WEATHER MEASURING PROTOTYPE USING ARDUINO

PROTOTYPE PENGUKUR CUACA MENGGUNAKAN ARDUINO

Riski Fitriani¹

¹Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana – BPPT
Gedung 820, Geostech, Puspiptek, Tangerang Selatan 15314
e-mail: riski.fitriani@bppt.go.id

Abstract

Weather Information is needed in various aspects of life, especially disaster issues. This information can increase community preparedness against natural disasters caused by weather factors. While the weather conditions of each region vary. Therefore this research makes a prototype of a weather measuring that can provide weather information in real time, cheap, simple and efficient. The prototype is made using Arduino Mega, with several weather sensor readers such as: rainfall sensors, temperature and humidity sensors, wind direction sensors, wind speed sensors and absolute pressure sensors. The sensor data is sent to the data center based on Wireless Sensor Network (WSN) using Radio Frequency (RF) communication, namely Xbee Pro S3B 900 MHz, so there is no need to spend money in the process of sending data.

Keywords: *Arduino mega, weather sensors, WSN, Radio Frequency*

Abstrak

Informasi tentang cuaca sangat dibutuhkan dalam berbagai aspek kehidupan, terutama masalah kebencanaan. Informasi ini dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana alam yang ditimbulkan oleh faktor cuaca. Sedangkan kondisi cuaca tiap daerah berbeda-beda. Oleh karena itu penelitian ini membuat prototipe pengukur cuaca yang dapat memberikan informasi cuaca secara *real time*, murah, *simple* dan efisien. Prototipe yang dibuat menggunakan Arduino mega, dengan beberapa sensor pembaca cuaca seperti: sensor curah hujan, sensor suhu dan kelembapan udara, sensor arah angin, sensor kecepatan angin dan sensor tekanan absolut. Data sensor tersebut dikirim ke *data center* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) menggunakan komunikasi *Radio Frequency* (RF) yaitu Xbee Pro S3B 900 MHz, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya dalam proses pengiriman data.

Kata kunci: *Arduino mega, sensor cuaca, WSN, Radio Frequency*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada hakikatnya cuaca adalah kondisi atmosfer pada saat dan wilayah tertentu yang relatif sempit pada jangka waktu yang relatif singkat, sehingga mudah berubah dan berbeda-beda tergantung tempat, waktu dan kondisinya. Ada beberapa parameter atau unsur dalam cuaca yaitu suhu/kelembapan udara, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, penyinaran dan radiasi matahari, *visibility*, penguapan, keadaan awan dan curah hujan. Informasi cuaca sangat penting untuk berbagai aspek kehidupan terutama dalam mengatasi bencana alam. Informasi

tersebut diperlukan untuk antisipasi dan meminimalisir jatuhnya korban jiwa. Oleh karena itu pentingnya alat pengukur cuaca yang dapat memberikan informasi cuaca secara *real time*, yang disebar di berbagai wilayah di Indonesia.

Dalam penelitian ini, akan dibuat instrumentasi pengukur cuaca yang murah, *simple* dan efisien dengan menggabungkan beberapa sensor pengukur cuaca menggunakan Arduino. Kebutuhan informasi cuaca sangat banyak, baik untuk masyarakat umum maupun pemerintah, sehingga dapat meminimalisir biaya dengan instrumentasi dari penelitian ini.

Penelitian sebelumnya tentang pengukur cuaca menggunakan Arduino pernah

dilakukan oleh Katyal *et al.* (2016) dalam jurnal internasional berjudul "*Wireless Arduino Based Weather Station*". Dalam penelitian tersebut dilakukan perancangan dan perakitan instrumentasi pengukur cuaca berbasis Arduino dengan komunikasi nirkabel. Kelebihan dari penggunaan Arduino ini yaitu sistem dapat bekerja dengan *low power* dan *low cost* serta memiliki akurasi *error* yang kecil. Instrumentasi ini dapat ditempatkan di kebun untuk pengukuran kelembapan tanah dan curah hujan, dapat pula ditempatkan di kolam renang *indoor* untuk pengukuran temperatur dan kelembapan udara. Komponen-komponen yang digunakan dapat dilihat di Gambar 1.

Gambar 1. Komponen Penelitian Wireless Arduino Based Weather Station

Komponen tersebut diantaranya: Arduino uno, *Adafruit CC3000 wifi shield* sebagai transmisi data via wifi, DHT11 : sebagai sensor temperatur dan kelembapan, *raindrop sensor module* untuk mendeteksi curah hujan, *soil moisture sensor* untuk membaca kelembapan tanah, BMP180 sensor sebagai sensor tekanan barometrik, serta LDR sensor berfungsi mengukur tingkat intensitas cahaya. Data-data pengukuran cuaca tersebut terkirim ke *website* menggunakan *wifi shield* sehingga data tersebut dapat dimanfaatkan masyarakat secara luas.

Selain itu Laskar *et al.* (2016) melakukan penelitian tentang peramalan cuaca menggunakan Arduino dalam jurnal internasional berjudul "*Weather Forecasting Using Arduino Based Cube-Sat*". Dalam penelitian ini dibangun *hardware* dan sistem akuisisi data berbasis *cube-satellite*. Data cuaca berasal dari pembacaan beberapa sensor yang kemudian dikirim menggunakan *RF (Radio Frequency) transceiver modul 433 Mhz*. Sensor yang digunakan diantaranya:

sensor temperatur DHT11, sensor tekanan BMP085 dan sensor ketinggian ADXL335.

Devaraju *et al.* (2015) juga mengembangkan stasiun *monitoring* cuaca berbasis *wireless portable microcontroller*. Instrumentasi pengukur cuaca menggunakan modul satu paket sensor pengukur cuaca (*Davis Weather Envoy*) dari *Davis Instrument-USA* yang terdiri dari beberapa sensor yaitu sensor suhu dan kelembapan udara, sensor tekanan atmosfer, sensor curah hujan, sensor radiasi matahari, sensor kecepatan dan arah angin. Data dari sensor tersebut dikirim menggunakan *radio frequency (RF) module* dan dikembangkan pula menggunakan *Modbus communication protocol* sehingga pengamatan cuaca dapat dilakukan *online* dan *real time*. Begitupula dengan penelitian Kunang dan Purnamasari (2016), mengembangkan sistem informasi *monitoring* cuaca dimana stasiun pembaca cuaca menggunakan *Davis Weather Envoy* dari *Davis Instrument-USA*.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat instrumen pengukur cuaca yang murah, *simple* dan efisien dengan menggabungkan sensor-sensor pembaca cuaca menggunakan Arduino.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam membuat prototipe pengukur cuaca diantaranya:

- Arduino mega
- Sensor curah hujan (*rain gauge*)
- Sensor suhu dan kelembapan udara DHT22
- Sensor arah angin
- Sensor kecepatan angin (anemometer)
- Sensor tekanan absolut BMP180
- *Transceiver module* Xbee Pro S3B 900 MHz

Bahan-bahan tersebut diperoleh dari kegiatan Program INSINAS Kemenristekdikti 2017.

2.2 Metode

Beberapa metode yang dilakukan dalam membuat prototipe ini sebagai berikut.

2.2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Prototipe yang dibuat dapat digambarkan dalam diagram blok seperti Gambar 2 berikut.

Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Terdapat 5 sensor pembaca cuaca yang digunakan. Data dari sensor tersebut diolah menggunakan Arduino mega dan ditampilkan ke komputer yang terdapat di *data center*. Pengiriman data dilakukan menggunakan komunikasi radio yaitu menggunakan Xbee Pro S3B 900 MHz, sehingga terdapat 2 Xbee yaitu Xbee untuk *transmit* data di Arduino dan Xbee sebagai *receiver* di *data center*.

2.2.2 Perancangan Perangkat Keras

Mikrocontroller yang digunakan yaitu Arduino mega. Sensor-sensor yang akan terhubung ke pin I/O Arduino menggunakan komunikasi yang berbeda. Sensor tekanan BMP180 menggunakan komunikasi I2C, sedangkan ke-4 sensor yang lain terhubung ke Arduino menggunakan pin digital. Arduino sesungguhnya dapat langsung membaca cuaca dengan menambahkan *Arduino Weather Shield*, seperti pada penelitian Fowdur *et al.* (2018). Namun hanya terdapat sensor cahaya, suhu dan kelembapan serta *barometric pressure sensor*. Sehingga untuk pembacaan parameter cuaca yang lain, perlu komponen tambahan. Gambar 3 menunjukkan perancangan *layout* prototipe pengukur cuaca yang dibangun.

Gambar 3. Layout Prototipe Pengukur Cuaca

2.2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak berisi diagram alir program yang akan dibuat menggunakan IDE Arduino. Diagram alir tersebut menunjukkan proses memasukan *library sensor*, mengatur konfigurasi pin, memasukan *default data* yang digunakan, kemudian melakukan pembacaan data tiap sensor. Data dikirim dan ditampilkan di *data center* sebagai informasi data cuaca. Diagram alir program dapat dilihat di Gambar 4.

Gambar 4. Diagram Alir Program

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor Anemometer

Anemometer merupakan sensor angin untuk mengukur kecepatan angin dan banyak digunakan pada stasiun pengukuran cuaca. Kecepatan angin dihitung dari jelajah angin (*cup counter anemometer*) dibagi waktu (lamanya periode pengukuran). Satuan meteorologi dari kecepatan angin adalah *Knots*, km/jam, mil/jam atau satuan kecepatan lainnya yang relevan. Anemometer harus ditempatkan di daerah terbuka. Gambar 5 menunjukkan pengujian sensor anemometer.

Gambar 5. Pengujian Sensor Anemometer

Tegangan pengukuran dilakukan menggunakan rangkaian pembagi tegangan sederhana seperti terlihat di Gambar 6.

Gambar 6. Rangkaian Pembagi Tegangan

Resistor yang digunakan sebesar 10K Ohm. Sensor ini telah dibuat dengan tegangan output rangkaian 0 sampai 5V, sehingga tidak memerlukan rangkaian *eksternal* lebih lanjut dan dapat dipasang langsung ke Arduino. Kedua tegangan dan arus dikalibrasi menggunakan multimeter. Anemometer dihubungkan pada masukan digital input (D22) pada Arduino. Pembacaan dari D22

berupa nilai pulsa yang terbaca dari sinyal digital. Putaran cangkir anemometer mengukur kecepatan angin dengan menutup kontak sebagai magnet bergerak melewati *switch*.

Pengukuran kecepatan/RPM angin bisa menggunakan beberapa metode. Salah satunya dengan menghitung waktu yang terjadi tiap munculnya sinyal pulsa, namun perhitungan yang diterapkan pada percobaan ini didasarkan atas konsep rotasi per menit, yaitu menghitung jumlah rotasi yang dilakukan peralatan selama satu menit. Jumlah rotasi tersebut dapat diketahui dengan menghitung jumlah pulsa yang dibangkitkan oleh sensor. Agar diperoleh waktu pembacaan yang lebih cepat maka dapat dilakukan pengukuran dalam waktu singkat namun dikompensasi dengan faktor pengali. Berikut ditampilkan hasil pengujian anemometer untuk pembacaan nilai RPM dan kecepatan angin pada Gambar 7.

Gambar 7. Hasil Pengujian Anemometer

3.2 Pengujian Sensor Arah Angin

Sensor arah angin ini memiliki 10 pin yaitu 8 pin digital, VCC dan GND. Pin digital akan membaca arah mata angin dari timur, tenggara, selatan, barat daya, barat, barat laut, utara dan timur laut. Gambar 8 dan 9 menunjukkan pengujian dan hasil pengujian sensor arah angin.

Gambar 8. Pengujian Sensor Arah Angin

Gambar 9. Hasil Pengujian Sensor Arah Angin

3.3 Pengujian Sensor Curah Hujan/Rain Gauge

Sensor *rain gauge* digunakan untuk membaca besar curah hujan harian. Sensor ini dapat dikontrol menggunakan Arduino. Pengujian sensor ini banyak mengacu pada *Arduino Tutorial* tentang pemrograman dan spesifikasi sensornya. Spesifikasi dari sensor *rain gauge* yang digunakan sebagai berikut:

- Memiliki *output* pulsa digital TTL sehingga dapat langsung dihubungkan ke Arduino tanpa harus menambah rangkaian tambahan.
- Bekerja pada tegangan DC 5V.
- Menggunakan sensor tipe magnetik (*typing bucket*).
- Per tip bernilai 0,053 *inchi of rain* atau 1,346 *mm of rain*.

Gambar 10 dan 11 menunjukkan sensor *rain gauge* yang digunakan beserta hasil pengujian.

Gambar 10. Sensor Rain Gauge

Gambar 11. Hasil Pengujian Sensor Rain Gauge

3.4 Pengujian Sensor Tekanan

Sensor BMP180 adalah sensor tekanan barometrik (*digital barometric pressure sensor*) dari *Bosch Sensortec* yang berkinerja sangat tinggi, dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat bergerak seperti *smart phone*, komputer tablet, dan peralatan olahraga *portabel*. Sensor ini merupakan *upgrade* dari

BMP085 dengan banyak peningkatan yang signifikan, seperti ukuran yang lebih kecil (lebih hemat energi dengan konsumsi energi sangat rendah, kurang dari 3 μ A) dan penambahan antarmuka digital yang baru. BMP180 juga memiliki kinerja yang sangat stabil terlepas dari pasokan tegangan yang digunakan. Spesifikasi sensor BMP180 sebagai berikut:

- Rentang tekanan 300 s.d. 1100 hPa.
- Resolusi: 0,06 hPa pada mode hemat energi, 0,02 hPa pada mode resolusi tinggi (dikonversi terhadap ketinggian: 0,5 meter pada mode hemat energi, 17 cm pada mode resolusi tinggi).
- Tipikal arus puncak/*peak current*: 650 μ A (0,65 mA).
- Konsumsi arus pada mode siaga: 0,1 μ A (tipikal).
- Waktu pendeteksian tekanan: 5 msec (tipikal pada mode standar).

Sesuai dengan tutorial (*Random Nerd Tutorial*, 2016), sensor BMP180 berkomunikasi dengan Arduino menggunakan I2C dan terdapat *library* sensor yang bisa langsung digunakan pada pemrograman Arduino. Hasil pengujian sensor BMP180 dapat dilihat di Gambar 12.

Gambar 12. Hasil Pengujian Sensor Tekanan

3.5 Pengujian Sensor Suhu & Kelembapan

Sensor DHT-22 merupakan sensor suhu dan kelembapan udara seperti DHT-11, namun memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Keluaran berupa sinyal digital.
- Sensor terkalibrasi secara akurat dengan kompensasi suhu di ruang penyesuaian dengan nilai koefisien kalibrasi tersimpan dalam memori OTP terpadu (DHT-22 lebih akurat dan presisi dibanding DHT-11).

- Rentang pengukuran suhu dan kelembapan yang lebih lebar.
- Mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel yang panjang (hingga 20 meter) sehingga cocok untuk ditempatkan di mana saja.

Sensor DH22 terhubung ke Arduino sebagai input digital dengan tegangan 5V. Dalam pemrosesan data ditambahkan pula *pull-up* resistor 4K7. Hasil pengujian sensor DHT22 dapat dilihat di Gambar 13.

Gambar 13. Hasil Pengujian Sensor DHT22

3.6 Pengujian Komunikasi Data

Sistem komunikasi yang dibuat berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN). Menurut Firdaus (2014), WSN merupakan penggabungan komunikasi nirkabel, komputasi, dan sensor dalam perangkat *embedded*, mengintegrasikan lingkungan fisik dalam dunia komputasi. WSN juga merupakan satu jaringan yang saling berkomunikasi untuk mengumpulkan data. Perangkat telemetri yang digunakan menggunakan *Radio Frequency* (RF) yaitu Xbee pro S3B 900 Mhz dari *Digi International*. Kelebihan dari sistem WSN yang akan dibangun ini antara lain:

1. Praktis dan ringkas karena tidak perlu adanya instalasi kabel yang rumit.
2. Meningkatkan efisiensi secara operasional.
3. Mengurangi total biaya sistem secara signifikan.
4. Dapat mengumpulkan data dalam jumlah besar.
5. Dapat memantau kondisi/pengontrolan jarak jauh.

Komunikasi yang dilakukan bersifat *point to point*, yaitu mengirim data sensor-sensor yang terhubung di Arduino mega ke *data*

center. Sebelum pengiriman data, sebaiknya dilakukan pengujian komunikasi sinyal radio menggunakan *software* X-CTU (*Sparkfun*,

2017). Pengujian komunikasi data yang telah dilakukan seperti terlihat di Gambar 14.

Gambar 14. Pengujian Komunikasi Radio Menggunakan X-CTU

Data dari beberapa sensor yang digunakan akan dikirim ke *data center* sebagai pusat *monitoring* data. Sebelum dilakukan pengiriman, terlebih dahulu dilakukan pengecekan data semua sensor. Gambar 15 menunjukkan hasil pembacaan dari masing-masing sensor yang langsung ditampilkan ke komputer dari Arduino menggunakan kabel USB.

Data center terdiri dari *RF transceiver* untuk menerima data dan *interface* untuk menampilkan data angka dan grafik. *Interface* dibuat menggunakan *software* Delphi dan bahasa pemrograman Pascal. *Interface* ini merupakan pengembangan dari program kegiatan Insinas Kemenristekdikti 2017 yang dilakukan oleh Tejakusuma dkk.

Dalam penelitian ini, *data center* berisikan menu *monitoring* stasiun cuaca yang digunakan untuk menampilkan data. Menu *monitoring* stasiun cuaca terdiri dari data temperatur udara, kelembaban udara, tekanan absolut, kecepatan angin, *rain gauge* dan arah angin. Data yang ditampilkan berupa angka, grafik dan status bencana. Garis merah didalam tampilan grafik merupakan nilai *threshold* yang ditetapkan, sedangkan garis kuning merupakan data yang terbaca. *Threshold* curah hujan yang ditetapkan dalam penelitian ini yaitu 80mm/hari. Tampilan *data center* dapat dilihat di Gambar 15.

Gambar 14. Hasil Pembacaan Semua Sensor

Gambar 15. Tampilan Data Center Monitoring Stasiun Cuaca

3. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini yaitu diperoleh prototipe pengukur cuaca menggunakan Arduino. Sistem yang dikembangkan ini dapat membaca data cuaca yang terdiri dari curah hujan, suhu dan kelembapan udara, arah dan kecepatan angin serta tekanan absolut. Data tersebut dapat ditampilkan di pusat data secara *real time*, dimana pengiriman data dilakukan menggunakan komunikasi radio sehingga mampu meminimalisir biaya operasional pengiriman.

PERSANTUNAN

Ucapan terimakasih disampaikan ke Program INSINAS Kemenristekdikti yang telah menyediakan sumber dana karena penelitian ini merupakan bagian kecil dari penelitian Insinas yang dibiayai Kemenristekdikti. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada Dr. Iwan Teja Kusuma, M.Sc. dan E.H. Sittadewi, M.Si. yang telah banyak membantu penulis dalam diskusi, bimbingan serta arahan dalam penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arduino Tutorial. 2017. How to Make a Digital Rain Gauge Monitor [terhubung berkala].

<http://smartmicrocontroller.com/how-to-make-a-digital-rain-gauge-monitor-arduino-tutorial/> [18 Juni 2019].

- Devaraju, J.T., K.R. Suhas, H.K. Mohana, and V.A. Patil. 2015. Wireless Portable Microcontroller based Weather Monitoring Station. *International Journal of Elsevier*. Bangalor University, India. Hal. 189-200.
- Firdaus. 2014. *Wireless Sensor Network*, Grha Ilmu, Yogyakarta. ISBN: 978-602-262-189-8.
- Fowdur, T.P., Y. Beeharay, V. Hurbungs, V. Bassoo, V.R. Seetohul, and E.C.M. Lun. 2018. Performance Analysis and Implementation of an Adaptive Real-Time Weather Forecasting System. *International Journal of Elsevier*. University of Mauritius, Mauritius. Hal. 12-33.
- Katyal, A., R. Yadav, and M. Pandey. 2016. Arduino Based Weather Station. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*. ISSN (Online) 2278-1021. ISSN (Print) 2319-5940. Vol. 5, Issue 4. Hal. 274-276.
- Kunang, Y.N. dan S.D. Purnamasari. 2016. Pengembangan Sistem Informasi Monitoring Cuaca Kecamatan Seberang Ulu I Berbasis Web. *Seminar Nasional APTIKOM (SEMNAS TIKOM)*, Hotel Lombok Raya Mataram, 28-29 Oktober 2016. Hal. 909-914.

- Laskar, R.M., R. Bhattacharjee, M.S. Giri, P. Bhattacharya. 2016. Weather Forecasting using Arduino Based Cube-Sat. International Journal of Elsevier. Calcutta Institute of Engineering and Management, India. Hal. 320-323.
- Random Nerd Tutorial. 2016. Guide for BMP180 Barometric Sensor with Arduino [terhubung berkala]. <https://randomnerdtutorials.com/guide-for-bmp180-barometric-sensor-with-arduino/> [18 Juni 2019].
- Sparkfun. 2017. Exploring Xbees and XCTU [terhubung berkala]. https://learn.sparkfun.com/tutorials/exploring-xbees-and-xctu?_ga=2.80656791.1054319503.1560846959-42577012.1560846959 [18 Juni 2019].
- Tejakusuma, I.G., E.H. Sittadewi, dan R. Fitriani. 2017. Laporan Akhir “Aplikasi Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Sistem Telekomunikasi Gelombang Radio VHF/UHF Untuk Deteksi Dan Kesiapsiagaan Masyarakat Dari Ancaman Bencana Hidrometeorologi”. Program Insinas, Kemenristekdikti.