



Aplikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Guna Mendeteksi Jarak Penumpang Kereta Api di *Era New Normal*

Maulidah Nur R.¹, Ivonne Fresha A.¹, Rizky Dian A.¹
 Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Corresponding author: maulidahnurrizka@gmail.com

Abstrak. Kasus pertama penularan COVID-19 di Indonesia terjadi awal bulan Maret 2020. Hingga kini, pandemi COVID-19 telah menyebabkan sekitar 500 ribu orang tertular. Penyebaran COVID-19 di Indonesia menimbulkan dampak negatif di berbagai sektor, salah satunya di sektor transportasi. Penggunaan moda transportasi kereta api menjadi solusi bagi masyarakat dalam melakukan mobilitas. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2020) mencatat jumlah penumpang kereta api di Jawa sepanjang Agustus 2020 sebanyak 12,7 juta orang [1]. Tingginya aktifitas masyarakat dan kebutuhan sarana transportasi kereta api di tengah pandemi COVID-19 mengharuskan pemerintah untuk lebih ketat dalam menerapkan protokol kesehatan. Kebijakan protokol kesehatan tersebut berupa *social distancing* dan penerapan jumlah kapasitas maksimum pada kereta api. Namun dalam pelaksanaan operasional kereta api masih banyak masyarakat yang mengabaikan kebijakan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sebuah teknologi sistem deteksi jarak penumpang agar pelaksanaan kebijakan *social distancing* dapat berjalan dengan baik. Pengembangan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai teknologi deteksi jarak antar penumpang di kereta api dapat menjadi solusi dalam mendukung kebijakan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai teknologi deteksi, mengetahui jangkauan jarak deteksi sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mendeteksi jarak antar penumpang di kereta api dan sejauh mana inovasi ini mampu mengatasi permasalahan transportasi di *era new normal*. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literature dan studi eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inovasi ini mampu mendukung peningkatan protokol kesehatan sehingga dapat meminimalisasi terjadinya penyebaran virus COVID-19 melalui pengembangan teknologi sistem deteksi jarak penumpang berbasis sensor ultrasonik.

1. Pendahuluan

Salah satu kebijakan pemerintah guna menekan angka pertambahan kasus pasien COVID-19 yaitu dengan menjalankan *social distancing* dalam setiap aktifitas masyarakat. Jaga jarak setidaknya 2 meter jika harus berinteraksi social [2]. Aktifitas masyarakat yang terus berlangsung serta mobilisasi yang tidak dapat dihindarkan membuat kebutuhan akan transportasi terus meningkat. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2020) mencatat jumlah penumpang kereta api di Jawa sepanjang Agustus 2020 sebanyak 12,7 juta orang [1]. Angka ini naik sebesar 3,73 persen dibanding bulan sebelumnya. Jumlah penumpang kereta api yang terus meningkat dikhawatirkan dapat menjadi klaster terbaru dalam penyebaran virus COVID-19 ini. Kebijakan serta berbagai upaya pemerintah untuk menekan angka penyebaran virus COVID-19 sering tidak sejalan dengan perilaku masyarakat yang menganggap sebelah mata. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi dan perancangan manajemen infrastruktur transportasi agar bersinergi meminimalisir menyebarnya bahaya COVID-19. Perancangan dan pengembangan teknologi dalam bidang transportasi perlu dilakukan, mengingat kenaikan jumlah penumpang kereta api terus terjadi seiring dengan kembalinya aktifitas normal masyarakat.

2. Metode Penelitian

2.1. Materi

2.1.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya [3]. Sensor ini terdiri dari dua bagian pokok, yakni *transmitter*

dan *receiver*. *Transmitter* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. *Receiver* berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda.

2.2. Metode

Dalam penelitian ini digunakan metode studi literatur dan eksperimental. Setelah mencari referensi tentang permasalahan transportasi kereta api selama pandemi, dilakukan pengumpulan data dari berbagai referensi seperti hasil penelitian, jurnal, buku, dan sebagainya. Dari data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan uji coba pembuatan sensor ultrasonik, perhitungan data dan penyusunan karya ilmiah.

3. Hasil dan Diskusi

Mengatur tegangan positif pada pin Trigger selama 10 μ S, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz [3]. Saat gelombang suara ini menabrak objek atau apapun yang ada didepannya gelombang akan dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver* yang kemudian membangkitkan sinyal deteksi di pin keluaran modul. Waktu yang ditempuh oleh gelombang adalah selang waktu dari pemancaran signal hingga gelombang signal ditangkap kembali oleh *receiver*.

Skema sistem bekerja dimana sensor dapat mendeteksi jarak aman sejauh yang diinginkan, dengan mengirimkan signal yang akan diterima prosesor. Apabila melewati batas aman yang ditentukan sensor akan mengirimkan signal kepada prosesor sehingga *buzzer* akan berbunyi. Perancangan sensor ultrasonik akan di letakkan pada *seat* gerbong kereta api. Skematik komunikasi sensor dengan arduino yaitu saat Pin TX (Echo) pada sensor sebagai pengirim signal dihubungkan pada pin 13, sementara pin RX (Trig) sebagai penerima signal dihubungkan pada pin 12 di papan Arduino. Tegangan kerja sensor sebesar 5V disuplai dari papan arduino. Program tersebut terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

1. Deklarasi Variabel dan pendefinisian pin untuk menyatakan variabel-variabel apa saja yang akan digunakan dalam pemrograman berikut tipe data dan nilai awalnya. Port yang digunakan pada pin Intel Edison Arduino Breakout untuk terhubung dengan sensor ultrasonik adalah pin 9 dan pin 10, sementara untuk port yang terhubung dengan pin lampu adalah pin 13 dan port yang terhubung dengan *pinBuzzer* adalah pin 12. Dapat dilihat pada Gambar 1.

```
const int trigPin = 10;
const int echoPin = 9;
const int pinBuzzer = 12;
int lampu = 13 ;
```

Gambar 1. Sintak perintah menentukan penggunaan port pada arduino-uno

2. Setup Tahapan ini berfungsi sebagai inisiator program agar dapat berjalan pada fungsi loop utama dan fungsi lainnya. Jika program dijalankan, maka sketch dalam fungsi setup akan berjalan sebanyak satu kali . Dapat dilihat pada Gambar 2.

```
Serial.begin(9600);|
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
pinMode(lampu, OUTPUT);
pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
```

Gambar 2. Sintak perintah *setup* pada arduino-uno

Sketch diatas memulai dan menetapkan pin intel edison yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk pin trigger sebagai output dan pin echo sebagai *input* , pin led sebagai *output*, serta pin *Buzzer* sebagai *output*, komunikasi serial intel edison dengan komputer dengan kecepatan 9600 bps.

3. Fungsi Loop Utama (void loop()) akan mengeksekusi perintah secara berulang. Menyatakan durasi sisi *transmitter* dan *receiver* dalam proses kinerja ultrasonik serta mendefinisikan durasi dalam proses pendeteksian benda oleh sensor ultrasonik. Dapat dilihat pada Gambar 3.

```
pinMode(trigPin, OUTPUT);
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
pinMode(echoPin, INPUT);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
```

Gambar 3. Sintak perintah *loop* utama pada arduino-uno

Menyatakan cara kerja lampu dan *buzzer* dalam memproses jarak dari sensor ultrasonik. Dapat dilihat pada Gambar 4.

```
if(cm > 0 && cm <100){
digitalWrite(lampu,HIGH) ;
digitalWrite(pinBuzzer, HIGH); //buzzer bunyi dengan delay
delay(500); //delay 200 milisecond
digitalWrite(pinBuzzer, LOW); //buzzer mati dengan delay
delay(500);
else{
digitalWrite(lampu,LOW) ;
```

Gambar 4. Sintak perintah *If* pada arduino-uno

Proses menentukan jarak dari perbedaan signal pengiriman dan penerimaan kembali menggunakan persamaan berikut [4]:

$$D = \frac{(HLT) \times (SS)}{2} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

- D = Jarak (meter)
- HLT = *High Level Time* (s)
- SS = *Speed of Sound* (340 m/s)

Akurasi adalah suatu sistem tingkat kedekatan pengukuran kuantitas terhadap nilai yang sebenarnya. Sedangkan presisi adalah sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah mendapatkan hasil yang sama. Dalam menghitung akurasi dan presisi jarak pada sensor ultrasonik menggunakan persamaan sebagai berikut :

Sebelum menentukan nilai akurasi, hitung koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

- r = Koefisien korelasi
- X_i = Rata-rata jarak percobaan (cm)
- Y_i = Jarak standart menggunakan meteran (cm)

Hasil akurasi diperoleh dari nilai korelasi hubungan nilai jarak standar sebagai inputan alat dengan jarak yang terukur pada alat. Besarnya nilai akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$\text{Akurasi} = r \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Setelah nilai akurasi didapatkan, kemudian menghitung presisi sensor ultrasonik menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$\text{presisi} = 100\% - KV \dots\dots\dots (4)$$

Error presisi dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KV = \frac{SD \times 100}{\bar{x}} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

- KV = Error presisi
- SD = Standar deviasi

Untuk mengetahui karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan pengujian perbandingan antara jarak nilai standar dengan jarak hasil perhitungan dari output sensor. Jarak nilai standar merupakan jarak hasil pengukuran menggunakan alat ukur jarak berupa meteran gulung sedangkan jarak sensor merupakan jarak hasil perhitungan menggunakan sensor ultrasonik. Dapat dilihat pada Tabel 1. Variabel X merupakan data jarak rata-rata sensor (S) dan Variabel Y merupakan jarak nilai standar (Ss).

Tabel 1. Hasil *trial error* presisi jarak pada sensor ultrasonik

No	Ss	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	\bar{X}	X_{max}	X_{min}	Δ
	(cm)														
1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
2	20	20	20	19	19	19	20	19	19	20	19	19,4	20	19	1
3	30	30	29	29	29	29	29	28	29	29	28	28,9	30	28	2
4	40	40	39	38	38	39	38	38	38	39	38	38,5	40	38	2
5	50	50	48	48	48	48	47	48	48	47	47	47,9	50	47	3
6	60	59	58	57	59	58	58	58	58	58	58	58,1	60	57	3
7	70	69	68	67	67	68	68	70	70	67	68	68,2	70	67	3
8	80	78	79	81	78	77	78	79	77	77	77	78,1	81	77	4
9	90	88	87	88	89	87	88	91	87	88	87	88	91	87	4
10	100	98	99	97	98	98	99	99	99	98	99	98,4	100	97	3

Untuk menentukan nilai persentasi presisi sensor ultrasonik dihitung menggunakan persamaan (4) dimana, error presisi (kv) adalah suatu ketidakmampuan sensor ultrasonik dalam menunjukkan hasil yang sama pada kondisi yang serupa. Error presisi (kv) dihitung menggunakan persamaan (5). Maka dari itu, error presisi (kv) dari prototipe alat adalah 2,4%. Sehingga, nilai persentasi presisi prototipe alat adalah 97,6%.

Pada tahap selanjutnya untuk akurasi prototipe sensor ultrasonik dalam menentukan jarak aman pada kereta api dapat dilihat pada **Tabel 3.2**. Variabel X merupakan data jarak mean sensor (S) dan Variabel Y merupakan jarak nilai standar (Ss).

Tabel 2. Hasil *trial* akurasi jarak pada sensor ultrasonik

No	X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	10	10	100	100	100
2	19,4	20	376,36	400	388



3	28,9	30	835,21	900	867
4	38,5	40	1482,25	1600	1540
5	47,9	50	2294,41	2500	2395
6	58,1	60	3375,61	3600	3486
7	68,2	70	4651,24	4900	4774
8	78,1	80	6099,61	6400	6248
9	88	90	7744	8100	7920
10	98,4	100	9682,56	10000	9840
Jumlah	437,1	450	26958,69	28500	27718

Untuk menghitung persentasi akurasi prototipe sensor ultrasonik dalam menentukan jarak aman pada kereta api menggunakan persamaan (3) dimana, koefisien korelasi (r) dihitung menggunakan persamaan (2). Maka dari itu koefisien korelasi (r) yang didapat adalah 0.99. Sehingga, persentasi akurasi dari pengujian prototipe alat bantu parkir mobil adalah 99%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Prototipe sensor ultrasonik untuk mengetahui jarak aman antar penumpang kereta api telah berhasil dibuat.
- 2) Karakteristik sensor ultrasonik memiliki hasil pengukuran error presisi sebesar 97,6%. Hal ini menandakan bahwa sensor ultrasonik dapat memberikan hasil yang hampir tepat dalam pengukuran berulang.
- 3) Hasil pengujian prototipe sensor ultrasonik dalam menentukan jarak aman antar penumpang kereta api didapatkan nilai akurasi sebesar 99 %. Hal ini menandakan bahwa sensor ultrasonik akurat dalam pengukuran jarak aman.
- 4) Prototipe ini juga dapat dikembangkan dan digunakan dalam menentukan jarak antrean pada stasiun kereta api.

5. Referensi

Web:

[1]BPS, 2020, Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2020

Buku:

[2]Tim Pos Kesehatan KBRI Washington DC. 2020. Buku Saku COVID-19

[3]Santoso, H. 2015. Panduan Praktis Arduino untuk Pemula

Artikel Jurnal yang Ditinjau Sejawat:

[4]Chobir, A. Andang, A. Hiron, N: Sistem Deteksi Elevasi Permukaan Air Sungai Dengan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino, Jurnal Siliwangi, Vol.3, No.1, 2017.

[5]Stevano, P. Abdullah R : Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino, Jurnal Einstein Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisik