

# RANCANG BANGUN MODEL CUP COUNTER ANEMOMETER SKALA LABORATORIUM SEBAGAI SALAH SATU SARANA PENDUKUNG PERINGATAN DINI BENCANA TANAH LONGSOR DI INDONESIA

**Nuryanti, Yuliadi Erdani, Andi Lesmana**  
Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135  
Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649  
Email: [nuryanti@polman-bandung.ac.id](mailto:nuryanti@polman-bandung.ac.id)

## Abstrak

Bencana tanah longsor yang banyak terjadi di tanah air memerlukan suatu system peringatan dini yang mencegah timbulnya banyak korban. Peringatan dini bencana (Early Warning System) membutuhkan sarana Stasiun Cuaca dan system pengiriman data parameter kondisi tanah sehingga dapat disimpulkan kondisi darurat bencananya. Angin merupakan salah satu parameter cuaca yang cukup signifikan dalam mempengaruhi kondisi cuaca seperti hujan. Sehingga peranan angin terhadap tanah longsor memiliki kontribusi yang jelas. Mengingat bahwa peralatan pengukur angin dan kecepatan angin masih banyak diimpor, maka diperlukan pengembangan peralatan tersebut dengan tujuan untuk penguasaan teknologi dan mengurangi ketergantungan impor. Makalah ini membahas tentang pengembangan peralatan pengukur kecepatan angin (anemometer) tipe *cup* atau mangkuk. Pembuatan anemometer mangkuk ini masih sebatas prototipe atau berskala laboratorium. Mangkuk yang digunakan berbentuk setengah lingkaran (*hemisphere*) dengan pemasangan sensor untuk penentu kecepatan dan arah angin berupa *rotary encoder* tipe E30S4-100-3-T-24 dengan mikrokontroler ATmega16A sebagai pusat pengolahan data yang hasilnya akan di tampilkan pada LCD 6x12. Hasil pengukuran dengan membandingkan instrumen anemometer tipe Lutron LM-81AM maka diperoleh rata-rata eror sebesar 0.048%.

**Kata kunci :** *cup anemometer, pengukur angin*

## 1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor yang banyak terjadi di tanah air memerlukan suatu system peringatan dini yang mencegah timbulnya banyak korban. Peringatan dini bencana (Early Warning System) membutuhkan sarana Stasiun Cuaca dan system pengiriman data parameter kondisi tanah sehingga dapat disimpulkan kondisi darurat bencananya. Komponen cuaca yang mengukur empat parameter yaitu curah hujan, kecepatan angin, temperature dan kelembaban memerlukan instrument anemometer sebagai pengukur kecepatan angin. Anemometer sebagai instrument pengukur kecepatan angin banyak menghadapi kendala ketidak pastian. Ketidakpastian tersebut akibat kondisi iklim, detail sensor yang digunakan, kalibrasi, dan

pengaruh pemasangannya pada tiang yang tinggi. Ada berbagai tipe anemometer antara lain tipe cup, tipe propeler dan tipe sonic. Tipe cup secara konvensional adalah terdiri dari 3 buah cup berbentuk setengah bola ( *hemisphere*) atau berbentuk kerucut yang dipasang pada rotor horisontal yang mengitari sebuah batang vertikal. Dari perputaran batang itu akan mengeluarkan sinyal untuk kemudian diolah. Sedangkan untuk tipe propeler atau tipe baling-baling dimana baling-baling tersebut dipasang pada sebuah rotor yang dipasang pada batang vertikal. Sedangkan tipe sonic yaitu anemometer yang tidak menggunakan konstruksi mekanik seperti halnya tipe cup maupun tipe propeler melainkan menggunakan rambatan gelombang ultrasonic berfrekuensi 100kHz. Dimana selisih waktu antara gelombang ultrasonic saat

dilepaskan dan saat dipantulkan kembali dikorelasikan terhadap kecepatan suara, jarak tempuh maka akan diperoleh kecepatan udara. Pada anemometer tipe cup memiliki kelebihan antara lain secara umum mampu untuk mendefinisikan kecepatan angin rata-rata sehingga dapat mengukur kecepatan angin lebih akurat. Tipe cup juga lebih robust dan secara ekonomis lebih murah dibandingkan dengan tipe yang lain. Cup anemometer dirancang untuk mengukur kecepatan angin yang datang pada arah horisontal. Maka jika kordinat sumbu adalah  $u, v, w$  maka laju angin yang diukur adalah  $\sqrt{u^2 + v^2}$ . Parameter kecepatan angin yang telah diperoleh ini akan diteruskan menjadi pulsa-pulsa digital yang dapat langsung dibaca pada keypad maupun dapat diteruskan ke PC dengan antarmuka Visual Basic.

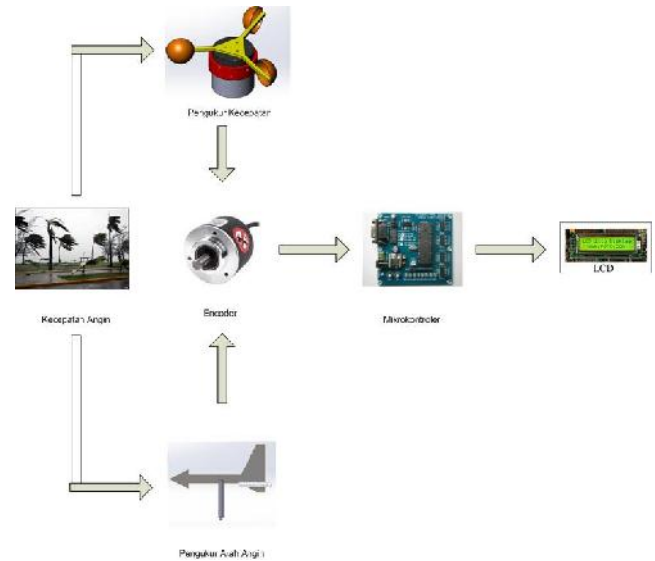
## 2. Metodologi Penelitian

Perancangan Sistem Pengukuran Kecepatan Angin dengan Anemometer tipe Cup

Pada arsitektur perancangan system pengukuran kecepatan angin terlihat bahwa anemometer ini terdiri dari dua buah benda yang berfungsi sebagai sensor yaitu cup anemometer dan sirip penunjuk arah angin yang mana keduanya di hubungkan dengan *rotary* encoder E30S4-100-3-T-24. *Input* gerakan berputar dari cup anemometer akan di rubah oleh *rotary* encoder menjadi serial pulsa. Sirip petunjuk arah angin akan menjadi *input* terhadap encoder yang selanjutnya gerak putar dari sirip tersebut akan dirubah menjadi serial pulsa. *Output* dari kedua encoder tadi akan di olah di mikrokontroler Atmega 16A dan di tampilkan di display, dimana gerakan cup anemometer akan di tampilkan sebagai kecepatan putar dengan satuan m/s dan gerakan sirip akan di tampilkan sebagai arah angin dengan satuan “°” (derajat).

Perancangan Cup Anemometer

Langkah awal perancangan anemometer ini adalah dengan terlebih dahulu membuat sketsa *cup* anemometer. Dalam penelitian ini sketsa yang di buat dengan menggunakan tiga buah *cup*. Tujuan pembuatan sketsa ini adalah untuk mempermudah proses pembuatan cup anemometer itu sendiri dan menentukan panjang jari-jari yang ideal.

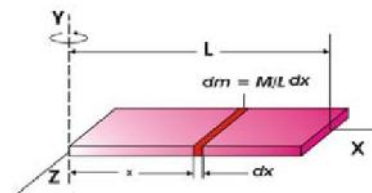


Gbr1. Arsitektur Sistem Pengukur Kecepatan angin

Perhitungan Momen Inersia

Perhitungan momen inersia ini adalah untuk melihat seberapa besar kemampuan alat ini untuk mempertahankan kelembamannya. Adapun rumus dari perhitungan momen inersia anemometer [3] ini adalah sebagai berikut :

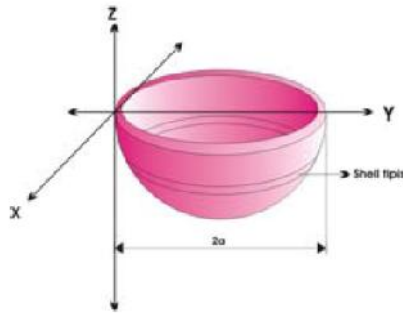
Inersia batang



Gbr2. Skematik batang

$$\begin{aligned}
 I_Y &= \int_0^L x^2 dm \\
 &= \int_0^L x^2 \rho b t dx \\
 &= \rho b t \int_0^L x^2 dx \\
 &= (\rho b t L) \frac{1}{3} L^2 \\
 &= \frac{1}{3} m L^2
 \end{aligned} \tag{1}$$

Inersia Cup



Gbr3. Skematik cup

$$I = \frac{2}{3} \int_0^{2a} r^2 \left( 2\pi r^2 dr \left( \frac{w}{g} \right) \right)$$

$$= \frac{4}{3} \pi \frac{w}{g} \int_0^{2a} r^4 dr$$

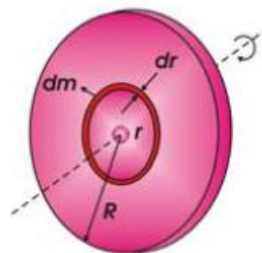
$$= \frac{4}{15} \pi \frac{w}{g} 32a^5$$

Dimana ;  $W = \frac{2}{5} \pi a^2 w$

Maka ;  $I = \frac{2w}{3g} 32a^2$

$$I = \frac{64}{3} ma^2 \tag{2}$$

Inersia Rotor

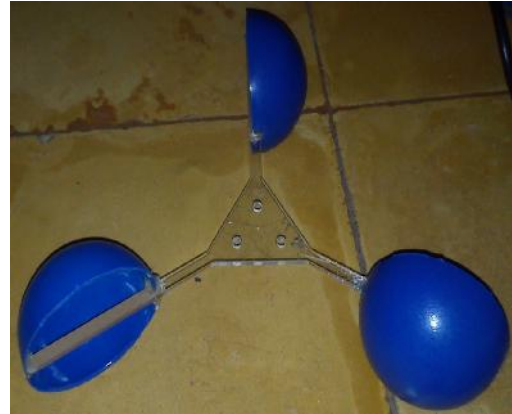


Gbr4. Skematik rotor

$$I_y = \int_0^L x^2 dm$$

$$= \int_0^L x^2 \rho b t dx$$

$$= \rho b t \frac{1}{3} L^3 = \frac{1}{3} mL^2 \tag{3}$$



Gbr4. Rancangan Cup Anemometer

Data spek anemometer yang telah dibangun adalah :

Jari-jari cup = a = 31 mm

Massa cup = 6.58 gr

Jari-jari batang = 86 mm

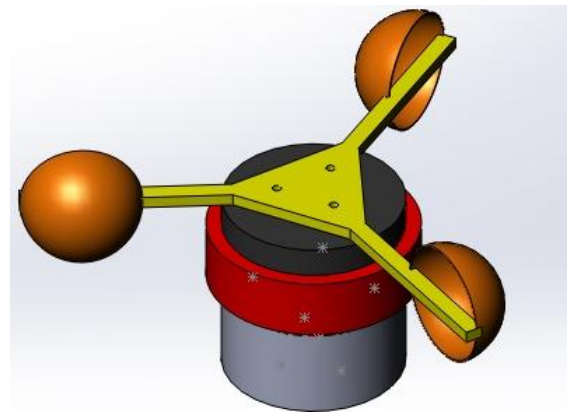
Massa batang akrilik = 72 gr

Sehingga Inersia keseluruhan adalah :

$$I = I_{batang} + I_{Cup} + I_{rotor} + I_{encoder}$$

$$I = 178 + 135 + 1353 + 20$$

$$I = 1686 \text{ gr cm}^2$$



Gbr6. Anemometer dan silinder rotary encoder

**Perancangan Rangkaian**

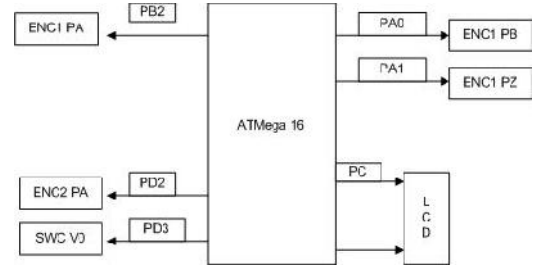
Terdapat beberapa rangkaian elektrik yang di gunakan dalam pembuatan anemometer cup, dimana rangkaian-rangkaian tersebut fungsinya masing-masing yang akan mendukung kinerja alat tersebut secara maksimal.

**Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 16**

Rangkaian ini merup akan rangkaian dasar mikrokontroler ATmega 16 dengan sistem reset,

indikator LED ON, dan *crystal clock* pembangkit frekuensi 12 MHz. *Input* mikrokontroler berasal dari dua buah *rotary encoder*. Dimana *encoder* pertama berfungsi sebagai sensor kecepatan angin dan *encoder* kedua berfungsi sebagai sensor arah angin. Untuk *encoder* pertama *output* A di hubungkan dengan PIND2 untuk INT0 pada pengukuran kecepatan angin. Dan untuk *encoder* kedua *Output* A di hubungkan dengan PINB2 untuk INT2, *output* B di hubungkan ke PINA0 untuk arah putaran CW, dan *output* Z dihubungkan ke PINA1 untuk arah putaran CCW. Selain itu LCD di hubungkan dengan PORTC.

Koneksi rangkaian mikrokontroler dan rangkaian lainnya dilakukan agar sistem berjalan dengan baik, dari koneksi rangkaian ini juga didapat konfigurasi port-port yang digunakan dalam proses inialisasi di dalam pemrograman mikrokontroler.

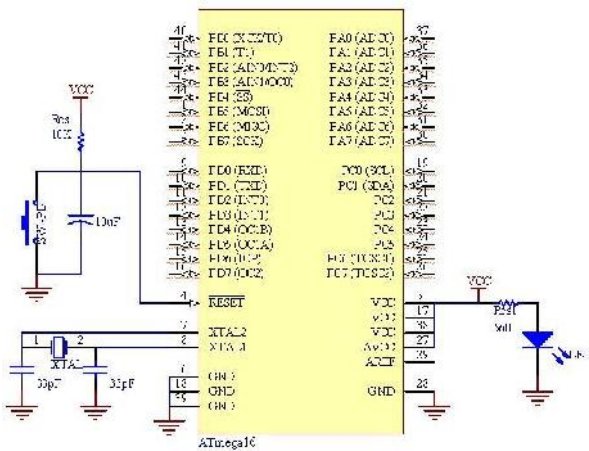


Gbr 8. Koneksi Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Encoder

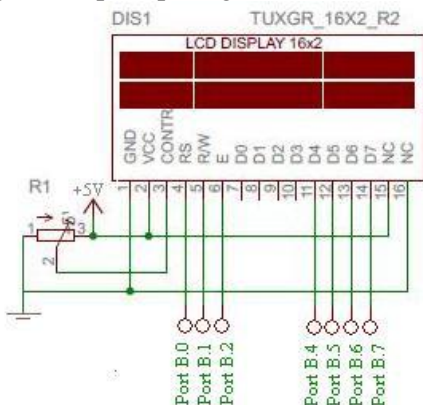
Pengujian encoder dilakukan dengan cara meniupkan angin pada cup Anemometer sehingga rotor anemometer berputar. Encoder mengubah gerakan putar rotor menjadi pulsa. Pulsa yang di hasilkan oleh encoder akan di tampilkan di display.



Gbr 7. Rangkaian Minimum Sistem ATmega 16

Rangkaian LCD

Rangkaian LCD dihubungkan dengan Port C mikrokontroler ATmega 16 dengan konfigurasi seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.5 Rangkaian LCD



Gbr 9. Pengujian kinerja encoder

Dari hasil pengujian di atas dapat di ketahui encoder sudah berjalan sesuai dengan fungsinya. Dan output dari encoder sebesar 5vdc.

Koneksi Rangkaian

### Data perbandingan dengan alat ukur lain

Kalibrasi alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana kepresisian alat ukur yang telah di buat. Proses kalibrasi di lakukan dengan cara meniupkan angin dari blower ke cup anemometer, dan membandingkan hasil pengukuran dari anemometer yang telah di buat dengan anemometer standar yang telah ada. Disini anemometer yang digunakan sebagai pembanding adalah anemometer lutron LM-81AM yang menggunakan baling-baling sebagai sensornya, memiliki ketelitian sebesar 0,1m/s. Berikut adalah data hasil kalibrasi pertama yang dilakukan pada cup anemometer.

Tabel 1. Data Perbandingan Pengukuran Cup Anemometer dan Anemometer lain

Cup Anemometer (m/s)	Lutron LM-81AM (m/s)	Selisih (m/s)
0,10	0,12	0,02
0,30	0,31	0,01
0,36	0,30	0,06
0,50	0,50	0,00
0,60	0,70	0,10
0,70	0,75	0,05
0,80	0,83	0,03
1,81	1,90	0,09
4,20	4,19	-0,01
7,60	7,70	0,10
7,62	7,70	0,08
<b>Rata-rata</b>		<b>0,048181818</b>

### 4. Kesimpulan

- Pengembangan ini telah menghasilkan suatu prototipe (skala lab) system pengukuran kecepatan angin tipe mangkuk (*cup*) dengan didukung perangkat elektronik mikrokontroler ATMega 16A. Prototipe ini mampu membaca kecepatan dan arah angin pada LCD
- Perbandingan data kecepatan angin dari anemometer skala laboratorium dan anemometer digital maka didapat rata-rata eror 0.48%

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan pendanaan

dalam skim Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri (BOPTN) pada penelitian ini.

### Bibliographi

- [1] Andi E.S., Ressa Mahardika, Perspektif Penelitian dan Pengembangan Kecuaan dan Keilkiman untuk Mendukung Langkah Ketahanan Pangan dan Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia. diakses pada tanggal 1-5-2014 dari: <http://www.opi.lipi.go.id/>
- [2] B. Maribo Pedersen, Troels Friis Pedersen, Helmut Klug, Nico van der Borg, Neil Kelley, Jan Ake dahlber, "Wind Speed Measurement And Use of Cup Anemometry," Glasgow, 1999.
- [3] BMKG, Tentang Meteorologi, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari: <http://www.meteojuanda.info>
- [4] Giancoli, Physics for Scientist and Engineers 4th, Upper Sandleriver: Prentice Hall, 2009.
- [5] Gilberto Fisch, 2010, Comparisons between aerovane and sonic anemometer wind measurements at Alcântara Launch Center, Journal of Aerospace Technology and Management, Vol. 2, no. 1.
- [6] Japan Meteorological Agency, Measurement of Wind Surface, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari: <http://www.jma.go.jp>
- [7] Sarjani, Iklim dan Cuaca, diakses pada tanggal 1-5-2014 dari: <http://sugengriyantomas3.files.wordpress.com>
- [8] S. H. Clark, "Investigation of the NRG 40 Anemometer Slowdown," chicago, 2009.