

## Desain dan Realisasi Alat Ukur Curah Hujan dengan Metode Timbangan Menggunakan Sensor Flexiforce

Afrida Hafizhatul Ulum, Gurum Ahmad Pauzi & Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung  
Jl. SoemantriBrojonegoro No. 1 Bandar Lampung  
E-mail: [afriidahafizhatul@gmail.com](mailto:afriidahafizhatul@gmail.com), [warsito@unila.ac.id](mailto:warsito@unila.ac.id)

Diterima ( 05 Januari 2016 ), direvisi ( 08 Januari 2016 )

**Abstract.** It has been designed and realized the measuring instrument of rainfall using weight scale method using flexiforce A201 1 lbs sensor. This measuring instrument designed for knowing the value of rainfall which fell down in a region. The voltage data from sensor which caused by the force changing influence has processed into volume then be produced to the rainfall value. The data of rainfall has processed by microcontroller ATMEGA32 which results displayed by the Liquid Crystal Display (LCD) and saved in the Micro Secure Digital (Micro SD) with 6 s of delay. The processing and the communication of data has been set by microcontroller ATMEGA32 program with C programming language. The parameter in this measuring instrument form to the value of rainfall volume which used as reference value on the controlling of solenoid valve. This measuring instrument capable to read the minimum volume changing up to 5 ml so that the value of measurement resolution was equal to 0,28 mm.

**Keywords:** Flexiforce, microcontroller, rainfall, volume

**Abstrak.** Telah dirancang dan dibuat sebuah alat ukur curah hujan dengan sistem timbangan menggunakan sensor *flexiforce* A201 1 lbs. Alat ukur ini dibuat untuk mengetahui jumlah curah hujan yang jatuh di suatu daerah. Data tegangan dari sensor akibat pengaruh perubahan tekanan diolah menjadi nilai volume sehingga dihasilkan nilai curah hujan. Data curah hujan diolah oleh mikrokontroler yang hasilnya ditampilkan oleh *Liquid Crystal Display* (LCD) dan disimpan dalam *Micro Secure Digital* (Mikro SD) dengan delay selama 6 detik. Proses pengolahan dan komunikasi data diatur oleh program pada mikrokontroler dengan pemrograman bahasa C. Parameter ukur pada alat ini berupa nilai volume air hujan yang digunakan sebagai nilai referensi pada pengendalian *valve* solenoida. Alat ukur ini mampu membaca perubahan volume hingga 5 ml sehingga nilai resolusi pengukuran sebesar 0,28 mm.

**Kata Kunci:** Curah hujan, mikrokontroler, sensor *flexiforce*, volume

---

### PENDAHULUAN

Hujan turun diakibatkan oleh tabrakan butiran-butiran air dalam awan karena pengaruh tekanan angin. Intensitas curah hujan yang turun berbeda tiap waktu. Perbedaan intensitas curah hujan akan mempengaruhi tinggi curah hujan yang terukur. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG),

kategori curah hujan ringan berkisar antara 1-5 mm/jam, hujan sedang berkisar 5-10 mm/jam, hujan lebat berkisar 10-20 mm/jam dan hujan sangat lebat > 20 mm/jam. Ketika terjadi hujan abnormal (hujan sangat lebat berkepanjangan) ketinggian curah hujan diatas 500 mm per bulan. Pada situasi normal, biasanya curah hujan antara 300-400 mm per bulan (Novianta, 2011).

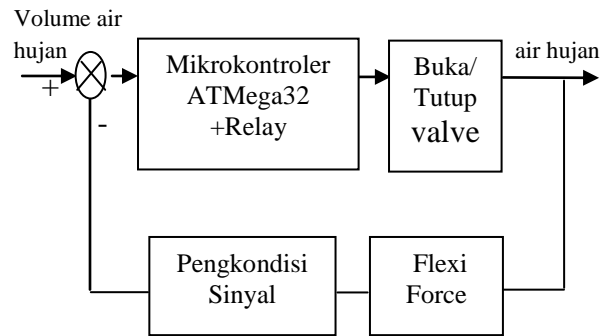
Alat ukur curah hujan elektronik yang berada di pasaran berupa alat ukur curah hujan tipe *tipping bucket*, menggunakan sensor *optocoupler*. Air hujan yang jatuh melalui corong akan menuju timbangan atau lengan jungkat-jungkit. Air yang masuk ke dalam timbangan akan ditumpahkan jika berat air melebihi berat dari sekrup, volume tabung yang digunakan sebesar  $6,28 \text{ cm}^3$  yang akan sama dengan 6,28 ml. Bila air sebanyak 6,28 ml dituangkan ke dalam tabung penakar harus menunjukkan angka 1 mm (Raharja dan Iswanto, 2010). Saputra (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan metode *tipping bucket*, volume yang dibutuhkan *bucket* sebesar 24,53 ml dengan resolusi pengukuran sebesar 0,5 mm. Pengukuran curah hujan dihitung dari volume air hujan dibagi luas mulut penakar (*rain collector*) (Mu'in, 2002).

Dalam penelitian ini dirancang alat ukur curah hujan dengan metode timbangan dan menggunakan sensor *flexiforce* jenis A201 1 lbs. Sensor *flexiforce* menurut Suprayudi (2013) merupakan sebuah sensor gaya (*force*) atau beban (*load*), sensor ini berbentuk *printed circuit* yang sangat tipis dan fleksibel. Sensor *flexiforce* sangat mudah diimplementasikan untuk mengukur gaya tekan antara 2 permukaan dalam berbagai aplikasi. Sensor *flexiforce* bersifat resistif. Semakin besar beban yang diterima sensor *flexiforce* maka nilai hambatan *output*-nya akan semakin menurun.

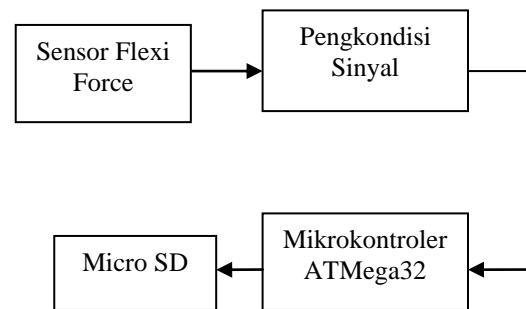
Untuk mengetahui respon dari sensor *flexiforce* terhadap jumlah curah hujan, sensor diletakkan di bawah timbangan dengan massa menggunakan volume air hujan. Data hasil penelitian ini ditampilkan pada LCD dan disimpan pada memori Mikro SD.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat sistem pengendalian dan akuisisi data. **Gambar 1**



**Gambar 1.** Skema Sistem Pengendalian



**Gambar 2.** Skema sistem akuisisi data

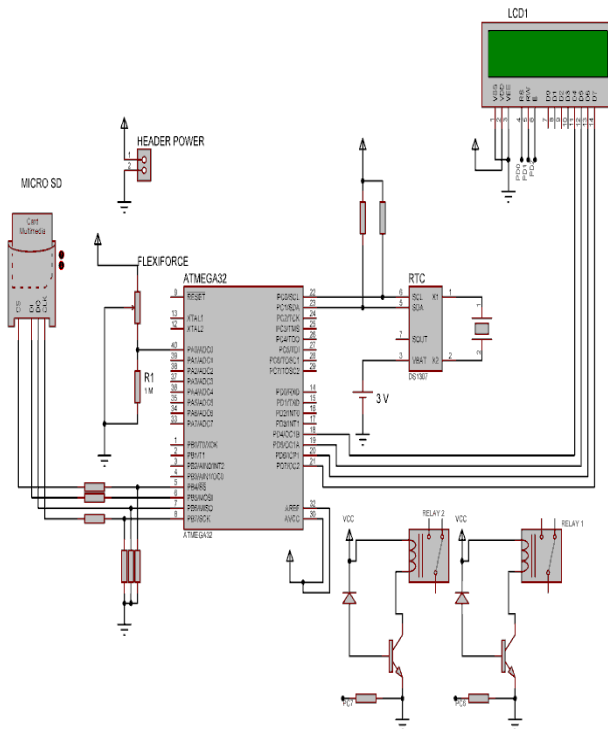
merupakan skema perangkat keras pada sistem pengendalian. Sistem pengendalian ini digunakan untuk mengendalikan *valve* solenoida sebagai kran pembuangan air hujan. Besaran fisis yang menjadi referensi adalah volume air hujan yang kemudian akan terbaca oleh sensor *flexiforce*. Ketika volume air hujan yang terukur sesuai dengan nilai referensi (60-310 ml), maka mikrokontroler akan mengendalikan *relay* untuk membuka dan menutup *valve*. Oleh karena itu, dapat dilakukan proses pengosongan dan pengisian air hujan yang berada di dalam tabung penampung.

**Gambar 2** merupakan skema perangkat keras pada sistem akuisisi data. Sensor *flexiforce* dihubungkan ke rangkaian mikrokontroler, rangkaian sensor *flexiforce* menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar keluaran dari sensor mampu dibaca oleh mikrokontroler, kemudian data yang terbaca pada mikrokontroler diteruskan ke dalam mikro SD yang berfungsi sebagai media penyimpanan data.

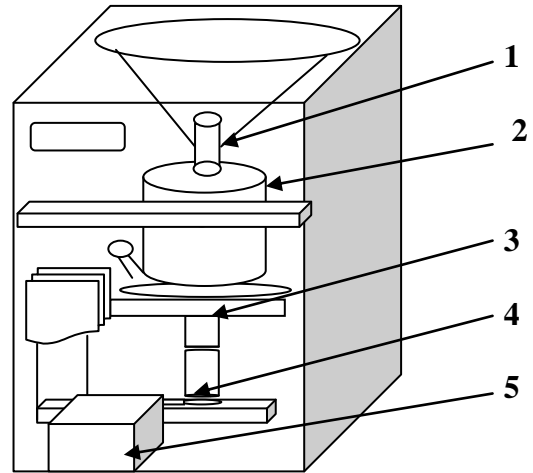
**Rangkaian Keseluruhan**

Penelitian ini menggunakan sensor *flexiforce* yang 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 5 V. Pada pin pertama sensor akan dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi sebagai pengkondisi sinyal. Resistansi yang digunakan pada rangkaian pembagi tegangan sebesar 1 MOhm. **Gambar 3** menunjukkan rangkaian keseluruhan dan **Gambar 4** merupakan rancangan alat. Pada rangkaian keseluruhan, *port A* dihubungkan dengan sensor, RTC dan relay dihubungkan pada *port C*, *port B* digunakan oleh rangkaian Mikro SD dan LCD menggunakan *port D*.

Tanda panah bernomor 1 pada **Gambar 4** merupakan *valve* solenoida, 2 merupakan wadah penampung air hujan, 3 berfungsi sebagai timbangan, 4 merupakan sensor *flexiforce* dan 5 merupakan sumber tegangan yang digunakan.



**Gambar 3.** Rangkaian keseluruhan



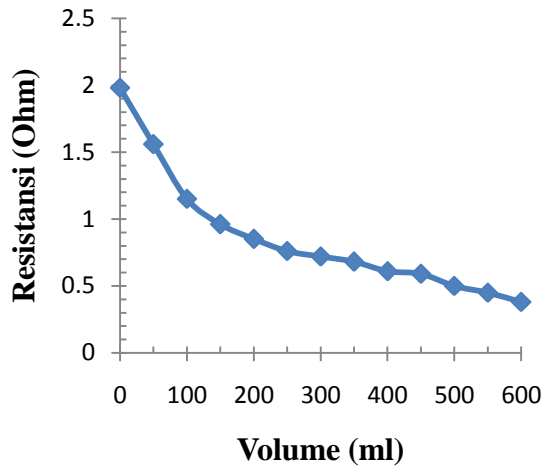
**Gambar 4.** Skema alat ukur curah hujan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Karakteristik Dan Resolusi Sensor**

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah volume air hujan yang dapat terukur oleh sensor *flexiforce*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor di bawah timbangan sehingga diperoleh nilai tegangan dari perubahan tekanan akibat penambahan massa, dalam penelitian ini massa yang digunakan berupa volume air hujan.

**Gambar 5** menunjukkan grafik karakteristik sensor *flexiforce* dengan menggunakan volume air. Nilai massa sama besar dengan nilai volume karena air hujan termasuk kategori air tawar sehingga nilai massa jenis sama besar dengan air biasa, oleh karena itu massa jenis air hujan sebesar  $1 \frac{gr}{cm^3}$  dan konversi besaran fisika 1 gr adalah 1 ml. Tujuan variasi ini untuk mengetahui respon dan berapa volume maksimum yang bisa dibaca oleh sensor *flexiforce*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dan pengambilan data pengukuran terhadap sampel (air). Pengukuran karakterisasi sensor menggunakan volume maksimum sebesar 600 ml.



Gambar 5. Karakteristik sensor *flexiforce*

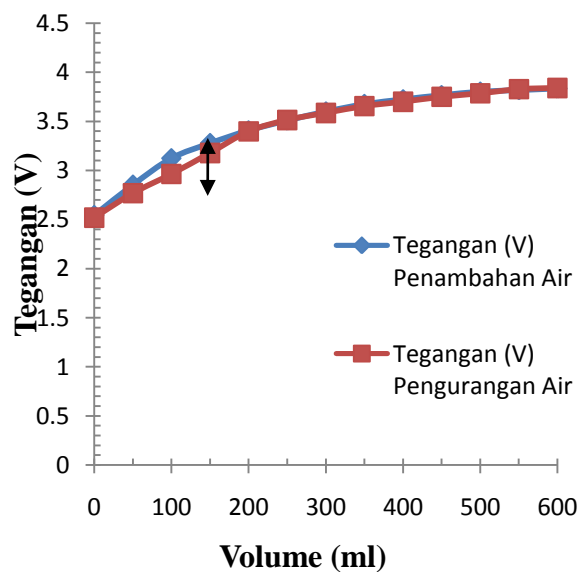
Rancangan alat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan volume air maksimum sebesar 450 ml. Berdasarkan grafik terlihat semakin besar volume air yang diberikan pada sensor maka resistansi yang dihasilkan akan semakin kecil. Pada Gambar 5 dapat dilihat untuk *range* pengukuran yang paling baik antara 50 ml-350 ml.

Selanjutnya pengujian karakteristik sensor pada sifat keelektrikannya. Dengan menghubungkan sensor dengan tegangan masukan sebesar 5 volt dan resistansi pembagi tegangan sebesar 1 MOhm. Karakterisasi ini menggunakan volume air 0-600 ml. Berdasarkan Tabel 1 ini dapat dibentuklah sebuah grafik histerisis. Pembuatan grafik histerisis ini dilakukan untuk melihat selisih dari data karakterisasi sensor atau penyimpangan hasil pengukuran. Gambar 6 menunjukkan bahwa penyimpangan terjadi pada volume air 50-150 ml. Nilai simpangan terbesar terjadi pada titik 100 ml, sehingga nilai histerisis sebesar 0,2.

Selanjutnya dilakukan pengujian resolusi alat ukur. Pengukuran resolusi ini dilakukan untuk melihat nilai terkecil dari pengukuran yang dilakukan. Pada alat ukur ini resolusi dilihat pada nilai perubahan sebesar 5 ml. Oleh sebab itu, melalui pengukuran tersebut dapat diketahui nilai resolusi dari alat dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian sifat keelektrikan sensor

Volume (ml)	Tegangan (V)	
	Penambahan Air	Pengurangan Air
0	2.542	2.520
50	2.852	2.770
100	3.124	2.964
150	3.276	3.178
200	3.408	3.398
250	3.510	3.514
300	3.600	3.586
350	3.674	3.656
400	3.724	3.700
450	3.768	3.750
500	3.802	3.786
550	3.820	3.828
600	3.836	3.840



Gambar 6. Grafik Histerisis

$$\begin{aligned}
 \text{Resolusi alat ukur} &= \frac{\text{Volume minimum}}{\text{Luas Permukaan}} \\
 \text{Resolusi alat ukur} &= \frac{5000 \text{ mm}^3}{17662,5 \text{ mm}^2} \\
 &= 0,28 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Pengujian resolusi alat ukur

Volume (ml)	Tegangan (V)
0	2.47
20	2.59
40	2.68
110	3.05
120	3.12
130	3.16
175	3.37
180	3.41
185	3.44
204	3.53
208	3.55
212	3.56

Dimana nilai volume minimum diperoleh dari nilai 5 ml, jika dikonversikan dalam satuan mm diperoleh nilai sebesar  $5000 \text{ mm}^3$ . Sementara nilai luas permukaan sebesar  $17662,5 \text{ mm}^2$  diperoleh dari luas permukaan *rain collector* yang memiliki diameter sebesar 15 cm.

**Pengkalibrasian Alat**

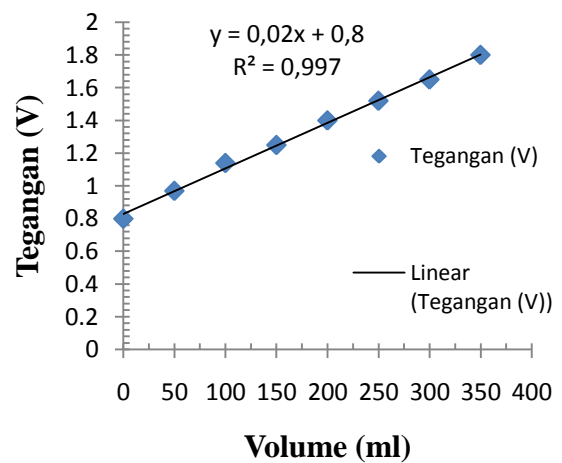
Uji kalibrasi dilakukan untuk membandingkan alat ukur yang digunakan sesuai dengan alat ukur yang telah terstandarisasi, kalibrasi dilakukan dengan menggunakan timbangan dan gelas ukur sebagai penakar volume air, data kalibrasi ini digunakan untuk menentukan persamaan gradien yang akan digunakan pada pemrograman. Grafik uji kalibrasi ditunjukkan pada **Gambar 7**.

Setelah proses kalibrasi dilakukan, dapat dilakukan pengolahan dan pengukuran data curah hujan. Nilai curah hujan diperoleh dengan membagikan jumlah volume hujan yang terukur dengan luas penampang *rain collector*.

Satuan curah hujan berupa mm per satuan waktu. Data curah hujan ditampilkan pada LCD yang ditunjukkan **Gambar 8** dan disimpan pada Mikro SD yang ditunjukkan

**Gambar 9.** Sistem pewaktuan yang terdapat pada tampilan Mikro SD menggunakan *Real Time Clock (RTC)*. Nilai yang di tampilkan dan disimpan pada Mikro SD berupa tanggal, waktu dan jumlah curah hujan.

Proses pengendalian terhubung dengan proses penyimpanan. Nilai volume yang terukur menjadi referensi dalam proses pengendalian *valve* solenoida, *valve* solenoida yang digunakan sebanyak 2 buah, *valve* pertama merupakan *valve inlet* yang



**Gambar 7.** Grafik Kalibrasi



**Gambar 8.** Tampilan pada LCD

WAKTU	TANGGAL	CURAH HUJAN (mm)
14:33:52	26/11/15	4.10
14:33:58	26/11/15	6.23
14:34:4	26/11/15	5.84
14:34:10	26/11/15	5.84
14:34:17	26/11/15	5.84
14:34:23	26/11/15	5.65
14:34:29	26/11/15	5.65
14:34:35	26/11/15	5.75
14:34:41	26/11/15	5.84
14:34:48	26/11/15	5.84
14:34:54	26/11/15	5.84
14:35:0	26/11/15	5.84
14:35:6	26/11/15	5.84
14:35:12	26/11/15	5.75
14:35:19	26/11/15	5.94
14:35:25	26/11/15	5.75
14:35:31	26/11/15	5.84
14:35:37	26/11/15	5.84
14:35:43	26/11/15	5.94
14:35:50	26/11/15	5.75
14:35:56	26/11/15	5.75

**Gambar 9.** Tampilan pada Micro SD

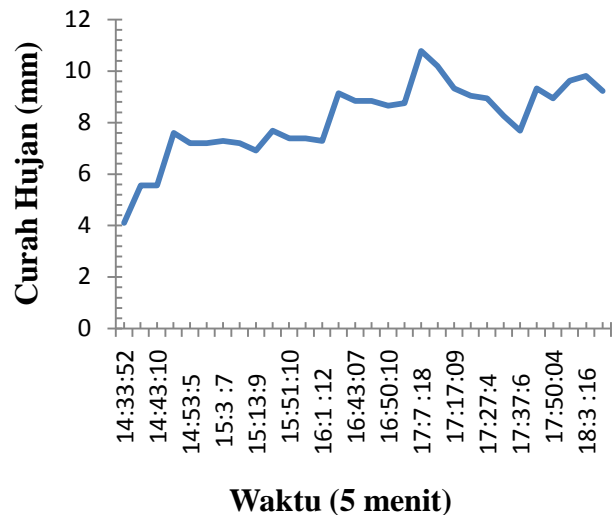
digunakan sebagai kran pengisian air dan *valve* kedua merupakan *valve outlet* yang digunakan sebagai kran pengosongan air. Ketika nilai mencapai 60 ml maka *valve inlet* akan membuka dan penyimpanan data akan dilakukan, ketika volume mencapai 310 ml maka *valve outlet* akan membuka dan *valve inlet* akan menutup sehingga pengosongan air dalam tabung akan dilakukan.

### Pengujian Lapangan

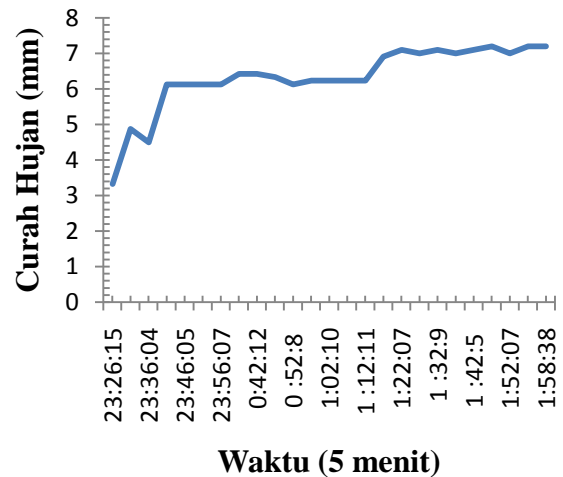
Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 November yang ditunjukkan **Gambar 10** dan 7-8 Desember 2015 yang ditunjukkan **Gambar 11**. Penyimpanan data pada Mikro SD dilakukan setiap 6 detik, agar grafik mampu dibaca maka rentang waktu dipartisi dalam skala 5 menit. Pada tanggal 26 November 2015, pada pukul 14.33 nilai curah hujan sebesar 4.10 mm. Nilai 4.10 merupakan nilai curah hujan dari volume offset yang digunakan. Untuk mengetahui besarnya nilai curah hujan pada rentang waktu 14.33 hingga 18.5 WIB maka perlu dilakukan rerata nilai curah hujan yang tercatat pada setiap waktu. Nilai rerata sebesar 8,12 mm, lalu dikurangi nilai offset sebesar 4.10 mm sehingga nilai curah hujan yang turun pada 26 November 2015 dari pukul 14.33 hingga 18.5 WIB sebesar 4.02 mm. Grafik yang ditunjukkan **Gambar 11** merupakan data curah hujan pada tanggal 07-08 Desember 2015, nilai *offset* yang ditunjukkan pada pukul 23.26 WIB sebesar 3.32 mm. Rerata nilai curah hujan keseluruhan pada pukul 23.26 WIB hingga 01.58 WIB sebesar 6.33 mm. Oleh karena itu, nilai curah hujan pada 07-08 Desember 2015 sebesar 3.01 mm.

### KESIMPULAN

Alat yang telah didesain menggunakan sensor *flexiforce* ini dapat digunakan untuk mengukur nilai curah hujan dengan sistem timbangan. Alat ini mampu mengukur



**Gambar 10.** Pengukuran curah hujan tanggal 26 November 2015



**Gambar 11.** Pengukuran curah hujan tanggal 07-08 Desember 2015

perubahan kecil volume air hujan hingga 5 ml. Nilai uji resolusi alat ukur dengan menggunakan sensor sebesar 0,28 mm.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M), Ditjen Dikti yang telah memberi dukungan *financial* terhadap penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Mu'in, Idianto. 2004. *Pengetahuan Geografi*. Grasindo. Jakarta.
- Novianta, Andang M. 2011. Sistem Data Logger Curah Hujan Dengan Model Tipping Bucket Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi*, Volume 4 Nomor 2:160-166.
- Raharja, Nia Maharani dan Iswanto. 2010. *Sistem Monitoring Curah Hujan*. Simposium Nasional RAPI IX.
- Saputra, Hendra Dwi. 2013. Perancangan Dan Pembuatan Sensor Curah Hujan Tipe *Tipping Bucket* Dengan Tampilan LCD. *Jurnal Teknologi Elektro* Vol. 1 No 2.
- Suprayudi, Ricky. 2013. *Application Note AN119 - Timbangan Digital Berbasis Sensor FlexiForce*. Universitas Kristen Petra. Hal 1.

