



## Pengembangan Perangkat Pengukuran Variabel Cuaca Menggunakan Sensor Besaran Fisika Berbasis *Internet of Things*

Muarif Islamiah<sup>1)</sup>, Neneng Triyunita<sup>2),\*</sup>, Nanang Suwondo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>STKIP Harapan Bima

<sup>2)</sup>Universitas Diponegoro

<sup>3)</sup>Universitas Ahmad Dahlan

\*triyunita34@gmail.com

**Abstrak:** Ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah berkembang dengan didukung oleh adanya sistem alat ukur dan kendali dengan komponen yang kompleks, sistem tersebut dibangun memanfaatkan sistem elektronik, optik, dan mekanik. Perkembangan dari teknologi dapat dijadikan sebagai media perantara dalam pelaksanaan pembelajaran. Salah satu faktor dari pengajaran baik diperlukan media pembelajaran menarik, sehingga bisa meningkatkan rasa ingin tahu, kognitif dan psikomotorik mahasiswa. Media pembelajaran untuk pengukuran variabel cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) belum ada pada mata kuliah ilmu kebumih dan instrumentasi fisika. Tahapan yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Data yang diperoleh akan divisualisasikan pada aplikasi Blynk yang dihubungkan dengan Arduino UNO dan ESP-01 sebagai *Internet of Things*. Alat peraga dan buku panduan yang dibuat sudah melalui tahap uji kelayakan media, uji kelayakan materi, dan uji kelayakan pengguna. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga dapat mengukur seluruh variabel cuaca dengan menggunakan Arduino UNO dan ESP-01, proses pengambilan data dilakukan selama 2 hari, saat penelitian berlangsung terjadi hujan pada hari pertama sehingga alat curah hujan bisa menangkap adanya perubahan data setiap waktu diikuti dengan variabel cuaca lainnya yang mengalaminya juga. Penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan materi memperoleh tingkat kelayakan alat peraga stasiun cuaca sebesar 91,4% dan tingkat kelayakan buku panduan sebesar 85,9%. Sedangkan, untuk respon pengguna (mahasiswa) diperoleh tingkat kelayakan sebesar 87,4%. Berdasarkan hasil validasi dari ahli media dan ahli materi, maka alat peraga serta buku panduan dari stasiun cuaca berbasis *Internet of Things* ini dikategorikan baik dan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada matakuliah ilmu kebumih dan instrumentasi fisika.

**Kata Kunci:** Alat Peraga, *Internet of Things*, ESP-01, Stasiun Cuaca, Arduino UNO

### 1. PENDAHULUAN

Pengetahuan dan teknologi yang berkembang saat ini mendukung sistem-sistem alat ukur dan kendali dari yang sederhana dan kompleks telah dibangun menggunakan sistem elektronik, optik dan pneumatik (mekanik). Sehingga keahlian yang dikembangkan dalam bidang instrumentasi difokuskan pada tiga hal tersebut. Untuk membangun *knowledge* dan *skill* sebagai ahli pada bidang instrumentasi, mahasiswa akan mempelajari dasar-dasar ilmu Fisika, khususnya yang berkaitan dengan mekanika, gelombang, optika dan elektromagnetik baik secara teori maupun praktek. Selanjutnya mahasiswa akan mempelajari bagaimana instrumen bekerja melalui pengetahuan dalam bidang bahan (sensor dan aktuator), elektronika analog dan digital, perangkat mikrokontroler dan komputer (*hardware* dan *software*), sistem optik (lensa, serat optik, perangkat-perangkat optika modern), sistem mekanik dan pneumatik), serta bagaimana sinyal/informasi perlu untuk diolah menggunakan perangkat keras serta perangkat lunak (Universitas Brawijaya, 2015).

Saat ini berbagai macam teknologi telah luas dikembangkan sebagai alat pembelajaran. Menurut (Soedijarto, 2013) menyatakan perkembangan Teknologi, Informasi dan Komunikasi saat ini memberikan dampak positif di setiap bidang, tak terkecuali pada bidang pendidikan. Pendidikan saat ini selalu mengikuti pada perkembangan era global, akan tetapi harus tetap bisa mempertahankan misi utamanya yang tertera pada dasar konstitusional Negara Republik Indonesia yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa. Salah satu peranan penting dalam penggunaan alat peraga yaitu menjadikan konsep yang awalnya abstrak dapat didemonstrasikan

menjadi lebih konkret (Preliana, 2015). Alat peraga sendiri memuat ciri serta bentuk dari konsep materi ajar yang akan digunakan untuk memperagakan materi berupa penggambaran mekanisasi, peristiwa sampai pada kegiatan, sehingga materi yang diajarkan bisa lebih mudah untuk bisa dipahami oleh peserta didik (Inayah Saleh, dkk. 2015). Tidak bisa dihindari terdapat beberapa keterbatasan yang terjadi di sekolah atau universitas seperti kurangnya alat peraga dalam melakukan proses pembelajaran, sehingga untuk meminimalisir hal tersebut dapat diatasi dengan alat peraga yang memanfaatkan fasilitas *Internet of Things* dapat digunakan dan diakses secara jarak jauh.

Krishnamurthi, dkk., (2015) menyatakan bahwa cuaca merupakan suatu keadaan atmosfer dengan adanya perubahan derajat panas atau dingin; basah atau kering; tenang atau banyak badai dan cuaca cerah atau berawan (mendung). Secara umum, cuaca merupakan keadaan udara saat tertentu dan di wilayah tertentu cakupannya relative sempit/kecil dan terjadi dalam jangka waktu yang singkat (bisa hanya beberapa jam saja) (Salindri, dkk. 2015). Parameter cuaca meliputi suhu, kelembaban, tekanan udara, arah dan kecepatan angin serta lama penyinaran matahari yang biasanya diukur menggunakan alat ukur konvensional seperti termometer, barometer, *hygrometer*, anemometer dan Campbell-Stokes yang semua komponennya dapat dikembangkan dengan harga yang relative murah menggunakan sensor-sensor yang saat ini sudah banyak diproduksi (Putera & Toruan, 2016).

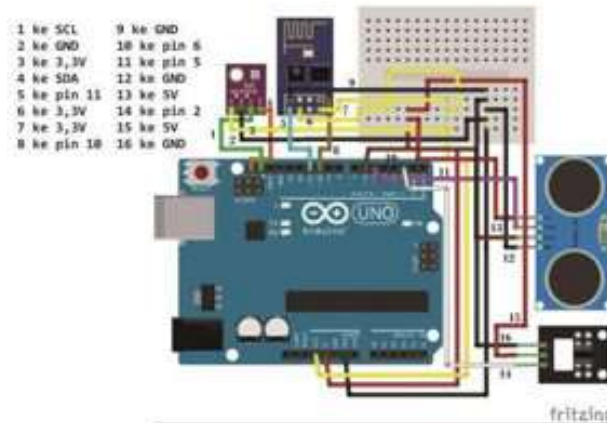
Pada meteorologi dikenal dengan siklus suhu harian merupakan perbandingan antara insolasi dengan radiasi yang dipancarkan setiap saat dalam satu hari (Waryono, 1987) suhu udara permukaan adalah suhu udara untuk ketinggian 1,25-2 meter diatas permukaan tanah (Fadholi, 2013), adapun parameter kelembaban yang bergantung dari penguapan air di atmosfer akibat penguapan area perairan (laut, danau, sungai dan air tanah). Parameter lainnya tekanan udara yang termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi kerapatan udara, saat suhu tinggi akan mengakibatkan kerapatan udara rendah dan sebaliknya. Ketinggian air hujan yang jatuh pada permukaan yang datar diasumsikan tidak menguap, meresap dan mengalir disebut dengan curah hujan dengan satuan milimeter (mm) (Mulyono, 2014), berdasarkan ketinggian air hujan dapat diklasifikasikan jenis hujan yang terjadi. Adapun parameter kecepatan angin dikatakan sebagai pergerakan massa udara yang diakibatkan oleh adanya perbedaan tekanan udara pada satu tempat dengan tempat lainnya (Fachry, dkk. 2017).

*Hardware* Arduino ATmega328 termasuk keluaran atmel dengan arsitektur RISC sehingga proses eksekusi data lebih cepat. Terdapat kelebihan dari penggunaan Arduino ini yaitu bersifat *open source* (dapat diakses secara bebas), disertai dengan bahasa pemrogramannya berupa bahasa C yang mudah dioperasikan, menggunakan kabel USB dalam melakukan proses pemrograman (Samsugi, dkk. 2017). *Hardware* untuk menghubungkan sensor menggunakan jaringan internet menggunakan ESP8266 seri ESP-01. Suatu system kendali jarak jauh harus memenuhi beberapa cara yaitu penggunaan computer server sebagai pusat kendali (Alamsyah, dkk. 2015), penggunaan media SMS untuk pengendalian peralatan elektronik (Sainio, 2013). *Internet of Things* merupakan konsep komputasi dapat memperkerjakan obyek fisik yang dihubungkan dengan internet serta bisa mengidentifikasi secara individual antar perangkat satu dengan lainnya (Sulistiyanto et al., 2015).

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode R & D (*Research and Development*). Salah satu modelnya yang digunakan pada penelitian ini adalah model ADDIE. Model ini memperlihatkan tahapan dasar dari desain sistem pembelajaran sederhana dan mudah untuk dipelajari. Model ADDIE dikembangkan oleh Dick and Carry (1996) dalam (Mulyatiningsih, 2016) untuk merancang sistem pembelajaran.

Berdasarkan Gambar 1. Merupakan rangkaian hardware mikrokontroler menggunakan Arduino UNO dilengkapi dengan beberapa sensor pendukung untuk pengukuran besaran fisika. Sensor yang digunakan antara lain sensor BME280 (mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan), sensor *optocoupler* (mengukur kecepatan angin), sensor ultrasonik (mengukur ketinggian air hujan). Pada rancangannya, alat stasiun cuaca yang dikembangkan dapat dioperasikan dan dipantau secara jarak jauh, dengan menggunakan module ESP-01 yang berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan sensor dengan perangkat seluler melalui jaringan internet (penelitian ini menggunakan Wi-Fi), pemantauan visualisasi data cuaca menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 1. Rangkaian instrumentasi perangkat pengukuran



Gambar 2. Rangkaian alat instrumentasi stasiun cuaca

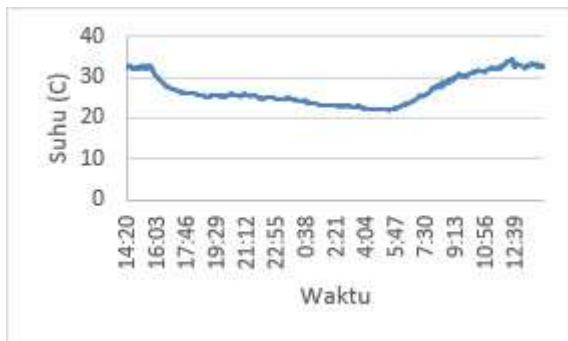
Seperti ditunjukkan Gambar 2. Yang merupakan implementasi dari pengembangan alat pengukuran variabel cuaca. Alat pengukur ketinggian air hujan pada nomor 7 terbuat dari bahan akrilik berbentuk balok dengan lebar 7,5cm; panjang 8cm; dan tinggi 20cm bagian penutup disematkan sensor ultrasonik (nomor 6) serta corong berguna sebagai tempat masuknya air hujan ke wadah. Alat pengukur kecepatan angin menggunakan jenis anemometer mangkok (nomor 5) dengan diameter baling-baling 8cm dan diameter setiap mangkok 3,7cm telah dihubungkan sensor *optocoupler* sebagai pengukur kecepatannya. Untuk pengukur suhu, kelembaban, dan tekanan menggunakan sensor BME280 (nomor 4), terdapat modem Mi-Fi berfungsi memberikan jaringan internet bagi module ESP-01 (nomor 2) untuk proses pengiriman data ke perangkat seluler (nomor 8).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan proses pengamatan gejala alam pada suatu daerah, proses pengamatan dilakukan dua hari tanpa berhenti pada pengambilan data. Masing-masing data dari parameter cuaca di kumpulkan dari berbagai sensor-sensor yang sesuai dengan variabel yang akan dianalisis. Semua data yang diperoleh berbasis *Internet of Things* yaitu dapat ditampilkan melalui perangkat seluler pengguna dengan memanfaatkan aplikasi Blynk dan setelah data dalam satu hari selesai dicatat system, maka data selanjutnya akan di-export dalam bentuk excel untuk proses analisis lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

Terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan dalam pembacaan data sensor antara suhu hari pertama pada gambar 3 dan hari kedua pada gambar 4, rentang suhunya yang tercatat berkisar 20 °C – 35 °C. Suhu untuk pengambilan data kedua hari yang tercatat memiliki kesamaan setelah pukul 16:00 WIB suhunya perlahan akan menurun secara kontinyu menyentuh suhu 25 °C, semakin malam suhu yang tercatat akan terus menurun, setelah pukul 23:40 WIB suhunya menurun sampai suhu 20 °C. Adanya perbedaan untuk suhu hari kedua terjadi penurunan yang ekstrem pada rentang pukul 00:03 WIB – 00:44 WIB kurang dari 50 menit suhu menurun dari 25,5 °C ke 20,5 °C, apabila dibandingkan dengan hari pertama yang penurunan suhu pada pukul yang sama

menurun secara kontinyu, suhu terendah yang tercatat pada hari pertama pada pukul 05:23 WIB dengan 21,8 °C sedangkan hari kedua pada pukul 04:27 WIB dengan 20,6 °C.



Gambar 3. Grafik suhu hari pertama



Gambar 4. Grafik suhu hari kedua

Suhu akan kembali meningkat secara kontinyu setelah pagi hari sampai siang hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa tercatat suhu tertinggi pada hari pertama pukul 12:22 WIB dengan 34,0 °C dan untuk hari kedua tercatat pukul 14:01 WIB dengan 32,3 °C.



Gambar 5. Grafik Kelembaban udara pertama



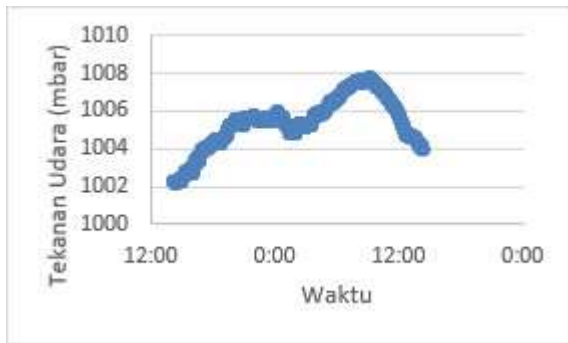
Gambar 6. Grafik Kelembaban udara hari kedua

Kelembaban udara dikatakan kebalikan dari suhu, udara yang memiliki tingkat kelembaban tinggi >65% (suhu rendah) akan mengakibatkan benda akan mudah untuk jamur, kulit manusia akan berkeriat, sebaliknya apabila kelembaban rendah <45% (suhu tinggi) dapat mengakibatkan perabotan khususnya berbahan plastic akan menjadi rapuh dan retak, cat tembok mudah mengelupas, kulit manusia cenderung lebih kering dan bersisik.

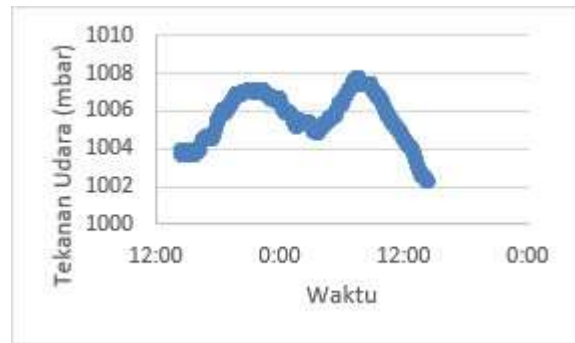
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan data selama 2 hari didapatkan rentang kelembaban berkisar 40% - 94%. Pada hari pertama kelembaban tertinggi tercatat sebesar 93,2% pada pukul 00:14 WIB saat itu kondisi lokasi pengambilan data cuacanya mendung dan turun hujan sehingga lingkungan sekitar terasa lembab dan biasanya pagi hari kandungan uap air cukup tinggi juga (terkadang menemukan adanya embun di pagi hari), datanya stagnan pada titik tersebut sampai pukul 08:11 WIB hal tersebut bisa disebabkan karena setelah hujan selesai kondisi yang dirasakan masih lembab sampai pagi hari sampai akhirnya kelembaban akan mulai menurun secara kontinyu sampai 57,5% pukul 14:19 WIB (termasuk kelembaban yang ideal).

Hari kedua secara keseluruhan data yang diperoleh kontinyu setiap waktunya, saat siang hari kelembaban rendah dan malam sampai pagi hari kelembaban tinggi. Pukul 23:35 WIB kelembaban mulai meningkat dari 81,5% sampai titik tertinggi 93,2% pukul 04:04 WIB dan stagnan sampai pukul 06:05 WIB. Rentang dari pukul 23:35 WIB - 06:05 WIB memiliki kelembaban yang sangat tinggi, tingkat kadar uap air lingkungan tinggi biasanya pagi hari ditandai dengan ada titik-titik embun yang membasahi benda-benda sekitar.

Daerah yang memiliki tekanan udara terbesar terletak di permukaan bumi, semakin rendah tingkat tekanan yang diterima oleh tubuh manusia akan mempengaruhi kesehatan. Tinggi rendahnya tekanan udara tergantung dari ketinggian suatu tempat, seperti tekanan udara pada daerah pegunungan akan lebih rendah dibandingkan tekanan udara di daerah dataran rendah. Sedangkan untuk lokasi pengambilan data dilakukan pada bangunan dengan ketinggian 2-3 meter diatas permukaan tanah.



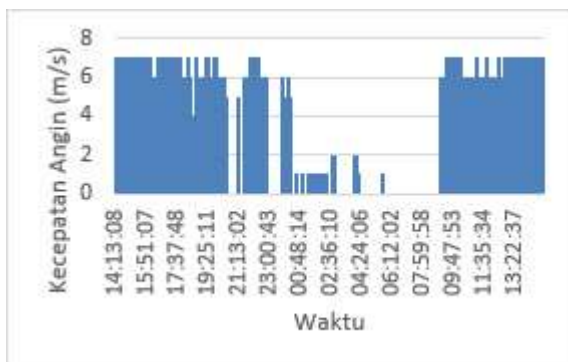
Gambar 7. Grafik Tekanan udara hari pertama



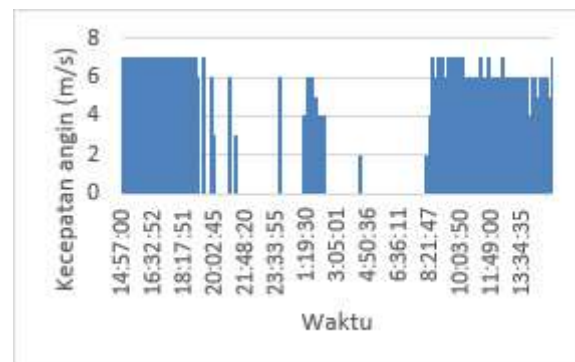
Gambar 8. Grafik Tekanan udara hari kedua

Sehingga sensor mencatat data tekanan udara untuk hari pertama mulai pukul 14:12 WIB secara kontinyu meningkat sampai pukul 00:13 WIB sebesar 1002 mbar sampai 1006 mbar, terjadi penurunan tekanan pada pukul 01:54 WIB dengan 1004 mbar. Secara perlahan tekanan udara terus meningkat dari waktu fajar sampai pagi hari hingga sampai titik tertinggi tekanan udara hari pertama sebesar 1007 mbar pada pukul 09:06 WIB dan menjelang siang hari tekanan udara akan mulai turun sampai 1003 mbar pada pukul 14:19 WIB, itulah akhir pengambilan data tekanan udara hari pertama.

Tekanan udara yang tercatat untuk hari kedua hampir sama dengan hari pertama dari rentang 1002 mbar - 1008 mbar, tekanan udara semakin meningkat pada pukul 14:21 WIB sebesar 1003,9 mbar sampai pada puncak pada pukul 21:20 WIB dengan 1007,1 mbar. Tekanan udara saat tengah malam menurun kontinyu sampai 1004,9 mbar pada pukul 03:40 WIB, memasuki waktu fajar tekanan mulai naik perlahan hingga mencapai puncak pada pukul 07:30 WIB sebesar 1007,8 mbar dan mengalami penurunan juga sampai siang harinya pukul 14:19 WIB dengan 1002,2 mbar. Berdasarkan data yang diperoleh sebagian besar sesuai dengan teori dan ada beberapa yang tidak sesuai dapat diakibatkan perbedaan tempat serta kondisi suatu daerah sehingga adanya perbedaan pola tekanan yang mengakibatkan naik turunnya tekanan atmosfer/udara, pola perubahan tekanan dapat disebabkan oleh adanya gaya edar matahari.



Gambar 9. Grafik kecepatan angin hari pertama



Gambar 10. Grafik kecepatan angin hari kedua

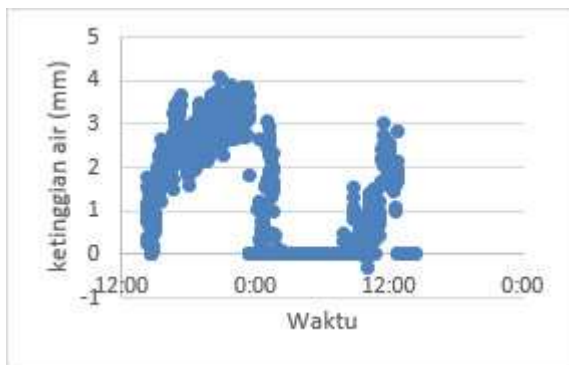
Pengambilan data kecepatan angin menggunakan anemometer mangkuk yang dipasang pada penyangga setinggi  $\pm 1$  meter diletakkan di bangunan dengan ketinggian 2-3 meter diatas permukaan tanah. Sensor mencatat kecepatan angin yang dilakukan mulai pukul 14:13 WIB sebesar 7 m/s dengan angin yang konstan berhembus sampai pukul 18:16 WIB. Menjelang malam hari angin mulai jarang berhembus tercatat rentang 3 m/s - 6 m/s, setelah pukul 22:43 WIB - 09:00 WIB tidak ada angin berhembus secara kontinyu, ada angin yang terasa tapi cukup kecil 1 m/s dan tidak banyak. Pagi hari pukul 09:03 WIB angin terasa sebesar 4 m/s dan konstan berhembus sampai pukul 14:41 WIB, rentang angin yang tercatat sebesar 4 m/s - 7 m/s. untuk kecepatan angin hari pertama dominan dengan kecepatan 3 m/s - 4 m/s termasuk dalam skala 3 (*Gentle Breeze*) berdasarkan skala Beaufort, angin yang berhembus dengan kecepatan tersebut dapat menggerakkan daun dan ranting serta bendera bisa berkibar ringan.

Data kecepatan angin untuk hari kedua dimulai pukul 14:57 WIB tercatat sampai pukul 19:18 WIB kecepatan angin konstan 7 m/s walaupun ada beberapa yang tercatat 5 m/s - 6 m/s. Memasuki malam hari pukul 19:54 WIB angin yang berhembus mulai jarang bahkan tidak ada sampai pagi hari pukul 08:22 WIB, angin tercatat terjadi secara konstan pada pukul 01:05 WIB - 02:16 WIB dengan kecepatan 3 m/s - 6 m/s. Saat pagi

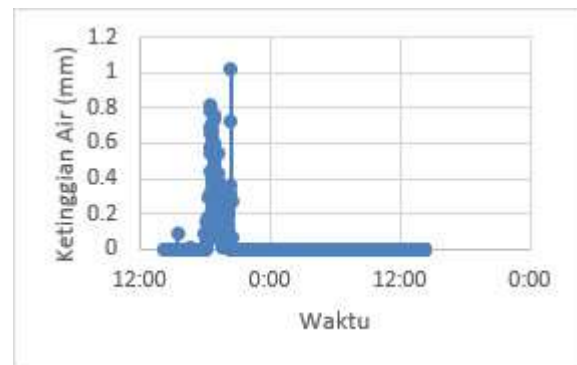


hari pukul 08:22 WIB angin secara konstan berhembus sampai pukul 14:57 WIB tercatat dengan rentang kecepatan 3 m/s – 7 m/s. kecepatan angin yang dominan terjadi pada hari kedua sebesar 2 m/s – 4 m/s termasuk dalam skala 2 (*Light Breeze*) dan skala 3 (*Gentle Breeze*) berdasarkan skala Beaufort, angin dengan skala 2 dapat menggerakkan baling-baling, menggoyangkan daun dan anginnya terasa pada wajah, sedangkan skala 3 anginnya dapat menggerakkan daun dan ranting serta bendera bisa berkibar ringan.

Saat pagi hari atau waktu fajar memiliki intensitas angin yang sangat lemah dikarenakan tekanan udara pada pukul tersebut masih rendah sehingga angin yang dihasilkan hampir tidak ada/tidak terasa, sedangkan intensitas angin pada siang hari lebih kencang dikarenakan tekanan udara pada pukul tersebut cukup tinggi sehingga angin yang dihasilkan juga paling tinggi dan kontinyu.



Gambar 11. Grafik curah hujan hari pertama

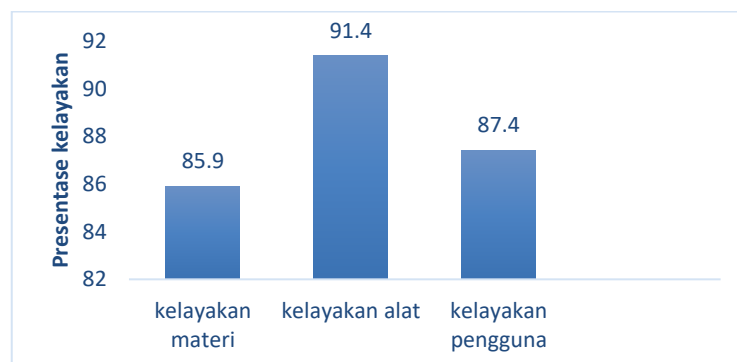


Gambar 12. Grafik curah hujan hari kedua

Proses pengambilan data untuk curah hujan menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 yang sudah terkalibrasi dengan satuan mm. Waktu untuk pengambilan data dilakukan selama dua hari, bersesuaian dengan data referensi yang dikeluarkan oleh BMKG terkait dengan curah hujan dan jenis hujan yang terjadi dalam satu hari sebagai berikut: 1) 0.0 mm/hari: Berawan; 2) 0,5 - 20 mm/hari: Hujan Ringan; 3) 20 - 50 mm/hari: Hujan Sedang; 4) 50 - 100 mm/hari: Hujan Lebat; 5) 100 - 150 mm/hari: Hujan Sangat Lebat; 6) >150 mm/hari: Hujan Extrem

Pada hari pertama curah hujan sejak pukul 14:02 WIB hingga pukul 23:27 WIB, selama rentang waktu tersebut terdapat titik puncak tertinggi pada grafik yang menunjukkan ketinggian air yang tertampung selama hujan berlangsung sebesar 4,1 mm, bersesuaian dengan data dari BMKG apabila ketinggian hujan hariannya sekitar 0,5 mm – 20 mm maka telah terjadi hujan dengan intensitas ringan hari itu. Ternyata hari pertama telah terjadi dua kali hujan, berdasarkan Gambar 11. dapat dilihat bahwa terjadi hujan kedua pada pukul 09:42 WIB hingga pukul 12:47 WIB tercatat untuk puncak tertinggi dari ketinggian air yang ditampung sebesar 3,0 mm termasuk dalam hujan dengan intensitas ringan.

Pengambilan data curah hujan pada hari kedua telah terjadi hujan satu kali berdasarkan Gambar 12. dapat dilihat bahwa pada pukul 18:03 WIB hingga pukul 20:25 WIB terdapat perubahan bentuk grafik, sensor mencatat ketinggian air yang tertampung selama hujan terjadi dengan puncak tertinggi sebesar 1,0 mm, sama halnya seperti hari pertama, pada hari kedua juga telah terjadi hujan dengan intensitas ringan. Keadaan dengan ketinggian 0 mm menandakan tidak terjadi hujan lagi setelah itu.



Gambar 13. Grafik Kelayakan dari Alat Penelitian yang Dikembangkan

Berdasarkan Gambar 13. Didapatkan hasil dari uji kelayakan materi pada buku panduan alat peraga dengan persentasenya sebesar 85,9 %, berdasarkan persentase yang diperoleh bahwa buku panduan alat peraga yang dibuat sudah termasuk dalam kategori baik dan layak untuk digunakan dalam proses kegiatan pembelajaran. Selanjutnya, untuk hasil uji kelayakan pada alat peraga sebelumnya telah melalui tahapan uji validasi yang dilakukan oleh ahli media, sehingga didapatkan persentase kelayakan dari alat peraga sebesar 91,4%, oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alat peraga stasiun cuaca yang digunakan sebagai alat ukur karakteristik variabel cuaca untuk mata kuliah ilmu kebumihan dan instrumentasi fisika dikatakan baik dan layak untuk proses pembelajaran. Alat peragapengukuran dan buku panduan ini sudah dilakukan validasi melalui tahapan uji yang ditujukan kepada pengguna yaitu mahasiswa yang berjumlah 13 orang, sehingga mendapatkan hasil persentase kelayakannya sebesar 87,4 %.

#### 4. SIMPULAN

Perangkat pengukuran variabel cuaca yang dibuat telah di kalibrasi beserta dengan buku panduan penggunaan perangkat pengukuran untuk mata kuliah ilmu kebumihan dan mata kuliah instrumentasi fisika. Perangkat pengukuran variabel cuaca berbasis IoT yang telah dikembangkan seperti adanya penambahan sensor seperti BME280 untuk mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara, *optocoupler* untuk mengukur kecepatan angin, dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air hujan atau curah hujan harian.

Telah diuji kelayakan dari perangkat pengukuran dan bukupanduannya dengan persentase kelayakan dari perangkat pengukuran menurut dosen ahli media sebesar 91,4 % yang termasuk dalam kategori baik dan layak untuk diuji cobakan pada mahasiswa, sedangkan untuk buku panduan yang telah divalidasi oleh dosen ahli materi sebesar 85,9 % termasuk dalam kategori baik. Pengguna dari perangkat pengukuran dan buku panduan yaitu mahasiswa telah divalidasi dengan tingkat kelayakan sebesar 87,4 %. Secara keseluruhan pengujian dan validasi dapat diklasifikasikan bahwa pengembangan media pembelajaran untuk matakuliah ilmu kebumihan dan instrumentasi fisika layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk penggunaan sensor yang lebih akurat lagi dan juga dapat dilakukan pengujian dengan karakteristik daerah yang berbeda seperti daerah dataran tinggi dengan dataran rendah, serta dapat mengembangkan alat ukur curah hujan yang lebih presisi kedepannya.

#### Daftar Pustaka

- Alamsyah, Amir, A., & Nur Faisal, M. (2015). Abtstract: Design and Application of Control System on Distance Electronic Equipment Based on. In *Jurnal Mekanikal* (Vol. 6, Issue 2).
- Brawijaya, U. (2015). *PROGRAM S1 INSTRUMENTASI*.
- Fachry, A. K., Kamus, Z., & Nugroho, S. (2017). Studi Alat Dan Hasil Pengukuran Kecepatan Angin Menggunakan Instrumen Agroclimate Automatic Weather Station (Aaws) Di Bmkg Sicincin. *Pillar of Physics*, 9, 1–8.
- Fadholi, A. (2013). Study Pengaruh Suhu Dan Tekanan Udara Terhadap Operasi Penerbangan Di Bandara H.a.S. Hananjoeddin Buluh Tumbang Belitung Periode 1980-2010. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v3n1.p1-10>
- Inayah Saleh, H., B, N., & Jumadi, O. (2015). *Pengaruh Penggunaan Media Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas VIII SMP Negeri 2 Bulukumba Effects of Teaching Aids Media Through Learning Outcomes on Circulatory Sistem Sub Unit Class VIII Junior High School 2: Vol. IV* (Issue 1). <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Krishnamurthi, K., Thapa, S., Kothari, L., & Prakash, A. (2015). Arduino Based Weather Monitoring System. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(2), 452–458. [www.ijergs.org](http://www.ijergs.org)
- Mulyatiningsih, E. (2016). *Pengembangan Model Pembelajaran*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endangmulyatiningsihmpd/7cpengembangan-model-pembelajaran.pdf>
- Mulyono, D. (2014). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut SELATAN. *Jurnal*

*Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut Air*, 13(1), 1-9. <http://jurnal.sttgarut.ac.id>

- Preliana, E. (2015). *Pengembangan Alat Peraga Sains Fisika Berbasis Lingkungan untuk Materi Listrik Statis pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 3 Pleret*. 2(1).
- Putera, A. P., & Toruan, K. L. (2016). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban Dan Tekanan Udara Portable Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 3(2), 42-50.
- Sainio, S. (2013). *Subash Luitel Design and Implementation of a Smart Home System*.
- Salindri, Z. H., Riyadi, M. A., & Kunci, K. (2015). Rancang Bangun Mini Weather Station Menggunakan Web Berbasis Arduino Atmega 2560. *TRANSIENT*, 4(4), 1079-1086.
- Samsugi, S., Ardiansyah, & Kastutara, D. (2017). Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*, 295-303.
- Soedijarto. (2013). *Profesionalisme Guru (Pendidik) Dalam Era Globalisasi, Implikasi, Peluang Dan Tantangannya. ISPI (Ikatan Sarjana Pendidikan Indonesia)*. <http://www.ispi.or.id/2013/11/21/profesionalisme-guru-pendidik-dalam-era-globalisasi-implikasi-peluang-dan-tantangannya/>
- Sulistiyanto, M. P. T., Nugraha, D. A., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2015). Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, 1(1), 20-23.
- Waryono. (1987). *Pengantar Meteorologi dan Klimatologi Untuk Universitas dan Umum*.