

Rancang Bangun Alat Ukur Kelajuan dan Arah Angin Menggunakan Sistem Telemetri Nirkabel dengan *Transceiver* nRF24L01+

Okky Frananda Putra*, Rahmat Rasyid, Harmadi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
*ofranandaputra@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dirancang bangun sebuah alat ukur kelajuan dan arah angin menggunakan sistem telemetri nirkabel. Sistem terdiri dari dua unit yaitu *transmitter* dan *receiver*. Unit *transmitter* berfungsi sebagai pengukur nilai kelajuan dan arah angin menggunakan sensor *optocoupler* ITR9608-F yang terdapat pada modul FC-03. Data nilai kelajuan dan arah angin ditransmisikan oleh *transceiver* nRF24L01+ yang memanfaatkan gelombang elektromagnet pada frekuensi gelombang radio 2,4 GHz. Data akan diterima oleh *transceiver* nRF24L01+ di unit *receiver* lalu ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem telemetri nirkabel mampu mentransmisikan data dengan jangkauan maksimum 1000 m dengan kondisi tanpa penghalang, 650 m dengan kondisi ada penghalang saat cuaca cerah, dan 485 m dengan kondisi ada penghalang saat cuaca hujan 485 m. Persentase kesalahan rata-rata alat ukur kelajuan angin ini dihitung dan dibandingkan dengan beberapa alat acuan, 4,54 % dengan anemometer Lutron AM-4206 dan 7,65 % dengan anemometer mangkuk milik BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II BIM Padang Pariaman. Alat ukur arah angin menampilkan delapan arah mata angin dengan sudut sebesar 45°. Alat ukur arah angin berhasil mendeteksi dan menampilkan arah angin yang sama dengan anemometer mangkuk milik BMKG.

Kata kunci: telemetri nirkabel, *transceiver* nRF24L01+, kelajuan angin, arah angin

ABSTRACT

Wind speed and direction measuring instrument has been designed using a wireless telemetry system. The system consists of two units, transmitter and receiver. The function of transmitter unit is to measure the wind speed and wind direction using the ITR9608-F optocoupler sensor in the FC-03 module. Wind speed and wind direction data are transmitted by nRF24L01+ transceiver utilizing electromagnetic waves at 2.4 GHz radio frequency. The data will be received by the nRF24L01+ transceiver in the receiver unit and then displayed on the LCD (Liquid Crystal Display). The results showed that wireless telemetry systems were able to transmit data with maximum range of 1000 m without barrier, 650 m with barrier in fine weather, and 485 m with barrier in rainy weather. The average percentage error of this wind speed measuring instrument was calculated and compared with some reference instruments, 4.54% compared with anemometer Lutron AM-4206 and 7.65% compared with anemometer bowl which belongs to BMKG meteorological station class II BIM Padang Pariaman. This wind direction instrument displayed eight wind direction with an angle of 45°. The wind direction measuring instrument successfully detected and displayed the same wind direction as anemometer bowl which belongs to BMKG.

Keywords: wireless telemetry, transceiver nRF24L01+, wind speed, wind direction

I. PENDAHULUAN

Potensi angin di suatu tempat dapat diketahui berdasarkan kelajuan dan arah anginnya. Alat yang digunakan untuk mengukur kelajuan dan arah angin adalah anemometer (Middleton, 1969). Anemometer mangkuk telah digunakan di BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II BIM Padang Pariaman terdiri dari sistem tiga mangkuk. Nilai kelajuan dan arah angin dikirim ke penampil yang berada di ruang kendali dengan penghubung kabel. Sistem penghubung kabel yang panjang rentan mengalami masalah pada kerusakan secara fisik dan mengharuskan pengecekan pada kabel.

Pesma (2013) telah merancang alat ukur kelajuan dan arah angin menggunakan sensor fotodiode. Sensor diode membutuhkan komponen tambahan seperti LED sebagai sumber cahayanya. Alat ini tidak menggunakan sistem penghubung kabel, sehingga alat ini memiliki kekurangan yang mengharuskan melihat langsung ke alat ukur untuk pengambilan data.

Hudaya (2013) telah memanfaatkan modul KYL 1020-U sebagai sistem telemetri nirkabel untuk monitoring kelajuan dan arah angin. Modul ini dapat mengirimkan data kelajuan dan arah angin bersamaan. Jarak pengiriman data maksimum 100 m dengan penghalang

dinding. Derek (2016) telah menggunakan sistem telemetri untuk pengiriman data kelajuan angin dengan memanfaatkan modul *transceiver* nRF24L01 dan menggunakan sensor *optocoupler* sebagai sensornya. Sensor *optocoupler* sangat praktis karena terdapat LED infra merah dan fototransistor, sehingga tidak memerlukan komponen lain. Modul ini dapat mengirim data pada jarak maksimum 80 m dengan penghalang dinding. Modul *transceiver* nRF24L01 telah dikembangkan menjadi *transceiver* nRF24L01+. Modul ini dapat mengirim data sejauh 1 km dengan ditambahkan sebuah antena eksternal.

Berdasarkan masalah di atas maka dilakukan penelitian rancang bangun alat ukur kelajuan dan arah angin menggunakan sistem telemetri nirkabel sebagai media pengiriman data. Sistem telemetri nirkabel yang digunakan adalah *transceiver* nRF24L01+ dengan tambahan antena eksternal. Sensor yang digunakan adalah *optocoupler* ITR9608-F sebagai sensor kelajuan dan arah angin. Sistem telemetri nirkabel ini diharapkan dapat memudahkan pemantauan nilai kelajuan dan arah angin dari jarak yang jauh.

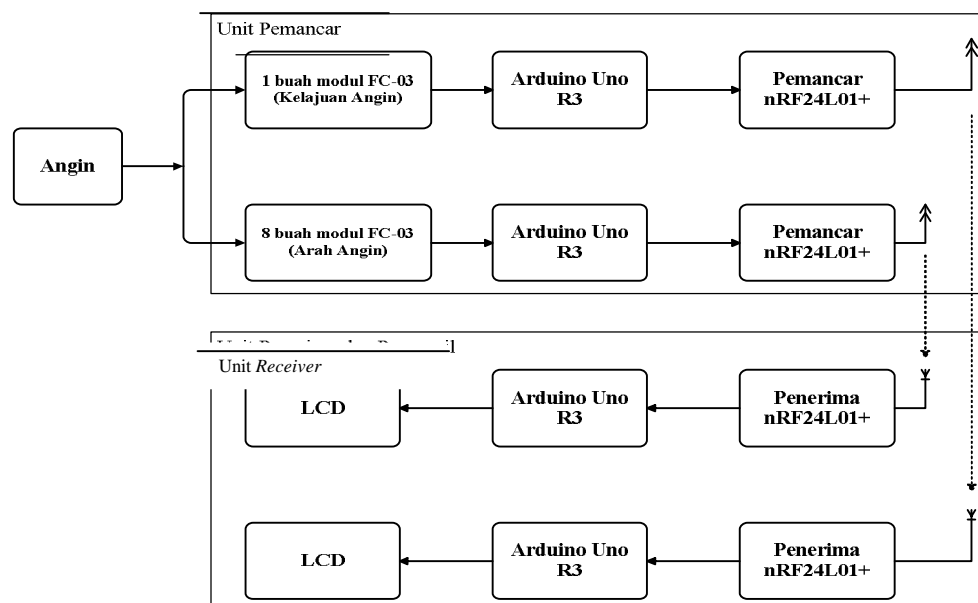
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan ini terdiri dari *optocoupler* ITR9608-F yang terdapat pada modul FC-03 yang digunakan sebagai sensor kelajuan dan arah angin, arduino uno R3 digunakan untuk memproses data, *transceiver* nRF24L01+ digunakan sebagai pengirim dan penerima data jarak jauh, LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai penampil data.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

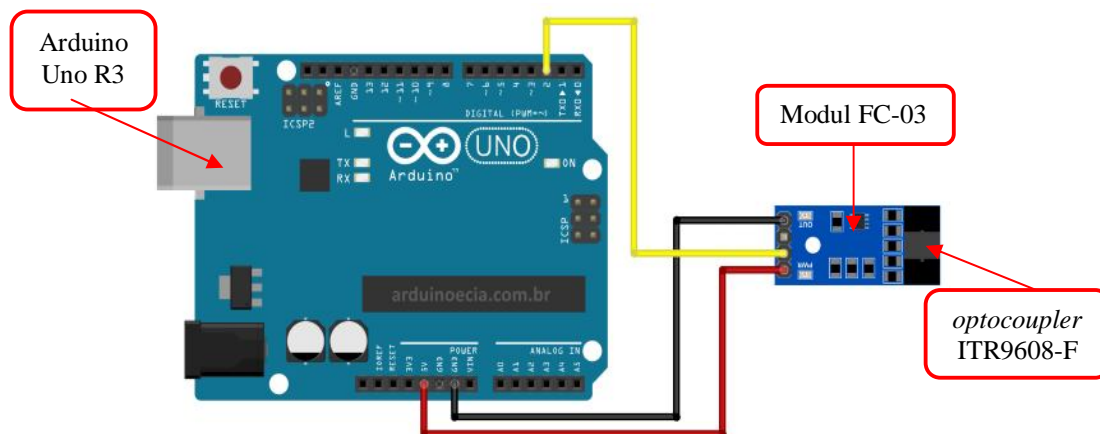
Perancangan perangkat keras ini diawali dengan penginderaan besaran fisis (kelajuan dan arah angin) oleh modul FC-03. Pada alat ukur kelajuan angin terdapat satu modul sensor, sedangkan pada alat ukur arah angin terdapat delapan modul sensor dimana satu sensor mewakili satu arah angin. Keluaran modul sensor ini berupa tegangan digital yang diproses oleh arduino uno R3 dan data tersebut akan dikirim oleh *transceiver* nRF24L01+ di unit *transmitter*. Data akan diterima *transceiver* nRF24L01+ di unit *receiver* lalu akan diproses lagi oleh arduino uno R3. Data tersebut akan ditampilkan di LCD *backpack*. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Alat ukur kelajuan dan arah angin ini diproses dengan menggunakan arduino uno R3 yang berbeda. Satu buah *transceiver* nRF24L01+ dihubungkan dengan satu arduino uno R3, karena *transceiver* nRF24L01+ hanya mengirim dan menerima satu buah besaran.



Gambar 1 Diagram blok sistem alat ukur kelajuan dan arah angin

2.3 Perancangan Sensor Kelajuan Angin

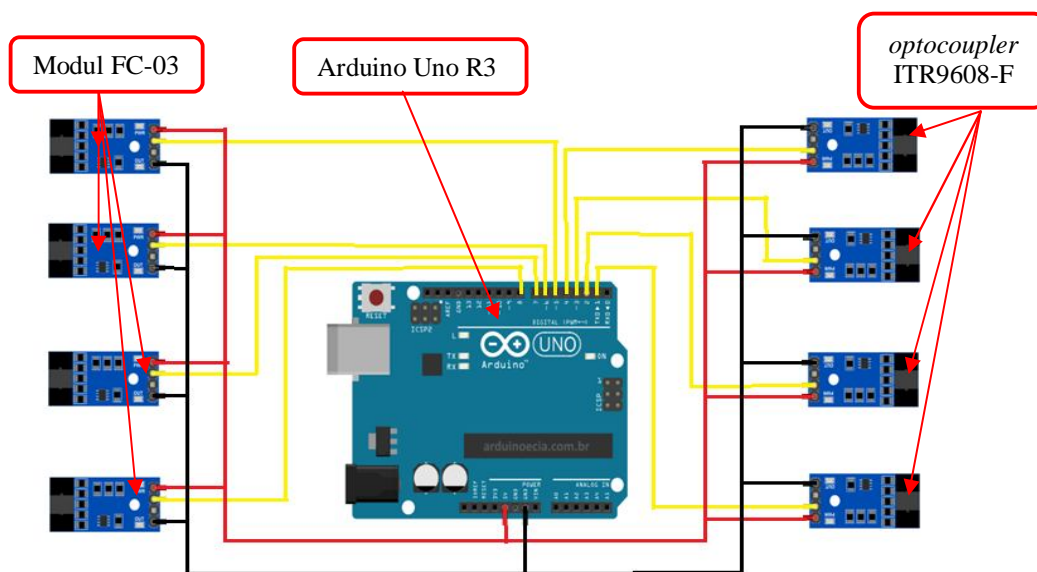
Sensor kelajuan angin menggunakan satu buah *optocoupler* ITR9608-F (modul FC-03) yang dihubungkan dengan arduino uno R3. Rangkaian ini berfungsi untuk mengetahui kelajuan angin. Skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2. Sensor *optocoupler* ITR9608-F pada modul FC-03 akan mendeteksi banyaknya putaran per detik dengan mengkonversinya menjadi pulsa-pulsa sinyal. Pulsa-pulsa sinyal akan diproses oleh arduino uno R3 untuk mendapatkan nilai rpm (rotasi per menit). Data yang telah diolah akan dikirimkan ke unit *receiver* melalui *transceiver* nRF24L01+ dan akan diolah kembali oleh arduino uno R3 untuk mendapatkan nilai kelajuan angin yang akan di tampilkan pada LCD.



Gambar 2 Skema rangkaian sensor kelajuan angin

2.4 Perancangan Sensor Arah Angin

Sensor arah angin menggunakan delapan buah *optocoupler* ITR9608-F (modul FC-03) yang dihubungkan ke arduino uno R3. Satu modul sensor mewakili satu arah mata angin. Perancangan ini berfungsi untuk mengetahui arah angin. Skema rangkaian sensor arah angin dapat dilihat pada Gambar 3. Sensor *optocoupler* ITR9608-F pada modul FC-03 akan mendeteksi ada atau tidaknya penghalang pada sensor yang akan mengeluarkan sinyal digital *high* atau *low*. Sinyal digital akan diproses oleh arduino uno R3 untuk mendapatkan nilai arah angin. Data yang telah diolah akan dikirimkan ke unit *receiver* melalui *transceiver* nRF24L01+ dan akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 3 Skema rangkaian sensor arah angin

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakterisasi *Transceiver* nRF24L01+

Karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk mengetahui jangkauan terjauh pengiriman data dari transmitter ke *receiver*. Data yang akan dikirim yaitu berupa kode desimal 26. Rangkaian *transceiver* dengan arduino uno R3 dari setiap unit dihubungkan dengan adaptor dan upload program karakterisasi melalui software arduino 1.6.6 pada komputer. Karakterisasi ini dilakukan di daerah Banda Kali Simpang Haru dan Universitas Andalas, Padang, Sumatra Barat dengan pengukuran jarak maksimum pengiriman data menggunakan *google map*.

Tabel 1 Hasil pengujian karakterisasi *transceiver* nRF24L01+

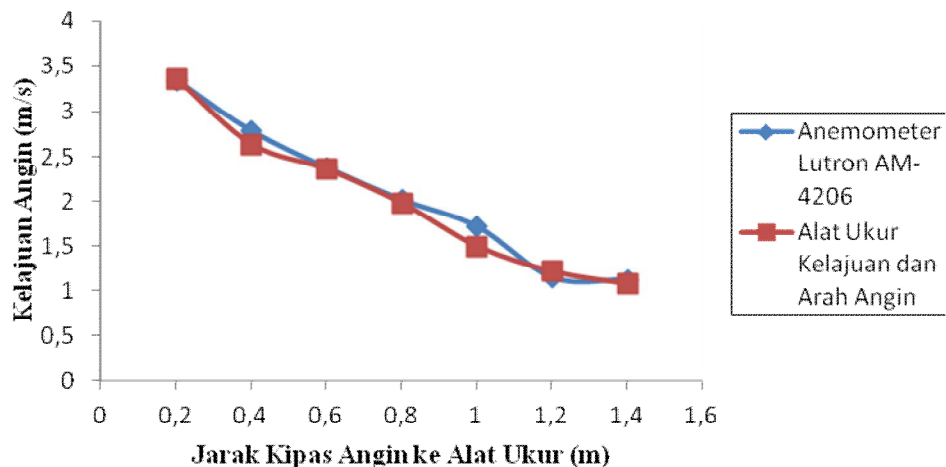
Kondisi Lapangan	Kode Pengiriman Data		Jarak Maksimum Pengiriman Data (m)
	Unit Pemancar	Unit Penerima	
Tanpa Penghalang	26	26	1000
Ada Penghalang, Cuaca Cerah	26	26	650
Ada Penghalang, Cuaca Hujan	26	26	485

Jangkauan maksimum pengiriman data *transceiver* nRF24L01+ pada saat tidak ada penghalang menyentuh sampai 1000 m. Jangkauan pengiriman data *transceiver* nRF24L01+ berkurang ketika kondisi topografi terdapat banyak penghalang seperti pohon, tembok, kontur tanah, dan cuaca. Berdasarkan Tabel 1 jarak pengiriman data maksimum pada kondisi ada penghalang dan cuaca cerah didapatkan 650 m, sedangkan ketika ada penghalang dan cuaca hujan didapatkan 485 m. Jarak pengiriman data berkurang dikarenakan gelombang radio yang dipancarkan oleh *transceiver* nRF24L01+ mengalami *absorption* (penyerapan), *refleksi* (pemantulan) dan *scattering* (hamburan) ketika terhalang.

3.2 Pengujian Rancang Alat Secara Keseluruhan

3.2.1 Pengujian Rancang Alat Secara Keseluruhan Skala Laboratorium

Pengujian alat ukur secara keseluruhan skala laboratorium ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Andalas. Pada pengujian ini untuk melihat ketepatan data yang didapatkan oleh alat ukur kelajuan dan arah angin yang di bandingkan dengan anemometer lutron AM-4206. Pengambilan data dilakukan secara bersamaan dimana alat ukur diletakan bersebelahan dengan anemometer lutron AM-4206. Sumber angin berasal dari kipas angin miyako KAD-1227B dengan dua jenis variasi yaitu variasi jarak dan variasi sudut. Variasi jarak digunakan untuk melihat ketepatan pengukuran kelajuan angin. Variasi sudut dilakukan untuk melihat respon alat ukur kelajuan dan arah angin dalam menunjukkan arah angin tanpa membandingkan dengan anemometer lutron AM-4206 di karenakan alat tersebut tidak dapat mengetahui arah anginnya.



Gambar 4 Grafik hasil pengujian rancang alat secara keseluruhan skala laboratorium terhadap variasi jarak

Variasi jarak kipas angin ke alat ukur digunakan dari 0,2 m – 1,4 m. Pada Gambar 4 menunjukkan semakin jauh jarak kipas angin ke alat maka semakin kecil nilai kelajuan angin yang terbaca pada alat. Jarak kipas angin yang semakin jauh dari alat akan menyebabkan angin dari kipas menyebar keruangan, sehingga nilai kelajuan angin akan semakin kecil.

Persentase kesalahan rata-rata yang didapatkan setelah membandingkan kedua alat ini adalah 4,54 %. Nilai kelajuan yang terukur pada alat ukur kelajuan dan arah angin sedikit terdapat perbedaan dengan anemometer lutron AM-4206.

Perbedaan terdapat pada bentuk baling-baling alat. Bentuk baling-baling pada alat ukur kelajuan dan arah angin menggunakan sistem tiga mangkuk, sedangkan anemometer lutron AM-4206 memiliki bentuk baling-baling yang terdiri dari bilah-bilah. Alat ukur kelajuan dan arah angin dapat menerima hembusan angin dari arah manapun, sedangkan anemometer lutron AM-4206 harus diarahkan terlebih dahulu kearah datangnya hembusan angin.

Pada variasi sudut, hal ini untuk melihat respon alat ukur kelajuan dan arah angin dalam menunjukkan arah angin saat di beri angin dengan sudut-sudut berbeda. Jarak kipas angin ke alat memakai jarak yang tetap yaitu pada jarak 0,2 m. Hasil penelitian dengan variasi sudut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian rancang alat secara keseluruhan skala laboratorium terhadap variasi sudut

No	Posisi Sudut	Alat Ukur Kelajuan dan Arah Angin	
		Arah Angin	
1.	0°	Utara	
2.	45°	Timur Laut	
3.	90°	Timur	
4.	135°	Tenggara	
5.	180°	Selatan	
6.	225°	Barat Daya	
7.	270°	Barat	
8.	315°	Barat Laut	

Pada variasi sudut ini alat ukur kelajuan dan arah angin berhasil merespon dengan tepat dari mana asal angin berhembus. Arah angin yang deteksi ada delapan arah mata angin. Hasil arah angin lalu ditampilkan pada layar LCD.

3.2.2 Pengujian Rancang Alat Secara Keseluruhan Skala Lapangan

Pengujian alat ukur secara keseluruhan skala laboratorium ini dilakukan di BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Stasiun Meteorologi Kelas II BIM Padang Pariaman. Pada pengujian ini akan membandingkan alat ukur kelajuan dan arah angin dengan anemometer mangkuk milik BMKG untuk melihat keakuratan data. Sumber angin yang digunakan berasal dari alam.

Pengambilan data dilakukan secara bersamaan dimana alat ukur diletakkan bersebelahan dengan anemometer mangkuk milik BMKG. Posisi ketinggian alat berbeda, karena alat anemometer mangkuk milik BMKG diletakkan pada ketinggian 10 m diatas permukaan tanah. Posisi alat ukur juga harus disesuaikan terlebih dahulu dengan arah mata angin pada kompas. Data akan dikirim ke ruangan kendali yang berjarak 20 m dari lokasi peletakan alat.

Tabel 3 Hasil pengujian rancang alat secara keseluruhan skala lapangan

No	Anemometer Mangkuk BMKG		Alat Ukur Kelajuan dan Arah Angin		Persentase Kesalahan (%)
	Kelajuan (m/s)	Arah Angin	Kelajuan (m/s)	Arah Angin	
1.	2,67	Barat Daya	2,22	Barat Daya	16,85
2.	3,50	Barat Daya	3,36	Barat Daya	4,00
3.	3,00	Barat Daya	2,64	Barat Daya	12,00
4.	2,26	Barat Daya	2,22	Barat Daya	1,77
5.	1,85	Barat Daya	1,86	Barat Daya	0,54
6.	3,00	Barat Daya	3,00	Barat Daya	0,00
7.	4,32	Barat Daya	4,50	Barat Daya	4,16
8.	3,29	Barat Daya	2,64	Barat Daya	19,75
9.	3,90	Barat Daya	4,50	Barat Daya	15,38
10.	3,29	Barat Daya	3,36	Barat Daya	2,12
\bar{e}					7,65

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai kelajuan yang terukur pada alat ukur tidak berbeda jauh dengan anemometer mangkuk milik BMKG. Arah angin yang didapatkan sesuai dengan arah angin yang terbaca pada alat anemometer mangkuk milik BMKG yaitu barat daya. Persentase kesalahan rata-rata yang didapatkan pada pengujian nilai kelajuan angin adalah 7,65%. Nilai ini menandakan adanya perbedaan. Perbedaan terjadi pada posisi peletakan alat yang tidak pada ketinggian yang sama. Peletakan anemometer mangkuk milik BMKG diletakkan pada ketinggian 10 m diatas permukaan tanah, sedangkan peletakan alat ukur kelajuan dan arah angin diletakkan tepat diatas permukaan tanah. Pada posisi peletakan alat anemometer milik BMKG, alat tidak terhalang apapun sehingga dapat mengukur angin dengan tepat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu rancang bangun alat ukur kelajuan dan arah angin telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan sistem telemetri nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01+. Sistem telemetri nirkabel ini mampu mentransmisikan data kelajuan dan arah angin. Jangkauan jarak maksimum yang didapatkan tanpa penghalang 1000 m, bila terdapat penghalang pada cuaca cerah 650 m, dan terdapat penghalang pada cuaca hujan 485 m. Persentase kesalahan rata-rata alat yang didapatkan sebesar 4,54% dan 7,65% jika dibandingkan anemometer lutron AM-4206 dan anemometer mangkuk milik BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II BIM Padang Pariaman. Alat ukur arah angin berhasil mendeteksi dan menampilkan arah angin yang sama dengan yang terbaca pada anemometer mangkuk milik BMKG.

DAFTAR PUSTAKA

- Derek, O., 2016, Rancang Bangun Alat Monitoring Kecepatan Angin dengan Koneksi Wireless Menggunakan Arduino UNO, *Journal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol.5, No.4, Jurusan Teknik Universitas Sam Ratulangi
- Hudaya, I., 2013, Perancangan Alat Monitoring Kecepatan dan Arah Angin dengan Menggunakan Komunikasi Wireless, *Jurnal Saintia Fisika Universitas Sumatera Utara*, Vol.2, No.1, Jurusan Fisika Universitas Sumatera Utara
- Middleton, K.W.E., 1969, *Invention of the Meteorological Instruments*, Johns Hopkins Press, Baltimore
- Pesma, R.A., 2013, Rancang Bangun Alat Ukur Kelajuan dan Arah Angin Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Menggunakan Sistem Sensor Cahaya, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Universitas Andalas, Padang