fisika di SMK Negeri 7 Bandar Lampung sampai dengan sekarang.

Persembahan

Karya ini ku persembahkan

Untuk

Suami tercinta

Dan

Anak - anakku tersayang

Kedua Orangtuaku

serta

Adik -adikku

Motto

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Qs. 94 : 6)

Mereka yang sukses itu dulu juga pernah malas, bingung, jenuh, gagal.

Tapi mereka tetap maju, terus bergerak dan mencoba.

Wahai wanita, kejarlah impianmu meskipun itu jauh.

Namun tak boleh kau lupakan orang-orang yang kau sayangi.

SANWACANA

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah. SWT atas segala limpahan karunia dan kemudahan yang selalu diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan thesis ini. Penulis mengucapkan beribu terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Warsito, D.E.A selaku Pembimbing I dan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung atas waktu, motivasi dan solusi alternatif selama pelaksanaan penelitian ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T selaku Pembimbing II atas segala saran dan masukan mengenai teknis dan prinsip di lapangan dari alat penelitian ini.
3. Ibu Dr. Yanti Yulianti S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembahas dan Pembimbing Akademik atas segala saran dan masukan mengenai tulisan dari penelitian ini.
4. Bapak Prof. Posman Manurung, Ph.D selaku Ketua Prodi Pascasarjana Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
5. Suami tercinta Romi Akbar, S.Si yang selalu mendoakan penulis siang malam, atas motivasi dan dukungan selama ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rizki dan kesehatannya.
6. Putraku Muhammad Zhafir Mahardika Akbar dan putri kembarku Amirah Kania Akbar dan Athiyah Dzakia Akbar kalian penyemangat penulis menyelesaikan penelitian ini.

7. Ayah Nurmansyah dan Mama Yunani yang selalu berdoa untuk kesuksesan dan kebahagiaan anak-anaknya. Semoga Allah SWT selalu memberikan nikmat sehat dan kebahagiaan.
8. Adik-adikku Lydia Noviar, S.Si, Fajar Mustaqim, S.Si, Dhian Manzatullah, S.T, Sherly Anggraini, S.Pd., Manzalal Aqrom, ponakanku Sahira Yasmin dan Silmi Yasinta terima kasih doa dan dukungannya agar penulis segera menyelesaikan penelitian ini.
9. Teman-teman seperjuangan Pascasarjana Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Alfian Sinaga, M.Si, Laura Megadia M.Si (Oya), Kadek Ceria Putri, M.Si atas motivasi dan kebersamaannya.
10. Bapak Otong Hidayat, M.Pd selaku Kepala SMKN 7 Bandar Lampung atas izin beliau saya bisa menyelesaikan penelitian ini serta rekan-rekan guru SMKN 7 Bandar Lampung atas bantuan dan dukungannya.
11. Seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa thesis ini masih jauh dari kesempurnaan, namun semoga karya kecil ini mampu berguna dan bermanfaat.

Bandar Lampung, 29 Desember 2017

FITRIA YUNITA

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	5
C. Manfaat Penelitian.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Batasan Masalah.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Terkait	7
B. Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya	12
C. Dasar Teori	13
1. Potensiometer.....	13
2. Micro SD (Secure Digital).....	14
3. LCD (Liquid Cristal Display)	16
a. Material LCD.....	16
b. Pengendali / Kontroler LCD.....	17
4. Sistem Minimum Arduino Uno.....	18

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Prosedur Penelitian.....	22
1. Perancangan Perangkat Keras.....	23
a. Rangkaian Sensor dan Pengkondisi Sinyal.....	26
b. Rangkaian Sistem Arduino Uno	26
c. Rangkaian Micro Sd dengan Arduino Uno	27
d. Rangkaian LCD	28
e. Rangkaian Keseluruhan	29
3. Perancangan Data Pengamatan.....	31

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	33
B. Pembahasan	35
1. Analisis Perangkat Keras	35
a. Sistem Catu Daya	35
b. Sistem Pengukuran Curah Hujan Tipe Weighing Bucket.....	35
c. Motor Servo	42
d. LCD Display dan Micro Sd.....	51
2. Sistem Mekanis Pegas.....	44
3. Analisis Perangkat Lunak	48
a. Analisis Program pengukuran Volume Air Hujan Berdasarkan Perubahan Massa Air	48
b. Program Menampilkan Curah Hujan Pada LCD 16x2.....	51
c. Program Untuk Menentukan Waktu melalui RTC.....	53
d. Program Untuk Menyimpan Data Micro sd.....	54
e. Program Untuk Buka Tutup Valve.....	57

C. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	57
a. Pengujian Sistem Pengukuran Curah Hujan dengan Mode Weighing Bucket	57
b. Pengujian Sistem dan Pengambilan Data	58

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	67
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. PenakarCurahHujan Manual danPenakarCurahHujanOtomatis	7
2. PenakarCurahHujan.....	8
3. PenakarCurahHujandenganMenggunakan SMS dan GSM	9
4. a. PosisiPiasdanTampilan LCD SebelumPengujian.....	10
b. PosisiPiasdanTampilan LCD SetelahPengujian	10
5. Grafik Massa CurahHujandanKetinggianurahHujan	11
6. GrafikPengamatanHarian	12
7. Struktur Internal, BentukdanSimbolPotensiometer	13
8. ContohBentuk LCD	16
9. Board Minimum System Arduino Uno	19
10. Rangkaian LCD danMikrokontroler	19
11. Diagram AlirLangkahKerjaRealisasiAlat	23
12. Diagram Blok System Pengendali	24
13. Diagram Blok System Akuisisi Data	24
14. SkemaperangkatKeras	25
15. Rangkaian Sensor Potensiometer	26
16. RangkaianSistemMikrokontrolerArduinoUno	27

17. SkematikRangkaianMikroSddanArduino Uno	28
18. SkematikRangkaian LCD	28
19. RangkaianKeseluruhan	29
20. Diagram AlirSistemPerangkatLunak	30
21. AlatUkurCurahHujanTipe Weighing Bucket	34
22. RangkaianPotensiometer	36
23. GrafikHubunganantaraPanjangPegasdenganHambatan Potensiometer.....	37
24. GrafikHubunganantaraPerubahan Massa dengan PanjangPegas	38
25. PotensiometerSebagaiPembagiTegangan	39
26. GrafikHubunganantaraPotensiometerdenganTegangan	41
27. Servo Valve	42
28. Tampilan LCD	43
29. Rangkaian Micro Sd	44
30. Pegas	44
31. PorosSilinder	45
32. GrafikPerubahanBesarsudutPutar yang dipengaruhimassa	46
33. PerubahanPanjangPegasterhadapBesarPerubahanSudutporos	47
34. PenampilanPengukuranCurahHujan	51
35. MekanismePegasdenganPrinsipTimbangan	58
36. GrafikPengukuranCurahHujan I	59
37. GrafikPengukuranCurahHujan II	60
38. GrafikPengukuranCurahHujan III	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Pengukuran Curah Hujan	31
2. Perubahan Panjang Pegas dengan Potensiometer	37
3. Potensiometer Sebagai Pembagi Tegangan	40
4. Perubahan sudut dipengaruhi oleh Perubahan Massa Beban.....	45
5. Perubahan Massa terhadap Perubahan Panjang Pegas dan Sudut Putar.....	46
6. Grafik Pengukuran Curah Hujan I	59
7. Grafik Pengukuran Curah Hujan II	60
8. Grafik Pengukuran Curah Hujan III	61
9. Data Ketinggian Curah Hujan I	63
10. Data Ketinggian Curah Hujan II	64
11. Data Ketinggian Curah Hujan III	65

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Hujan adalah peristiwa turunnya titik-titik air atau kristal-kristal es dari awan sampai ke permukaan tanah (Ahmadi sahid. 2009). Kehidupan di muka bumi akan terganggu jika tidak ada air. Namun disisi lain datangnya hujan dengan intensitas yang sangat tinggi yang tidak setimbang dengan kebutuhan akan terbuang percuma, bahkan dapat menyebabkan bencana. Oleh karena itu diperlukan pembangunan bangunan yang berfungsi mengendalikan dan mengurangi resiko bencana yang mungkin terjadi di musim hujan serta dapat menyimpan dan mengontrol kebutuhan penyediaan air saat musim kemarau.

Curah hujan, salah satu sumber daya yang paling penting bagi semua kehidupan dan lingkungan, juga parameter meteorologi yang paling sulit untuk diukur, terutama karena nonstationnarity dalam ruang dan waktu. Beberapa instrumen yang kuat ada saat ini untuk mengukur curah hujan, tetapi mereka sering menderita beberapa kelemahan yang kuat, mulai dari biaya tinggi dan ruang variabel dan cakupan waktu untuk akurasi rendah (Grimaldi Villarini. 2014).

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 (Saputra. 2013).

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.(M.Andang, 2011)

Dari permasalahan dan pernyataan yang ada maka diperlukan suatu alat yang mampu mendeteksi jumlah curah hujan yang jatuh ke suatu daerah, hal ini dilakukan karena pentingnya pendataan curah hujan, dengan mengetahui jumlah ketinggian curah hujan yang terdata maka dapat diketahui pula persediaan air untuk musim kemarau yang akan datang serta dapat memprediksi waktu yang tepat untuk bercocok tanam. Selain itu para petani dan nelayan pun mampu memprediksi waktu yang tepat untuk meningkatkan produktivitas mata pencahariannya. Serta perlu dimonitoringnya data atau hasil dari pengukuran alat ukur ketinggian curah hujan, karena minimnya monitoring dalam pemantauan data atau hasil yang didapatkan dilapangan.

Penelitian kali ini diharapkan agar mendapatkan persamaan dari analisis data hasil realisasi alat ukur curah hujan yang mampu menjelaskan bagaimana mengukur curah hujan yang terukur oleh alat ukur curah hujan tipe *weighing bucket* ini dengan resolusi kesalahan yang lebih rendah dari alat-alat pengukur curah hujan otomatis yang telah ada. Data hasil pengukuran curah hujan yang akan direalisasikan dapat dimonitoring melalui LCD dan disimpan pada *micro sd*.

Dalam merealisasikan sebuah alat ukur curah hujan kita tidak dapat bergantung pada catudaya AC atau listrik (PLN), karena listrik diindonesia terutama wilayah lampung sering terjadi pemadaman. Maka untuk merealisasikan

alat ukur curah hujan disini menggunakan catudaya DC yaitu *Power bank*, sehingga tidak adanya halangan atau hambatan dalam memonitoring ketinggian curah hujan yang berlangsung walaupun dalam keadaan pemadaman listrik.

Alat pengukur curah hujan yang telah ada mayoritas menggunakan sistem *tipping bucket*. Sistem *tipping bucket* bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan. Dimana sistem ini menggunakan corong yang mengalirkan air hujan kedalam salah satu bucket atau wadah yang akan berjungkit dengan wadah disisi yang lain akan terangkat. Sistem *tipping bucket* memiliki kelemahan dimana jumlah air yang ditampung sangat bergantung pada diameter corong. Kelemahan lain dari *tipping bucket* yaitu dikarenakan menggunakan sistem jungkat-jungkit, memungkinkan penerimaan air dari corong akan berbeda pada masing - masing *bucket*. Dari kelemahan sistem *tipping bucket* yang ada, maka pada penelitian kali ini akan di realisasikan pengukur curah hujan dengan sistem *weighing bucket*.

Pada sistem *weighing bucket* jumlah air yang tertampung dari corong penangkap akan dianggap konstan karena air dari corong akan terkumpul pada satu titik wadah penampung. Pada penelitian kali ini juga menggunakan sistem pengukuran gaya berat yang diintegrasikan dengan sensor cahaya. Keunggulan dari penggunaan sensor cahaya adalah linieritas pengukuran yang sangat baik. Pada penelitian kali ini sensor cahaya yang digunakan adalah fototransistor. Penggunaan fototransistor dikarenakan sensor ini memiliki tingkat linieritas dan sensitivitas yang tinggi. Pada penelitian kali ini sensor fototransistor akan berfungsi sebagai pengukur gaya berat yang direpresentasikan sebagai banyaknya curah hujan yang ada. Hasil dari data perhitungan curah hujan ini akan di simpan pada *micro sd*.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah

1. Merealisasikan alat pengukur curah hujan.
2. Melakukan akuisisi data pada alat ukur curah hujan menggunakan sistem timbangan dengan sensor potensiometer dan *micro sd* sebagai media penyimpannya.
3. Menganalisis hasil akuisisi data pada alat ukur curah hujan.
4. Melakukan uji kalibrasi dan uji lapangan dengan LCD sebagai tampilannya.

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian kali ini adalah :

1. Terealisasi alat yang dapat mengukur ketinggian curah hujan secara otomatis.
2. Memberikan inovasi baru pada sistem penyimpanan data alat ukur curah hujan sehingga memudahkan untuk tampilan dan pengumpulan data saat di lapangan.
3. Memberikan informasi tentang ketinggian curah hujan sehingga dapat mengetahui persediaan air hujan untuk musim kemarau, memprediksi waktu yang tepat untuk bercocok tanam dan peningkatan produktivitas bidang pertanian serta memberikan informasi waktu yang baik untuk para nelayan melakukan pelayaran.
4. Mengetahui tingkat kesalahan data dari hasil pengambilan data dan alat yang digunakan.

D. Rumusan masalah

Rumusan masalah yang ada pada penelitian kali ini adalah :

1. Bagaimana membuat sebuah *hardware* yang dapat mengukur ketinggian curah hujan dengan menggunakan sistem timbangan dan memiliki akurasi yang baik?
2. Bagaimana membuat program yang mampu menampilkan jumlah ketinggian curah hujan?
3. Bagaimana agar data-data hasil penelitian dapat ditampilkan pada LCD dan tersimpan di dalam *Micro Sd* serta memiliki tingkat akurasi yang cukup rendah?

E. Batasan masalah

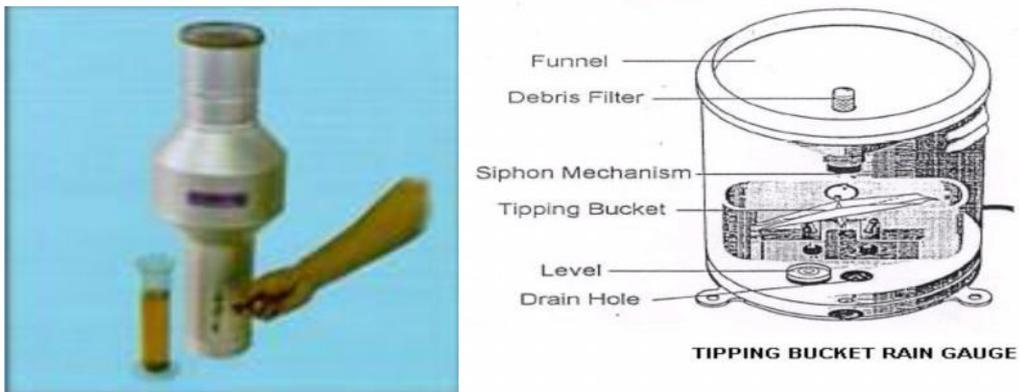
Batasan masalah pada penelitian yang dilakukan adalah :

1. Uji lapangan dilakukan dilingkungan Sukarame, Bandar Lampung.
2. Sistem pengukuran yang digunakan untuk mengukur massa air hujan menggunakan timbangan dengan sensor Potensiometer.
3. Massa air hujan yang akan diukur dalam *range* 0-1000 g.
4. Pembuangan air yang digunakan berupa *manual valve*.
5. *Micro SD* yang digunakan memiliki kapasitas 2 GB format FAT 32.
6. Sumber daya pada sistem berasal dari *Power bank* dengan tegangan keluaran 5 volt dan kapasitas 10400 mAh.
7. Tampilan hasil pengukuran curah hujan pada LCD (*real time*).
8. Sistem software yang digunakan Arduino Geuino.
9. Analisis kesalahan yang dicari persamaannya yaitu pada alat ukur curah hujan dan hasil uji lapangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Alat untuk mengukur jumlah curah hujan yang turun kepermukaan tanah per satuan luas, disebut *Penakar Curah Hujan*. Satuan curah hujan yang umumnya dipakai oleh BMKG adalah millimeter (mm.). Curah hujan 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. Secara umum penakar hujan dibedakan menjadi dua, yaitu penakar curah hujan manual dan penakar curah hujan otomatis seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penakar Curah Hujan Manual dan Penakar Curah Hujan Otomatis

Penakar hujan tipe *tipping bucket*, nilai curah hujannya tiap *bucket* berjungkit tidak sama, serta luas permukaan corongnya beragam tergantung dari merk pembuatnya. Misalnya ada yang 0.1 mm, 0.2 mm , 0.5 mm dan lain-lain. Penakar curah hujan tipe *tipping bucket* ini memanfaatkan sensor *reed switch* untuk memberikan masukan pada mikrokontroller yaitu berupa perubahan tahanan ketika bejana bergoyang (Ahmadi sahid. 2009).

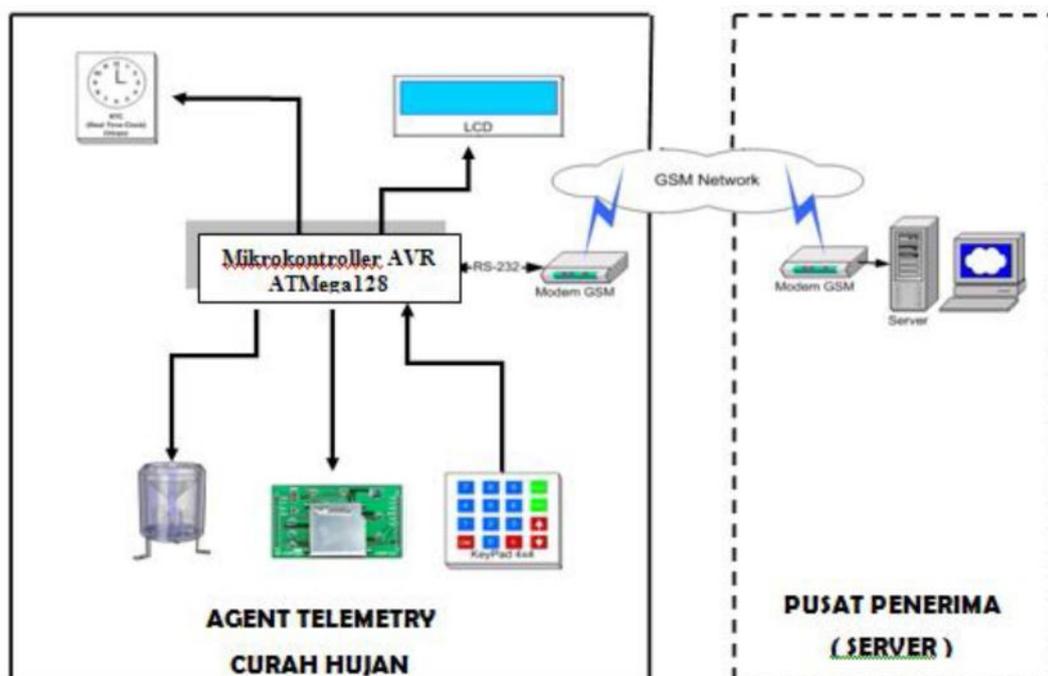


Gambar 2. Penakar curah hujan
(Sumber : Emad Habib, *et al* 2001)

Beberapa jenis pengukur curah hujan yang telah dikembangkan diantaranya jenis *weighing*, kapasitansi, *tipping-bucket* (TB), optik, dan lain-lain. Namun, jenis pengukur curah hujan TB lebih sering digunakan untuk pengukuran curah hujan karena sederhana dan tahan lama, dapat dipasang di daerah terpencil, dapat dihubungkan dengan berbagai alat pemantau dan pencatat (data), serta harganya relatif murah. Lembaga seperti Badan Metereologi dan Geofisika Amerika, Survey Geologi Amerika serta Dinas Kehutanan Amerika dan lembaga-lembaga lain di dunia menggunakan pengukur curah hujan TB untuk pengukuran curah hujan berbasis darat. Sinkronisasi data pada pengukur curah hujan jenis TB untuk curah hujan dan kecepatan aliran permukaan digunakan untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah dalam praktek manajemen agronomi.

Meskipun telah terdapat banyak pengukur curah hujan jenis TB di Indonesia, tetapi semuanya alat-alat impor. Untuk tujuan penyediaan pengukur curah hujan yang sederhana dan murah, kami telah mendesain dan mengembangkan jenis pengukur curah hujan ini untuk mendukung program pengurangan kebergantungan terhadap barang impor (J.Otto, 2010).

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ike Kusuma Dewi (2005), Mohammad Syarief (2006), dan Erdy Prasetya Kusuma (2007) masih memiliki kelemahan. Alat yang dibuat memerlukan komputer dan bangunan permanen untuk menjaga keamanan alat pada lokasi pemantauan curah hujan. Sehingga diperlukan biaya yang lebih mahal dalam penerapannya. Selain itu penggunaan jalur internet tidak terlalu efektif untuk daerah terpencil yang tidak terdapat jaringan internet.



Gambar 3. Penakar curah hujan dengan menggunakan SMS dan GSM
(Sumber : Sahid Achmadi, 2009)

Pengukuran curah hujan menggunakan mikrokontroler, SMS dan GSM telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Achmadi Sahid (2009) Penakar curah hujan otomatis dengan data logger Sd/Mmc berbasis sms. Sumardi (2009) Penakar curah hujan otomatis menggunakan mikrokontroler ATMEGA 32. Ashari dkk (2010) Sistem data logger sebagai monitoring dan pelaporan curah hujan berbasis mikrokontroler AT89S8252. Finawan dkk (2011) Pengukuran debit air berbasis mikrokontroler AT89S51. M. Andang (2011) Sistem data logger curah hujan dengan model tipping bucket berbasis mikrokontroler. Budi Satria (2012) Otomatis penakar curah hujan dengan mikrokontroler menggunakan jaringan GSM.

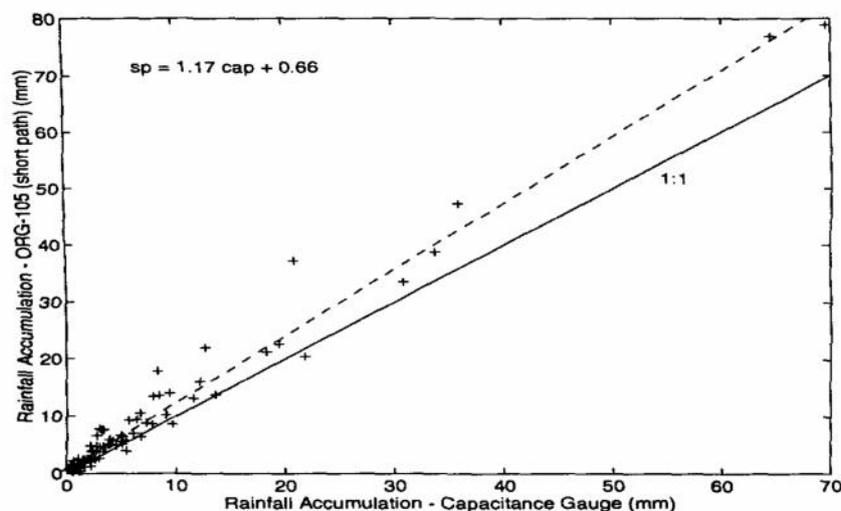


(a) (b)
 Gambar 4. (a) Posisi Pias dan Tampilan LCD Sebelum Pengujian
 (b) Posisi Pias dan Tampilan LCD Setelah Pengujian
 (Sumber : Hendra, S. *et. al* 2013)

Dari Gambar 4 yang ditampilkan salah satu penakar curah hujan menggunakan jungkat jungkit dengan tampilan LCD yang telah dilakukan oleh Saputra dan Hendra Dwi (2013) yaitu mengenai perancangan dan pembuatan sensor curah hujan tipe tipping bucket dengan

tampilan LCD, sehingga waktu dan curah hujan yang terukur dapat tampil real time di layar LCD yang ada.

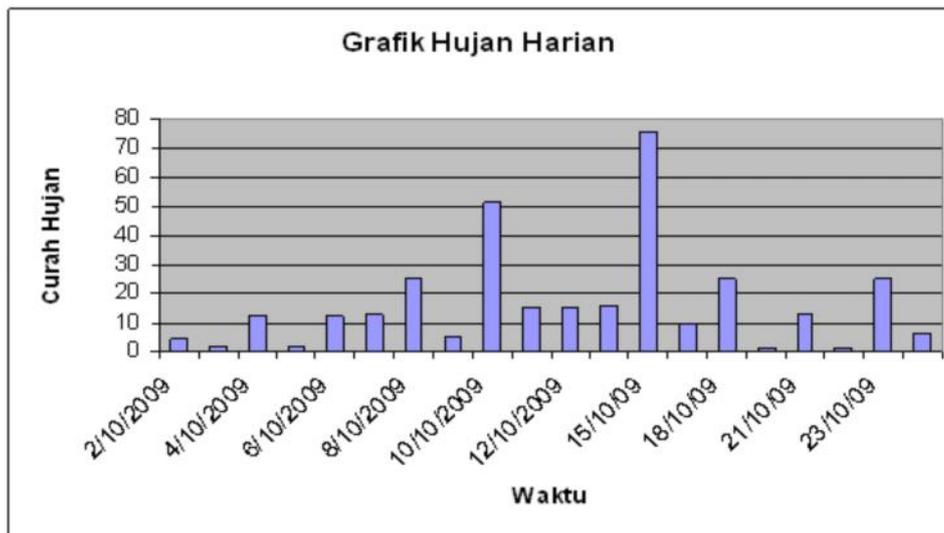
Berbagai aplikasi klimatologi dan hidrologi di bidang pertanian, perkebunan serta industry pertanian sangat bergantung pada hujan. Data curah hujan merupakan input utama untuk model simulasi curah hujan-aliran permukaan (*rainfall-runoff*) untuk aplikasi hidrologi perkotaan. Desain dan analisis sistem drainase perkotaan sangat dipengaruhi oleh ketidakpastian data intensitas curah hujan dan durasi yang tercatat. Meskipun metode penginderaan jauh digunakan dalam perkiraan curah hujan, pengukuran dari pengukur curah hujan masih digunakan untuk tujuan operasional dan kalibrasi. Pengamatan pengukur curah hujan juga dibutuhkan untuk algoritma perkiraan curah hujan radar (emad habib, 2001)



Gambar 5. Grafik massa curah hujan dan ketinggian curah hujan

(Sumber : Nystuen *et al* 1996)

Pada Gambar 5 diatas penelitian yang dilakukan oleh Nystuen *et al* (1996) yaitu meneliti tentang pengaruh massa curah hujan dengan ketinggian curah hujan menggunakan rain gauge. Selain Nystuen *et al* (1996) ada beberapa penelitian lain yang menggunakan rain gauge seperti Villarini G *et al* (2008) dan savina *et al* (2011).



Gambar 6. Grafik Pengamatan Hujan Harian Bulan Oktober 2009

(Sumber : M.Andang Novianta 2009)

B. Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

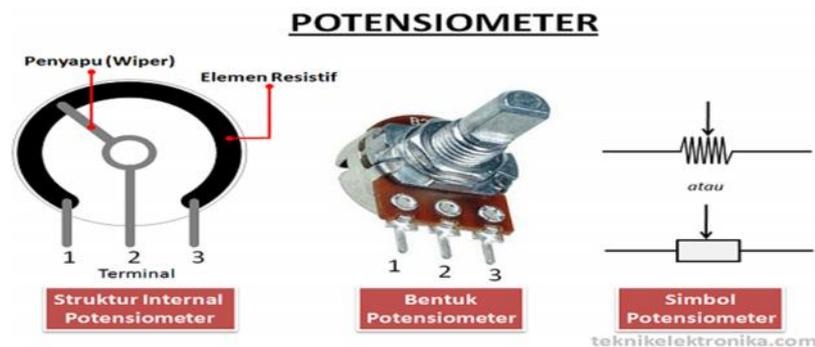
Dewasa ini telah dikembangkan penelitian mengenai alat ukur curah hujan *tipping bucket* yang bersifat otomatis dalam penghitungan data curah hujan dan akuisisi data ke dalam data base pada komputer. Prinsip kerja alat ukur curah hujan (*tipping bucket*) ini apabila volume air hujan melebihi volume jungkitan, maka jungkitan akan menuangkan air ke pembuangan dan jungkitan akan menekan sensor kemudian sensor akan melakukan perhitungan. Namun apabila volume air hujan kurang dari volume jungkitan maka jungkitan tidak akan bergerak dan air hujan tidak terukur.

Untuk kerja alat ukur curah hujan yang lebih optimal maka pada penelitian ini akan dibuat pengukur curah hujan dengan sistem timbangan yang mampu mengukur massa air hujan dalam penampung dan menggunakan perekam data yang portabel yang mempermudah pengguna. Data curah hujan akan disimpan dalam memori *Micro Secure Digital* (Micro SD).

C. Dasar Teori

1. Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu alat yang memanfaatkan prinsip pembagi tegangan. Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam kategori Variable Resistor. Secara struktur Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. Gambar 7 dibawah ini menunjukkan struktur Internal Potensiometer beserta bentuknya.



Gambar 7. Struktur Internal, bentuk dan simbol Potensiometer

Berdasarkan bentuknya, potensiometer dibagi menjadi 3 macam seperti gambar 7 yaitu :

1. Potensiometer Slider, yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan menggeserkan Wiper-nya dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas sesuai dengan pemasangannya. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk menggeserkan wiper-nya.
2. Potensiometer Rotary, yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara memutar wiper-nya sepanjang lintasan yang melingkar. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk memutar wiper tersebut. Oleh karena itu, Potensiometer Rotary sering disebut juga dengan Thumbweel Potensiometer.

3. Potensiometer Trimmer yaitu Potensiometer yang bentuknya kecil dan harus menggunakan alat khusus seperti Obeng (screwdriver) untuk memutarinya. Potensiometer Trimmer ini biasanya dipasangkan di PCB dan jarang dilakukan pengaturannya.

Track pada potensiometer bersifat resistif (beberapa jenis dapat bersifat kapasitif). Pergeserantangkai wiper akan mengubah-ubah besarnya hambatan pada dua bagian track yang terbagi oleh wiper tersebut. Potensiometer ini bekerja dengan prinsip **pembagi tegangan** (*voltage-divider*).

2. Micro SD (Secure Digital)

MicroSD adalah kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association yang digunakan dalam perangkat portable. Saat ini, teknologi microSD sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar industri de-facto.

Keluarga microSD yang lain terbagi menjadi SDSC yang kapasitas maksimum resminya sekitar 2GB, meskipun beberapa ada yang sampai 4GB. SDHC (High Capacity) memiliki kapasitas dari 4GB sampai 32GB. Dan SDXC (Extended Capacity) kapasitasnya di atas 32GB hingga maksimum 2TB. Keberagaman kapasitas seringkali membuat kebingungan karena masing-masing protokol komunikasi sedikit berbeda.

Dari sudut pandang perangkat, semua kartu ini termasuk kedalam keluarga SD. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari microSD yang kecil ke pin adaptor microSD yang lebih besar.

SD mempunyai bentuk fisik yang sama maka sering menyebabkan kebingungan di kalangan konsumen. Contohnya, MicroSD, MicroSDHC, dan MicroSDXC ukuran fisiknya sama tetapi kapabilitasnya berbeda. Protokol komunikasi untuk SDHC/SDXC/SDIO sedikit berbeda dengan MicroSD yang sudah mapan karena biasanya host device keluaran lama tidak bisa mengenali kartu keluaran baru. kebanyakan masalah mengenai inkompatibilitas ini dapat diselesaikan dengan firmware update.

Perangkat dengan slot microSD dapat menggunakan MMC karena lebih ramping tetapi kartu SD tidak akan masuk kedalam slot MMC. MicroSD dapat digunakan secara langsung dalam slot microSD dengan adaptor pasif seerhana karena meskipun kartu berbeda dalam ukuran tetapi tidak untuk listrik interface. Dengan adaptor elektronik aktif, kartu SD dapat digunakan dalam CompactFlash atau kartu PC slot. Beberapa SD termasuk konektor USB kompatibel dengan laptop dan komputer desktop serta Card Reader sehingga memungkinkan kartu yang diakses melalui port konektivitas seperti FireWire, port printer paralel bahkan dari Floppy disk dan FlashPath adaptor.

Layaknya kartu flash lainnya, MicroSD sudah terformat dengan sistem file sebagai FAT16, SDHC sebagai FAT32, sedangkan SDXC sebagai ExFAT. Di manapun FAT16 dan FAT32 memungkinkan untuk dapat diakses melalui semua perangkat host pembaca SD. Pemeliharaan FAT standar dapat digunakan untuk memperbaiki atau mengambil data yang rusak dan beberapa dapat memulihkan file yang dihapus.

Namun karena teknologi ini muncul sebagai drive removable hard maka bisa diformat ulang untuk setiap sistem file yang didukung oleh sistem operasi. Juga, bisa ditanamkan sistem operasi seperti USB Live yang bisa memulihkan host komputer dari Flash Media Reader.

3. LCD (Liquid Cristal Display)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

a. Material LCD (Liquid Cristal Display)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Contoh bentuk LCD pada Gambar 8



Gambar 8. Contoh bentuk LCD

b. Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

- **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- **Register perintah** yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- **Register data** yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

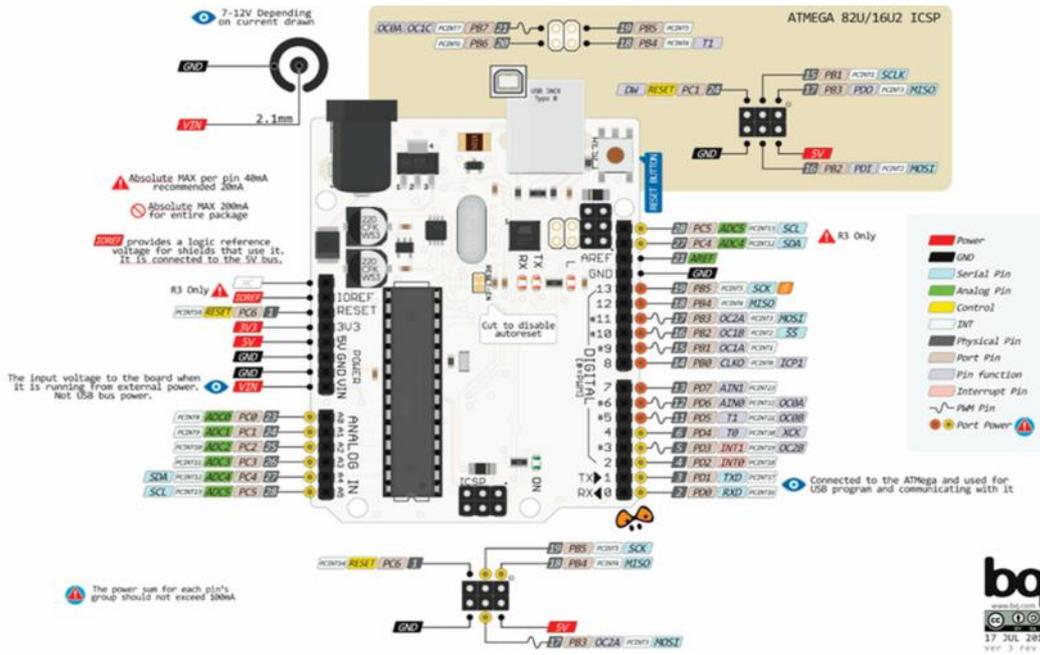
Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

4. Sistem Minimum ARDUINO Uno

Pada Sistem penakar curah hujan ini, sistem minimum mikrokontroler memegang peranan penting, yakni sebagai rangkaian sentral yang mengatur kinerja sistem, bagian ini dirancang untuk mampu mengakomodasi dan menangani setiap kejadian yang mungkin terjadi. Baik dalam pengelolaan/ manajemen data, maupun penanganan terhadap kegagalan proses.

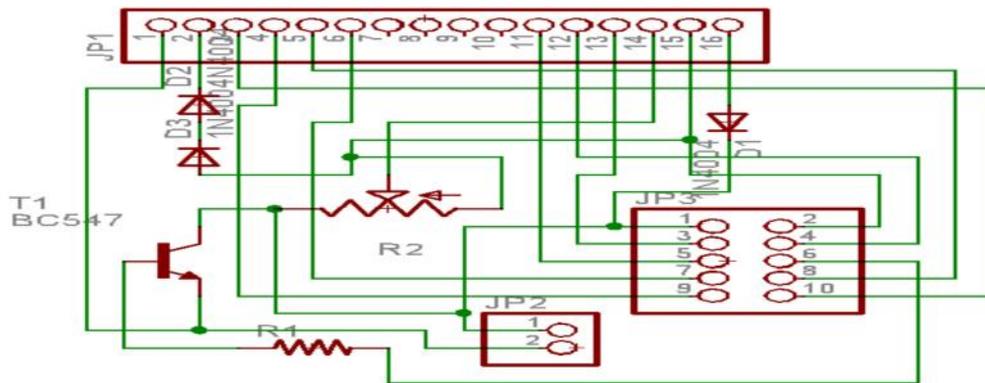
Penentuan konfigurasi pin dan *port* disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Sebagai contoh PORT PWM (*Digital Output*) dihubungkan dengan *port* kontrol/data LCD, sedangkan sensor curah hujan dihubungkan pada *Analog Input*.



Gambar 9. Board Minimum System Arduino Uno

Untuk mempermudah pemrograman, sensor curah hujan dihubungkan dengan pin interupsi eksternal, karena keluaran dari sensor berupa pulsa, yang akan lebih mudah dideteksi menggunakan interupsi.

Modul LCD dihubungkan dengan Digital Output pada mikrokontroler Arduino Uno. Modul LCD ini memerlukan suatu driver yang skematiknya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 10. Rangkaian LCD dan Mikrokontroler

Mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya *software*/perangkat lunak di dalamnya. *Software* ini sering disebut sebagai *firmware*. Yaitu suatu urutan perintah/instruksi yang harus dikerjakan oleh CPU, baik itu perhitungan aritmatika, manajemen memori, maupun akses

input/output. Mikrokontroler keluarga AVR, dirancang untuk mengakomodasi bahasa tingkat menengah yaitu bahasa C. Sehingga, pemrogram/*programmer* akan sangat dimudahkan dalam pembuatan maupun pengembangan *firmware* yang hendak ditanamkan pada sistem. Selain hal di atas, *CodeVision AVR* telah menyediakan pustaka fungsi dan prosedur siap pakai, yang terdokumentasi dalam *library* yang tersedia. Sehingga, akses terhadap suatu periferal spesifik (contoh: LCD, RTC DS1302) sangat mudah dilakukan. Cukup menggunakan fungsi-fungsi yang telah tersedia.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2017 hingga Oktober 2017. Perancangan, pembuatan dan pengambilan data dilaksanakan di Sukarame Bandar Lampung dan Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk merealisasikan alat ukur curah hujan adalah:

1. *Personal Computer* (PC) untuk membuat dan mendownload program.
2. Bor listrik, Solder listrik untuk melelehkan timah agar komponen elektronika dapat melekat pada PCB.
3. Penyedot timah untuk membuang timah pada PCB yang tidak terpakai.
4. Multimeter digital untuk mengukur arus (A), resistansi (R), tegangan AC dan DC serta untuk mengecek komponen elektronika.
5. Minimum sistem mikrokontroler arduino uno.
6. Wadah berbentuk tabung sebagai penampung utama air hujan.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

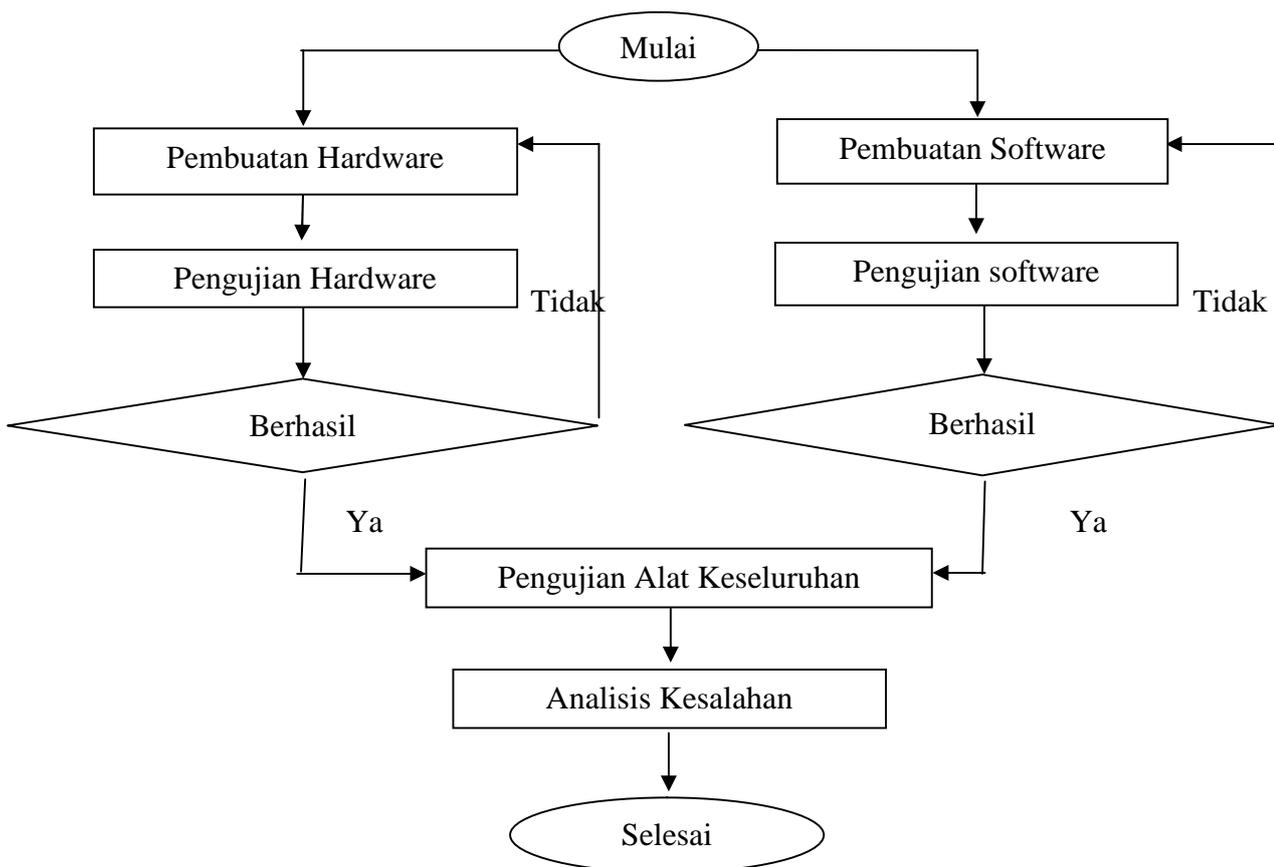
1. Papan *Printed Circuit Board* (PCB) untuk menghubungkan komponen-komponen elektronika pada rangkaian agar arus mengalir.
2. Timah digunakan untuk merekatkan komponen pada PCB.
3. Power bank sebagai sumber tegangan.
4. Potensiometer digunakan sebagai sensor pembagi tegangan.
5. Kabel digunakan sebagai penghubung antar rangkaian.
6. Mikrokontroler Arduino uno sebagai pengontrol utama rangkaian pengendalian dan perekam data.
7. Micro SD sebagai media penyimpanan data.
8. *Servo valve* sebagai motor penggerak pembuka penampung air hujan.
9. LCD sebagai tampilan, RTC sebagai perekam waktu.
10. Pegas sebagai actuator penukuran menggunakan tipe timbangan.

C. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa langkah dalam perancangan alat dengan tujuan agar dapat mengetahui tahapan-tahapan pembuatan alat hingga selesai dan diperoleh hasil yang sesuai. Diagram alir kerja untuk merealisasikan alat ukur curah hujan. Pada Gambar 11. langkah kerja realisasi alat terdapat dua tahap, yaitu tahap pembuatan *hardware* dan tahap perancangan *software*.

Dalam diagram alir dijelaskan tahapan-tahapan penelitian. Mempelajari konsep dan sistem kerja dari alat yang akan dibuat. Kemudian perancangan sistem dan perakitan komponen.

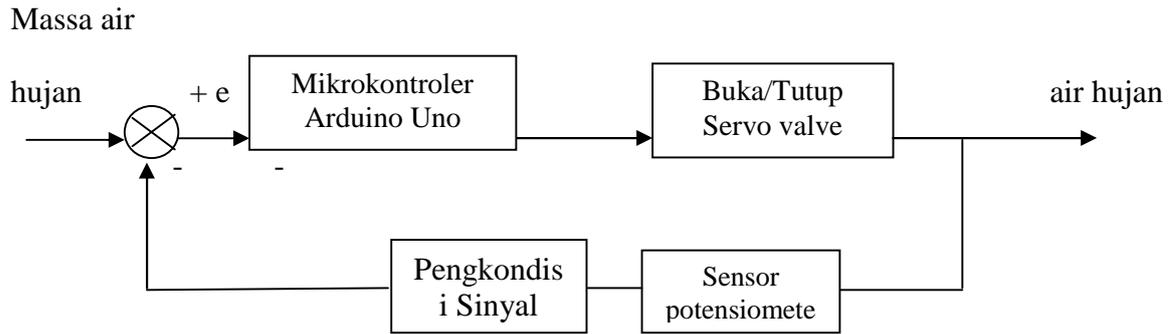
Setelah itu dilakukan pengujian *hardware*. Setelah pengujian *hardware* berhasil, selanjutnya dilakukan perancangan *software* dengan menggunakan *software* yang mudah dipahami agar pemrograman dapat mudah dilakukan. setelah pemrograman dibuat selanjutnya dilakukan pengujian *software*. Setelah berhasil, dilakukan pengujian alat keseluruhan dan penyusunan laporan.



Gambar 11. Diagram alir langkah kerja realisasi alat

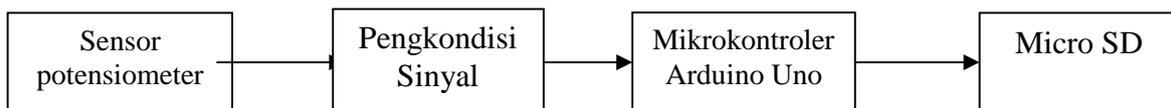
1. Rancang Bangun Perangkat Keras

Perangkat keras dari sistem alat ukur curah hujan ini terdiri dari sistem pengendalian dan akuisisi data. Skema sistem pengendalian ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Blok Sistem Pengendalian

Dari Gambar 12 terlihat bahwa besaran fisis yang menjadi referensi adalah massa air hujan yang kemudian akan terbaca sensor potensiometer. Ketika massa air hujan yang terukur setara dengan air hujan yang telah penuh di dalam tabung maka mikrokontroler akan mengendalikan *servo* untuk membuka dan menutup *valve* sehingga dapat , pengisian air hujan yang berada di dalam tabung penampung. Sedangkan skema akuisisi data ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 13.

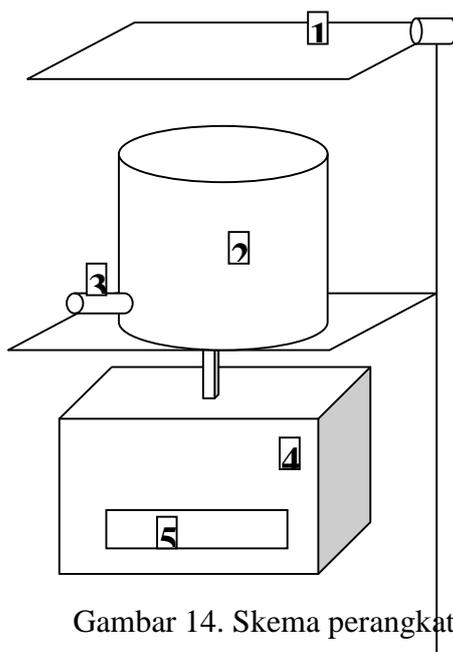


Gambar 13. Diagram blok sistem akuisisi data

Dari Gambar 13 terlihat bahwa sensor potensiometer dihubungkan ke rangkaian mikrokontroler, rangkaian sensor potensiometer menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar keluaran dari sensor mampu dibaca oleh mikrokontroler, kemudian data yang terbaca pada mikrokontroler diteruskan kedalam mikro SD yang berfungsi sebagai media penyimpanan data.

Prinsip alat ukur curah hujan dengan metode timbangan menggunakan sensor *potensiometer*. Jika ada penambahan berat pada tabung air hujan, sensor akan mendeteksi berat air hujan. Kemudian keluaran dari sensor yang berupa perubahan resistansi ini akan diubah menjadi perubahan tegangan oleh rangkaian pengkondisi sinyal agar dapat diolah oleh rangkaian mikrokontroler. Nilai berat yang akan disimpan ketika air hujan memenuhi tabung penampung dengan logika 1 yang berarti penuh. Setelah logika 1 tersimpan, maka mikrokontroler mengendalikan *servo* untuk membuka valve, kemudian dilakukan pembuangan air hujan.

Rangkaian ADC yang terdapat pada mikrokontroler ini akan mengubah sinyal analog menjadi sinyaldigital. Kemudian hasil konversi dari rangkaian ADC akan diproses oleh rangkaian mikrokontroler untuk ditampilkan ke *display* LCD. Mikrokontroler mengolah data dari ADC kemudian di tampilkan melalui LCD. Prosedur perancangan alat ukur masa seperti Gambar 14 dibawah ini



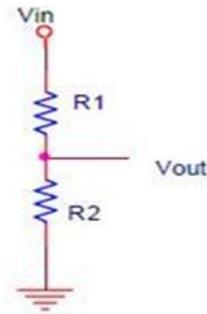
Gambar 14. Skema perangkat keras

Keterangan dari Gambar 15 adalah:

1. Servo Valve
2. Wadah penampung air hujan
3. Kran Pembuangan air hujan
4. Sistem mekanis terdapat sensor Potensiometer
5. LCD sebagai penampil real time

a. Rangkaian Sensor Dan Pengkondisi Sinyal

Rangkaian sensor yang akan digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 15

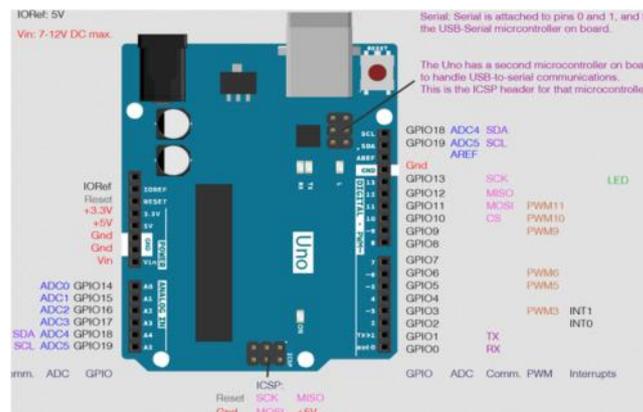


Gambar 15. Rangkaian Sensor potensiometer

Sensor Potensiometer memiliki 3 buah pin konektor, pin yang pertama merupakan pin keluaran dari sensor, pin yang kedua merupakan pin *ground*, sedangkan pin yang ketiga dihubungkan dengan sumber tegangan 5V. Pada pin pertama sensor akan dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi sebagai pengkondisi sinyal. Keluaran dari sensor ini berupa perubahan resistansi.

b. Rangkaian Sistem Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Mikrokontroler Arduino Uno dipilih karena sudah dilengkapi dengan ADC internal dengan lebar 10 bit dan memiliki RAM 2 kbyte. Rangkaian sistem mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 16

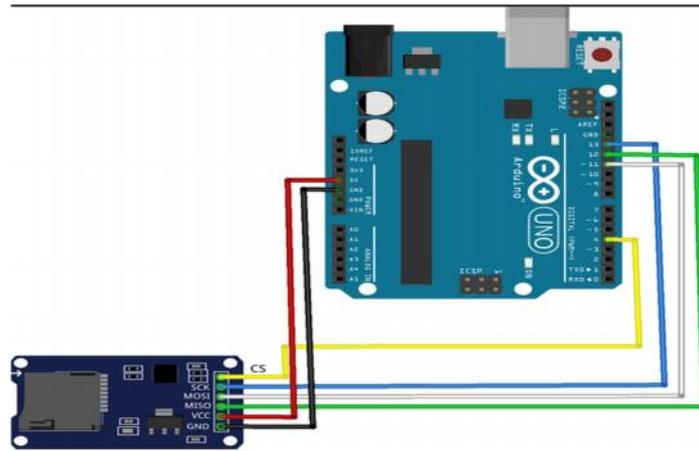


Gambar 16. Rangkaian Sistem Mikrokontroler Arduino Uno

Penempatan antara kapasitor dengan Kristal diusahakan sedekat mungkin untuk menghindari terjadinya *noise*. Rangkaian yang tersusun atas Kristal dan kapasitor tersebut disebut rangkaian osilator yang berfungsi untuk membangkitkan *clock* pada mikrokontroler. *Clock* diperlukan mikrokontroler untuk mensinkronkan proses yang sedang berlangsung. Selain rangkaian osilator, dalam sistem mikrokontroler ini terdapat juga rangkaian reset. Rangkaian ini dibuat untuk mereset sistem sehingga proses dapat dijalankan mulai dari awal lagi. Rangkaian ASP digunakan saat mendownload program ke mikrokontroler.

c. Rangkaian Micro SD dengan Arduino Uno

Micro SD pada penelitian ini digunakan sebagai penyimpan data. *Micro SD* yang digunakan berkapasitas 2 GB. Skematik rangkaian *Micro SD* dan Arduino Uno ditunjukkan oleh Gambar 17.

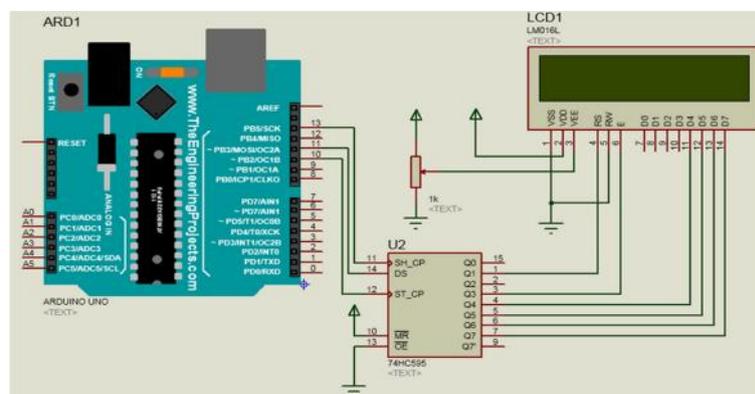


Gambar 17. Skematik rangkaian Micro SD dan Arduino Uno

Dari Gambar 17 terlihat bahwa micro SD dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno secara *Serial Peripheral Interface* (SPI). Antarmuka ini menggunakan jalur MISO, MOSI, SCK, dan SS. Untuk menyambungkan *micro* SD dengan mikrokontroler maka digunakan sebuah soket agar *micro* SD dapat mudah dicabut dan diganti. Pada rangkaian skematik ini menggunakan diode zener untuk menstabilkan tegangan saat mikrokontroler dan *micro* SD terhubung.

d. Rangkaian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan karakter-karakter berupa huruf dan angka. Rangkaian LCD seperti pada Gambar 18.

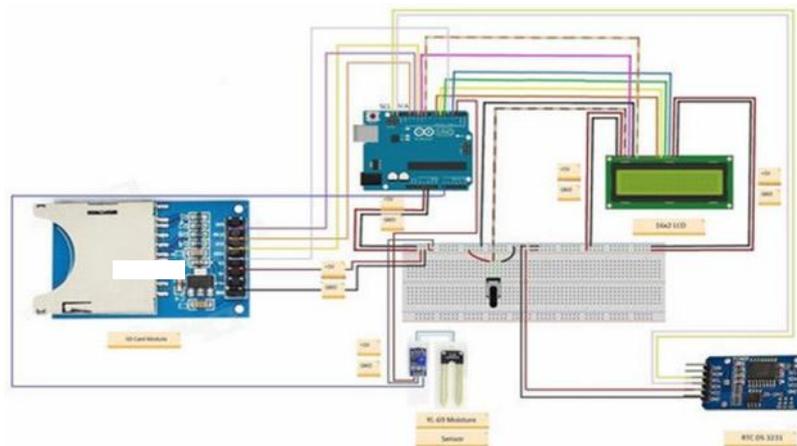


Gambar 18 Skematik rangkaian LCD.

Rangkaian ini terhubung ke PC2-PC7, yang merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Osilator*. *Display* karakter pada LCD diatur oleh pin *Enable* (E), *Register Select* (RS) dan *Read/Write* (RW). Pin RW dihubungkan ke Ground karena kita hanya melakukan operasi *write*, dan data bus yang digunakan hanya 4 yakni D4-D7. Pemasangan potensiometer sebesar 10 K berfungsi untuk mengatur tegangan pada kaki VEE. Besarnya tegangan pada kaki tersebut akan mempengaruhi ketajaman yang tampak pada LCD sehingga tampilan akan lebih jelas.

e. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini merupakan skematik rangkaian keseluruhan dari sistem alat ukur curah hujan. Ditunjukkan oleh Gambar 19.

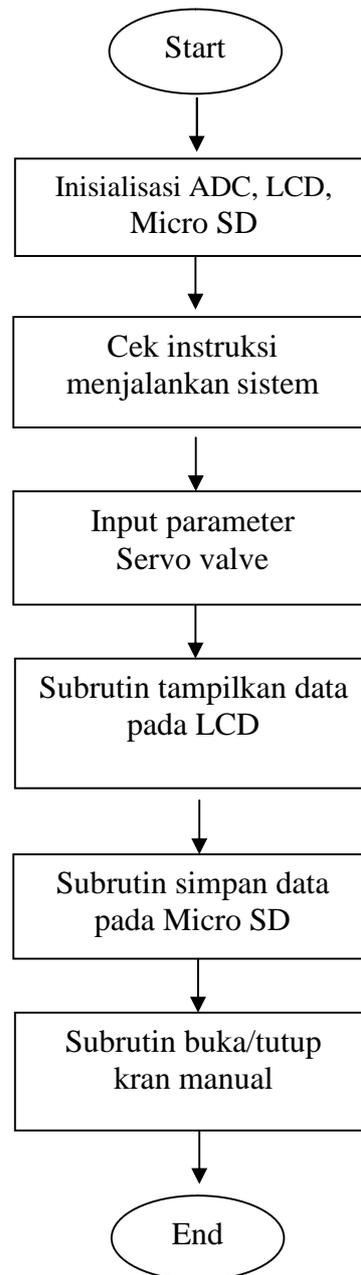


Gambar 19. Rangkaian keseluruhan

2. Rancang Bangun Perangkat Lunak

Perangkat lunak sangat berhubungan erat dengan kinerja perangkat keras. Karena perangkat lunak yang akan memprogram perangkat keras sehingga dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Bahasa pemrograman yang digunakan perangkat

lunak dalam penelitian ini adalah bahasa C. *Compiler* yang digunakan adalah Arduino Genuino karena telah dilengkapi dengan pustaka *micro SD*. Diagram alir untuk sistem perangkat lunak alat ukur curah hujan ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20 Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak

3. Rancangan Data Pengamatan

Setelah perancangan dan pembuatan alat ukur curah hujan dengan metode timbangan menggunakan sensor *phototransistor* berhasil dibuat, selanjutnya adalah pengambilan data penelitian. Tabel 1 ini merupakan rancangan tabel data pengukuran perubahan tegangan terhadap massa.

Tabel 1. Data pengukuran curah hujan.

No	Penguat (volt)	Massa (g)	V _{olume} (cm^3)	Waktu (menit)	Curah hujan (mm)
1	5			5	
2	5			5	
3	5			5	
4	5			5	

Persamaan yang digunakan untuk menentukan ketinggian curah hujan pada penelitian ini, terlihat pada persamaan (1):

$$h = \frac{V}{A} \quad (1)$$

Sistem yang digunakan dalam penelitian ini berupa sitem timbangan, maka untuk mengetahui jumlah volume digunakan persamaan (3):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (3)$$

Sehingga apabila persamaan (3) disubstitusikan ke dalam persamaan (1), maka diperoleh persamaan (4) :

$$h = \frac{m}{\rho \cdot A} \quad (4)$$

$$h = \frac{m}{\rho \cdot \pi r^2} \quad (5)$$

dimana h merupakan ketinggian curah hujan dan A merupakan luas penampang dari corong penampung air hujan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Telah berhasil dilakukan perancangan dan realisasi alat pengukur volume curah hujan type weighing bucket. Dari analisis perangkat keras dan perangkat lunak serta pengambilan data didapatkan:

1. Sistem mekanis yang digunakan pada alat pengukur volume curah hujan type weighing bucket menggunakan prinsip timbangan pegas.
2. Sensor yang digunakan adalah potensiometer dan dirangkai pada poros pegas. Keluaran dari potensiometer merupakan perubahan hambatan yang nilainya sebanding dengan pertambahan panjang dari pegas sistem
3. Volume curah hujan didapatkan dengan menimbang massa air hujan yang di tamping. Dengan asumsi massa jenis air sebesar 1 kg/liter maka nilai massa tertimbang setara dengan nilai volume air hujan.
4. Tampilan dari data pengukuran di tampilkan melalui LCD 16x2 dan disimpan pada *micro-sd*. Dari data yang diambil besar data sebesar 20 kb dalam waktu 1 jam pengambilan data.

5. Intensitas curah hujan mempengaruhi cepat lambatnya pengisian pada wadah penampung. Dari data pengukuran didapatkan simpangan pengukuran (Standar Deviasi) sebesar 0,4 sampai 0,44 liter. Dengan rata rata curah hujan yang diambil selama 1 jam 0.5 liter at setra dengan 0.5 kg massa air.

B. Saran

1. Dengan *power supply* powerbank di perlukan penguat DC untuk menggerakkan valve yang memiliki tegangan 12 VDC. Disarankan menggunakan penguat DC dengan kapasitas kapasitor yang lebih baik.
2. Disarankan menggunakan sistem pegas lebih dari 1 sehingga pengukuran lebih akurat. Disarankan juga menggunakan sensor dengan sensitifitas lebih baik seperti ultrasonic type range finder ataupun optocoupler.
3. Disarankan menggunakan power supply dari solar cell sehingga dapat dilakukan pengukuran secara continue.
4. Disarankan merubah ukuran wadah penampung sehingga keluarannya selain memiliki level keluaran juga memiliki besaran tekanan.
5. Menggabungkan dengan sistem telemetri dan pengiriman data secara online sehingga data dapat langsung diterima secara real time. Menggabungkan dengan sistem GSM sehingga data dapat dibaca dengan sistem SMS.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Sahid. 2009. *Penakar Curah Hujan Otomatis Dengan Data Logger Sd/Mmc Berbasis Sms (Short Message Service)*. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ansel, C Ugural. 2004. *Mechanical Design An Integrated Approach*. New York. The Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Ashari, Ibrahim M dan Toni, Indrajaya. 2010. Sistem data logger sebagai monitoring dan pelaporan curah hujan berbasis mikrokontroller AT89S8252. *Jurnal Elektro ELTEK Vol.1,No.1 hal 20-29*.
- As-syakur,A.R. 2014. Observation of spatial patterns on the rainfall response to ENSO and IOD over Indonesia using TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA). *International Journal of Climatology*
- Bunganaen,W. Krisnayanti D.S. dan Klau Y.A. 2013. Analisis Hubungan Tebal Hujan dan Durasi Hujan Pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil, Vol. II, No. 2*
- E. Habib, W. F. Krajewski, dan A. Kruger. 2001. Sampling errors of tipping bucket rain gauge measurements, *ASCE Journal. Hydrologi. Eng Vol.6, page 159–166*.
- Evita.M. 2010. Alat Ukur Curah Hujan Tipping-Bucket Sederhana dan Murah Berbasis Mikrokontroler. *Journal Automatic Control Instrument Vol 2 (2) hal 1-9*.
- Erwin, I. M. (2008). Pengukuran Curah Hujan Berbasis Scada. *Jurnal Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) - LIPI, Bandung*.
- Finawan, Aidi dan Arief. M. 2011. Pengukuran Debit Air Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Litek Volume 8 Nomor 1, Maret 2011: hal. 28-31*
- Fuad,M. Asrizal, dan Zulkifli. 2013. Pembuatan dan Penentuan Spesifikasi Sensor Gaya Berat Bebas Pegas dan LDR. *Journal Pillar of Physics Vol.2, page 41-50*.
- Fraden, j. 2004. *handbook of modern sensors : physics, designs, and applications*, third Edition, springer-verlag new york, inc, New York, USA.

- Halliday dan Resnick. 1991. *Fisika Jilid 1 (Terjemahan)*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Irwan., Murdaka, Bambang dan Purwadi, Bambang. 2004. Penggunaan potensiometer sebagai transduser untuk menentukan muai panjang batang logam. *Journal Fisika Indonesia no.23 Vol VII, hal.11-26*.
- Leinonen,J. 2012. A Climatology of Disdrometer Measurements of Rainfall in Finland over Five Years with Implications for Global Radar Observations. *Journal Appl. Meteor. Climatol, Vol.51, page.392-404*.
- Liu, Z. 2012. *Tropical Rainfall Measuring Mission (TR MM) Precipitation Data and Services for Research and Applications*. American Meteorological Society.
- Ly, Yungi., Gao, Xueshan., Dai, Fuquan. 2016. Motion Control For A Walking Companion Robot With A Novel Human-Robot Interface. *International Journal Of Advaced Robotic System, page 1-15*.
- Mihalache, Alexandra. 2017. Wireless Home Automation System Using IoT. Bucharest University Economic Studies. *Journal Informatica Economica Vol 21 No.2, page.18-32*.
- Moron, carlos. 2017. New Prototype of photovoltaic solar tracker based on arduino. *Journal energies volume 10. 1298, page 1-13*.
- New.M, Todd.M, Hulme,M and Jones,P. 2001. Precipitation Measurements And Trends In The Twentieth Century. *International Journal Of Climatology*
- Nistuen,J.A. Proni,J.R. Black,P.G. and Wilkerson,J.C. 1996. A Comparison Of Automatic Rain Gauges. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology Vol.13,page.62-73*.
- Novianta, Andang M. 2011. Sistem Data Logger Curah Hujan Dengan Model Tipping Bucket Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi, Volume 4 Nomor 2, page.160-166*.
- Orha, I. Oniga, S. 2014. Weareble sensor network for health monitoring using e-health platform. *Journal of electronic and computer engineering 7/ Vol 1,page.25 -29*.
- Sampurno, Arifinyanto,T. 2009. *Perencanaan Multi Timbangan pada Mesin Pengepak dengan Kontrol Fuzzy Logic*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Maret, Surabaya.
- Saputra , Hendra Dwi. 2013. Perancangan Dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket Dengan Tampilan LCD. *Jurnal Teknologi Elektro Vol. 1 No 2 hal.1-6*.

- Savina.M, Schappi.B, Molnar.P, Burlando.P, and Sevruk.B. 2011. Comparison Of a Tipping Bucket and electronic weighing Precipitation Gage For Snowfall. *Journal Atmospheric Research Vol XXX, page 7-14.*
- Satria,B. 2012. *Otomatisasi Penakar Hujan dengan Mikrokontroler Menggunakan Jaringan GSM.* Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung.
- Syahbuddin, H., Wihendar, T. N. (2008). Anomali Curah Hujan Periode 2010-2040 di Indonesia. *Jurnal Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.*
- Sevcik, Bretislav. 2010. Application of Digital Potensimeters in Multifunctional Active Filter at Frequencies Above 1 Mhz. *International journal of Microelectronics and Computer science Vol 1 No. 2, page 138-146.*
- Sumardi. 2009. Penakar Curah Hujan Automatis Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 32. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 11, No 2, hlm 84-9.*
- Thalheimer, Martin (2013). A low-cost electronic tensiometer system for continuous monitoring of soil water potensial. *Journal of Agricultural Engineering Vol. XLIV, page.114-119.*
- Villarini,G. Mandapaka,P.V. Krajewski,W.F. Moore,R.J. 2008. Rainfall and Sampling Uncertainties, A Rain Gauge Perspective. *Journal Of Geophysical Research, Vol 113, page 1-12.*
- Wibowo, H. (2008). *Desain Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan Jarak Jauh DenganPengendali Komputer.* Universitas Jember, Jawa Timur.