

RANCANG BANGUN STASIUN PEMANTAUAN CUACA OTOMATIS DENGAN PARAMETER SUHU, KELEMBABAN DAN KECEPATAN ANGIN

**Yuliadi Erdani, Adhitya Sumardi Sunarya, Bustami Ibrahim,
Siti Aminah, Faris Amarullah**

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135
Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649
Email: yul_erdani@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Suhu, kelembaban, arah angin dan kecepatan angin merupakan sekian parameter yang penting dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah. Banyak hal terkait cuaca yang sangat bergantung pada keempat kondisi tersebut. Pengetahuan akan keempat parameter cuaca ini sangat berguna dalam mengetahui dan memperkirakan kondisi cuaca yang sedang dan akan terjadi.

Secara umum peralatan dan pengukur cuaca di tanah air masih didominasi oleh produk impor. Meskipun beberapa bagian peralatan dan pengukur cuaca sudah dapat dibuat di dalam negeri, namun untuk kategori peralatan dan pengukur cuaca yang terintegrasi masih diimpor. Pengaruh produk impor tersebut berimbas kepada lemahnya penguasaan teknologi dalam mengukur cuaca, dimana kemampuan penguasaan teknologi tersebut merupakan bagian dari penguasaan mitigasi bencana sehingga dampak dari bencana dapat dihindari. Untuk mengantisipasi lemahnya penguasaan teknologi dalam mengukur cuaca tersebut, maka dikembangkan sebuah sistem pemantau cuaca yang terintegrasi. Sistem ini berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, arah dan kecepatan angin. Sistem ini terdiri dari unit pengolah mikrokontroler AVR ATMEGA 8535, unit pengindera Sensor SHT11 dan Encoder pengukur angin, sistem komunikasi serial RS 232 dan perangkat lunak aplikasi Visual Basic dan database. Penggunaan mikrokontroler merupakan strategi yang cukup baik karena memiliki fungsi sebagai *small computer* yang cukup kompak dan efektif. Cara kerja sistem dijelaskan sebagai berikut: Unit pengindera membaca keempat data parameter cuaca kemudian meneruskan ke unit pengolah mikrokontroler. Data tersebut diteruskan ke komputer melalui sistem komunikasi serial RS 232. Aplikasi perangkat berbasis Visual Basic yang ada di komputer selanjutnya menampilkan keempat parameter cuaca tersebut dalam bentuk grafik dan animasi. Data yang ditampilkan tersebut disimpan pula di database MS Access sehingga data-data yang sudah masuk dapat disimpan secara *persistent*.

Berdasarkan hasil percobaan, alat yang dibuat mampu mengukur variabel parameter cuaca dan menampilkannya dalam bentuk grafik untuk suhu dan kelembaban dengan besar nilai error 2,45 % untuk suhu dan 4.81 % untuk kelembaban terhadap alat kalibrator HTC-1. Kecepatan angin ditunjukkan dalam tampilan nilai numerik dan grafik serta. Database yang dibuat juga mampu menampung data hingga 30.000 record yang disimpan secara *persistent* pada file Ms.Access.

Kata Kunci : *pengukur cuaca, sensor suhu, sensor kelembaban, anemometer*

1. Pendahuluan

Cuaca dan iklim merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan manusia, karena cuaca dan iklim berpengaruh langsung terhadap kehidupan manusia seperti dalam bidang pertanian, perhubungan, telekomunikasi, pariwisata dan budaya masyarakat, dll.

Cuaca adalah keadaan/fenomena fisik dari atmosfer (yang berhubungan dengan suhu, Tekanan Udara, Angin, Awan, Kelembaban udara, Radiasi, Jarak Pandang/Visibility, dsb) di suatu tempat dan pada waktu tertentu [2]. Definisi lain menyatakan bahwa adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Cuaca itu

terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya: pagi hari, siang hari atau sore hari, dan keadaannya bisa berbedabeda untuk setiap tempat serta setiap jamnya. Sifatnya adalah mudah berubah, berlaku untuk waktu yang terbatas dan meliputi daerah yang sempit [7].

Di Indonesia keadaan cuaca selalu diumumkan untuk jangka waktu sekitar 24 jam melalui prakiraan cuaca hasil analisis Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), Departemen Perhubungan. Untuk negara-negara yang sudah maju perubahan cuaca sudah diumumkan setiap jam dan sangat akurat (tepat). Contohnya cuaca di Ibu Kota Jakarta cerah, tidak berawan dan suhunya 26o-30o C. Ilmu yang mempelajari cuaca disebut meteorology [2].

Sementara Iklim pada [Sarjani] dijelaskan sebagai keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang menyelidikannya dilakukan dalam waktu yang lama (\pm minimal 30 tahun) dan meliputi wilayah yang luas. Iklim dapat terbentuk karena adanya:

- Rotasi dan revolusi bumi sehingga terjadi pergeseran semu harian matahari dan tahunan; dan
- Perbedaan lintang geografi dan lingkungan fisis. Perbedaan ini menyebabkan timbulnya penyerapan panas matahari oleh bumi sehingga besar pengaruhnya terhadap kehidupan di bumi. Perhatikan pada gambar berikut ini

Cuaca dan iklim merupakan salah satu komponen ekosistem alam. Kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan iklim, mulai dari jenis pakaian, makanan, bentuk rumah, pekerjaan sampai rekreasi tidak terlepas dari pengaruh atmosfer beserta proses – prosesnya. Cuaca dan iklim selalu menyertai dan mempengaruhi kehidupan manusia di bumi. Nahkoda kapal, pilot pesawat terbang nelayan dan petani adalah sebagian banyak dari sekian banyak orang yang sangat memerlukan keterangan atau data cuaca dan iklim untuk

melaksanakan pekerjaannya dengan baik. [10] menjelaskan bahwa cuaca dan iklim memiliki pengaruh yang cukup kuat untuk kegiatan kepariwisataan. Pada makalah [5] ditemukan tentang pengaruh beberapa parameter cuaca terhadap efek negatif suasana hati. Demikianpun pada [9] disimpulkan bahwa beberapa kategori cuaca dapat mempengaruhi status emosi individu.

Selain itu, pada laporan penelitian [1], dijelaskan bahwa Posisi Indonesia, baik secara geologis maupun geografis, menyimpan potensi berbagai bentuk bencana, baik meteorologis, klimatologis maupun geofisis. Perubahan iklim yang diakibatkan oleh keniscayaan pemanasan global telah meningkatkan frekwensi kejadian bencana terutama meteorologis dan klimatologis, seperti: banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan longsor. Sebagai negara kepulauan dan terletak di wilayah tropika, dampak perubahan iklim tersebut akan semakin memperparah kondisi kesiapan dan kesiagaan dalam menjalankan pembangunan nasional. Hal ini disebabkan oleh dampak perubahan iklim yang secara langsung bersinggungan dengan berbagai sektor pembangunan, antara lain: pertanian, pengairan, energi, kesehatan, pengairan, kesehatan, pekerjaan umum, pariwisata dan perhubungan.

Untuk mengantisipasi pengaruh dan dampak akibat perubahan cuaca dari waktu ke waktu dan dari satu tempat ke tempat lainnya, maka diperlukan sarana berupa peralatan pengukur cuaca yang handal, tenaga pengamat dan ahli meteorologi yang mampu menganalisis data–data dengan tepat dan cepat.

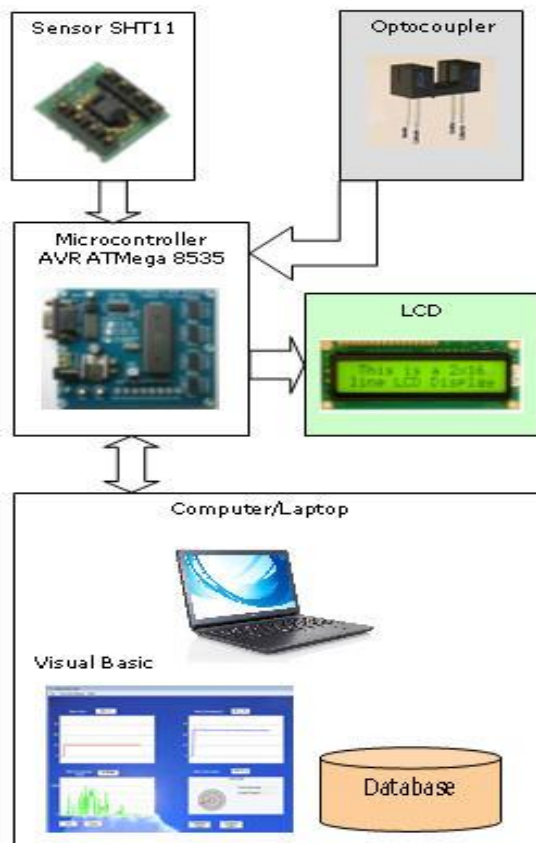
Untuk menggabungkan ketiga komponen tersebut tentunya tidaklah mudah. Sebagai salah satu solusinya adalah dengan membuat peralatan pengukur cuaca yang diperlukan untuk memantau perubahan cuaca.

Pada artikel ini dibahas tentang pengembangan alat pemantau cuaca yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengamati situasi dan kondisi cuaca pada wilayah yang sudah ditentukan sesuai

dengan lokasi pemasangan alat. Parameter cuaca yang diukur yaitu suhu, kelembaban dan kecepatan angin.

2. Perancangan dan Pengembangan

Pada perancangan sistem ini terdapat beberapa pengembangan yang sudah dilakukan oleh komunitas penelitian yang dijadikan sebagai rujukan, diantaranya pada makalah [3], [4], [6] dan [12] dikembangkan sistem pemantau suhu dan kelembaban dengan menggunakan sensor SHT11 atau SHT71. Pada [3] dan [4], perangkat lunak yang dikembangkan merupakan perangkat lunak berbasis web, sementara perangkat lunak pada sistem yang dikembangkan ini merupakan sistem stand alone, mirip dengan [6]. Gambar 1 menunjukkan arsitektur sistem yang dikembangkan.



Gambar 1. Arsitektur sistem

Komponen utama sistem terdiri dari Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535, sensor suhu dan kelembaban SHT11, sensor angin Optocoupler, komputer/laptop dan LCD (Liquid Crystal Display).

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 adalah Mikrokontroler adalah sebuah *microprocessor system* dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *Clock* dan peralatan *internal* lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamat) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai.

Sensor SHT11 ini adalah sensor digital untuk suhu sekaligus kelembaban pertama di dunia yang diklaim oleh pabrik pembuatnya yaitu Sensirion Corp yang mempunyai kisaran pengukuran dari 0-100% RH dan akurasi RH absolut $\pm 3\%$ RH. Sedangkan akurasi pengukuran suhu $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C . Modul sensor ini sudah memiliki keluaran digital dan sudah terkalibrasi, jadi pengguna tidak perlu lagi melakukan konversi A/D ataupun kalibrasi data sensor. Untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembaban, data hasil pembacaan SHT11 dengan 12 bit data perlu dikonversi terlebih dahulu sebelum ditampilkan di LCD yaitu dengan rumus [8]:

$$T = 0.01 \cdot D_T - 40 \quad (1)$$

dan

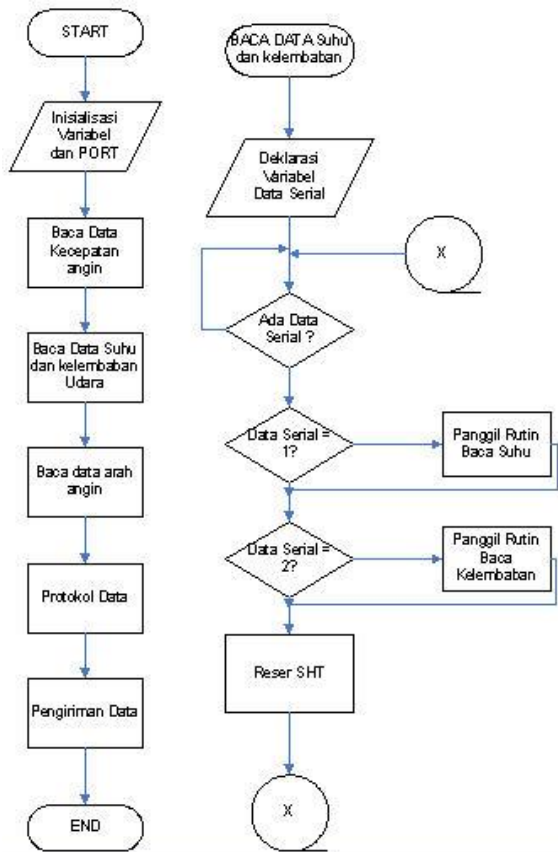
$$H_R = (0.0405 D_H) - (0.0000028 D_H^2) - 4 \quad (2)$$

dimana T adalah suhu dan D_T adalah data suhu yang dibaca dari sensor. H_R adalah Kelembaban Relatif, D_H adalah data kelembaban yang dibaca dari sensor.

Berdasarkan [11], suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudah-mudahan, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Suhu juga disebut temperatur yang diukur dengan alat termometer. Empat macam termometer yang paling dikenal adalah Celsius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin. Sedangkan kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut,

kelembaban spesifik atau kelembaban relatif.

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah [11].



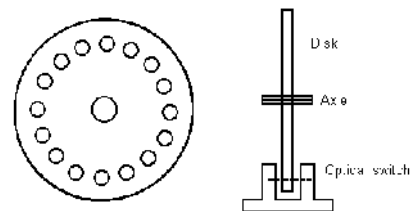
Gambar 2. Diagram Alir pembacaan sensor SHT11

Untuk pembacaan angin digunakan Optocoupler, yaitu suatu komponen semikonduktor yang terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver* (gambar 3). *Transmitter* adalah komponen yang menghasilkan emisi cahaya dan *receiver* adalah komponen yang menangkap atau mendeteksi cahaya. Pada celah optocoupler tersebut dipasang piringan yang berlubang dengan jumlah lubang 36 buah. Piringan tersebut dihubungkan ke sirip angin (gambar 4) sehingga akan berputar apabila sirip angin menangkap angin. Apabila piringan berlubang tersebut berputar, maka lubang pada piringan tersebut digunakan untuk menghitung melewati cahaya dari

transmitter ke *receiver*. Setiap cahaya yang lewat diteruskan ke mikrokontroler untuk dihitung. Dari jumlah cahaya tersebut, maka kecepatan putar piringan dapat dihitung dengan rumus:

$$\dot{S} = \frac{n}{36} \text{ rpm} \quad (3)$$

dimana \dot{S} adalah kecepatan putar piringan dan n adalah jumlah pulsa yang terhitung dalam waktu 1 menit. Proses pembacaan data angin ditunjukkan oleh diagram air pada gambar 5.

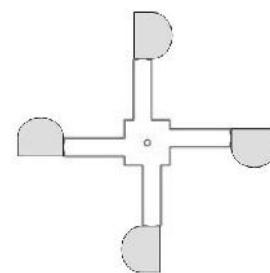


Gambar 3. Arsitektur sistem (Sumber: <http://teacher.en.rmutt.ac.th>)

Kecepatan linear angin (v) dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$v = 2 \cdot f \cdot r \cdot \dot{S} \quad (4)$$

Dimana r adalah panjang jari-jari sirip angin dan \dot{S} adalah kecepatan putar piringan (rumus 3).

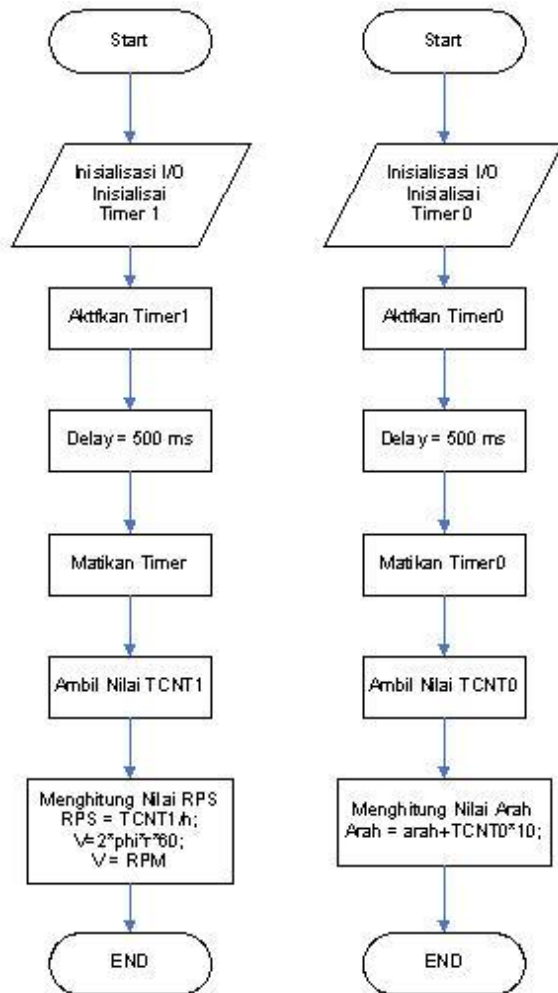


Gambar 4. Sirip angin

Komponen selanjutnya adalah LCD dan komputer/laptop. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD tersebut terhubung langsung ke mikrokontroler untuk menerima data dari mikrokontroler dan menampilkannya.

Komputer dimana didalamnya berisi program aplikasi visual basic dan database.

Fungsi komputer pada sistem ini bertindak sebagai *display* untuk menampilkan dan menyimpan data suhu, kelembaban dan kecepatan angin secara realtime. Komputer tersebut terhubung langsung ke mikrokontroler melalui *port serial* RS232.



Gambar 5. Diagram Alir rutin pembacaan data angin

Tabel 1. Format protokol komunikasi data

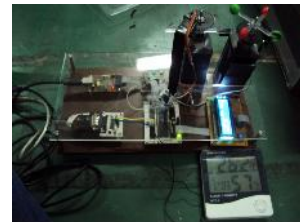
Byte ke	Isi	Keterangan
0-2	***	Kepala Protokol
3	1-F	Alamat
4-21	...	Data (3x 6 Byte)
22	#	Ekor Protokol

Untuk kelancaran komunikasi data antara komputer/laptop dengan mikrokontroler, maka dibuat protokol komunikasi data

dengan panjang 23 byte dan format tabuar sebagaimana terlihat pada tabel 1.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi dari rancangan yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 6. Sensor SHT11 tidak terlihat dengan jelas karena ukurannya yang kecil.



Gambar 6. Perangkat keras keseluruhan

Pada gambar 7 diperlihatkan sensor kecepatan angin dengan tipe mangkuk.



Gambar 7. Sensor kecepatan angin

Hasil pengujian suhu dan kelembaban ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data pengujian suhu dan kelembaban

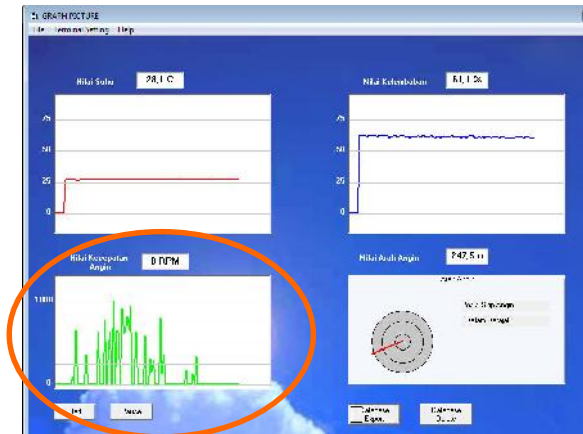
No	Kelembaban / RH (%)		Temperatur (°C)		Error Kelembaban (%)	Error Suhu (%)
	HTC-1	SHT11	HTC-1	SHT11		
1	26,4	28,7	56,5	58,7	8,71	3,89
2	26,5	27,6	56,7	58,6	4,15	3,35
3	26,9	27,9	56,5	57,3	3,72	1,42
4	26,7	28,2	56,5	57,8	5,62	2,3
5	27,2	28,4	56,8	57,6	4,41	1,41
6	26,9	27,5	56,4	57,7	2,23	2,3

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor SHT11 dengan alat standar pengukur suhu dan kelembaban HTC11. Interval pengambilan data diatur sebesar 5 menit. Nilai error yang dihasilkan dihitung melalui rumus:

$$\%Error = \frac{data\ SHT11 - data\ HTC-1}{data\ HTC-1} \times 100\% \quad (5)$$

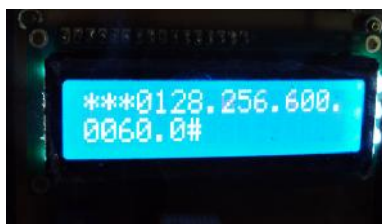
berdasarkan tabel 2 tersebut, rata-rata kesalahan pembacaan suhu sebesar 2.45% dan kelembaban sebesar 4.81%.

Pengujian untuk pembacaan kecepatan angin belum dapat dilaksanakan karena masih terkendala dengan standarisasi sirip angin dan keterbatasan peralatan pembanding. Namun demikian berdasarkan beberapa percobaan, nilai kecepatan angin sudah dapat ditunjukkan pada aplikasi perangkat lunak seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan data cuaca dengan aplikasi perangkat lunak

Hasil pengujian komunikasi data antara mikrokontroler dengan komputer dapat dilihat pada gambar 9. Data yang dikirim sesuai dengan format protokol komunikasi data pada tabel 1.



Gambar 9. Data yang terkirim dari mikrokontroler ke komputer

4. Kesimpulan

Peralatan pemantau cuaca yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan mampu melakukan pembacaan parameter cuaca berupa suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Dibandingkan dengan alat pengukur suhu dan kelembaban standar (HTC11), terdapat rata-rata kesalahan pembacaan pada suhu sebesar 2.45% dan kelembaban sebesar 4.81%. Data suhu dan kelembaban serta kecepatan angin ditunjukkan secara numerik dan grafis pada

aplikasi perangkat lunak yang merupakan bagian dari pengembangan peralatan ini.

Seluruh data cuaca tersebut disimpan pula secara *persistent* di dalam database sehingga bisa diolah atau dipanggil dikemudian hari.

Kemampuan peralatan ini hanya sebatas memantau data cuaca saja, belum mampu melakukan prediksi cuaca (*weather forecasting*). Namun demikian, data-data cuaca tersebut dapat bermanfaat dan digunakan untuk menentukan beberapa kondisi cuaca seperti cuaca sedang, ekstrim, badai, dll. dengan penilaian ahli. Karena kondisi cuaca sangat dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan curah hujan. Meskipun peralatan ini tidak mampu mengukur curah hujan, namun mampu mengukur tiga parameter lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada sdr. Faris Amarullah yang telah bekerja sebagai pelaksana teknis untuk penelitian dan penyelesaian tugas akhirnya, serta pihak-pihak lainnya yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Alan Tong, 2001, Improving The Accuracy of Temperature Measurements, The International Journal of Sensing for Industry, vol. 21, no. 3
- [2] BMKG, Tentang Meteorologi, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari: <http://www.meteojuanda.info>
- [3] Eni S., Adhi H., Monitoring Kelembaban dan Temperatur Melalui Sistem Java Remote Laboratory Berbasis Internet, TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Vol. 29 no. 2, p.47-54, ISSN:0125-9121
- [4] Grisha S., Nikolay K, 2004, Measurement of Temperatur and Humidity using SHT11/71 Intelligent Sensor, in Proceeding Electronics, 22-24 September 2004, Bulgaria.
- [5] Jaap J.A.D. et al., 2008, "The Effects of Weather on Daily Mood: A Multilevel Approach", American Psychological Association. Emotion, vol 8(5), Oct 2008, p.662-667
- [6] Roneel V. Sharan, 2014, "Development of a Remote Automatic Weather Station with a

- PC-based Data Logger”, *International Journal of Hybrid Information Technology*, vol.7, No.1, pp.233-240
- [7] Sarjani, Iklim dan Cuaca, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari:
<http://sugengriyantomasma3.files.wordpress.com>
- [8] Sensirion – The Sensor Company, Data Sheet SHT1x/SHT7x – Humidity and Temperature Sensor, 2004, Zurich, Switzerland
- [9] Spasova, Z. 2012, “The effect of weather and its changes on emotional state – individual characteristics that make us vulnerable”, *Advances in Science & Research*, vol. 6, p.281–290,
- [10] Susanne Becken, 2010, “The Importance of Climate and Weather for Tourism”, Literature review. LEaP background paper. Lincoln.
- [11] Wikipedia, Ensiklopedi Bebas, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari:
<http://id.wikipedia.org>
- [12] Zhao X. et. al, Research on Intelligent Temperature and Humidity Memory Instrument Based on USB Interface, in *Proceeding International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, (ICMTMA '09)*, p. 312-315, Zhangjiajie, Hunan, 11-12 April 2009, ISBN 978-0-7695-3583-8