

RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI STASIUN CUACA BERBASIS ATMEGA8A

Ismail Rifqi Pratama^{*)}, Munawar Agus Riyadi, and Ajub Ajulian Zahra

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)E-mail: arief.ismailrifqi@gmail.com}

Abstrak

Stasiun Cuaca adalah fasilitas dengan alat ukur untuk mengukur kondisi cuaca pada lokasi dan waktu tertentu. Keadaan cuaca ini penting untuk informasi di berbagai bidang, seperti transportasi udara, pelayaran, pertanian, pertahanan nasional, komunikasi dan lainnya. Karena itu penting untuk mengembangkan sebuah stasiun cuaca yang murah, akurat dan tahan lama. Penelitian ini membuat sistem telemetri untuk memantau elemen cuaca, seperti presipitasi, suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin. Sistem ini didesain untuk menggunakan pemancar dan penerima radio komunikasi dan data cuaca yang diterima dapat ditampilkan pada halaman web agar bias dipantau semua orang. Berdasarkan hasil pengujian suhu, kelembapan, kecepatan angin, arah angin, tekanan udara dan curah menunjukkan galat relatif pengukuran kurang dari 5%. Serta pengukuran arus rata-rata yang dikonsumsi dalam mode otomatis dengan rentang pengambilan data satu menit sebesar 4,48mA sehingga dengan perhitungan diperkirakan baterai dengan kapasitas 3400mAh dapat bertahan selama 758,93 Jam atau 31 Hari.

Kata Kunci: Stasiun Cuaca, Telemetri.

Abstract

Weather station is a facility with instrument for atmospheric physics condition monitoring at certain location and certain time. This weather condition is important information in many fields, such as air transportation, sea transportation, agriculture, national defense, communication, and so on. Therefore, it is a necessary to develop a weather station that cheap, accurate, and durable. This research creates the telemetry system for monitoring weather elements, such as precipitation, temperature, humidity, wind speed and direction. This system is designed to have transmitter and receiver and the received weather information can be displayed on a webpage so everyone can see. From the temperature, humidity, wind speed, wind direction, air pressure and precipitation showed that relative error measurement is less than 5%. Also the average current consumption in automatic mode with one minute data interval is 4,48mA. With that current and 3400mAh battery capacity this weather station can be turned on for 758,93 Hour or 31 Day.

Keywords: Weather Station, Telemetry.

1. Pendahuluan

Prakiraan cuaca, dalam bahasa sehari-hari disebut ramalan cuaca, adalah penggunaan ilmu dan teknologi untuk memperkirakan keadaan atmosfer Bumi pada masa datang untuk suatu tempat tertentu. Selama ini manusia telah berupaya untuk memprediksi cuaca informal. Prakiraan cuaca dibuat dengan mengumpulkan data kuantitatif tentang keadaan atmosfer suatu tempat tertentu[1]. Pemantauan cuaca pada saat ini sangat penting karena data perubahan cuaca ini dapat dijadikan ramalan cuaca harian yang berguna bagi bidang pertanian, penerbangan, pelayaran dan bahkan untuk pengambilan data sebelum membangun pembangkit listrik tenaga angin[2].

Proses pemantauan cuaca konvensional biasanya menggunakan seperangkat sensor yang dipasang pada suatu lokasi. Proses pengambilan data cuaca dari beberapa tempat dilakukan secara manual dengan datang langsung ke lokasi dan mencatat data yang sudah tersimpan. Metode konvensional ini menyebabkan kesulitan untuk menempatkan perangkat sensor yang sulit dijangkau [3]. Sebuah stasiun cuaca sederhana yang mampu mengambil data parameter kondisi dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi cuaca lokal pada suatu tempat. Pembacaan data dapat dilakukan dengan cara pengiriman data melalui media komunikasi nirkabel melalui sebuah website[4]. Data-data cuaca yang diperoleh kemudian diolah dan ditampilkan sehingga dapat dilihat statistika dari beberapa parameter cuaca yang sudah ditentukan.

Alat yang dibuat untuk penelitian kali ini merupakan suatu sistem terpadu yang didesain untuk mengumpulkan data perubahan cuaca secara manual atau otomatis secara berkala yang bisa bertahan dalam waktu lama dan di tempat yang kurang adanya infrastruktur telekomunikasi dan listrik. Maka dibuatlah stasiun cuaca dengan menggunakan skema sleep mode untuk menghemat daya dan komputer server yang terhubung dengan internet, yang mana diharapkan memudahkan pengguna untuk mengecek terjadinya perubahan curah hujan, suhu dan kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin dan arah angin. Sehingga pengguna dapat mengetahui perubahan cuaca di suatu daerah tanpa perlu datang ke daerah tersebut. Stasiun Cuaca ini dibuat dengan berbasis mikrokontroler ATmega8A dan radio komunikasi KYL-200U. Hasil pengukuran dapat dilihat pada web melalui internet.

2. Metode

2.1. Perancangan Stasiun Cuaca

Berdasarkan kebutuhan spesifikasi dari WMO[5], maka sensor yang dapat digunakan pada penelitian ini antara lain: MISOL *wind speed sensor* untuk mengetahui kecepatan angin dan MISOL *wind direction sensor* untuk penunjuk arah mata angin dan MISOL *rainmeter* sebagai pengukur curah hujan, sensor tekanan udara BMP180, sensor suhu dan kelembapan SHT11. Sistem yang akan dibuat memiliki karakteristik antara lain:

1. Sensor SHT11 dapat mengukur suhu antara -40°C hingga $123,8^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan relatif antara 0% hingga 100%[5].
2. Sensor tekanan BMP180 yang Mampu mengukur tekanan antara 300 sampai dengan 1100 hPa[6].
3. MISOL *wind speed sensor* keluarannya berupa dua pulsa per rotasi sehingga pembacaan dapat menggunakan fitur interupsi eksternal hingga kecepatan 100 Km/Jam[7].
4. Sensor *Misol Wind direction* yang mampu mengukur delapan arah mata angin[7].
5. Modul Radio Komunikasi KYL-200U yang bekerja pada frekuensi ISM 433 MHz[8].

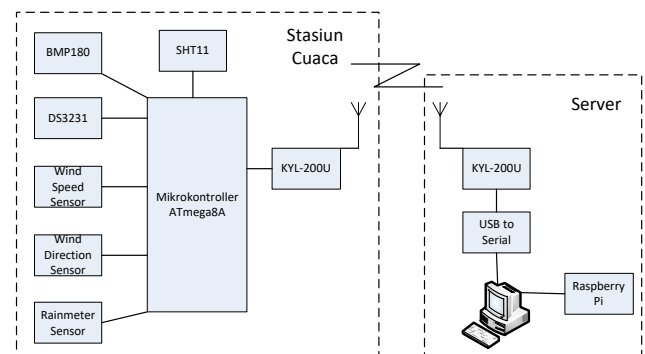
Pada kebutuhan sensor di atas dan dengan tambahan beberapa fitur seperti pengiriman data dengan melalui radio komunikasi, dan pewaktu interval pengiriman data serta mode sleep maka dipilihlah prosesor sensor ini menggunakan ATmega8A karena sensor dan perangkat tersebut dapat dibaca dan diakses menggunakan beberapa fitur pada ATmega8A seperti berikut:

1. MISOL *wind speed sensor* mengeluarkan pulsa yang jumlahnya berbanding lurus terhadap kecepatan angin, sehingga untuk membaca sensor ini dapat memanfaatkan fitur interupsi eksternal dan *timer* untuk menghitung jumlah pulsa pada interval waktu tertentu.
2. MISOL *wind direction sensor* Menunjukkan nilai resistansi yang berbeda yang menunjukkan arah mata angin. Untuk membaca nilai resistansi ini dapat

menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan fitur ADC pada ATmega8A untuk membaca tegangan analog.

3. MISOL *rain gauge* akan menekan switch setiap 1,8mm curah hujan yang terjadi. Sehingga untuk menghitung jumlah ketukan switch dapat menggunakan fitur pencacah pada ATmega8A.
4. Mode Sleep pada transceiver KYL-200A dapat ditempatkan pada pin mana saja yang berfungsi sebagai GPIO (*General Purpose Input Output*). Komunikasi dilakukan dengan menggunakan fitur UART pada Mikrokontroler ATmega8A.
5. DS3231 menggunakan protokol I²C untuk berkomunikasi dengan ATmega8A dan fitur alarm untuk membangunkan mikrokontroler dari mode sleep dapat disambungkan pada pin interupsi eksternal.
6. Sensor tekanan BMP180 juga menggunakan protokol I²C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

SHT11 menggunakan komunikasi I²C yang berbeda dengan komponen yang lain, karena itu harus membentuk gelombang I²C secara *software*. Oleh karena itu peletakan sensor ini dapat diletakkan pada pin mana saja yang berfungsi sebagai GPIO (*General Purpose Input Output*).



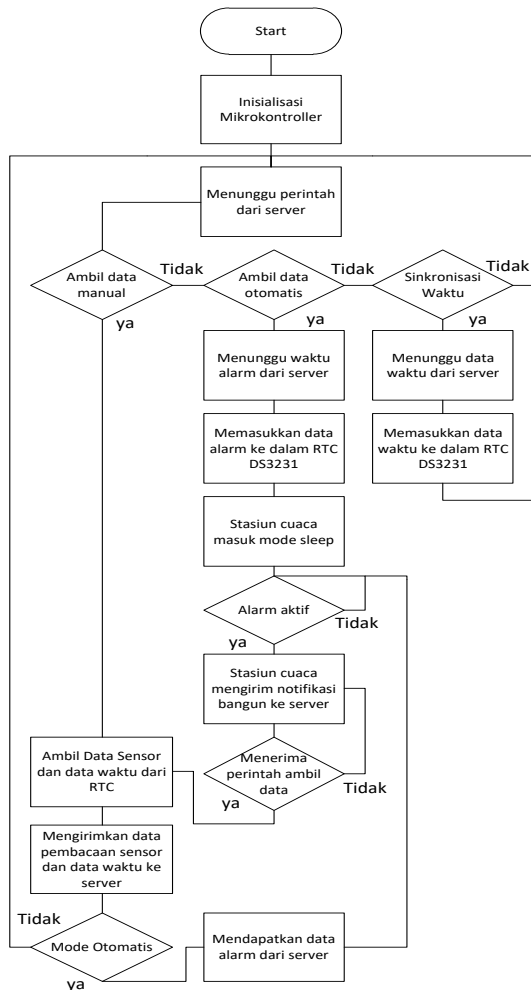
Gambar 1. Rancangan sistem telemetri stasiun cuaca

Pada Rancangan Stasiun Cuaca yang ditunjukkan pada Gambar 1 digunakan beberapa perangkat pendukung lain seperti, *Crystal Oscillator* dengan frekuensi 1,8432 MHz sebagai sumber *clock* mikrokontroler, baterai Lithium Ion LG DBMJ1 18650 sebagai sumber daya sistem stasiun cuaca. Pemilihan *crystal oscillator* 1.8432 MHz juga dipilih karena mempunyai galat baud rate 0% untuk komunikasi UART dengan *baud rate* 9600, mempunyai akurasi yang jauh lebih tinggi daripada *oscillator* internal, dan membuat mikrokontroler mengkonsumsi daya lebih rendah daripada menggunakan *crystal* yang mempunyai frekuensi lebih tinggi. Mikrokontroler yang digunakan diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman C dengan *compiler* CodeVisionAVR. Mikrokontroler ATmega8A bertindak sebagai pemroses utama ketika mikrokontroler dinyalakan, mikrokontroler melakukan pemanggilan fungsi inisialisasi awal seperti pengaturan awal interupsi eksternal, mengaktifkan komunikasi UART, mengaktifkan

fungsi I²C dan pengaturan awal RTC. Selanjutnya mikrokontroler akan menunggu perintah dari komputer node server. Jika perintah mode manual dikirim maka ATmega8A hanya akan mengambil data dan Jika perintah mode otomatis dikirim maka mikrokontroler akan masuk mode *sleep* dan menghemat jumlah daya yang masuk dikonsumsi yang bertujuan untuk menambah durasi baterai.

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini ditujukan pada blok prosesor utama stasiun cuaca. Pada perancangan ini secara garis besar mengatur kerja sistem seperti pengaktifan fitur *timer*, komunikasi UART, pencacah, fungsi ADC dan komunikasi I²C. Sleep mode diaktifkan hanya ketika prosesor mendapatkan perintah dari server untuk mengaktifkannya.



Gambar 2. Diagram alir perangkat lunak stasiun cuaca.

Diagram alir kerja sistem dapat dilihat pada gambar 2. Terdapat beberapa proses pada diagram alir kerja sistem, berikut adalah penjelasan dari proses tersebut:

1. Proses Inisialisasi mikrokontroler.
Pada proses ini pada stasiun cuaca, Mikrokontroler ATmega8A menginisialisasi pengaturan awal UART untuk komunikasi dengan modul RF, pengaturan I²C untuk komunikasi dengan sensor kelembapan SHT11, sensor tekanan BMP180 dan RTC DS3231, pengaturan interupsi *timer* dan eksternal untuk sensor kecepatan angin dan curah hujan. Pengaktifan fitur ADC untuk pembacaan sensor arah angin.
2. Proses penungguan perintah dari server
Pada proses mikrokontroler pada stasiun cuaca menunggu perintah dari server. Ada tiga perintah yang dapat diproses yaitu pengambilan data manual, pengambilan data otomatis dan proses sinkronisasi waktu antara DS3231 dengan jam pada server.
3. Proses pengambilan data manual
Pada proses ini server akan mengirimkan perintah untuk mengambil data parameter cuaca dan langsung dikirimkan pada server. Data yang telah sampai pada node server akan langsung di simpan di program *datalogger* yang ada pada *server*. Proses ini juga menghentikan proses pengambilan data otomatis yang sedang berjalan hanya jika pada saat *stasiun cuaca*. Proses ini hanya dapat dilakukan jika stasiun cuaca dalam keadaan bangun, tidak dalam mode *sleep*.
4. Proses pengambilan data otomatis
Pada proses pengambilan data otomatis, mode *sleep* akan dilibatkan sehingga stasiun cuaca dapat menghemat daya dan meningkatkan daya tahan baterai. Periode pengiriman data pada mode ini dapat ditentukan antara satu sampai dengan tiga puluh menit. Server akan mengirimkan perintah *sleep* serta waktu *alarm* yang ditentukan berdasarkan periode pengambilan data yang dimasukkan sebelumnya. Mikrokontroler pada stasiun cuaca yang telah menerima perintah ini akan memasukkan waktu *alarm* yang telah diberikan dari server pada RTC. Setelah itu mikrokontroler akan mematikan modul komunikasi RF kemudian Mikrokontroler masuk pada mode *sleep* dan komunikasi terputus sementara. Saat alarm pada RTC menyala, maka mikrokontroler mulai bangun, kemudian mengaktifkan modul komunikasi RF dan mengirimkan notifikasi ke server yang menunjukkan bahwa mikrokontroler telah bangun. Pada sisi server, setelah server menerima notifikasi tersebut maka server mulai meminta stasiun cuaca untuk mengambil dan mengirimkan data cuaca kepada server sesuai dengan proses ambil data manual. Pengiriman perintah *sleep* dan data *alarm* akan dilakukan setelah server menerima data dari stasiun cuaca. Proses otomatis ini dapat dihentikan apabila pengguna mengaktifkan mode manual. Jika mode manual diaktifkan server tidak akan mengirimkan perintah *sleep* setelah data diterima sehingga server bisa memilih perintah lain yang dikirimkan pada stasiun cuaca. Penggantian proses ini hanya terjadi saat stasiun cuaca tidak dalam mode *sleep* karena proses komunikasi hanya dapat dilakukan pada saat mikrokontroler dan modul RF aktif.

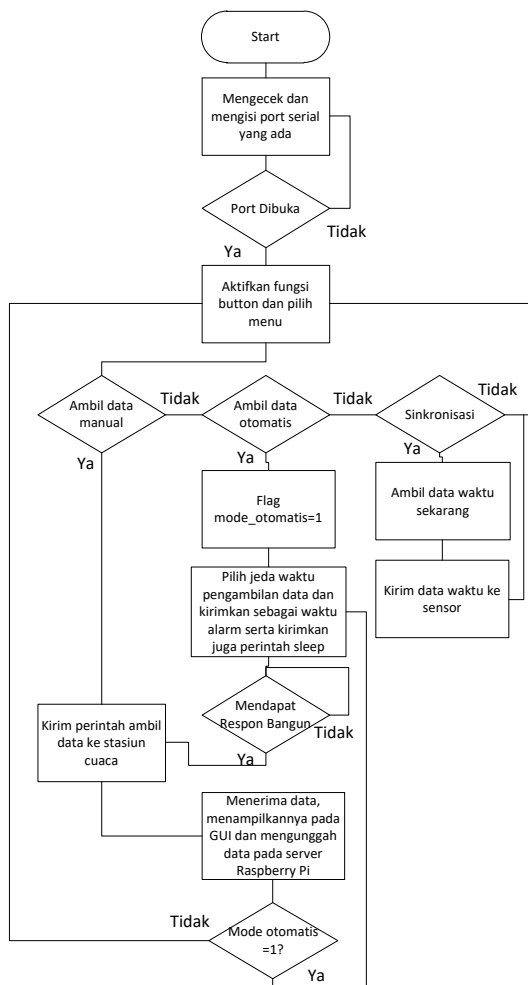
5. Proses sinkronisasi waktu

Pada proses sinkronisasi waktu, server akan mengambil data waktu sekarang. Setelah stasiun cuaca menerimanya, data tersebut langsung dimasukkan pada RTC DS3231. Proses ini dilakukan pada awal saat stasiun cuaca pertama kali dinyalakan.

2.3. Perancangan Perangkat Server

Pada perancangan perangkat Server terdapat radio komunikasi KYL-200U yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima data dari dan ke stasiun cuaca secara nirkabel, USB-to-serial yang berfungsi mengubah data serial UART menjadi bentuk yang bisa dibaca oleh komputer, dan Raspberry Pi 3 sebagai server basis data MySQL serta *webservice* Apache agar pengguna dapat melihat data melalui Internet.

Interface pada perancangan stasiun cuaca ini dapat digunakan untuk berbagai macam pengujian. Selain itu interface yang dirancang ini juga dapat melakukan pengontrolan pengambilan data manual atau otomatis.



Gambar 3. Diagram alir perangkat lunak server.

Tampilan perangkat lunak sistem telemetri stasiun cuaca ini dibuat dengan menggunakan Visual Studio 2015 dengan menggunakan bahasa C#. Aplikasi ini berfungsi membuat desain antarmuka pengguna, sehingga memudahkan pengguna dalam menjalankan program. Dalam sistem tampilan ini terdapat dua menu tampilan GUI, yaitu GUI Menu Utama dan GUI tampilan grafik. Dalam pembuatan server stasiun cuaca ini digunakan beberapa peralatan pendukung, yaitu *Personal computer* (PC) pribadi yang digunakan untuk pembuatan perangkat lunak, pengolahan data, dan penyimpanan data dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Laptop Lenovo Thinkpad E330 dengan prosesor Intel Core i5-3210M (2,5 GHz).
- RAM 8 GB DDR3.
- Sistem Operasi Microsoft Windows 7 Enterprise 64 bit.

Raspberry Pi 3 digunakan sebagai *webservice* mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- CPU: 1.2 GHZ quad-core ARM Cortex A53 (ARMv8 Instruction Set)
- Memory: 1 GB LPDDR2-900 SDRAM
- Network: 10/100 MBPS Ethernet, 802.11n Wireless LAN, Bluetooth 4.0

Diagram alir kerja sistem dapat dilihat pada gambar 3. Terdapat beberapa proses pada diagram alir kerja sistem, berikut adalah penjelasan dari proses tersebut:

- Proses pemilihan port serial
 Pada proses ini Server memindai port serial yang tersambung dan menampilkannya pada droplist pada GUI. Sehingga pengguna dapat memilih port serial yang tepat untuk berkomunikasi. Setelah port serial dibuka, maka menu lainnya pada GUI dapat digunakan.
- Proses pemilihan perintah
 Pada proses ini pengguna memilih perintah yang akan dikirimkan ke stasiun cuaca, di antaranya proses ambil data manual, proses ambil data otomatis dan proses sinkronisasi jam.
- Proses pengambilan data manual
 Pada proses ini server akan mengirimkan perintah untuk mengambil data parameter cuaca dan langsung dikirimkan pada server. Data yang telah sampai pada server akan langsung di simpan di program *datalogger* yang ada pada *server*. Proses ini juga menghentikan proses pengambilan data otomatis yang sedang berjalan hanya jika pada saat *stasiun cuaca*. Proses ini hanya dapat dilakukan jika stasiun cuaca dalam keadaan bangun, tidak dalam mode *sleep*.
- Proses pengambilan data otomatis
 Pada proses pengambilan data otomatis, mode *sleep* akan dilibatkan sehingga stasiun cuaca dapat menghemat daya dan meningkatkan daya tahan baterai. Periode pengiriman data pada mode ini dapat ditentukan antara satu sampai dengan tiga puluh menit. Server akan mengirimkan perintah *sleep* serta waktu *alarm* yang ditentukan berdasarkan periode pengambilan data yang dimasukkan sebelumnya.

Mikrokontroler pada stasiun cuaca yang telah menerima perintah ini akan memasukkan waktu *alarm* yang telah diberikan dari server pada RTC. Setelah itu mikrokontroler akan mematikan modul komunikasi RF kemudian Mikrokontroler masuk pada mode *sleep* dan komunikasi terputus sementara. Saat alarm pada RTC menyala, maka mikrokontroler mulai bangun, kemudian mengaktifkan modul komunikasi RF dan mengirimkan notifikasi ke server yang menunjukkan bahwa mikrokontroler telah bangun. Pada sisi server, setelah server menerima notifikasi tersebut maka server mulai meminta stasiun cuaca untuk mengambil dan mengirimkan data cuaca kepada server sesuai dengan proses ambil data manual. Pengiriman perintah *sleep* dan data *alarm* akan dilakukan setelah server menerima data dari stasiun cuaca. Proses otomatis ini dapat dihentikan apabila pengguna mengaktifkan mode manual. Jika mode manual diaktifkan server tidak akan mengirimkan perintah *sleep* setelah data diterima sehingga server bisa memilih perintah lain yang dikirimkan pada stasiun cuaca. Penggantian proses ini hanya terjadi saat stasiun cuaca tidak dalam mode *sleep* karena proses komunikasi hanya dapat dilakukan pada saat mikrokontroler dan modul RF aktif.

5. Proses sinkronisasi waktu

Pada proses sinkronisasi waktu, server akan mengambil data waktu sekarang. Setelah stasiun cuaca menerimanya, data tersebut langsung dimasukkan pada RTC DS3231. Proses ini dilakukan pada awal saat stasiun cuaca pertama kali dinyalakan.

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Penggunaan Daya

Pengujian penggunaan daya dilakukan untuk mengetahui penggunaan daya secara keseluruhan dari perangkat stasiun cuaca. Pengujian dilakukan pada dua kondisi yaitu pada saat kondisi normal, kondisi *sleep*. Pengujian dilakukan seperti gambar 4 yaitu dengan mengukur tegangan menggunakan multimeter yang diseri dengan jalur daya pada test point perangkat. Pengujian dilakukan dengan mode otomatis dengan interval pengambilan data satu menit.



Gambar 4. Hasil Pengujian Penggunaan daya

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Arus

Mode	Arus	Durasi
Normal	28,13mA	1 Detik
Sleep	4,08mA	59 Detik

Tabel 1 menunjukkan data hasil pengukuran tegangan dan perhitungan arus dengan jeda pengambilan data satu menit. Dari tabel tersebut dapat dilihat arus yang mengalir pada rangkaian saat mode normal adalah sebesar 28,13 mA dengan waktu sebesar 1 detik. Arus yang mengalir pada rangkaian saat kondisi *sleep* sebesar 4,08 mA dengan waktu sebesar 59 detik. Berdasarkan skema pengambilan data tiap satu menit, dengan mengetahui arus yang mengalir pada stasiun cuaca maka dapat dihitung penggunaan daya pada satu kali siklus normal dan *sleep* menggunakan persamaan 1.

$$I = \frac{(T_n \times I_n) + (T_s \times I_s)}{T_d} \tag{1}$$

$$I = \frac{(28,13 \times 1) + (4,08 \times 59)}{60}$$

$$I = 4,48 \text{ mA}$$

Dengan kapasitas baterai 3400 mAh, maka dapat dihitung estimasi waktu hidup baterai dengan persamaan (2):

$$T = \frac{\text{Kapasitas Baterai (mAh)}}{\text{Arus Total (mA)}} \tag{2}$$

$$T = \frac{3400}{4,48}$$

$$T = 758,93 \text{ Jam}$$

$$T = 31,62 \text{ Hari}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa memanfaatkan mode *sleep* yang terdapat pada ATmega8A dan KYL-200U stasiun cuaca diperkirakan dapat bertahan hingga 31 hari.

3.2. Pengujian Jarak dan Packet Delivery Rasio

Pada pengujian ini akan diuji jarak transmisi dari modul radio KYL-200U dengan mengirimkan data dari alat monitoring ke client. Pengujian ini dilakukan pada depan fakultas kedokteran Universitas Diponegoro hingga depan Fakultas Ekonomi dan Bisnis dengan posisi yang ditunjukkan pada gambar 5. Data yang dikirim akan dibandingkan dengan data yang diterima. Model pengujian yang dilakukan yaitu dengan memberikan variasi alamat IP. Data yang dikirimkan berukuran 30 byte karakter "0123456789abcdefghijklmnopqrsu" dan 2 byte data tab (0x0d) dan line break (0x0a) sebanyak sepuluh kali.



Gambar 5. Pengujian Jarak

Tabel 2. Hasil pengujian jarak dan paket delivery ratio

No.	Jarak (m)	Data yang diterima (%)
1	100	100
2	200	100
3	300	100
4	400	100
5	460	90
6	500	0

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat disimpulkan komunikasi antara alat monitoring dengan server melalui KYL-200U sudah hanya sampai jarak 460 meter karena pada posisi 460 meter tersebut, antara transmitter dan receiver tidak pada posisi Line of Sight sehingga menghambat daya yang diterima receiver. Serta ada beberapa data yang tidak diterima juga karena jarak yang sangat jauh dan posisi pemancar yang dekat dengan tanah sehingga terpengaruh oleh refleksi sinyal[9].

3.3. Pengujian Troughput dan Delay

Throughput merupakan jumlah paket data yang diterima per satuan waktu dan dinyatakan dalam satuan *bit per second* (bps), dan *Delay* adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Pengujian *throughput* dan *delay* dilakukan dengan mengirimkan data dari *server* menuju stasiun cuaca dengan besar paket yang dikirimkan sebesar 32 byte. Paket yang dikirimkan sebanyak 10 paket dengan waktu antar pengiriman paket sebesar 50ms. *Baud rate* sistem yang digunakan sebesar 9600 bps. Waktu total transmisi dihitung dengan menjumlahkan waktu transmisi masing-masing paket.

Tabel 3. Data Delay Waktu Transmisi Paket 32 Byte

No	Delay (ms)
1	75,86
2	75,36
3	75,12
4	75,95
5	75,81
6	75,74
7	75,42
8	75,38
9	75,03
10	75,4
Jumlah	755,07

Dengan total waktu transmisi sebesar 755,07 ms, besar paket 32 byte dan total pengiriman 10 paket, maka dengan menggunakan persamaan 3 dapat dihitung besar *throughput* pada pengujian ini.

$$Throughput = \frac{8 \times \text{byte terkirim}}{\text{waktu total transmisi (s)}} \text{ bps} \quad (3)$$

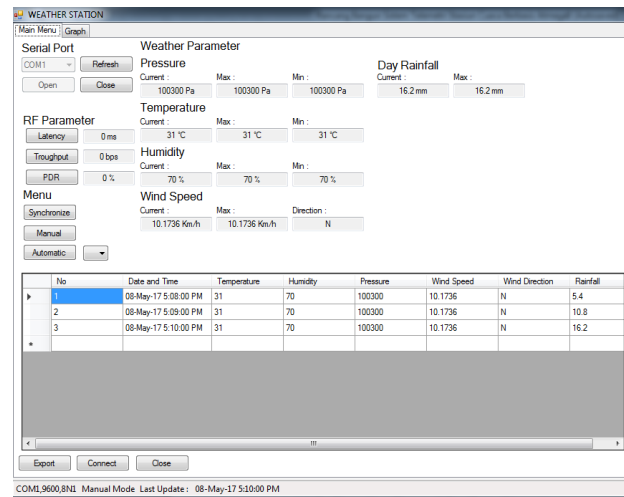
$$Throughput = \frac{8 \times 32 \times 10}{755,07}$$

$$Throughput = 3,39 \text{ kbps}$$

Dari perhitungan diatas, didapat besar *throughput* pada pengujian dengan variasi besar paket 32 byte adalah sebesar 3,39 kbps.

3.4. Pengujian Pengambilan Data Manual

Pada pengujian ini, stasiun cuaca akan mengirimkan data tetap yaitu data kelembapan sebesar 70%, data pulsa kecepatan angin sebesar 10 atau sebesar 10,17 km/jam, data suhu sebesar 31°C, data pembacaan ADC kompas sebesar 857 atau menunjukkan arah utara, data tekanan sebesar 1003 hPa, dan data pulsa curah hujan sebanyak 3 atau sebesar 5,4mm. Pengambilan data dilakukan dengan menekan tombol manual pada program stasiun cuaca.



Gambar 6. Hasil Pengambilan data manual

3.5. Pengujian Pengambilan Data Otomatis

Pada pengujian ini akan dipilih interval pengiriman data dan stasiun cuaca akan mengirimkan data pada jeda yang telah ditentukan yaitu selama satu menit. Pengambilan data dilakukan dengan memencet tombol *automatic* pada program stasiun cuaca. Ketika pemilihan jeda pengambilan data dipilih dan tombol *automatic* ditekan maka server akan mengirimkan perintah *sleep* dan perintah waktu bangun. Perintah pengambilan data terkirim pada pukul 17.42, dengan jeda pengambilan data satu menit maka data

selanjutnya harus masuk pada pukul 17.43 yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian pengambilan data otomatis

Tanggal dan Waktu	T	RH	P	V	Dir	CH
2017-05-08 17:52:00	22 C	61 %	994 hPa	11.1 Km/h	N	54mm
2017-05-08 17:51:00	23 C	62 %	995 hPa	12.2 Km/h	N	48.6mm
2017-05-08 17:50:00	24 C	63 %	996 hPa	13.2 Km/h	N	43.2mm
2017-05-08 17:49:00	25 C	64 %	997 hPa	14.24 Km/h	N	37.8mm
2017-05-08 17:48:00	26 C	65 %	998 hPa	15.26 Km/h	N	32.4mm
2017-05-08 17:47:00	27 C	66 %	999 hPa	16.27 Km/h	N	27mm
2017-05-08 17:46:00	28 C	67 %	1000 hPa	17.29 Km/h	N	21.6mm
2017-05-08 17:45:00	29 C	68 %	1001 hPa	18.31 Km/h	N	16.2mm
2017-05-08 17:44:00	30 C	69 %	1002 hPa	19.32 Km/h	N	10.8mm
2017-05-08 17:43:00	31 C	70 %	1003 hPa	20.34 Km/h	N	5.4mm

Pada tabel 4 dapat diketahui bahwa pengambilan data terjadi dengan jeda satu menit yang sesuai dengan pilihan yang dikirimkan dari server.

3.6. Pengujian Unggah Data pada Basis Data dan Tampilan pada Halaman Web

Pada pengujian ini data yang telah diterima pada tabel 1 akan diunggah pada basis data yang terdapat pada Raspberry Pi dan kemudian ditampilkan pada halaman Web.

no	date_and_time	temperature	RH	pressure	wind_speed	wind_direction	rainfall
1723	2017-05-08 17:52:00	22	61	99400	11.191	N	54
1722	2017-05-08 17:51:00	23	62	99500	12.2083	N	48.6
1721	2017-05-08 17:50:00	24	63	99600	13.2257	N	43.2
1720	2017-05-08 17:49:00	25	64	99700	14.243	N	37.8
1719	2017-05-08 17:48:00	26	65	99800	15.2604	N	32.4
1718	2017-05-08 17:47:00	27	66	99900	16.2778	N	27
1717	2017-05-08 17:46:00	28	67	100000	17.2951	N	21.6
1716	2017-05-08 17:45:00	29	68	100100	18.3125	N	16.2
1715	2017-05-08 17:44:00	30	69	100200	19.3298	N	10.8
1714	2017-05-08 17:43:00	31	70	100300	20.3472	N	5.4

Gambar 7. Tabel data pada basis data

Pada gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa data yang terdapat pada tabel 5 telah berhasil diunggah pada basis data raspberry pi yang ditunjukkan dengan kesamaan data yang ada pada interface dan basis data raspberry pi.

Date and Time	Temperature	Humidity	Pressure	Wind Speed	Wind Direction	Rainfall
2017-05-08 17:52:00	22 C	61 %	99400 hPa	11.191 Km/h	N	54mm
2017-05-08 17:51:00	23 C	62 %	99500 hPa	12.2083 Km/h	N	48.6mm
2017-05-08 17:50:00	24 C	63 %	99600 hPa	13.2257 Km/h	N	43.2mm
2017-05-08 17:49:00	25 C	64 %	99700 hPa	14.243 Km/h	N	37.8mm
2017-05-08 17:48:00	26 C	65 %	99800 hPa	15.2604 Km/h	N	32.4mm
2017-05-08 17:47:00	27 C	66 %	99900 hPa	16.2778 Km/h	N	27mm
2017-05-08 17:46:00	28 C	67 %	100000 hPa	17.2951 Km/h	N	21.6mm
2017-05-08 17:45:00	29 C	68 %	100100 hPa	18.3125 Km/h	N	16.2mm
2017-05-08 17:44:00	30 C	69 %	100200 hPa	19.3298 Km/h	N	10.8mm
2017-05-08 17:43:00	31 C	70 %	100300 hPa	20.3472 Km/h	N	5.4mm

Gambar 8. Tampilan halaman web

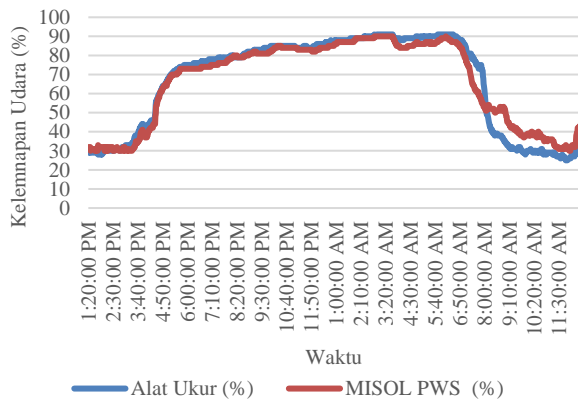
3.7. Pengujian Pengambilan Data Cuaca

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan dan kehandalan alat dan daya tahan baterai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan bacaan pada MISOL Professional Weather Station selama empat hari dari tanggal 22 Mei 2017 hingga 25 Mei 2017. Lokasi pengukuran berada pada Indo-Ware di alamat Jalan Roro Jonggrang 1 yang berada pada ketinggian 67 meter di atas permukaan laut. Pengukuran dilakukan pada tempat terbuka di atas bangunan Indo-Ware seperti pada gambar 9.

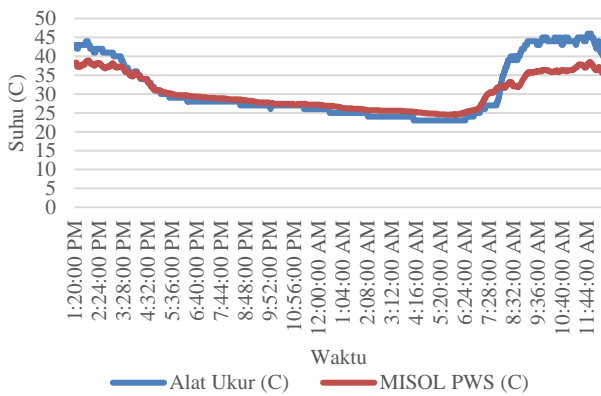


Gambar 9. Pengujian Keseluruhan

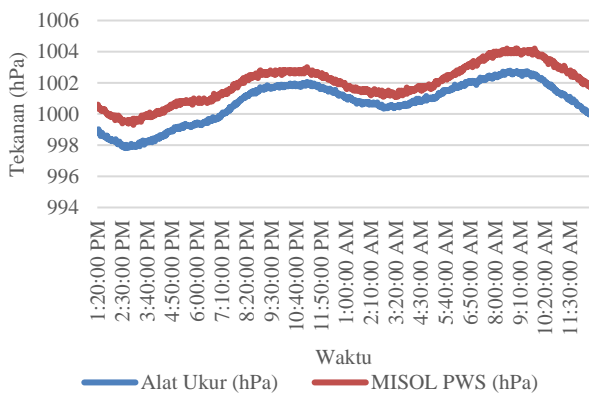
Pengukuran dilakukan dengan mode otomatis. Data pengukuran disajikan dalam bentuk grafik. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data pada tanggal 22 Mei 2017 pukul 13.20 hingga tanggal 23 Mei 2017 pukul 12.20.



Gambar 10. Hasil Pengujian Kelembapan



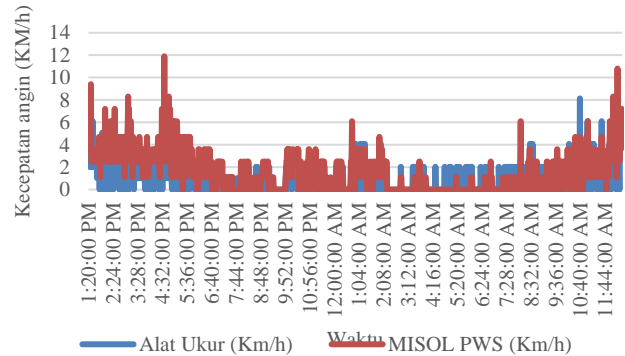
Gambar 11. Hasil Pengujian Suhu



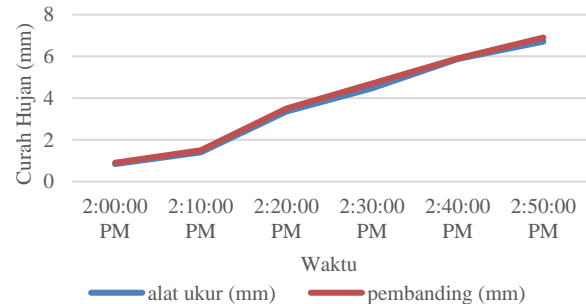
Gambar 12. Hasil Pengujian Tekanan

Berdasarkan pengujian tiap perangkat yang dilakukan yang ditunjukkan dengan gambar 10 dan 11 untuk sensor suhu dan kelembapan SHT11, Gambar 12 untuk sensor tekanan udara BMP180, gambar 13 untuk sensor kecepatan angin, dan gambar 14 untuk sensor curah hujan, stasiun cuaca bisa berfungsi dan digunakan secara sempurna dan hasil pengukuran sudah sesuai dengan spesifikasi yang

ditentukan oleh WMO dengan galat relatif rata-rata seluruh pengujian kurang dari 5%. Tetapi pada saat pengujian keseluruhan terdapat galat yang tinggi pada saat pengujian suhu pada waktu siang hari. Hal ini bisa dihindari dengan cara menggunakan *radiation shield* untuk melindungi dari radiasi sinar matahari yang mempengaruhi pembacaan suhu atau bisa juga menaruh kotak pengukuran pada tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari langsung dengan sirkulasi udara yang baik.



Gambar 13. Hasil Pengujian Kecepatan Angin



Gambar 14. Hasil Pengujian Curah Hujan

4. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, berdasarkan hasil pengujian suhu, kelembapan, kecepatan angin, arah angin, tekanan udara dan curah hujan penulis telah berhasil merancang dan mengimplementasikan stasiun cuaca untuk mengukur parameter cuaca dengan akurat dengan galat pengukuran kurang dari 5%. Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data cuaca penulis telah berhasil mengirimkan dan menampilkan data tersebut dalam bentuk tampilan pada komputer dan halaman web yang bisa diakses pengguna lain yang memiliki koneksi internet. Pengukuran arus yang dikonsumsi dalam mode otomatis dengan rentang pengambilan data satu menit sebesar 4,48mA sehingga dengan perhitungan diperkirakan baterai dengan kapasitas 3400mAh dapat bertahan selama 758,93 Jam atau 31 Hari. Pengukuran jarak maksimum radio komunikasi sebesar

460 meter dengan *Packet Delivery Ratio* sebesar 90%. Jumlah *Delay* dari perangkat radio komunikasi untuk pengiriman 32-byte data dengan *baud rate* 9600 bps adalah 755,07 ms dengan *throughput* sebesar 3,39 kbps.

Referensi

- [1]. Zeta Hanif Salindri, Darjat, dan Munawar A.R., "RANCANG BANGUN MINI WEATHER STATION MENGGUNAKAN WEB BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560," Tek. Elektro Univ. Diponegoro, 2014.
- [2]. Roneel V. Sharan, "Development of a remote Automatic Weather Station with a PC-based Data Logger," International Journal of Hybrid Information Technology Vol.7, No.1 (2014).
- [3]. Manik Alit Washarini, Dharu Arseno, Iswahyudi Hidayat, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM TELEMETRI SUHU RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER," Skripsi, Program Sarjana Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Bandung, 2010.
- [4]. Aldi Agustian, "Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler," Skripsi, Program Sarjana Ekstensi Fisika Instrumentasi, Universitas Indonesia, Depok, 2010.
- [5]. World Meteorological Observation, "Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation", Switzerland, 2008.
- [6]. Sensirion, "Datasheet SHT1x", Switzerland, 2011.
- [7]. Bosch Sensortec, "BMP180 Digital pressure sensor", Germany, 2013.
- [7]. Argent Data Systems, "Weather Sensor Assembly", USA, 2009.
- [8]. Shenzhen KYL Communication Equipment, "KYL-200U Datasheet", Shenzhen.
- [9]. Indra P. S. Damanik, Sukiswo, dan Munawar A.R., "PERANCANGAN PERANGKAT KERAS PENGUKUR KETINGGIAN MUKA AIR BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI ZIGBEE DAN GPRS (GENERAL PACKET RADIO SERVICE) DENGAN TOPOLOGI TREE", TRANSIENT, VOL. 4, NO. 2, 2015