

Design of Wireless Anemometer Using Radio Telemetry

Trihono Sewoyo, Budiono, R. Heni Hendarayati, Rio EstuPambudi

Kelompok Kajian Mekanika Terapan
Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: trihonosewoyo@gmail.com

Abstract. Penelitian ini merupakan tahap dua dari tiga tahap penelitian dalam bidang perancangan anemometer nirkabel yang sedang dikembangkan oleh Kelompok Kajian Mekanika Terapan UMM. Tahap pertama dari penelitian ini bertujuan membuat prototipe I dengan komponen utama sensor penangkap angin berupa kipas bekas anemometer komersial, konduktor stator-rotor, dan sensor optocoupler infra-red. Putaran kipas dihitung dengan menggunakan sensor optocoupler dan dikonversikan kekecepatan angin dan hasilnya dikalibrasi dengan anemometer yang dianggap standard. Tahap pertama ini menggunakan kabel dalam transmisi data. Dalam kegiatan lanjutan ini, selain transmisi data nirkabel, sensor lainnya adalah sensor temperatur udara (ambient temperature) menggunakan LM35. Dalam kegiatan ini dilakukan tiga macam pengujian yaitu uji ketelitian, uji jarak dan uji linearitas. Hasil-hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian yang cukup baik dengan anemometer yang dianggap standard.

Keywords: anemometer, rancang-bangun, nirkabel, radio *telemetry*

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Anemometer adalah sebuah alat untuk membaca kecepatan angin di wilayah tertentu. Anemometer memiliki banyak jenis mulai dari anemometer digital *portable* sampai dengan anemometer yang dilengkapi dengan akuisisi data. Salah satu anemometer dengan akuisisi data yang tersedia di pasaran adalah *Anemometer Combined Wind Sensor*[1]. Anemometer ini buatan luar negeri dan dijual dengan harga cukup mahal.

Latar belakang diatas menjadi faktor untuk melakukan pengembangan produk anemometer yang dilengkapi dengan akuisisi data, berharga murah, tetapi cukup teliti dan andal jika digunakan. Dalam tahap ini, anemometer selain mengukur kecepatan angin, juga dilengkapi dengan sensor pengukur suhu udara.

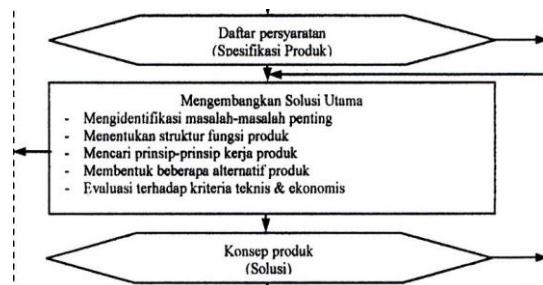
Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian terdahulu yang menggunakan kabel data[4]. Perbaikan meliputi penggunaan cup untuk sensor penangkap angin dan sistem transmisi data nirkabel. Sensor kecepatan yang digunakan adalah optocoupler dan LM35 digunakan untuk sensor temperatur. Mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega8. Pengiriman data dirancang secara nirkabel menggunakan *radio telemetry*.

Data yang sudah diolah pada mikrokontroler akan diolah menjadi data digital yang akan ditampilkan oleh microsoft visual studio. Data yang sudah ditampilkan bisa disimpan dalam

bentuk excel sehingga data dapat diolah sesuai kebutuhan. Anemometer ini masih dalam bentuk prototipe dan akan dikembangkan dan diperbaiki lagi dari sisi desain maupun kelengkapan sensor.

Metode Penelitian

Metode perancangan, mengacu pada metode perancangan sistematis Pahl dan Beitz[3]. Dalam kegiatan ini hanya diambil bagian tahap perancangan konseptual dari prosedur tersebut. Bagian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan konseptual Pahl dan Beitz

Perancangan dimulai dengan membuat daftar persyaratan atau menentukan spesifikasi produk. Hal ini diperoleh dari kegiatan studi kelayakan yang tidak dijelaskan disini. Daftar persyaratan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Persyaratan Spesifikasi Desain

No	Uraian Persyaratan	Sifat
	Geometri	
1	Bentuk sederhana	S
2	Alat dioperasikan menggunakan tenaga angin	W
3	Alat dapat dioperasikan secara portable dan secara luar lapangan	S
	Kinematik	
4	Tranduser yang yang digunakan adalah Optocoupler	S
5	Hasil pembacaan Optocoupler berlogika 0 dan 1	W
6	Tranduser yang yang digunakan adalah Optocoupler, LM35	W
7	Pengoperasian LM35 menggunakan komunikasi ADC	W
8	Kaki-kaki dari sensor LM35 harus terlindungi supaya tidak kerkena air	W
	Energi	
9	Menggunakan energi angin	W
10	Menggunakan mikrokontroler AVR sebagai pengondisi tranduser Hemat energi	S
	Material	
11	Konstruksi rangka di buat dari bahan-bahan filamen 3D printing	S
12	Piringan terbuat dari bahan plastik yang sudah diberi lubang untuk pembacaan sensor Optocoupler	W
13	Komponen mudah didapat di pasaran	W
	Keamanan	
14	Anemometer berbasis akuisisi data bisa dipasang di luar ruangan dan operator bisa di dalam ruangan sehingga aman saat pengoperasian	W
15	Dapat beroprasi pada siang dan malam hari	W
	Ergonomi	
16	Kenyamanan dalam pengoprasian	S
17	Pengoprasian mudah dilakukan	S
18	Bobot dari keseluruhan alat ringan	S
19	Bunyi dari alat tidak bising	W
	Produksi	
20	Jumlah komponen cukup minim	S
21	Dapat dibuat/diproduksi oleh bengkel lokal	S
22	Bentuk komponen sederhana dan tidak membutuhkan proses produksi yang rumit	W
23	Suku cadang mudah didapat	W
24	Pembuatan massal	W
	Perawatan	

25	Tidak memerlukan perawatan khusus	S
26	Komponen yang berhubungan dengan elektronika harus diperhatikan	W
Pengoperasian		
27	Otomatis dapat melakukan penyimpanan secara <i>realtime</i>	W
28	Mudah dalam pengoperasian	W
Biaya		
29	Biaya produksi diharapkan tidak terlalu tinggi dan terjangkau	W
30	Mudah dibawa dan mudah dikirim	S
31	Mudah untuk dipindahkan	W
Pemrograman		
32	Mikrokontroler AVR diisi dengan program dari CVAVR	W
33	Menggunakan <i>Software</i> Visual Studio untuk tampilan dan terhubung pada <i>Microsoft Excel</i>	W

Persyaratan dibuat berdasarkan kebutuhan Customer yang dapat bersifat wajib dipenuhi (W) atau disarankan dipenuhi (S). Dari keterangan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan yang dibuat merupakan panduan bagi perancang untuk merancang alat [3].

Identifikasi Masalah

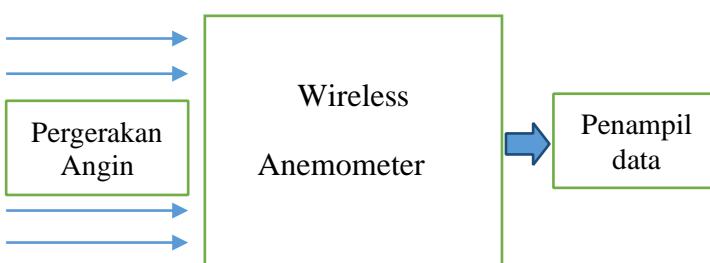
Pada tahap ini penulis bertujuan untuk menajamkan permasalahan yang ada pada spesifikasi desain di atas. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Data *kuantitatif*, dengan menghilangkan kesukaan/kesenangan pribadi dan menghilangkan persyaratan yang tidak berkaitan langsung dengan fungsi dan batasan-batasan penting. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Anemometer berbasis akuisisi data
 - b. Membaca kecepatan angin dan temperatur
 - c. Dimensi Anemometer
 - d. Menggunakan sensor Optocoupler, LM35
 - e. Menggunakan mikrokontroler AVR
 - f. Alat menggunakan tenaga angin
 - g. Jumlah lubang 1 pada piringan
 - h. Alat dapat dioperasikan secara portable dan secara luar lapangan
 - i. Bobot alat yang ringan
 - j. Biaya produksi yang terjangkau
 - k. Akuisisi data menggunakan *microsoft excel*
 - l. Akuisisi data *realtime*

2. Mengubah data *kuantitatif* menjadi data *kualitatif* dan menyatakannya dalam kalimat yang sederhana yang mewakili. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Anemometer berbasis akuisisi data
 - b. Untuk mengukur kecepatan angin dan temperatur
 - c. Ukuran Anemometer tertentu
 - d. Alat dapat dioperasikan secara portable dan secara luar lapangan
 - e. Memiliki bobot yang ringan dan biaya produksi yang terjangkau
 - f. Menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk penyimpanan data
 - g. Menggunakan *Visual Studio* untuk tampilan digitalnya
 - h. Dapat mengakuisisi data secara *realtime*
 - i. Data yang dihasilkan berbentuk nilai angka untuk tujuan pengarsipan
 - j. Alat difungsikan secara otomatis dan mudah dioperasikan
3. Kemudian menggeneralisir data *kuantitatif*. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Anemometer berbasis akuisisi data
 - b. Mengukur kecepatan angin, temperatur
 - c. Dimensi yang sederhana
 - d. Menggunakan excel dan visual studio
4. Kemudian Memformulasikan masalah. Didapatkan hasil sebagai berikut. Perancangan Anemometer berbasis akuisisi data untuk mengukur kecepatan angin menggunakan *Microsoft Excel* dalam bentuk angka.

Menentukan Struktur Fungsi

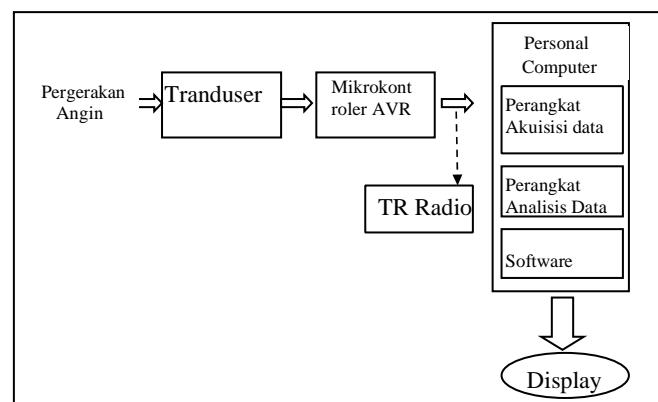
Dari formulasi masalah dapat digambarkan suatu struktur fungsi berupa fungsi keseluruhan (*overall function*) dan sub-fungsi/fungsi utama yang didasarkan pada aliran energi, material atau sinyal dengan menggunakan diagram blok. [4]



Gambar 2. Diagram blok fungsi

Gambar 2 menjelaskan aliran fungsi energi pada alat perbaian anemometer, dimana masukan

energi potensial ke energi, diubah menjadi energi gerak dan energi listrik. Pada energi alat anemometer, terdapat beberapa sub-fungsi aliran energi dan aliran sinyal. Energi potensial masuk diubah menjadi energi mekanik berupa gerakan putaran baling-baling. Dengan demikian, sensor optocoupler akan terus menerus membaca banyaknya lubang. Lubang-lubang yang terbaca akan dikonversi menjadi kecepatan. Begitu pula sensor LM35 akan membaca temperatur di sekitar anemometer. Dari pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler. Berikut sub-fungsi aliran pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok sub fungsi

Prinsip Kerja

Energi angin akan memutar baling-baling yang terhubung pada poros yang terdapat piringan berlubang. Banyaknya lubang akan dihitung dan akan diubah menjadi kecepatan putar. Disaat yang bersamaan sensor temperatur akan membaca berapa temperatur angin/udara di sekitar anemometer. Data yang didapat diolah pada mikrokontroler dan dikirim melalui gelombang radio.

Solusi Produk/konsep produk

Setelah diagram blok fungsi diperoleh, langkah berikutnya adalah membuat kombinasi dan susunan konsep. Pada langkah ini dibuat pilihan-pilihan pada setiap sub-fungsi yang ada pada diagram blok seperti pada Gambar 3. Hasilnya berupa solusi prinsip atau konsep produk seperti terlihat pada Gambar 4. Anemometer memiliki 3 baling-baling beserta cup penangkap angin. Menggunakan tabung untuk melindungi bagian elektronika alat. Tabung memiliki beberapa lubang fungsinya untuk tempat antena radio telemetry dan satu lagi untuk Themocouple untuk mengukur temperatur.



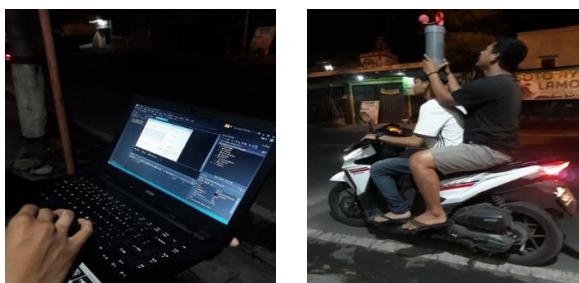
Gambar 4. Prototipe anemometer

Hasil dan Pembahasan

Pengujian anemometer dilakukan dengan dua jenis pengujian. Pengujian pertama adalah dengan membandingkan dengan anemometer standard dengan bantuan kipas angin dengan 2 kecepatan. Pengujian kedua, anemometer dibawa oleh sepeda motor dan pc/laptop dengan radio receiver diam di satu titik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh radio dapat mengirim dan menerima data. Pengujian ini menggunakan 2 kecepatan yaitu 8.3 m/s(30 km/jam) dan 11.11 m/s(40km/jam). Pengujian dapat dilihat dari Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Pengujian membandingkan dengan anemometer standard



Gambar 6. Pengujian jarak pengiriman data

Tabel 2. Data dengan kecepatan kipas angin 1

Sample	Kecepatan Angin * (m/s)	Kecepatan Anemometer Standard ** (m/s)
1	2,29	2.32
2	2,29	2.32
3	2,26	2.31
4	2,19	2.32
5	2,25	2.33
6	2,29	2.33
7	2,22	2.33
8	2,29	2.32
9	2,29	2.32
10	2,26	2.33

Tabel 3. Data dengan kecepatan kipas angin 2

Sample	Kecepatan Angin * (m/s)	Kecepatan Anemometer Standard ** (m/s)
1	2.65	2.76
2	2.76	2.87
3	2.81	2.86
4	2.76	2.84
5	2.81	2.86
6	2.65	2.76
7	2.65	2.73
8	2.70	2.73
9	2.76	2.76
10	2.76	2.78

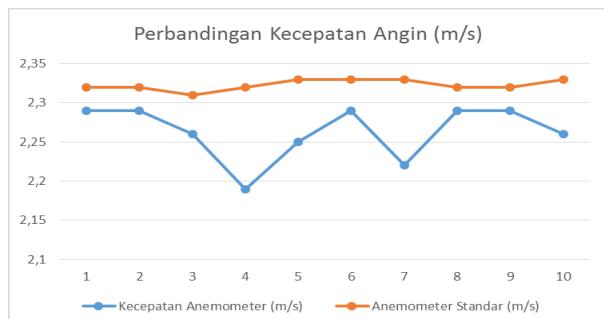
Tabel 4. Hasil perbandingan kecepatan 1

No	Kecepatan (m/s)	Standar (m/s)	Selisih	Kesalahan (%)
1	2,29	2,32	0,03	1,293
2	2,29	2,32	0,03	1,293
3	2,26	2,31	0,05	2,165
4	2,19	2,32	0,13	5,603
5	2,25	2,33	0,08	3,433
6	2,29	2,33	0,04	1,717
7	2,22	2,33	0,11	4,721
8	2,29	2,32	0,03	1,293
9	2,29	2,32	0,03	1,293
10	2,26	2,33	0,07	3,004
Rata-rata	2,263	2,323	0,06	2,582

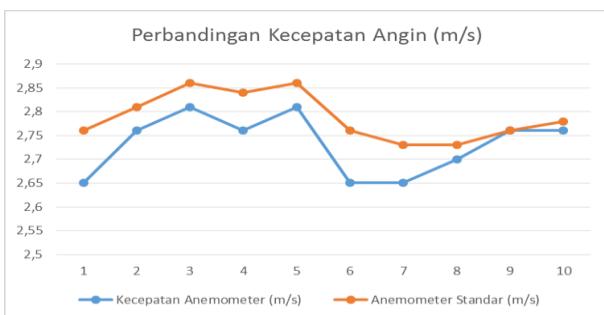
Tabel 5 . Hasil perbandingan kecepatan 2

No	Kecepatan (m/s)	Standar (m/s)	Selisih	Kesalahan (%)
1	2,65	2,76	0,11	3,986
2	2,76	2,81	0,05	1,779
3	2,81	2,86	0,05	1,748
4	2,76	2,84	0,08	2,817
5	2,81	2,86	0,05	1,748
6	2,65	2,76	0,11	3,986
7	2,65	2,73	0,08	2,930
8	2,7	2,73	0,03	1,099
9	2,76	2,76	0	0,000
10	2,76	2,78	0,02	0,719
Rata-rata	2,731	2,789	0,058	2,081

Dari kedua table diatas Tabel 6 didapat rata-rata selisih sebesar 0.06 dan persen kesalahan rata-rata 2.582% dengan anemometer standard. Dari Tabel 7 didapat rata-rata selisih sebesar 0.058 dan persen kesalahan sebesar 2,081%.



Grafik 1. Perbandingan kecepatan 1



Grafik 2. Perbandingan kecepatan 2

Tabel 6. Akurasi dan presisi kecepatan 1

Rata-rata (m/s)	Standard Deviasi	Presisi (%KV)	Akurasi (%R)
2,263	0,035	1,546	98,707
			98,707
			97,835
			94,397
			96,567
			98,283
			95,279
			98,707
			98,707
			96,996
Rata-rata			97,418

Tabel 7. Akurasi dan presisi kecepatan 2

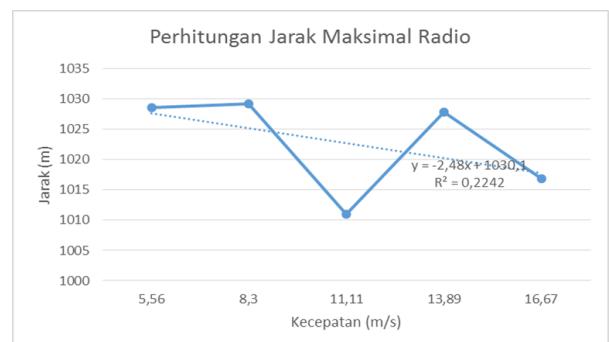
Rata-rata (m/s)	Standard Deviasi	Presisi (%KV)	Akurasi(%R)
2,731	0,046	1,684	96,014
			98,221
			98,252
			97,183
			98,252
			96,014
			97,070
			98,901
			100,000
			99,281
Rata-rata			97,919

Dari Tabel 8 diatas didapatkan keakurasiannya alat sebesar 97.418% , kepresisian sebesar 1.546% , dan standard deviasi sebesar 0.035. Pada Tabel 9 didapatkan keakurasiannya alat sebesar 97.919% , kepresisian alat sebesar 1.684 , dan standard deviasi sebesar 0.046. Perhitungan batas jarak radio dapat mengirimkan data. Pada alat yang dibuat data akan terkirim setiap 1 detik. Sehingga jumlah data menunjukkan waktu alat itu bekerja. Data yang di dapat seperti tabel berikut

Tabel 8. Data pengujian jarak

No	Kecepatan (m/s)	Waktu(s)*	Jarak (m)
1	5,56	185	1028,6
2	8,3	124	1029,2
3	11,11	91	1011,01
4	13,89	74	1027,86
5	16,67	61	1016,87

Dari tabel 8 diatas bisa didapatkan Grafik 3 seperti dibawah ini



Grafik 3. Jarak maksimal komunikasi radio

Dari Tabel 8 dan Grafik 3 menunjukkan bahwa jarak komunikasi radio berkisar \pm 1000 m atau 1 km.

Kesimpulan

Dari kegiatan penelitian didapatkan rancangan mekanik anemometer. Didapat juga rangkaian elektronika beserta sistem akuisisi data pada alat tersebut. Sistem akuisisi data ini dapat

menampilkan, memproses, dan menyimpan data. Anemometer yang dibuat juga menggunakan teknologi wireless dengan memanfaatkan radio telemetry.

Penghargaan

Pada bagian ini, nyatakan ucapan terima kasih kepada pihak ketiga selain pemakalah yang sangat berperan dalam penyusunan makalah. Selain itu, sumber pendanaan penelitian juga dapat disebutkan pada bagian ini.

Referensi

- [1] https://www.bukalapak.com/products?utf8=%E2%9C%93&source=navbar&from=omnisearch_h&&search_source=omnisearch_organic&search%5Bhashtag%5D=&search%5Bkeywords%5D=Combined+Wind+Sensor%5B
- [2] Pahl G.,Beitz W.. Engineering Design: A Systematic Approach, 2nd edition, Springer-Verlag 1996.
- [3] Riadi, Muhammad Sugeng. (2009). *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Generator Fluksi Aksial Putaran Rendah dengan Magnet Permanen untuk Turbin Angin Daya 1000 Watt*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- [4] Sewoyo T, Budiono, Setyawan WN, “Design of Data Acquisition-based Anemometer”, SNTTM XVII Univ Nusa Cendana Kupang Oktober 2018.
- [5] Hendaristyati, R Heni. (2018). *Rancang Bangun Komponen Mekanik Alat Percobaan Getaran Paksa*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Budiono. *Modul Praktikum Fisika UMM*. Laboratorium Fisika Fakultas Teknik UMM. 2017.
- [7] Nurfitriza, dkk. (2015). *Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler dengan Display PC*. Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.