

RANCANG BANGUN ARDUINO MINI WEATHER SYSTEM (AMWS)

Al Bikhhar Islam Sakti¹, Endah Rahmawati²

^{1,2}Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: ¹al-bikharsakti@mhs.unesa.ac.id, ²e.rahmawati@gmail.com

Abstrak

Rancang Bangun Arduino Mini Weather System (AWMS) bertujuan untuk membuat suatu sistem pengukuran kondisi cuaca dengan menggunakan alat yang terdiri dari beberapa sensor yang terdapat dalam satu sistem, dimana data dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi kondisi cuaca di suatu lingkup daerah tersebut. Alat ini juga dapat dijadikan sebagai prototype stasiun cuaca karena dapat mengukur beberapa parameter cuaca diantaranya kecepatan dan arah angin, suhu dan kelembaban udara, curah hujan, intensitas sinar UV, kualitas udara dan tekanan udara sehingga dinamakan Rancang Bangun Arduino Mini Weather System. Dengan pembuatan alat ini diharapkan dapat membantu mempermudah dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah atau lokasi tertentu. Pengambilan data dilakukan di taman alat milik BMKG Juanda Surabaya selama waktu 1 bulan. Setelah data diperoleh, kemudian dibandingkan dengan data hasil dari pengukuran alat BMKG Juanda Surabaya yang telah terkalibrasi. Dari perbandingan data yang dilakukan didapatkan ketelitian 95,87% pada parameter suhu udara, 98,26% pada parameter kelembaban udara, 99,95% pada parameter tekanan udara, 100% pada parameter arah mata angin, 97,33% pada parameter curah hujan. Sedangkan untuk parameter intensitas sinar UV didapat 57,23% dan parameter kecepatan angin sebesar 63,79%. Hal ini didapat karena pada pengukuran intensitas sinar UV terdapat keterbatasan alat, dimana sensor yang dipakai hanya dapat menjangkau intensitas 0-19 mW/cm², sedangkan untuk pengukuran kecepatan angin dikarenakan tempat ketinggian alat yang tidak sesuai dengan alat milik BMKG Juanda Surabaya sehingga menimbulkan perbedaan data.

Kata Kunci: Cuaca, Sensor, Arduino, intensitas

Abstract

The Arduino Mini Weather System (AWMS) design aims to create a system for measuring weather conditions using a tool consisting of several sensors contained in a system, where the data generated can be used as a reference for weather conditions in a particular area. This tool can also be used as a weather station prototype because it can measure several weather parameters including wind speed and direction, air temperature and humidity, rainfall, intensity of UV light, air quality and air pressure, so-called Arduino Mini Weather System Design. By making this tool, it is expected to help facilitate the determination of weather conditions in a particular area or location. Data retrieval was carried out in a garden tool owned by BMKG Juanda Surabaya during an interval of 1 month. After the data is obtained, then it is compared with the results data from the measurement of the BMKG Juanda Surabaya tool that has been calibrated. From the comparison of the data obtained, it was obtained accuracy of 95.87% in the parameters of air temperature, 98.26% in the parameters of air humidity, 99.95% in the parameters of air pressure, 100% in the parameters of the wind direction, 97.33% in the parameters of rainfall. While for the parameters of UV light intensity 57.23% were obtained and wind speed parameters were 63.79%. This is obtained because the measurement of UV light intensity has limited tools, where the sensor used can only reach the intensity of 0-19 mW / cm², while for wind speed measurement due to the height of the tool that is not in accordance with BMKG Juanda's Surabaya equipment, causing data differences.

Key Word: Weather, Sensor, Arduino, intensity

PENDAHULUAN

Cuaca adalah kondisi atmosfer saat ini di tempat dan waktu tertentu, yang diukur dalam beberapa variabel termasuk curah hujan, suhu, kecepatan angin, arah, dan kelembaban. Cuaca dapat berubah dalam waktu singkat dalam hitungan jam atau hari. Di masa lalu, pola cuaca mudah diprediksi berdasarkan pengetahuan asli, contohnya orang akan mengatakan pada bulan-bulan tertentu hujan diharapkan turun pada tempat tertentu. Metode prediksi cuaca seperti itu telah menjadi tidak dapat diandalkan (Pike et al., 2010). Artinya, hujan datang pada saat tidak diharapkan atau dapat datang sewaktu-waktu. Ketika kondisi cuaca diamati selama periode waktu yang lama, itu menginformasikan iklim suatu daerah. Iklim adalah rata-rata dari data parameter cuaca selama periode

waktu yang lama dan Organisasi Meteorologi Dunia telah merekomendasikan periode 30 tahun. Selama satu abad terakhir, pemanasan global umum dan hujan lebat telah diamati, menyebabkan peningkatan banjir dan kekeringan di berbagai belahan dunia, yang menyarankan perubahan iklim dan menjadi perhatian saat ini secara global (Hansen et al., 2012).

Indonesia merupakan negara pertanian di mana pertanian memegang peranan penting dari keseluruhan perekonomian nasional. Hal ini dapat ditunjukkan dari banyaknya penduduk atau tenaga kerja yang hidup atau bekerja pada sektor pertanian dan produk nasional yang berasal dari pertanian. Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam, waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil

(Utami dkk., 2011). Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tepat untuk bertahan terhadap pengaruh perubahan iklim dan cuaca. Perubahan iklim juga sangat berpengaruh pada sektor lainnya seperti sektor kelautan dan perikanan serta sektor transportasi.

Untuk beradaptasi dengan perubahan pola cuaca, banyak pendekatan terkait dengan pengukuran parameter cuaca yang telah dikembangkan. Alat yang digunakan pada sistem pengamatan cuaca saat ini dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu pengamatan secara konvensional dan secara otomatis. Pengamatan secara konvensional adalah pengamatan yang menggunakan alat-alat tradisional, dan sebagian besar menggunakan alat manual (mekanik), non-elektrik dan datanya dikumpulkan secara manual, sedangkan pengamatan secara otomatis yaitu menggunakan instrumen dengan sensor elektrik kemudian data dari hasil sensor langsung disimpan secara digital dan sangat mudah untuk di proses.

Di era ini, ketika cuaca sulit diprediksi dan pengetahuan tentang cuaca juga belum menjawab permasalahan iklim dan cuaca, maka kita membutuhkan sistem pengumpulan dan transmisi data yang akurat dan tepat waktu berupa stasiun cuaca yang menyediakan data cuaca yang akurat dan tepat waktu, yang dapat dicapai dengan peningkatan kepadatan jaringan stasiun cuaca, karenanya meningkatkan ketelitian bacaan dan representasi yang lebih baik dari area yang diamati. Saat ini masih banyak stasiun cuaca di Indonesia masih dioperasikan secara manual dan mengandalkan cara tradisional pengumpulan dan pemrosesan data. Metode tersebut menimbulkan tantangan seperti keterlambatan dalam pengiriman data dan kesalahan manusia dalam penanganan data antara lain. Ini membutuhkan teknik pengumpulan data cuaca yang lebih baik seperti yang digunakan di *Automatic Weather Stations (AWS)*. AWS adalah versi otomatis dari stasiun cuaca tradisional, baik untuk menghemat tenaga manusia atau untuk memungkinkan pengukuran dari daerah-daerah terpencil, AWS terdiri dari sensor-sensor yang secara otomatis mengumpulkan dan menyimpan data cuaca. Jika AWS ini digunakan dalam jumlah besar dengan keandalan dan akurasi data yang baik, maka prediksi cuaca akan akurat. Namun, tingginya biaya AWS yang tersedia menghambat akuisisi mereka dalam jumlah besar bagi sebagian orang (King, 2007).

Dalam penelitian terdahulu telah disarankan beberapa alternatif sistem AWS. Pendekatan adaptasi yang akan dilakukan dalam skripsi ini adalah untuk membuat prototipe stasiun cuaca yang portable yang mampu mengukur parameter cuaca dengan akurat dengan biaya yang relatif terjangkau. *Arduino Mini Weather system (AMWS)* berisi sensor-sensor yang memuat beberapa parameter cuaca yaitu, suhu udara, kelembaban

udara, tekanan udara, intensitas sinar UV, curah hujan, arah dan kecepatan angin, dan dilengkapi dengan kualitas udara. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya terfokus pada beberapa parameter tertentu, AMWS sendiri memiliki hampir keseluruhan pengukuran parameter cuaca (Benlebnaa et al., 2018; Devaraju et al., 2015; Kuśmierk-Tomaszewska et al., 2012).

METODE

Penelitian pengembangan ini mengadopsi metode pengembangan model pembelajaran ADDIE. Penelitian didasari oleh kebutuhan akan sistem pengamatan cuaca secara otomatis dengan biaya yang relatif murah sehingga bisa mendapatkan hasil yang setara dengan penekanan biaya yang lebih rendah.

Setelah dilakukannya analisa, kemudian dilanjutkan langkah *design* dengan menentukan sensor-sensor apa saja yang akan digunakan untuk pengukuran cuaca. Dalam pengukuran suhu dan kelembaban, digunakan sensor DHT22 dimana rentang pengukuran yang cukup luas antara -40°C sampai 80°C dengan ketelitian $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan rentang pengukuran kelembaban antara 0-100% RH dengan ketelitian 0.1%RH, mengingat iklim tropis di Indonesia membuat sensor ini sangat cocok untuk di gunakan serta harganya yang murah.

Untuk pengukuran arah dan kecepatan angin, sensor yang digunakan adalah *photogate*. Pengukuran arah mata angin, menggunakan *wind vane*, dimana setiap *wind vane* bergerak $11,25^{\circ}$ akan menghasilkan data bit yang berbeda sepanjang putaran sehingga dapat diwakili untuk mengetahui dari mana arah datangnya angin. Pengukuran kecepatan angin juga menggunakan *photogate*, akantetapi berbeda dengan pengukur *wind vane* dimana pada kecepatan arah angin *photogate* di susun untuk mewakili jumlah putaran tiap waktu, hal ini digunakan untuk mengetahui kecepatan angin dengan menghitung jumlah putaran *cup* yang diterpa angin dalam suatu waktu sehingga dapat diketahui kecepatan angin tersebut.

Pada pengukuran curah hujan, sensor *reed switch* digunakan untuk menghitung jumlah gerakan jungkat-jungkit dikarenakan ada air hujan yang masuk pada corong *rain gauge* sehingga memenuhi sisi jungkat jungkit yang telah di ukur jumlah air yang dapat di tampung. Jumlah perubahan jungkat-jungkit inilah yang akan mewakili nilai curah hujan pada hari itu.

Pengukuran tekanan udara digunakan sensor *BMP180* yang memiliki akurasi tinggi. Pengukuran intensitas sinar UV menggunakan *GYML8511* yang grafik voltase keluarannya sebanding dengan intensitas sinar UV yang diterima. Sedangkan sensor kualitas udara menggunakan *MQ-135* dimana sensor ini sudah mencakup banyak aspek untuk menilai kualitas sebuah udara. Kemudian data yang didapat pada setiap sensor akan

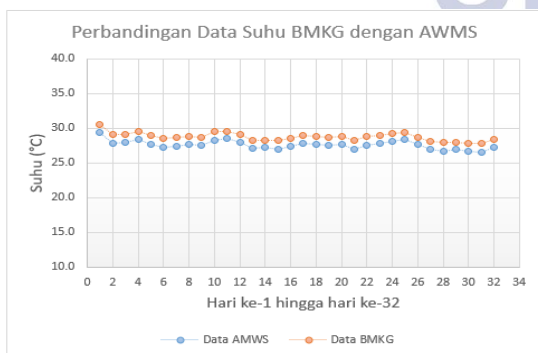
diproses pada mikro kontroler *Ardino nano* yang kemudian datanya di simpan pada *microSD card*. Pengujian alat dilakukan di lapangan terbuka untuk mendapatkan kondisi angin yang tidak terhalang oleh benda lain, dan semua sensor dapat mendeteksi keadaan di sekitar secara langsung tanpa dipengaruhi hal lain. Untuk pengambilan data dari *microSD card* sendiri menggunakan metode dua buah slot *microSD card* yang kemudian ada tombol di atasnya untuk pemilihan metode pengumpulan data pada slot pertama atau pada slot kedua.

Tahap *develop* dilakukan setelah semua desain, sensor, dan metode pengujian telah ditentukan. Pada tahap ini dilakukan kalibrasi untuk *wind vane* saja agar dapat mengetahui tepat arah mata angin yang sesuai, karena untuk nilai sensor lainnya telah terkalibrasi dengan sendirinya. Jika hasil data yang diperoleh sesuai dengan kondisi cuaca di tempat itu yang di bandingkan dengan data BMKG Juanda Surabaya, maka penelitian dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Namun jika data yang didapat tidak sesuai maka dilakukan perancangan dan pengujian ulang. Kalibrasi untuk *wind vane* adalah kompas analog sedangkan sensor lainnya dibandingkan dengan data dari BMKG Juanda Surabaya. Untuk tahap kalibrasi akan dibahas pada sub bab berikutnya.

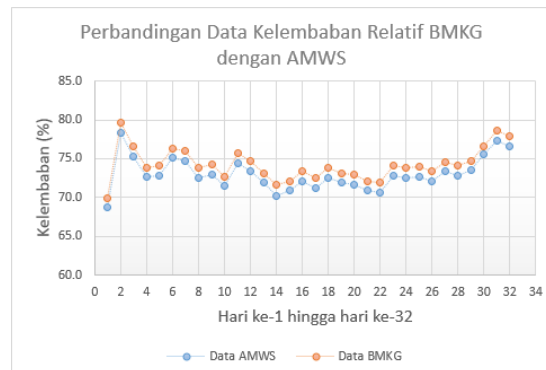
Pengujian alat diletakkan pada taman alat BMKG Juanda Surabaya merupakan tahapan *implement*. Setelah diperoleh data uji, maka dilakukan analisa data tersebut berdasarkan referensi dari pihak BMKG Juanda Surabaya. Penelitian diakhiri dengan tahap *evaluate* yaitu ditariknya kesimpulan dari penelitian berupa keakuratan sensor dalam pembacaan dan diberikannya saran untuk perbaikan alat atau pengembangan penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

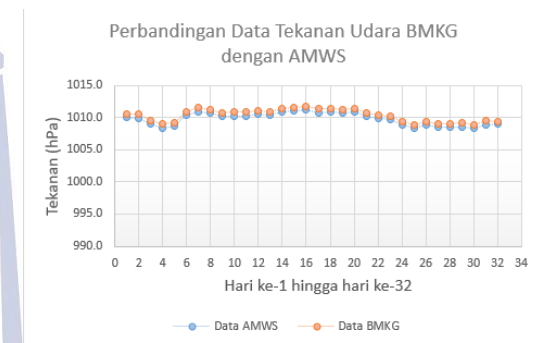
Dari hasil penelitian didapatkan grafik data suhu, kelembaban, tekanan udara, intensitas UV, kecepatan angin, curah hujan, arah mata angin, dan kondisi udara



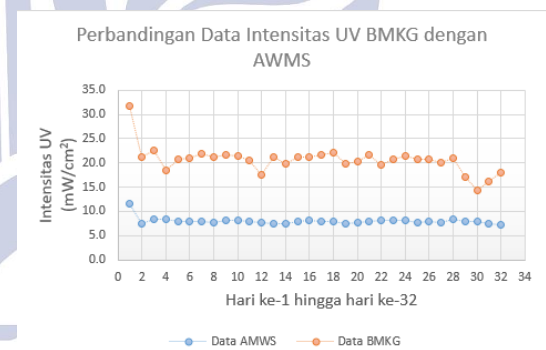
Gambar 1. Grafik Perbandingan data suhu AMWS dengan BMKG



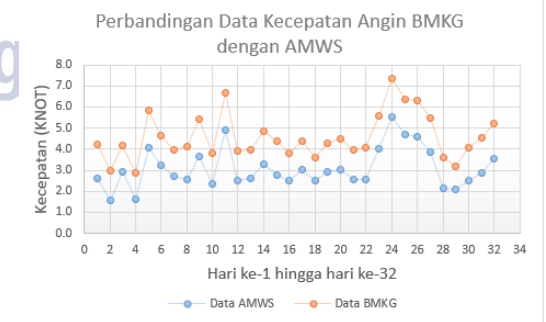
Gambar 2. Grafik Perbandingan Data Kelembaban relatif AMWS dengan BMKG



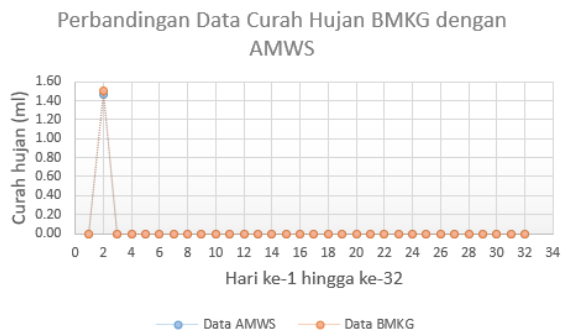
Gambar 3. Grafik Perbandingan Data Tekanan Udara AMWS dengan BMKG



Gambar 4. Grafik Perbandingan Data Intensitas UV AMWS dengan BMKG



Gambar 5. Grafik Perbandingan Data Kecepatan Angin AMWS dengan BMKG



Gambar 6. Grafik Perbandingan Data Curah Hujan AMWS dengan BMKG

. Dari perbandingan data yang dilakukan didapatkan ketelitian 95,87% pada parameter suhu udara, 98,26% pada parameter kelembaban udara, 99,95% pada parameter tekanan udara, 95,61% pada parameter arah mata angin, 97,33% pada parameter curah hujan. Sedangkan untuk parameter intensitas sinar UV didapat 57,23% dan parameter kecepatan angin sebesar 63,79%. Hal ini didapat karena pada pengukuran intensitas sinar UV terdapat keterbatasan alat, dimana sensor yang dipakai hanya dapat menjangkau intensitas 0-19 mW/cm², sedangkan untuk pengukuran kecepatan angin dikarenakan tempat ketinggian alat yang tidak sesuai dengan alat milik BMKG Juanda Surabaya sehingga menimbulkan perbedaan data. Secara keseluruhan AMWS memiliki ketelitian 75% keatas

Data yang di dapat saling berhubungan dengan cuaca dan curah hujan. Data pada saat pengujian AMWS di hari pertama didapatkan data suhu udara pada jam 07.00 yaitu suhu sebesar 26°C, tekanan udara 1012.00 hPa, kelembaban relatif 88% intensitas sinar UV 3.1 mW/cm². Kemudian ketika siang hari, tingkat intensitas sinar UV meningkat hingga 78,7 mW/cm², hal ini menyebabkan suhu udara meningkat hingga 32,9°C. Kelembaban udara sendiri berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara, maka kelembaban udaranya semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan tingginya suhu udara akan terjadi evaporasi air sehingga pada siang hari kelembaban turun menjadi 57%

Hubungan antara suhu udara dengan kelembaban berpengaruh pada tekanan udara dimana apabila panas, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Maka akibatnya, tekanan udara turun hingga 1007.90 hPa karena volume udaranya naik/bertambah.

Ketika menjelang malam hari, tingkat intensitas sinar UV menurun hingga 0 mW/cm². Hal ini menyebabkan suhu udara turun menjadi 27°C kelembabannya naik hingga 82% begitu pula tekanan udaranya meningkat 1011,00 hPa. Air yang menguap sebelumnya di langit terkondensasi membentuk awan-

awan kecil yang kemudian diterpa angin, kumpulan awan-awan kecil menyatu membentuk awan yang lebih besar

Dan setelah awan semakin kelabu akibatnya titik-titik air semakin berat dan tidak terbendung lagi akan membuat butiran-butiran air tadi jatuh ke bumi sehingga terjadilah hujan. Ketika terjadi hujan, suhu di sekitar menjadi lebih rendah 25°C kelembaban saat hujan meningkat hingga 93% dan tekanan udara meningkat 1012,10 hPa dikarenakan volume udara menurun, kadar air pada udara meningkat.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang sudah saya lakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dihasilkan rancang bangun *Arduino Mini Weather System*(AMWS) untuk mengukur parameter cuaca(suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan angin, arah mata angin, intensitas sinar UV, curah hujan, kondisi udara di sekitar) yang telah dikalibrasi
2. Tingkat ketelitian alat parameter suhu 95.87%, parameter kelembaban 98.26%, parameter tekanan udara 99.95%, parameter kecepatan angin 63.79%, parameter arah mata angin 95,61%, parameter intensitas sinar UV 57.23%, dan parameter curah hujan sebesar 97.33%

Saran

Berdasarkan kendala-kendala yang dialami peneliti, saat melakukan pengujian beberapa saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Menempatkan alat kecepatan angin dekat dengan alat pembanding agar nilai yang didapat, tidak berbeda jauh dengan alat pembanding dikarenakan perbedaan jarak 1 meter saja dapat mempengaruhi perbedaan kecepatan angin tersebut
2. Menggunakan sensor yang memiliki batas pengukuran yang tinggi atau sama dengan alat yang dibandingkan

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada BMKG Juanda atas kesempatan menguji alat dan membandingkan dengan hasil pengukuran AMWS dengan hasil pengukuran menggunakan alat yang dimiliki BMKG Juanda

DAFTAR PUSTAKA

Aosong Electronics Co.,Ltd., *DHT22*, Data sheet

- Bosch Sensortec, 2013, Data sheet BMP180 Digital pressure sensor, Data sheet
- Devaraju, J. T., Suhas, K. R., Mohana, H. K., & Patil, V. A., 2015, *Wireless Portable Microcontroller based Weather Monitoring Station*, Measurement, 76, 189–200.
- DS2321, 2015, DS3231 Extremely Accurate I2C-Integrated RTC/TCXO/Crystal, Data sheet
- eBay, Data sheet Micro SD Card Micro SDHC Mini TF Card Adapter Reader Module for Arduino, Data sheet
- Gad, H. E., & Gad, H. E., 2015, *Development of a new temperature data acquisition system for solar energy applications*, Renewable Energy, 74, 337–343.
- H.-J. Zhu dan W. Schilling, 1996, *Simulation errors due to insufficient temporal rainfall resolution—annual combined sewer overflow.*, Atmospheric Res., 42, 19–32.
- K. D. Pike, R.G., Redding, T.E., Moore, R.D., Winkler, R.D. and Bladon, 2010, *Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia*, LMH 66, Volume 2 of 2, vol. 2.
- J. Hansen, M. Sato, and R. Ruedy, 2012, *Perception of climate change*, Proc Natl Acad Sci U S A, vol. 109, no. 37, pp. E2415–23.
- Kuśmieriek-Tomaszewska, R., Źarski, J., & Dudek, S., 2012, *Meteorological automated weather station data application for plant water requirements estimation*, Computers and Electronics in Agriculture, 88, 44–51.
- King Jeremy, 2007, *Automatic Weather Station*, <http://www.automaticweatherstation.com/index.html> diakses pada tanggal 7 Januari 2019
- LAPIS Semiconductor, 2013, ML8511 UV Sensor with Voltage Output, Data sheet
- Popa, M., & Iapa, C., 2011, *Embedded weather station with remote wireless control*, 19th Telecommunications Forum (TELFOR) Proceedings of Papers.
- Shedekar, V. S., King, K. W., Fausey, N. R., Soboyejo, A. B. O., Harmel, R. D., & Brown, L. C., 2016, *Assessment of measurement errors and dynamic calibration methods for three different tipping bucket rain gauges*. Atmospheric Research, 178-179, 445–458.
- SNS, Technical data MQ-135 Gas Sensor, Data sheet
- Soumia Benlebnaa, Nallapaneni Manoj Kumarb , Ali Tahria, 2018, *Data acquisition system: On the solar photovoltaic module and weather parameters monitoring*, Procedia Computer Science 132 (2018) 873–879.
- Utami, Jamhari, dan Suhatmini Hardiyastuti. (2011). *El Nino, La Nina dan Penawaran Pangan di Jawa, Indonesia*, Jurnal Ekonomi Pembangunan. Vol. 12: 2, hlm. 257-271.
- World Meteorological Organization, 2008, *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, Seventh Edition: Geneva
- Wikipedia. 2009. Automatic Weather Station (AWS) http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_weather_station
- W. Schilling, 1991, *Rainfall data for urban hydrology: what do we need?.* Atmospheric Res., 27, 5–21. https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_weather_station, diakses pada tanggal 20 Januari 2019
- <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>, diakses pada tanggal 4 Januari 2019
- <http://dataonline.bmkg.go.id/home> diakses pada tanggal 11 Februari 2019
- <https://tester-uji.com/faktor-yang-mempengaruhi-kecepatan-angin/> diakses pada tanggal 15 Februari 2019