

Rancang Bangun Alat Ukur Curah Hujan Dengan Metode Timbangan Menggunakan Sensor Fototransistor Berbasis Arduino Uno

Maria Sova^{(1)a}, Warsito^{(1)b}, Amir Supriyanto⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145

^aE-mail korespondensi: maria.sova06@gmail.com,

^bwarsito@unila.ac.id

Diterima (7 Maret 2017), Direvisi (10 Maret 2017)

Abstract. The measuring instrument of rainfall with weightscale system using phototransistor NPN type, designed for measuring the value of rainfall which fell down with using LED light. The instrument designed using data processor Arduino Uno, timer DS1307, and micro SD. The testing instrument was done in BMKG Bandara Radin Inten II South of Lampung. The analog data has results by phototransistor will be processed by Arduino Uno and the results data of rainfall which saved in the micro secure digital and displayed by the Liquid Crystal Display (LCD) with delay 1 second. The control system instrument using a valve solenoid with volume reference 500 ml. The instrument resolution has results was equal 0,19 mm and the instrument capable to read the minimum of volume change up to 2 ml. Average of error from measuring instrument was equal to 5,7 %.

Keyword: Arduino Uno, phototransistor, and volume

Abstrak. Alat ukur curah hujan dengan sistem timbangan berbasis sensor fototransistor tipe NPN, dibuat untuk mengukur nilai curah hujan yang turun dengan memanfaatkan cahaya LED. Alat dirancang menggunakan pengolah data Arduino Uno, pewaktuan RTC DS1307, dan *micro SD*. Pengujian alat dilakukan di BMKG Bandara Radin Inten II Lampung Selatan. Data analog yang dihasilkan oleh fototransistor akan diolah oleh Arduino Uno sehingga menghasilkan data curah hujan yang disimpan di *micro SD* dan ditampilkan pada LCD dengan *delay* 1 detik. Sistem kontrol alat menggunakan *valve solenoid* dengan parameter volume yang terukur sebesar 500 ml. Resolusi alat yang dihasilkan sebesar 0,19 mm dan alat mampu membaca perubahan volume terkecil sebesar 2 ml. Rata-rata *error* pengukuran alat sebesar 5,7 %.

Kata kunci: Arduino Uno, Fototransistor, dan Volume

PENDAHULUAN

Hujan dapat dikatakan sebagai hydrometer yang jatuh berupa partikel-partikel air yang mempunyai diameter 0,5 mm, hydrometer yang jatuh ke tanah disebut hujan [1]. Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan cara mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Kategori hujan berdasarkan besarnya curah hujan yaitu hujan sedang dengan nilai 20 – 50 mm per hari, hujan lebat 50 – 100 mm per hari dan hujan sangat lebat diatas 100 mm per

hari [2]. Curah hujan diukur dengan menggunakan alat ukur curah hujan yang berbentuk silinder dengan bagian atas terbuka dengan satuan milimeter (mm) [3]. Realisasi alat ukur curah hujan menggunakan metode timbangan dilakukan dengan memanfaatkan *strain gauge*. Air hujan yang jatuh akan masuk kedalam corong dan tertampung dalam tabung, penambahan air hujan dalam tabung akan menggerakkan *strain gauge*. Alat yang dibuat memiliki kepekaan sebesar 0,5132/mm curah hujan, ketidakteelitian sebesar

2,57439/mm curah hujan dan ketidaktepatan sebesar 2,59153/mm curah hujan [4].

Penelitian ini akan merancang alat ukur curah hujan dengan metode timbangan menggunakan sensor fototransistor tipe NPN duakaki. Fototransistor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai detektor cahaya yang dapat mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik [5]. Sistem timbangan menggunakan pegas, dikarenakan fototransistor merupakan sensor resistif maka ketika sensor mendapat intensitas cahaya yang semakin besar maka hambatan sensor akan semakin menurun [6]. Data penelitian akan ditampilkan pada LCD dan disimpan pada memori *micro SD*.

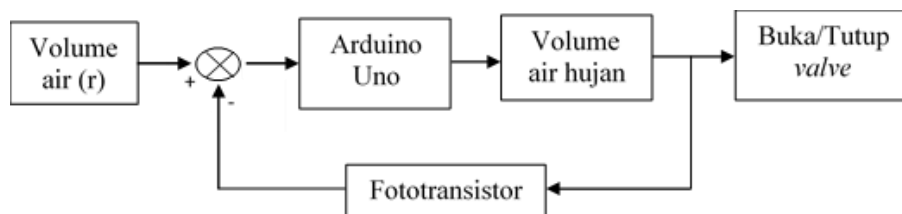
METODE PENELITIAN

Sistem kerja alat terdiri atas sistem pengendalian dan sistem kendali.

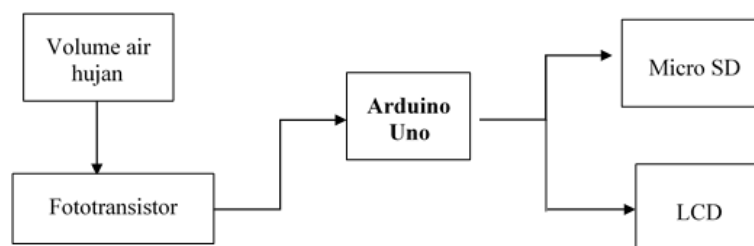
Gambar 1 merupakan skema perangkat keras sistem pengendalian untuk mengendalikan *valve solenoid*. Sistem pengendalian akan bekerja ketika sensor fototransistor membaca volume yang

terukur sebesar 500 ml. Ketika volume 500 ml, maka *driver valve solenoid* akan mendapat perintah untuk membuka/menutup *valve*. **Gambar 2** merupakan skema sistem akuisisi data yang menggunakan *micro sd* dan LCD. Sensor fototransistor akan membaca perubahan volume berdasarkan intensitas cahaya LED. Data analog yang dihasilkan sensor akan dibaca oleh Arduino, data yang terbaca Arduino akan disimpan dalam *micro sd* dan ditampilkan pada LCD.

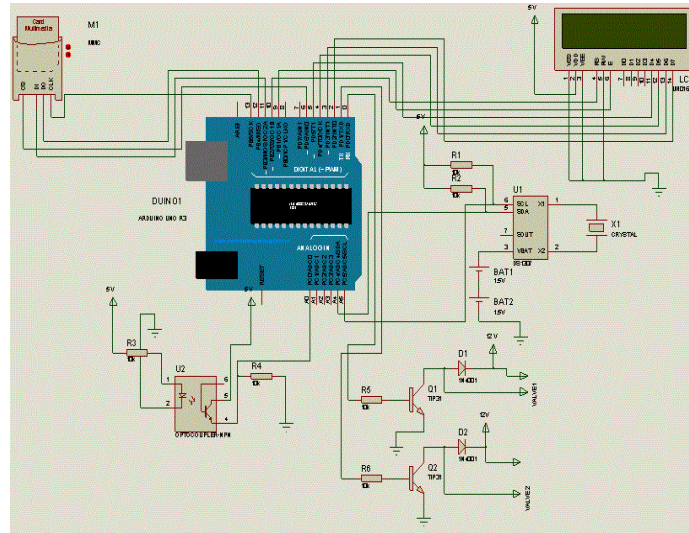
Realisasi alat pada penelitian ini terdiri dari rangkaian fototransistor dengan tipe NPN dua kaki, LED, *micro SD*, RTC, LCD, *driver valve solenoid* yang dihubungkan dengan Arduino Uno seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Rangkaian sensor dan LED keduanya menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan resistansi 1 KOhm. Pada rangkaian RTC menggunakan IC DS1307. Rangkaian *driver* digunakan agar terjadi pengontrolan langsung dari Arduino untuk *valve solenoid*.



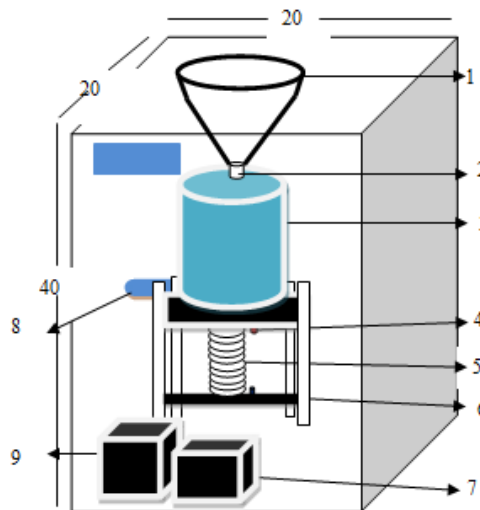
Gambar 1. Skema sistem pengendalian



Gambar 2. Skema sistem akuisisi data



Gambar 3. Skema rangkaian keseluruhan



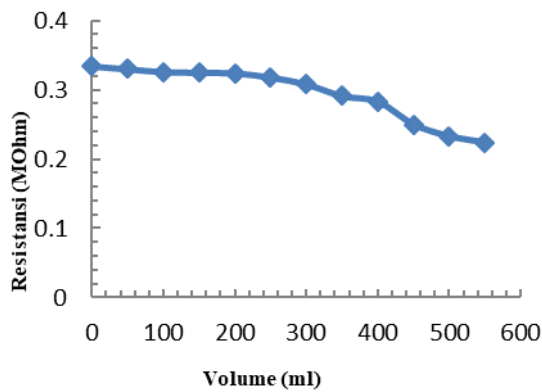
Gambar 4. Skema alat curah hujan

Perancangan alat secara keseluruhan pada **Gambar 4**. Perangkat keras ini terdiri dari *rain collector* dengan diameter 11,3 cm (1), *valve inlet* dengan diameter 1 inchi (2), tabung dengan diameter 8,5 cm dan tinggi 9,5 cm (3), statis timbangan yang disertakan rangkaian LED (4) dan fototransistor (6). Sistem timbangan dilengkapi dengan pegas (5), penempatan sensor berhadapan langsung dengan LED. Terdapat juga *valve outlet* untuk pembuangan air (8). Disertai dengan sumber tegangan, rangkaian micro sd dengan kapasitas 2 Gigabyte, *diver valve* dan rangkaian RTC (7) dan sumber tegangan (9).

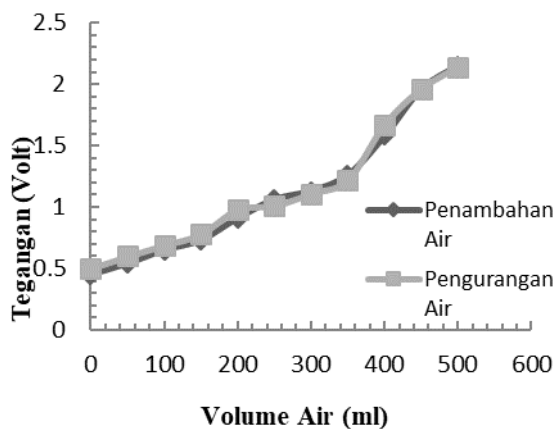
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Karakteristik Sensor

Pengujian karakteristik sensor dilakukan dalam beberapa tahapan, diantaranya pengujian karakteristik resistansi sensor, karakteristik tegangan sensor, pengujian resolusi. **Gambar 5** menggambarkan hubungan resistansi sensor fototransistor yang berbanding terbalik terhadap volume yang diuji menggunakan timbangan. Pada volume 0 ml resistansi sebesar 0,334 Mohm dan 550 ml resistansi sebesar 0,224 Mohm, rata-rata perubahan resistansi 0,01 Mohm dengan variasi volume 50 ml.



Gambar 5. Grafik karakteristik resistansi



Gambar 6. Grafik histerisis sensor

Tabel 1. Pengujian karakteristik tegangan

Volume (ml)	Resistansi (Mohm)
0	0,334
50	0,33
100	0,326
150	0,325
200	0,324
250	0,318
300	0,308
350	0,291
400	0,283
450	0,25
500	0,233
550	0,224

Pengujian resolusi yang telah dilakukan, dihasilkan bahwa alat mampu membaca perubahan terkecil pada volume 2 ml. Alat tidak bisa membaca perubahan 1 ml, tegangan pada 1 ml akan berubah ketika volume 1ml dilakukan berulang. Sehingga resolusi yang dihasilkan alat sebesar 0,19

mm, yang dihasilkan dari perhitungan berikut.

$$resolusi = \frac{volume\ minimum}{luas\ permukaan}$$

$$resolusi = \frac{2000\ mm^3}{10023,665\ mm^2}$$

$$resolusi = 0,19\ mm$$

Pengujian Kalibrasi Sensor

Pengujian kalibrasi alat dilakukan dengan mengukur volume air pada 0 ml sampai 500 ml. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari alat penelitian dengan alat yang dijadikan acuan. **Tabel 2** menunjukkan hasil kalibrasi yang dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. **Gambar 7** hasil grafik yang diplotkan antara tegangan terhadap volume sehingga didapatkan persamaan yang digunakan pada program untuk menghitung volume.

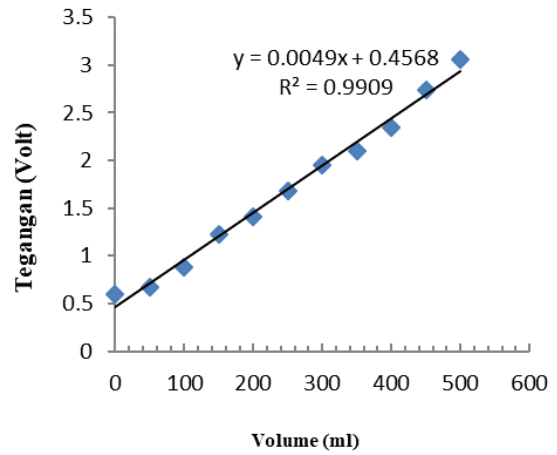
Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian alat dilakukan dengan melakukan pengukuran curah hujan menggunakan alat penelitian dan alat tipe observatorium. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali.

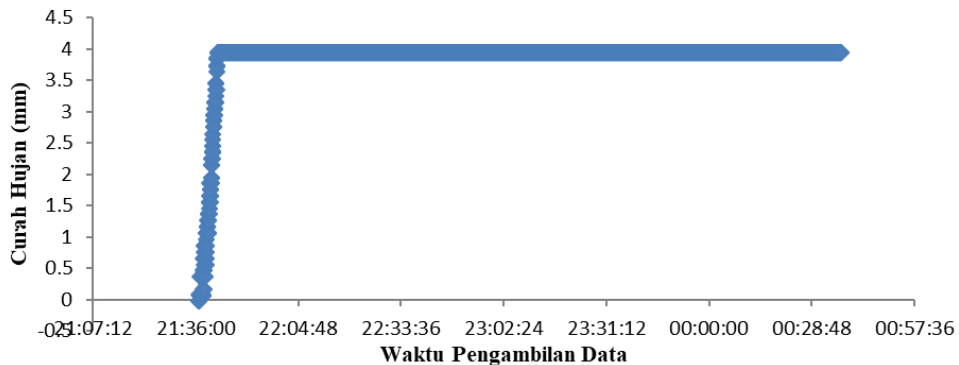
Pengambilan data curah hujan pertama (a) dilakukan pada tanggal 10 Juli 2017 pk1 21:36:57 s.d selesai. Curah hujan yang terukur sebesar 3,96 mm/detik yang dilakukan selama 3 Jam. Data kedua (b) dilakukan pada tanggal 11 Juli 2017 pk1 12:06:30 s.d selesai dengan curah hujan 6,41 mm/detik selama 3 jam. Data ketiga (c) dilakukan pada tanggal 11 Juli 2017 pk1 18:33:07 s.d selesai dengan curah hujan 1,76 mm/detik selama 3 Jam.

Tabel 2. Kalibrasi sensor

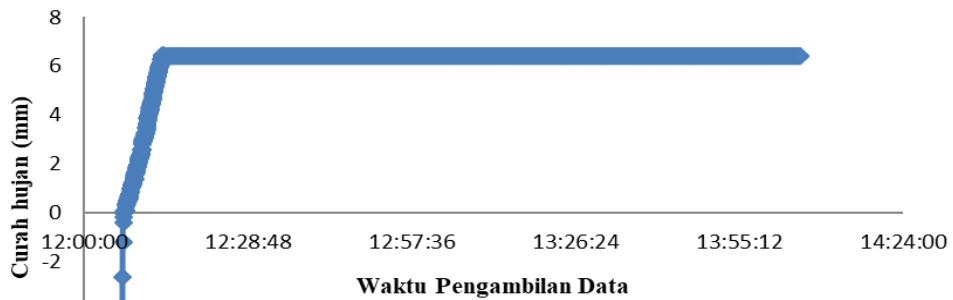
Volume (ml)	Tegangan (Volt)			Rata-Rata
	1	2	3	
0	0,59	0,58	0,61	0,593
50	0,68	0,67	0,68	0,676
100	0,89	0,84	0,9	0,876
150	1,24	1,2	1,23	1,223
200	1,4	1,43	1,41	1,413
250	1,66	1,67	1,7	1,676
300	1,97	1,95	1,93	1,95
350	2,09	2,1	2,11	2,1
400	2,34	2,37	2,31	2,34
450	2,72	2,73	2,76	2,736
500	3,05	3,07	3,04	3,053



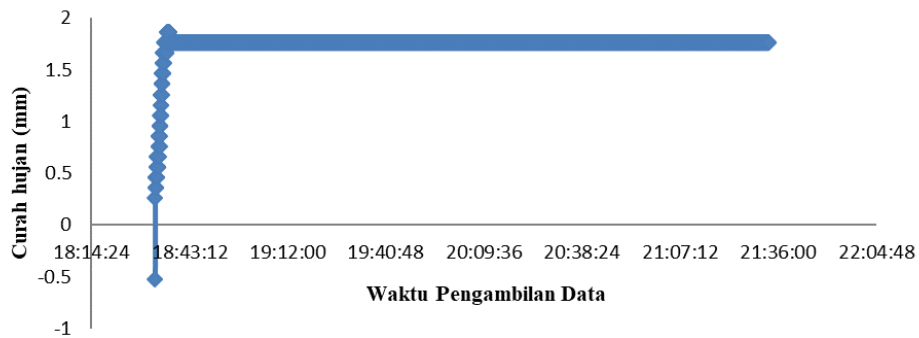
Gambar 7. Grafik kalibrasi sensor



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Grafik pengambilan (a) data 1 (b) data 2 (c) data 3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa alat ukur curah hujan otomatis menggunakan sensor fototransistor dengan metode timbangan mampu mengukur perubahan kecil volume air hingga 2 ml. Resolusi alat ukur curah hujan dengan menggunakan sensor fototransistor sebesar 0,19 mm. Alat ukur curah hujan mampu membaca nilai curah hujan yang turun dengan kesalahan pengukuran (*error*) rata-rata sebesar 5,76% dengan melakukan perbandingan terhadap hasil pengukuran pada alat tipe Observatorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Santoso, "Karakteristik Hujan Kota Semarang : Pembangunan Kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) Universitas Katolik Soegijapranata - Semarang," *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 50–56, 2006.
- [2] E. Murniningtyas, "Kebijakan nasional mitigasi dan adaptasi perubahan iklim," no. November, pp. 1–19, 2011.
- [3] M. Evita, "Alat Ukur Curah Hujan Tipping-Bucket Sederhana dan Murah Berbasis Mikrokontroler," *J. Autom. Control Instrum.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2010.
- [4] I. R. Calder and P. T. W. Rosier, "The Design of Large Plastik-Sheet Net-Rainfall Gauges," *J. Hydrol.*, vol. 1, no. 1, pp. 403–405, 1976.
- [5] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors*. California: Thermoscan, Inc., 1996.
- [6] R. G. Permana and E. Rahmawati, "Perancangan Dan Pengujian Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket Dengan Sensor Photo – Interrupter Berbasis Arduino," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 71–76, 2015.