

# Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Pemantauan Kecepatan Dan Arah Angin Pada Stasiun Cuaca Portabel

1<sup>st</sup> Dundee Maula Adzka  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
dundeemaula@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Rizki Ardianto Piramadhi  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
rizkia@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Denny Darlis  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
ddarlis@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** - Seiring berkembangnya zaman, kebutuhan akan teknologi yang lebih canggih semakin bertambah, dan hal ini berlaku tidak hanya dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga dalam dunia militer. Dalam konteks ini, dibutuhkan perangkat yang dapat memberikan informasi cuaca yang akurat menjadi semakin vital, terutama dalam mendukung keberhasilan operasi militer, termasuk tugas yang diemban oleh penembak runduk.[1] Penelitian ini membahas stasiun cuaca portabel yang mampu mengukur dan merekam lima parameter cuaca utama, yaitu kecepatan angin, arah angin, tekanan udara, suhu, dan kelembaban. Dalam pengembangannya, digunakan teknologi sensor terbaru dan perangkat keras yang dirancang khusus untuk memastikan akurasi yang baik. Metodologi yang digunakan mencakup perancangan perangkat keras, kalibrasi sensor, dan pengujian untuk memastikan keandalan dan keakuratan data cuaca yang dihasilkan. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa stasiun cuaca portabel ini mampu menghadirkan data cuaca yang akurat dalam berbagai kondisi lingkungan dan cuaca, memungkinkan penembak runduk untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam melaksanakan tugas mereka. Selain itu, stasiun cuaca ini juga dirancang dengan mempertimbangkan portabilitas dan daya tahan yang cukup untuk operasi yang berkepanjangan. Hasilnya, perangkat ini dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam peralatan militer dan memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas tindakan militer.

**Kata kunci** : Stasiun cuaca portabel, Penembak runduk, Militer, Arah dan kecepatan angin

perlu mengetahui parameter cuaca agar mereka dapat menyelesaikan tugasnya, fungsi dari mengetahui parameter cuaca seperti suhu, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan dan arah angin agar mereka mengetahui kapan harus melepaskan tembakan sehingga penembak runduk sangat memerlukan informasi terkait faktor-faktor cuaca ketika sedang beroperasi [2]. Keberhasilan sebuah operasi militer seringkali tergantung pada kemampuan penembak runduk untuk memahami dan mengantisipasi perubahan cuaca, memerlukan informasi akurat mengenai arah angin untuk menentukan lintasan peluru, dan kecepatan angin untuk mengukur jarak dan presisi tembakan.

Kondisi cuaca yang berubah-ubah dan kompleks, terutama dalam operasi militer, menuntut keandalan tinggi dari perangkat yang digunakan untuk memantau parameter cuaca. Penelitian ini mengusung metodologi yang mencakup perancangan perangkat keras, kalibrasi sensor, dan pengujian lapangan. Perangkat keras dirancang dengan mempertimbangkan keakuratan, portabilitas, dan daya tahan yang memadai untuk operasi militer yang berkepanjangan. Kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan bahwa stasiun cuaca memberikan hasil yang akurat, dan pengujian lapangan dilakukan untuk menguji seberapa baik stasiun cuaca portabel dalam berbagai kondisi lapangan dan cuaca. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan stasiun cuaca portabel yang mampu memberikan data cuaca akurat, terutama terkait dengan arah dan kecepatan angin, guna mendukung tugas-tugas kritis dalam konteks militer.

## I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi perkembangan teknologi yang pesat, keberhasilan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam operasi militer, semakin bergantung pada keakuratan dan ketersediaan informasi cuaca. Cuaca dapat membantu sekaligus menghalangi penembak runduk dalam menjalankan tugasnya, seorang penembak runduk harus mengetahui bagaimana kondisi cuaca pada lokasi sekitar tempat mereka ditugaskan. Penembak runduk

## II. DASAR TEORI /MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

### A. Sensor Ultrasonik HC-SR04



GAMBAR 2.1  
Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip penggunaan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak atau mendeteksi objek. Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi di atas batas pendengaran manusia, yaitu di atas 20 kHz. Dalam konteks stasiun cuaca, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin. Sensor ini biasanya terdiri dari dua transduser ultrasonik: satu sebagai pemancar (transmitter) dan satu sebagai penerima (receiver). Pemancar menghasilkan gelombang ultrasonik yang dikirimkan ke objek atau medium udara yang akan diukur. Gelombang ini akan dipantulkan kembali ke penerima setelah memantul dari objek atau medium. Waktu yang diperlukan untuk gelombang kembali memberikan informasi tentang jarak atau perubahan posisi objek. Pada stasiun cuaca portabel, penggunaan sensor ultrasonik dalam mengukur kecepatan angin didasarkan pada perubahan waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan dipantulkan oleh partikel-partikel udara di sekitarnya. Selain itu, dengan menggunakan beberapa sensor ultrasonik yang diposisikan dengan cermat, arah angin juga dapat diestimasi berdasarkan perbandingan waktu tempuh gelombang dari berbagai arah.

#### B. Perancangan Alat

Perancangan alat stasiun cuaca portabel melibatkan pemilihan komponen-komponen yang sesuai dengan kebutuhan pengukuran kecepatan dan arah angin menggunakan. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam perancangan ini meliputi:

1. Menggunakan komponen yang dapat menghitung arah dan kecepatan angin tanpa menggunakan komponen yang bergerak, sehingga dipilihlah sensor ultrasonik yang memiliki tingkat akurasi yang baik, jangkauan pengukuran yang sesuai, dan respons cepat terhadap perubahan kecepatan dan arah angin.
2. Memastikan bahwa perangkat keras stasiun cuaca dapat terintegrasi dengan sensor-sensor lain, seperti suhu, tekanan udara, dan kelembaban, untuk memberikan data cuaca yang menyeluruh.
3. Menggunakan alat bantu yang digunakan dalam pengujian subsistem arah dan kecepatan angin

Alat berikut didesain seperti corong agar dapat memaksimalkan penangkapan angin sehingga sensor ultrasonik bisa membaca kecepatan angin dengan optimal.



GAMBAR 2.2  
Alat Bantu pada HC-SR04

#### C. Alternatif Solusi

TABEL 2.1  
Range Standar Deviasi dari Gambar

| Hal       | Solusi                                     |                                                                                                  |
|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Ultrasonik HC SR-04                        | Resistor Kapur dan Sensor Suhu                                                                   |
| Integrasi | Integrasi yang lebih mudah                 | Integrasi dapat menjadi lebih kompleks.                                                          |
| Gangguan  | Rentan terhadap gangguan benda di sekitar. | Ketertarikan pada kondisi cuaca tertentu.                                                        |
| Ketahanan | Tidak merusak medium yang diukur           | Resistor kapur dapat lebih rentan terhadap korosi atau kerusakan jika terpapar kelembaban tinggi |
| Biaya     | Biaya produksi yang lebih tinggi           | Biaya produksi yang tinggi                                                                       |

Berdasarkan perbandingan di atas, walaupun memiliki biaya produksi yang lebih tinggi, sensor ultrasonik memiliki kesesuaian yang lebih baik karena dapat diintegrasikan lebih mudah, tidak ketertarikan pada kondisi cuaca tertentu, serta tidak merusak medium yang diukur.

### III. PEMBAHASAN

#### A. Cara Kerja

Arah dan kecepatan angin mengandalkan implementasi 4 sensor ultrasonik yang ditempatkan pada stasiun cuaca. Sensor-sensor ini diletakkan pada arah utara, selatan, timur, dan barat. Fungsinya adalah mengukur data terkait arah serta kecepatan angin dari perspektif yang berbeda. Melalui integrasi data dari sensor-sensor ini, stasiun cuaca dapat memberikan informasi yang menyeluruh tentang kondisi angin di sekitar. Hal ini memungkinkan pengguna untuk membuat keputusan yang lebih informatif terkait aktivitas yang terpengaruh oleh kondisi cuaca.

Berikut adalah cara kerjanya:

1. *Transmitter* pada ultrasonik memancarkan gelombang.
2. Gelombang ini merambat melalui udara dan dipantulkan kembali oleh objek yang ada di jalurnya.
3. *Receiver* pada ultrasonik menerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan.
4. Sensor ultrasonik mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk pergi dan kembali.
5. Berikut merupakan rumus jarak:

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

s = Jarak

v = Kecepatan Suara (343 m/s)

t = Waktu

6. Sensor ultrasonik menggunakan waktu yang diukur untuk menghitung kecepatan angin. Kecepatan angin dihitung berdasarkan dengan cara, (timer tanpa angin – timer dengan angin)/10). Rumus tersebut sudah diolah dari rumus menghitung jarak menjadi kecepatan angin.

#### B. Langkah Pengujian

1. Mempersiapkan komponen yang diperlukan yaitu Arduino nano, sensor Ultrasonik, *LCD Display*, dan kabel jumper.
2. Hubungkan pin Trigger pada Ultrasonik menuju pin D4 pada Arduino nano menggunakan kabel jumper.
3. Hubungkan PIN Echo pada Ultrasonik menuju pin D5 pada Arduino nano menggunakan kabel jumper.
4. Menghubungkan pin GND pada GND mikrokontroler dan VCC pada 5V mikrokontroler Arduino nano.
5. Membuka aplikasi Arduino IDE untuk compile program agar bisa mengunggah program ke mikrokontroler.
6. Setelah program berhasil diunggah ke mikrokontroler selanjutnya memperhatikan *LCD Display* yang akan menampilkan hasil pembacaan kecepatan angin.
7. Melakukan perbandingan terhadap hasil pembacaan kecepatan angin menggunakan sensor Ultrasonik dengan alat uji anemometer untuk melihat apakah pembacaan yang dilakukan oleh sensor sudah sesuai dengan alat ukur acuan.
8. Melakukan pencatatan terkait hasil pembacaan dan melihat seberapa jauh perbandingan dari hasil pembacaan sensor.

#### C. Hasil Pengujian

| No      | Kecepatan Angin (Sensor Ultrasonik)(m/s) |             |           |           | Kecepatan Angin (Anemometer) (m/s) |
|---------|------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|------------------------------------|
|         | Uta<br>ra                                | Selat<br>an | Bar<br>at | Tim<br>ur |                                    |
|         | Level 0                                  |             |           |           |                                    |
| 1       | 0.1                                      | 0,29        | 0.1       | 0.4       | 0                                  |
| 2       | 0.1                                      | 0,29        | 0.1       | 0.4       | 0                                  |
| 3       | 0.1                                      | 0,29        | 0.1       | 0.4       | 0                                  |
| 4       | 0.1                                      | 0,29        | 0.1       | 0.4       | 0                                  |
| 5       | 0.1                                      | 0,29        | 0.1       | 0.4       | 0                                  |
| Level 1 |                                          |             |           |           |                                    |
| 1       | 2,6<br>0                                 | 2,39        | 2.1       | 2,5       | 4,0                                |
| 2       | 2,6<br>0                                 | 2,29        | 2.1       | 2,5       | 4,0                                |
| 3       | 2,6<br>0                                 | 1,69        | 2.1       | 2,5       | 4,0                                |
| 4       | 2,6<br>0                                 | 2,29        | 1.1       | 2,5       | 4,0                                |
| 5       | 2,6<br>0                                 | 2,29        | 2.1       | 2,5       | 4,0                                |
| Level 2 |                                          |             |           |           |                                    |
| 1       | 4,8<br>0                                 | 3,79        | 3,1       | 4,2       | 7,6                                |
| 2       | 2,8<br>0                                 | 4,39        | 4,1       | 4,1       | 7,6                                |
| 3       | 3,6<br>0                                 | 4,39        | 4,1       | 4,2       | 7,6                                |
| 4       | 4,6<br>0                                 | 4,39        | 3,1       | 4,2       | 7,6                                |
| 5       | 2,8<br>0                                 | 4,39        | 3,1       | 4,2       | 7,6                                |

TABEL 3.1  
Pengujian Sensor Ultrasonik

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{x - y}{y} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{2,241 - 3,773}{3,773} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{-1,532}{3,773} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = -0,406 \times 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = 40,6\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 100\% - 40,6\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 59,4\%$$

GAMBAR 3.1  
Nilai Keakuratan Arah Utara

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{x - y}{y} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{2,25 - 3,85}{3,85} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{-1,6}{3,773} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = -0,415 \times 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = 41,5\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 100\% - 40,6\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 58,5\%$$

GAMBAR 3.2  
Nilai Keakuratan Arah Selatan

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{x - y}{y} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{2,06 - 4,50}{4,50} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{-2,44}{4,50} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = -0,542 \times 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = 54,2\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 100\% - 54,2\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 45,8\%$$

GAMBAR 3.1  
Nilai Keakuratan Arah Barat

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{x - y}{y} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{2,36 - 3,86}{3,86} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = \frac{-1,5}{4,50} 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = -0,38 \times 100\%$$

$$\text{Nilai Kesalahan} = 38\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 100\% - 38\%$$

$$\text{Nilai Keakuratan} = 62\%$$

GAMBAR 3.1  
Nilai Keakuratan Arah Timur

Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat dilihat bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara sensor ultrasonik dengan anemometer, bahkan dengan sesama sensor ultrasoniknya. Pada bagian utara level 0, 1, dan 2 berturut-turut rata-rata kecepatan yang didapat adalah 0,404m/s, 2,60m/s, dan 7,34m/s. Pada bagian selatan level 0, 1, dan 2 berturut-turut rata-rata kecepatan yang didapat adalah 0,29m/s, 2,19m/s, dan 4,27 m/s. Pada bagian barat level 0, 1, dan 2 berturut-turut rata-rata kecepatan yang didapat adalah 0,1m/s, 1,9m/s, dan 4,18 m/s. Pada bagian timur level 0, 1, dan 2 berturut-turut rata-rata kecepatan yang didapat adalah 0,4m/s, 2,5m/s, dan 4,18 m/s. Hasil ini sangat berbeda dengan kecepatan yang dihitung oleh anemometer yaitu 0m/s, 4m/s, dan 7,6 m/s.

#### IV. KESIMPULAN

Mengacu pada pengujian yang telah dilakukan, stasiun cuaca portabel dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan perbedaan signifikan dalam pengukuran kecepatan angin dibandingkan dengan anemometer digital. Pada berbagai level kecepatan angin dan arah mata angin, sensor ultrasonik memberikan hasil yang berbeda yang dapat mengakibatkan ketidakakuratan dalam pengukuran cuaca. Meskipun integrasi sensor suhu dan resistor kapur pada anemometer dapat menjadi solusi alternatif, namun pendekatan ini juga memiliki kelemahan terkait kompleksitas integrasi dan ketahanan alat terhadap lingkungan yang lembap. Oleh karena itu, dalam konteks pemantauan kecepatan angin, sensor ultrasonik HC-SR04 masih dianggap sebagai solusi yang lebih mudah diintegrasikan. Dalam meningkatkan desain stasiun cuaca portabel, diperlukan penelitian dan pengembangan teknologi lebih lanjut. Hal ini penting guna mencapai tingkat akurasi dan yang baik serta optimal dalam mengukur kondisi cuaca.

## REFERENSI

- [1] Yurechko. J, "The Importance of Global Weather Forecasts for U.S. Military and Civil Agency Missions", 28 Oktober 2021. [Online]. Available: The importance of global weather forecasts for U.S. Military and Civil Agency missions- Spire : Global Data and Analytics. [Accessed 01 February 2024]
- [2] U.S. Army Reserve, "Battlefield Weather Effects", Departement of The Army, 23 Desember 1992. [Online]. Available: Battlefield Weather Effects (bits.de). [Accessed 01 February 2024]

