

Pengembangan Stasiun Pengamatan Cuaca Maritim Otomatis Berbasis *Webserver*

Development of Marine Automatic Weather Station Based on *Webserver*

Sugiarto^{1*}, Maulana Putra², G.S Budhi Dharmawan³, Zhorif Maulana Akram⁴

^{1,2,3}Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Jl. Angkasa I No.2 Kemayoran, Jakarta, (021) 4246321

⁴Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

Kampus Baru UI, Depok, (021) 786 3436

sugiarto@bmgk.go.id^{1*}, maulana.putra@bmgk.go.id², gs.dharmawan@bmgk.go.id³, zhorif.maulana@sci.ui.ac.id⁴

Abstrak – Cuaca merupakan salah satu informasi yang diperlukan dalam sektor maritim. Salah satu instrumentasi yang digunakan untuk memperoleh informasi cuaca adalah Automatic Weather Station. Pada penelitian ini akan dirancang Automatic Weather Station maritim berbasis *webserver* untuk menyediakan informasi parameter cuaca yang mudah diakses oleh pengamat meteorologi maupun instansi terkait aktifitas transportasi laut. Sistem dirancang dengan perangkat keras yang terdiri dari data logger, sensor-sensor cuaca, sistem catu daya, dan media komunikasi. Data yang dihasilkan kemudian dikirim dengan protokol komunikasi TCP/IP untuk selanjutnya ditampilkan dalam website yang dirancang dengan metode *client-side programming*. Hasil pengujian performa pengiriman data menunjukkan nilai 91,2 %.

Kata Kunci: AWS, sensor, website, TCP/IP.

Abstract – Weather is information that has a vital role in maritime activity. One instrumentation used to obtain weather information is the Automatic Weather Station. In this study, the marine Automatic Weather Station was designed on a *webserver* basis to provide weather parameter information that is easily accessed by weather observers and stakeholders related to sea transportation activities. The system is designed with hardware consisting of data loggers, weather sensors, power supply systems, and communication media. The collected data is then sent using the TCP / IP communication protocol and then displayed on a website designed using the *client-side programming* method. The results of testing the performance of data transmission showed a value of 91.2%.

Keywords: AWS, sensor, website, TCP/IP.

1. Pendahuluan

Cuaca merupakan salah satu aspek penting dalam sektor maritim atau kelautan [1]. Keberlangsungan aktifitas maritim sangat dipengaruhi oleh variabilitas cuaca dan karakteristik iklim di perairan tersebut. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga pemerintahan non departemen yang salah satu tugasnya untuk melayani informasi cuaca maritim. Fase awal dalam memberikan layanan informasi prakiraan cuaca maritim adalah pengamatan parameter-parameter cuaca seperti suhu, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin, tekanan udara, curah hujan, suhu permukaan air laut, tinggi muka air laut, dan radiasi matahari. Proses pengamatan cuaca maritim dapat dilakukan dengan berbagai peralatan dan

metode, salah satunya adalah memanfaatkan peralatan otomatis *Automatic Weather Station* (AWS) yang dapat mengukur, memproses, dan menyebarkan informasi parameter cuaca. Data dari AWS umumnya ditransmisikan ke personal computer di stasiun meteorologi untuk melihat data-data hasil observasi.

Penelitian perancangan AWS telah banyak dilakukan seperti menggunakan Arduino [2] dan raspberry[3], maupun rancangan AWS menggunakan sistem pemrosesan lainnya. Perkembangan *Internet of Thing* (IoT) memungkinkan data dari AWS yang telah dirancang tidak hanya ditampilkan dalam *personal computer* di stasiun meteorologi, namun dapat diakses di berbagai jenis gawai memanfaatkan internet [4]. Beberapa penelitian telah membahas pengiriman data AWS menggunakan jaringan internet, seperti pengiriman menggunakan FTP dan MQTT [5], namun penelitian tersebut tidak membahas *user interface* yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Pada penelitian ini akan dibahas pengembangan pengamatan cuaca maritim menggunakan AWS berbasis *website*. Pengembangan sistem tersebut dilakukan dengan melakukan desain sistem AWS dengan konektivitas TCP/IP dan *platform webserver* dengan jenis *client-side programming*. Informasi cuaca yang dapat ditampilkan dengan *website* diharapkan dapat memudahkan pengamatan cuaca dan meningkatkan aksesibilitas terhadap informasi meteorologi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara perancangan perangkat keras dan pembangunan *website* berbasis *client-side programming*. Proses perancangan perangkat keras memperhatikan pemilihan sensor-sensor, *data logger* dan catu daya. Pengiriman data dari AWS ke *webserver* menggunakan protokol TCP/IP memanfaatkan modem seluler.

2.1. Automatic Weather Station

Automatic Weather Station atau AWS didefinisikan sebagai stasiun meteorologi yang dapat melakukan pengamatan parameter meteorologi secara otomatis tanpa campur tangan manusia [6]. Desain AWS merupakan desain integrasi dari berbagai variasi alat pengindera dilengkapi dengan unit pemroses dan akuisisi data. AWS terdiri dari beberapa jenis, seperti *off-line* AWS dan *real-time* AWS. Keduanya memiliki perbedaan yang didasari oleh waktu penyediaan datanya.

Off-line AWS merupakan AWS yang merekam data secara *on-site* pada media penyimpanan eksternal maupun internal yang dikombinasikan dengan *display* dari data yang bersifat aktual. Sehingga dalam penggunaannya dibutuhkan bantuan pengamat untuk mengakses data dari media penyimpanan AWS untuk pengolahan lanjutan. *Real-time* AWS merupakan stasiun yang memberikan data meteorologi secara *real-time* kepada pengguna. Pengguna AWS dapat mengakses informasi melalui beberapa media komunikasi seperti radio nirkabel, SMS, dan jaringan internet. *Real-time* AWS membutuhkan perangkat tambahan untuk pengiriman data, salah satunya adalah perangkat modem seluler untuk menyediakan konektivitas internet.

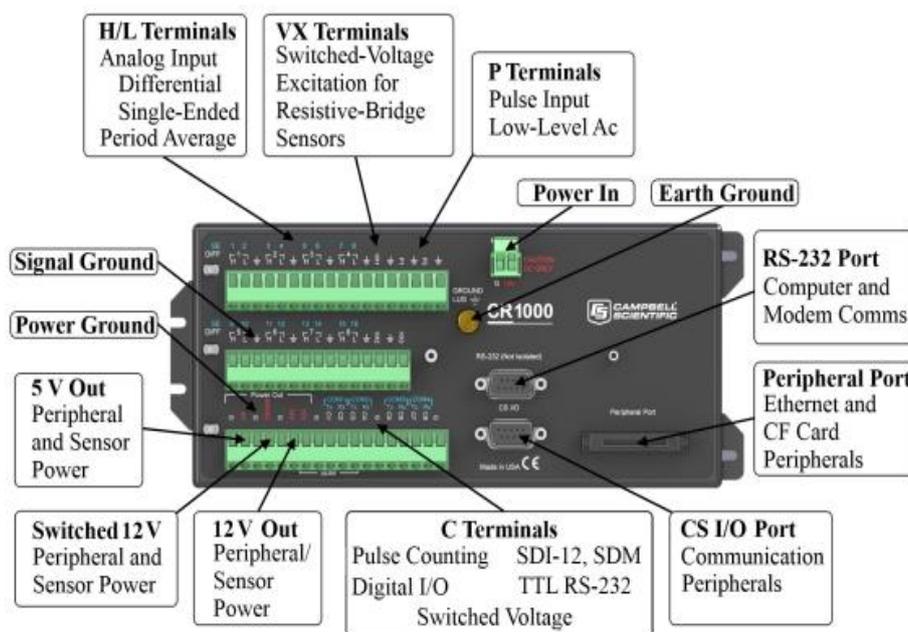
2.2. Sensor-Sensor Meteorologi

Pada umumnya, sensor-sensor yang digunakan pada setiap AWS berbeda-beda, tergantung pabrikan pembuat dari AWS, serta informasi parameter cuaca yang ingin diketahui dari AWS tersebut. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pengembangan AWS cuaca maritim dengan sensor suhu dan kelembaban udara HMP 155, sensor arah dan kecepatan angin *wind monitor* 05103, sensor tekanan udara Vaisala PTB110, sensor curah hujan TB3, sensor ketinggian air laut *ultrasonic* JUDD, sensor suhu laut SSL109 dan sensor radiasi matahari SPLite2.

2.3. Data Logger

Tahap penting dalam analisis data ilmiah adalah proses akuisisi data. Proses bagaimana data diperoleh menjadi hal penting dalam kegiatan ilmiah karena menentukan analisis dan hasil akhir [7]. Pada sistem AWS maritim digunakan *data logger* untuk proses akuisisi dan pengolahan data. Penelitian ini menggunakan *data logger* CR1000 yang diproduksi oleh *Campbell Scientific*. CR1000 memiliki ADC 13-bit dalam proses pengubahan data analog menjadi data digital. *Data*

logger CR1000 juga memiliki fitur komunikasi serial yang memungkinkan pengiriman data ke media komunikasi seperti modem. CR1000 juga merupakan *data logger* yang membutuhkan konsumsi daya yang rendah. *Data logger* ditempatkan di dalam sebuah *enclosure* yang terklasifikasi sebagai IP 65 (kedap air, kedap debu, tahan korosi, penggunaan dalam dan luar ruangan) [8]. Penggunaan *enclosure* dengan klasifikasi IP 65 dimaksudkan untuk menghindari kerusakan komponen dari pengaruh lingkungan laut. Gambar 1 berikut adalah konfigurasi *data logger* CR1000.



Gambar 1. Konfigurasi panel *data logger* C1000

2.4. Modem

Modem yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sierra Wireless FXT009, salah satu modem yang dapat dimanfaatkan dalam keperluan *Internet of Thing* (IoT) [9]. Modem FXT009 memanfaatkan kanal EDGE sebagai *air interface*, dengan batas operasi frekuensi untuk GSM/GPRS/EDGE pada 850/900/1800/1900 MHz. Prosesor yang digunakan dalam modem ini adalah ARM946/DSP, dengan konsumsi arus sebesar 166mA saat GPRS dalam kondisi operasi optimal. FXT009 dapat diprogram menggunakan AT-commands, Bahasa pemrograman C, maupun Bahasa pemrograman C++. AWS yang dimiliki oleh BMKG di Indonesia saat ini banyak yang ditempatkan di tempat-tempat terpencil yang pada umumnya tidak terjangkau oleh sinyal 3G maupun 4G, sehingga modem FXT009 dapat digunakan dengan rentang operasi EDGE.

2.5. Transmission Control Protocol

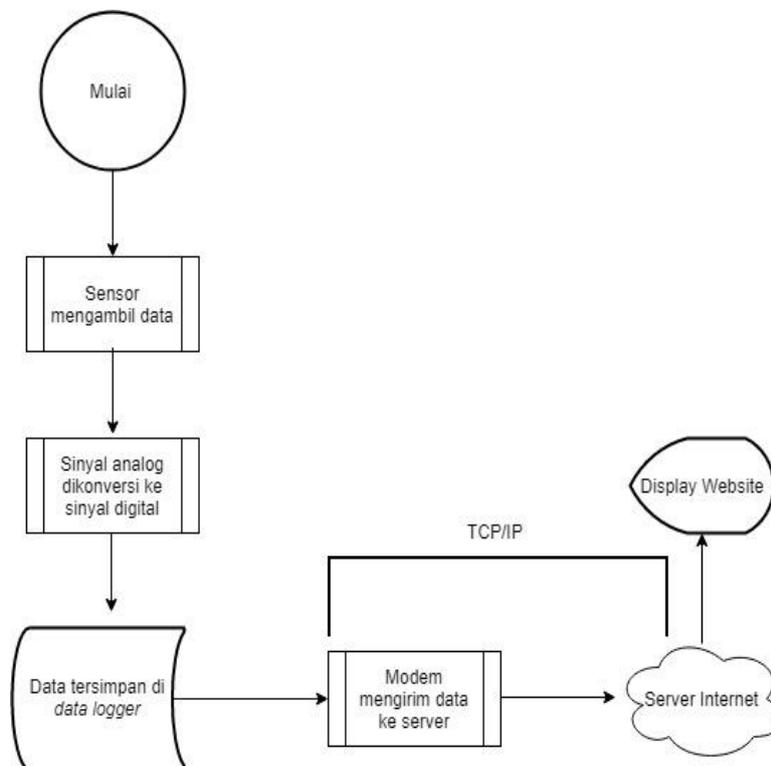
Transmission Control Protocol atau disingkat TCP merupakan salah satu jenis dari transport layer pada jaringan komputer. TCP / IP merupakan paket protokol yang digunakan untuk menyediakan interoperabilitas antara berbagai jenis komputer dan didukung oleh sebagian besar jaringan [10]. Dalam TCP terjadi pertukaran informasi berupa *packet* dengan IP (*Internet Protocol*) sebagai perantaranya, maka selanjutnya akan disebut sebagai TCP-IP. Sedangkan *packet* merupakan koleksi data yang juga berisi deskripsi dari isi data tersebut.

TCP yang berada dalam *transport layer* sesuai dengan sifat dari jaringan komputer "four-layer model" hanya bisa berkomunikasi secara langsung dengan dua *layer* yang secara langsung berada di atas dan di bawah. Proses pengiriman data dari lokasi AWS ke server BMKG di Jakarta dilakukan melalui protokol TCP/IP pada *port* 443. Data dikirimkan dalam bentuk *string* paket dengan *header* identitas lokasi instalasi stasiun. Data yang terikirim akan ditampilkan dalam

webservice yang dirancang menggunakan PHP, Javascript, HTML dan CSS3. Sedangkan basis data yang digunakan adalah Postgresql. *Webservice* dibuat menggunakan *client-side programming*, dimana proses *rendering web* akan dilakukan oleh *browser* dengan memanfaatkan kemampuan bahasa pemrograman Javascript. Sedangkan sisi server hanya berfungsi sebagai jembatan data yang menyuplai data dari basis data ke *browser* atau sebaliknya.

2.6. Alur Kerja Sistem

Alur kerja pada sistem rancangan dimulai dari konfigurasi sensor. Seluruh sensor dihubungkan dengan *data logger* melalui *interface Analog Input* dan *Pulse Input*. Sensor HMP 155, PTB110, suhu permukaan laut SSL109, ketinggian air laut JUDD, dan arah angin merupakan sensor dengan keluaran analog sehingga dihubungkan ke pin *Single Ended*. Sensor *pyranometer* atau sensor radiasi matahari merupakan sensor diferensial sehingga dihubungkan ke pin Diff. Sensor kecepatan angin dan penakar hujan dalam satuan frekuensi sehingga dihubungkan ke pin *Pulse*. Kemudian, data-data hasil pembacaan dari sensor tersebut akan diteruskan untuk dikonversi dan disimpan pada *data logger*. *Data logger* tersebut nantinya akan meneruskan data yang tersimpan dalam format ASCII ke modem Sierra FTX009 dengan *air interface* pada 2G. Gambar 2 berikut adalah diagram alir dari sistem rancangan.



Gambar 2. Diagram alir sistem AWS Maritim Teluk Bayur

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai implementasi hasil rancangan dan pengujian operasional sistem pada rentang waktu selama 30 hari pada data AWS Maritim Teluk Bayur. Pengujian dilakukan untuk mengetahui reliabilitas sistem AWS maritim dalam menyediakan data yang diterima oleh *webservice*. Pengujian juga ditujukan untuk mengetahui tingkat representasi data dan *output* dalam bentuk grafik. Hasil pengujian akan menunjukkan tingkat kelayakan operasional AWS maritim berbasis *webservice*.

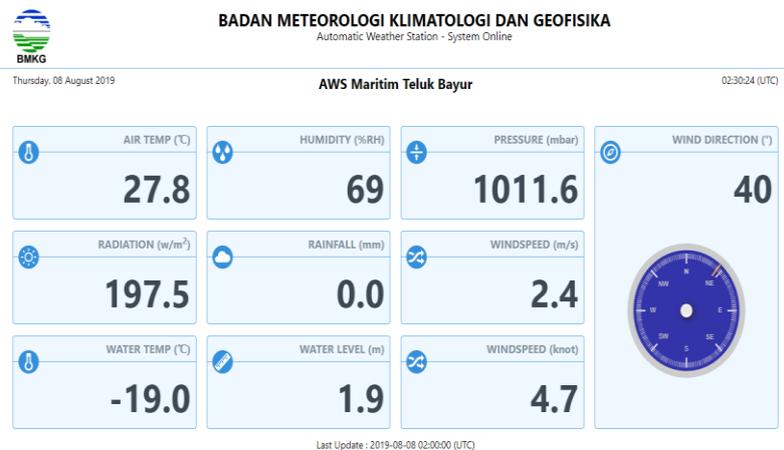
3.1. Tampilan Rancangan dan Antarmuka

Pada halaman awal saat *website* diakses, pengguna akan melihat beberapa titik instalasi AWS. Pengguna harus memasukkan kata sandi dan nama pengguna untuk dapat mengakses data pada masing-masing lokasi AWS. Gambar 3 berikut adalah halaman awal *website*.



Gambar 3. Tampilan awal *website*

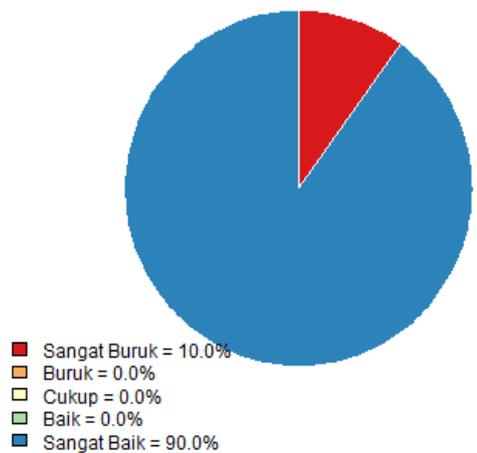
Setelah masuk ke dalam sistem, pengguna dapat melihat tampilan parameter cuaca secara *real-time* dalam tampilan yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Tampilan real-time AWS Maritim Teluk Bayur

3.2. Pengujian Representasi Data

Pengujian representasi data ditujukan untuk mengetahui performa pengiriman data dari AWS ke server. Pengujian dilakukan pada data tanggal 1 Juni 2019 sampai tanggal 30 Juni 2019. Pengujian representasi data dilakukan dengan membandingkan data jumlah terkirim ke *webserver* dan jumlah data seharusnya yang terkirim secara ideal. Gambar 5 berikut adalah perbandingan data terkirim ke *webserver* dan jumlah ideal data terkirim.

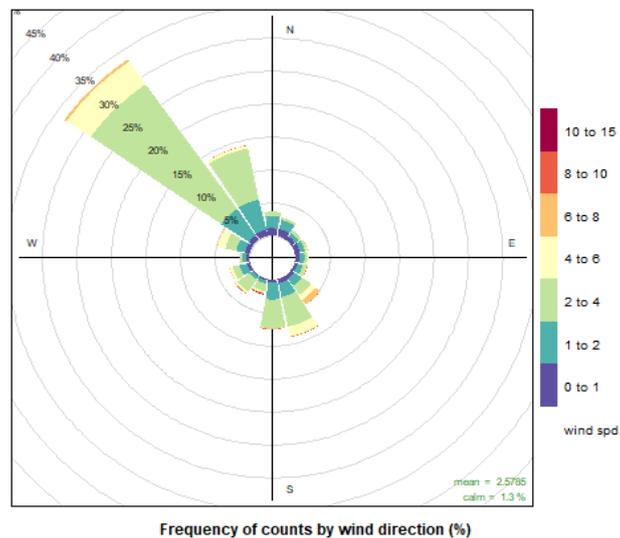


Gambar 5. Persentase pengiriman data

Hasil monitoring performa AWS Maritim Teluk Bayur rata-rata bulan Juni tahun 2019 bernilai 91.2% dan masuk dalam kondisi SANGAT BAIK. Selama bulan Juni 2019, AWS Maritim Teluk Bayur aktif selama 30 hari dan tidak aktif selama 0 hari. Selama masa periode monitoring, performa AWS dengan kategori sangat baik berjumlah 27 hari (90%), kategori baik 0 hari (0%), kategori cukup 0 hari (0%), kategori buruk 0 hari (0%), dan kategori sangat buruk 3 hari (10%).

3.3. Analisis Data Parameter Cuaca

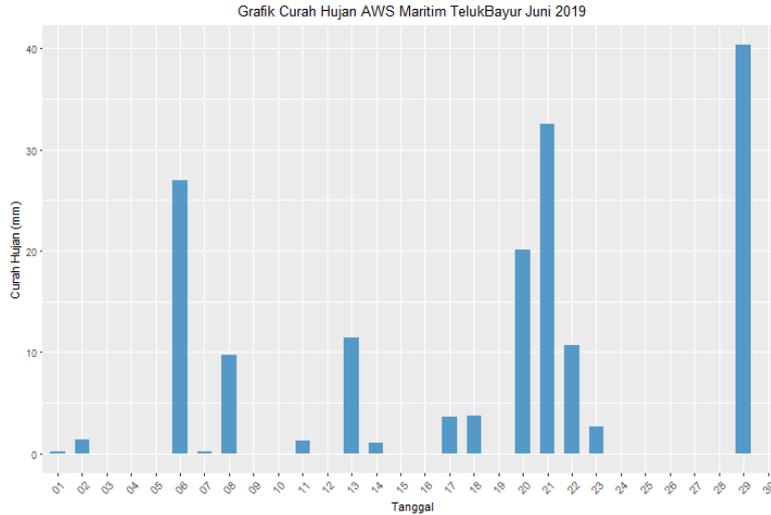
Pengujian analisis data parameter cuaca dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pembacaan sensor yang terkirim pada *webserver*. Data diolah dalam bentuk grafis untuk mengetahui pola pembacaan sensor terhadap waktu.



Gambar 6. *Windrose* dari data AWS Maritim Teluk Bayur selama 1 bulan

Gambar 6 di atas merupakan plot *windrose* dari data AWS Maritim Teluk Bayur pada tanggal 1 Juni 2019 sampai dengan 30 Juni 2019. Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa pada bulan Juni 2019, angin terbanyak berasal dari barat laut dengan persentase sebesar 33.3%. Angin

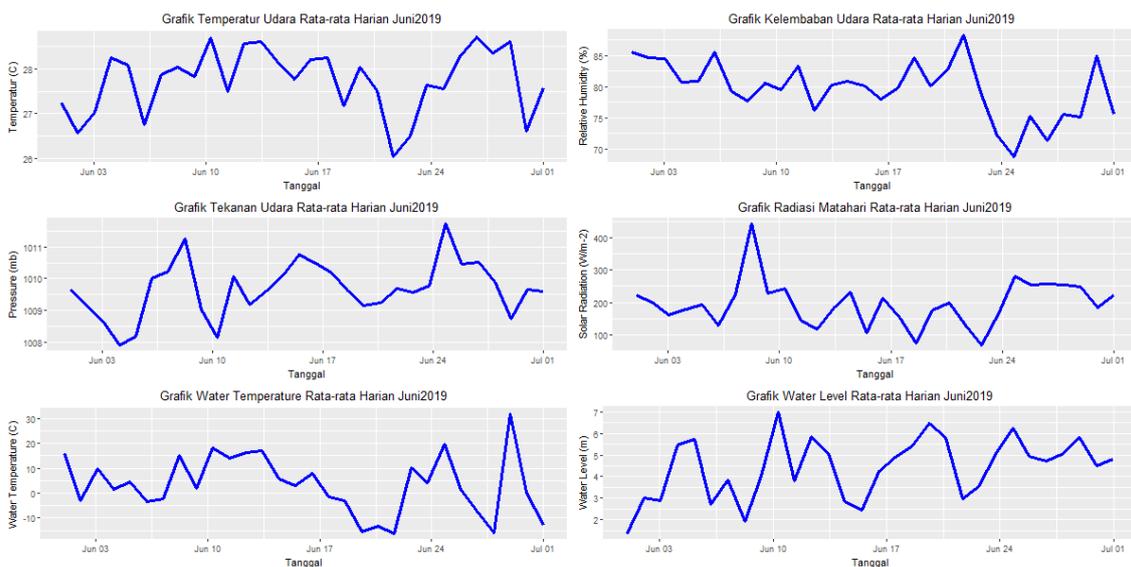
maksimum yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur selama Juni 2019 sebesar 12.4 m/s dari arah selatan-barat daya, terjadi pada tanggal 22 Juni 2019. Sementara itu, persentase angin *calm* dan kecepatan angin rata-rata yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur selama Juni 2019 sebesar 1.3% dan 2.6 m/s.



Gambar 7. Data Intensitas Hujan setiap interval 10 menit dalam sebulan

Gambar 7 menunjukkan grafik curah hujan harian selama bulan Juni 2019. Tinggi curah hujan yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur selama bulan Juni 2019 adalah 165.5 mm, dengan hujan maksimum sebesar 40.3 mm yang terjadi pada tanggal 29 Juni 2019. Sementara itu, pada Juni 2019 terjadi 13 hari hujan.

Parameter cuaca lainnya yang tercatat oleh AWS Maritim Teluk Bayur adalah suhu udara (*temp*), kelembaban udara (*rh*), radiasi matahari (*solrad*), *net radiation (netrad)*, suhu muka laut (*watertemp*), dan ketinggian air (*water level*). Gambar 8 di bawah ini menunjukkan fluktuasi parameter cuaca harian selama bulan Juni 2019 pada AWS Maritim Teluk Bayur yang meliputi temperatur udara, kelembaban udara, tekanan udara, radiasi matahari, suhu muka air laut, dan ketinggian air.



Gambar 8. Grafik rata-rata harian beberapa parameter cuaca pada AWS Maritim Teluk Bayur Juni 2019.

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa suhu udara harian rata-rata tertinggi di bulan Juni 2019 pada AWS Maritim Teluk Bayur terjadi pada tanggal 26 dengan nilai 28.7°C , sedangkan suhu udara harian rata-rata terendah terjadi pada tanggal 21 dengan nilai 26°C . Sementara itu, kelembaban udara harian rata-rata tertinggi di bulan Juni 2019 terjadi pada tanggal 21 dengan nilai 88.3%, sedangkan kelembaban udara harian rata-rata terendah terjadi pada tanggal 24 dengan nilai 68.8%. Tekanan udara rata-rata harian tertinggi yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur di bulan Juni, terjadi pada tanggal 24 dengan nilai 1011.7 mb, sedangkan tekanan udara rata-rata harian terendah tercatat pada tanggal 4 dengan nilai 1007.9 mb. Sementara itu, nilai radiasi matahari rata-rata harian tertinggi yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur selama bulan Juni 2019 adalah sebesar 443.8 W/m^2 dan terjadi pada tanggal 8 Juni 2019, sedangkan nilai radiasi matahari rata-rata harian terendah terjadi pada tanggal 22 sebesar 68 W/m^2 .

AWS Maritim Teluk Bayur juga mencatat unsur-unsur cuaca kelautan berupa suhu permukaan laut dan tinggi muka laut. Nilai suhu muka laut rata-rata harian tertinggi selama bulan Juni 2019 pada AWS Maritim Teluk Bayur adalah sebesar 31.7°C dan terjadi pada tanggal 28, sedangkan suhu muka laut rata-rata harian terendah terjadi pada tanggal 21 dengan nilai -16.3°C . Selanjutnya, nilai tinggi muka laut rata-rata tertinggi selama bulan Juni 2019 yang tercatat pada AWS Maritim Teluk Bayur adalah sebesar 7 meter dan terjadi pada tanggal 10, sedangkan nilai tinggi muka laut rata-rata harian terendah terjadi pada tanggal 1 dengan nilai sebesar 1.4 meter.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membahas pengembangan stasiun pengamatan cuaca maritim otomatis berbasis *webservice* yang mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak serta analisis performa sistem. Berdasarkan uji performa yang dilakukan pada AWS Maritim Teluk Bayur didapatkan hasil performa rata-rata keberhasilan pengiriman data sebesar 91,2 % pada satu bulan periode pengamatan. Sistem juga dirancang dengan fitur *real-time monitoring* untuk memudahkan pengamat cuaca dalam memperoleh data-data parameter cuaca untuk analisis lebih lanjut. Pengembangan ini diharapkan dapat meningkatkan kecepatan penyediaan layanan informasi meteorologi khususnya sektor cuaca maritim.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilakukan atas kerjasama Pusat Instrumentasi, Kalibrasi, dan Rekayasa BMKG dengan Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Referensi

- [1] M. K. Anshari, S. Arifin, and A. Rahmadiansah, "Perancangan Prediktor Cuaca Maritim Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan User Interface Android," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 2, no. 2, pp. A324-A328, 2013.
- [2] H. Saini, A. Thakur, S. Ahuja, N. Sabharwal, and N. Kumar, "Arduino based automatic wireless weather station with remote graphical application and alerts," in *2016 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)*, 2016: IEEE, pp. 605-609.
- [3] T. Savić and M. Radonjić, "One approach to weather station design based on Raspberry Pi platform," in *2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, 2015: IEEE, pp. 623-626.
- [4] W. H. Y. Z. Y. Daicai and G. Xianchuang, "The Method and Application of Automatic Quality Control for Real Time Data from Automatic Weather Stations [J]," *Meteorological*

Monthly, vol. 10, 2007.

- [5] I. S. L. Ariffudin, "An Internet-of-Things (IoT) system development and implementation for Automatic Weather Station (AWS) of BMKG based on MQTT Protocol."
- [6] P. Susmitha and G. S. Bala, "Design and implementation of weather monitoring and controlling system," *International Journal of Computer Applications*, vol. 97, no. 3, 2014.
- [7] C. Yonghua, "Integration of Sentry™ Visibility Sensor into Campbell Scientific Data Logger CR1000," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 12, pp. 1137-1143, 2012.
- [8] P. Thøgersen and F. Blaabjerg, "Adjustable speed drives in the next decade: Future steps in industry and academia," *Electric Power Components and Systems*, vol. 32, no. 1, pp. 13-31, 2004.
- [9] E. Marpanaji and M. IzzuddinMahali, "Internet of Things for Survey of Renewable Energy Potential (SREP) as the Basis for Hybrid Power Plant Development," in *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 54: EDP Sciences, p. 06003.
- [10] R. Adipranata, "Implementasi protokol tcp/ip untuk pengendalian Komputer jarak jauh," *Jurnal Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. pp. 30-36, 2004.