

Analisis Pengukuran Jarak Objek Dengan Sensor Ultrasonik(Hc-Sr04) Untuk Berbagai Bentuk Objek

Mohammad Avin Annabil ¹
Safhira Aulia Nurazizah ¹,
Zainatul Khasanah ¹,
Risqillah Ayu Puspita ¹

AFILIASI :

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan, Universitas
Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan
Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa
Timur 68121

KORESPONDENSI:

Nama: Mohammad Avin Annabil ¹
Email:
211810201079@mail.unej.ac.id
Tel : -

KATA KUNCI:

Bentuk Object, Frekuensi, Jarak,
Ultrasonik, HC-SR04 .

JEI

<https://journal.unej.ac.id/JEI>
jei@unej.ac.id
FMIPA UNIVERSITAS JEMBER
ISSN:3032 3398

ABSTRAK

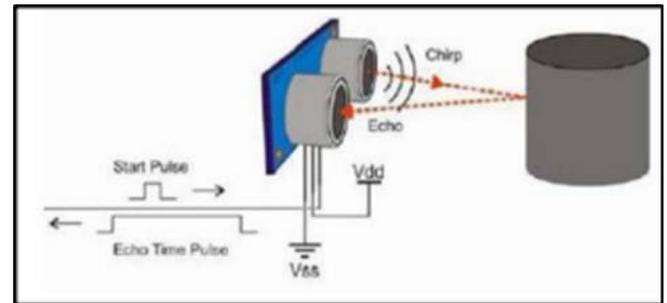
Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk objek terhadap jarak dan frekuensi pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dan seberapa jauh jarak objek yang ditangkap oleh sensor. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan analisis data. Metode ini digunakan untuk mempermudah memperoleh data. Percobaan ini dilakukan dengan memvariasi jarak 10 cm dengan rintangan (object) yang berbeda ukuran dari sensor hingga benda tidak bisa terdeteksi oleh sensor. Data yang diperoleh berupa jarak yang terhitung dan nilai frekuensi. Data ini kemudian diolah menggunakan ms excel. Hasil yang didapatkan yaitu berupa grafik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa jarak objek berpengaruh terhadap frekuensi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Semakin jauh jarak objek, maka frekuensi yang dihasilkan semakin rendah. Variasi bentuk objek juga berpengaruh terhadap frekuensi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Objek yang memiliki bentuk kotak akan menghasilkan frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan objek yang memiliki bentuk bulat. Penelitian ini memberikan informasi tentang pengaruh jarak dan variasi bentuk objek terhadap frekuensi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Informasi ini dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Nilai eror rata – rata terbesar didapatkan yaitu 0,13%, yaitu pada percobaan dengan menggunakan objek bola dengan diameter 2,5 cm. Nilai eror rata -rata terkecil didapatkan yaitu 0,01%, yaitu pada percobaan dengan menggunakan objek kotak dengan ukuran 2x3 cm

PENDAHULUAN

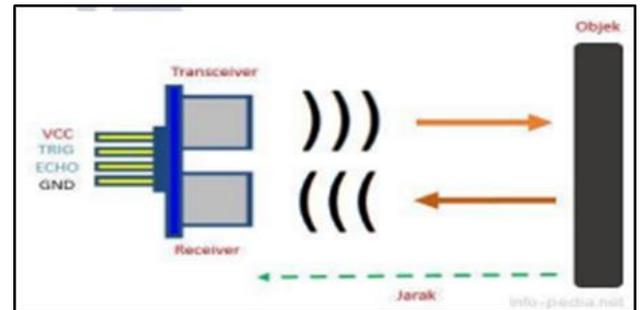
Sensor ultrasonik bekerja berbasis pada perambatan gelombang mekanik. Gelombang suara para frekuensi diatas daerah yang dapat didengar manusia dipancarkan, kemudian gelombang yang terpantul diolah sehingga eksistensi objek pada jarak tertentu dapat dikenali [1]. Gelombang suara yang dipancarkan diatas frekuensi 20k Hz, diatas ambang batas pendengaran manusia, sehingga tidak terdengar. Gelombang ini merambat melalui material, baik padat, cair ataupun gas, dan dapat juga dipantulkan oleh permukaan benda. Akan tetapi secara umum gelombang ini akan teredam didalam tekstil dan busa [3].

Sensor ini memiliki 4 pin yaitu VCC, Trigger, Echo, dan Gnd. VCC sebagai sumber tegangan positif sensor, sedangkan pin Gnd sebagai sumber tegangan negatif sensor. Pin Trigger yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik, kemudian sinyal pantul yang dihasilkan dideteksi oleh pin Echo [4]. Gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek akan menggetarkan diafragma pada bagian penerima, selanjutnya dengan piezoelektrik getaran mekanik diubah menjadi gejala kelistrikan dengan frekuensi yang sama. Perbedaan gelombang yang dipancarkan dengan gelombang yang diterima diolah sehingga jarak objek yang memantulkan dapat dikenali [4]. Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat prinsip dari sensor ultrasonik pada gambar 1,

Amplitudo gelombang listrik yang dibangkitkan pada bagian penerima tergantung pada posisi objek [6]. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini bekerja dengan mengirimkan pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, kemudian dapat memantulkan pulsa echo kembali, dan menghitung waktu yang diambil dalam mikrodetik [7]. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 1. Prinsip Sensor Ultrasonik



Gambar 2 Prinsip Pemantulan Ultrasonik

Akurasi sensor tergantung pada jarak objek dan bentuk yang dievaluasi. Secara umum semakin dekat jarak objek kesalahan pembacaan posisi objek semakin besar. Seperti ditunjukkan pada [2] error terbesar ditemukan 14% dengan akurasi 86% pada pengujian jarak 50 cm. Pada jarak 400 cm, tidak ditemukan nilai error karena nilai pembacaan pada sensor sama dengan nilai jarak sebenarnya. Semakin jauh jarak uji yang diberikan, maka nilai akurasi sensor semakin besar. Bentuk permukaan objek juga mempengaruhi. Ada kemungkinan pada saat objek dekat maka bidang pantul akan semakin detail, sehingga permukaan yang tidak rata dan posisi yang tidak sejajar dengan arah rambat gelombang mempengaruhi pembacaan. Dalam eksperimen dilakukan pengukuran jarak dan variasi bentuk objek. Variasi bentuk objek yang digunakan adalah kotak dan lingkaran. Jarak pengukuran yang digunakan yaitu kelipatan 10cm, dimulai dari 10cm hingga sensor tidak dapat mendeteksi objek

METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk objek terhadap jarak dan frekuensi pembacaan



sensor ultrasonik HC-SR04 dan seberapa jauh jarak objek yang ditangkap oleh sensor

Metode yang digunakan adalah metode analisis data dan metode eksperimen. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengambilan data. Alat dan bahan yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04, project board, arduino uno R3, kabel jumper, benda berbentuk kotak dan bola (menggunakan plastisim). Prosedur percobaan yang digunakan yaitu, disiapkan sensor ultrasonik, kabel jumper, project board, arduino, dan perangkat lunak untuk mengumpulkan data. Sensor ultrasonik adalah sensor yang menggunakan gelombang suara untuk mendeteksi objek. Arduino adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengendalikan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dihubungkan ke arduino uno. Sensor ultrasonik (HC-SR04) biasanya memiliki 4 pin (VCC, pin GND, pin Trigger, dan pin Echo). Pin VCC sensor ultrasonik dihubungkan ke pin VCC arduino. Pin GND sensor ultrasonik dihubungkan ke pin GND arduino. Pin Trigger sensor ultrasonik dihubungkan ke pin 8 arduino dan pin Echo ke pin 9 arduino. Arduino dihubungkan ke komputer. Jarak diatur antara sensor ultrasonik dan target. Jarak yang terbaca dicatat pada sensor dengan frekuensi yang dibutuhkan sinyal untuk kembali dari target. Diulangi dengan jarak yang divariasi 10 cm dengan menggunakan object kotak dan lingkaran. Percobaan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

Pada eksperimen terdapat tiga variabel penelitian, yakni variabel bebas, terikat, dan kontrol. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (variabel terikat).

Variabel bebas pada eksperimen kali ini adalah jarak yang terukur, dan bentuk benda. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi, akibat adanya variabel bebas. Variabel terikat pada eksperimen kali ini adalah frekuensi dan jarak yang terbaca

Analisis data yang digunakan adalah yaitu dengan mengatur jarak sensor ultrasonik dari

taget menggunakan object yang berbeda. Akan didapatkan nilai jarak pada dan frekuensi yang berbeda. Setelah itu, kita bisa menghitung waktu atau periode pada sensor ultrasonik. Berikut cara untuk menghitung waktu, panjang gelombang, dan cepat rambat gelombang :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{t}{n} \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{t} = \frac{n}{t} \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = v \cdot T \quad (3)$$

$$v = \frac{s}{t} \quad (4)$$

$$error = \frac{\text{jarak terhitung(terbaca)} - \text{Jarak terukur}}{\text{jarak terukur}} \quad (5)$$

$$Akurasi = 100 - error \quad (6)$$

Metode yang digunakan pada project kami ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen yang dilakukan yaitu melakukan percobaan secara langsung dengan mendisain rancangan eksperimen terlebih dahulu. Data percobaan yang akan divariasi adalah jarak dan object . Jarak yang terukur dan object bentuk benda merupakan input yang akan kami gunakan. Output yang dihasilkan berupa jarak yang terhitung pada sensor ultrasonik dan frekuensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari percobaan pada eksperimen kali ini yaitu, dengan dua input dan dua output menggunakan sensor ultrasonik. Objek berbentuk bola yang diukur memiliki diameter 2,5 cm dan 3,5 cm, sedangkan objek berbentuk kotak yang diukur memiliki panjang 2 cm dan 4 cm dengan lebar masing-masing 3 cm. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa bentuk dan ukuran dapat mempengaruhi hasil pengukuran frekuensi dan waktu sensor dalam mendeteksi objek. Objek bentuk kotak dengan 4x3 cm memiliki hasil pengukuran waktu dan frekuensi lebih besar dibandingkan dengan objek kotak dengan ukuran 2x3 cm, begitu juga dengan objek bentuk bola dengan ukuran 3,5 cm dan 2,5 cm. Berdasarkan bentuknya, objek dengan bentuk kotak memiliki hasil pengukuran waktu dan frekuensi yang lebih besar dibandingkan

dengan objek dengan bentuk lingkaran, hal ini disebabkan karena objek kotak memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan objek yang berbentuk lingkaran

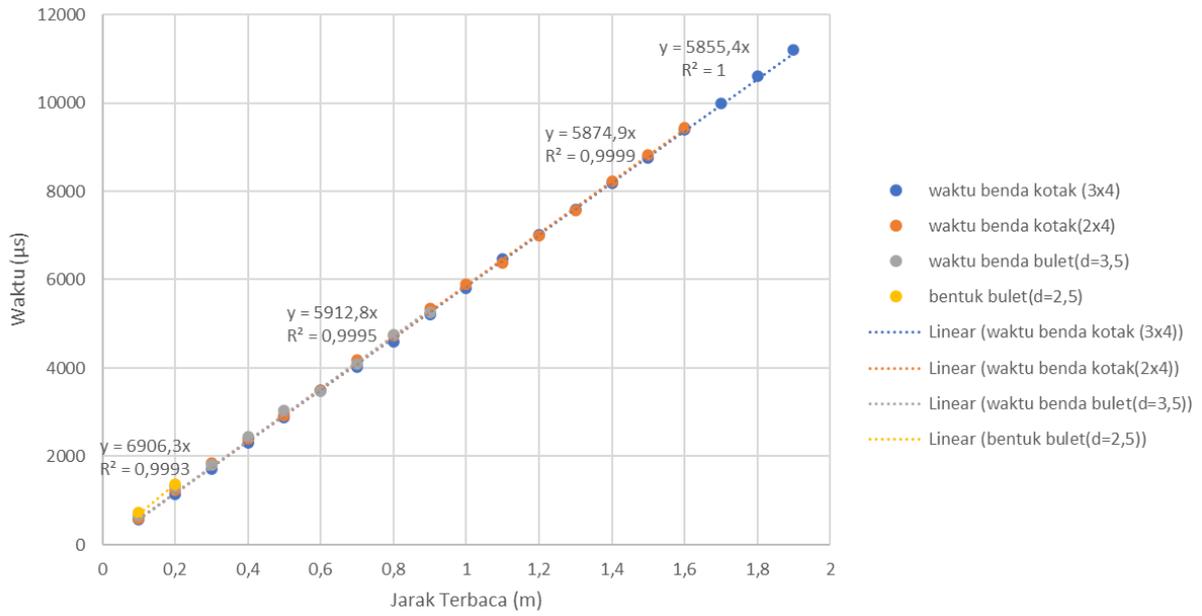
Hasil grafik pada gambar 3 merupakan grafik hubungan jarak terukur terhadap waktu yang dibutuhkan sensor dalam mendeteksi objek. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa grafik hubungan yang diperoleh memiliki karakteristik grafik linier, dengan linieritas tinggi dan positif. Grafik linier digambarkan dengan kurva garis lurus dan koefisien determinan 1 atau mendekati 1. Hasil pada grafik menunjukkan bahwa semakin besar jarak terbaca, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan sensor untuk mendeteksi suatu objek, begitu juga sebaliknya

Hasil grafik pada gambar 4 merupakan grafik hubungan antara jarak terbaca terhadap frekuensi sensor. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa grafik hubungan yang diperoleh memiliki bentuk grafik eksponensial. Hasil pada grafik menunjukkan semakin besar jarak yang terbaca, maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan sensor, hal ini dipengaruhi oleh semakin lamanya waktu yang dibutuhkan sensor dalam mendeteksi objek

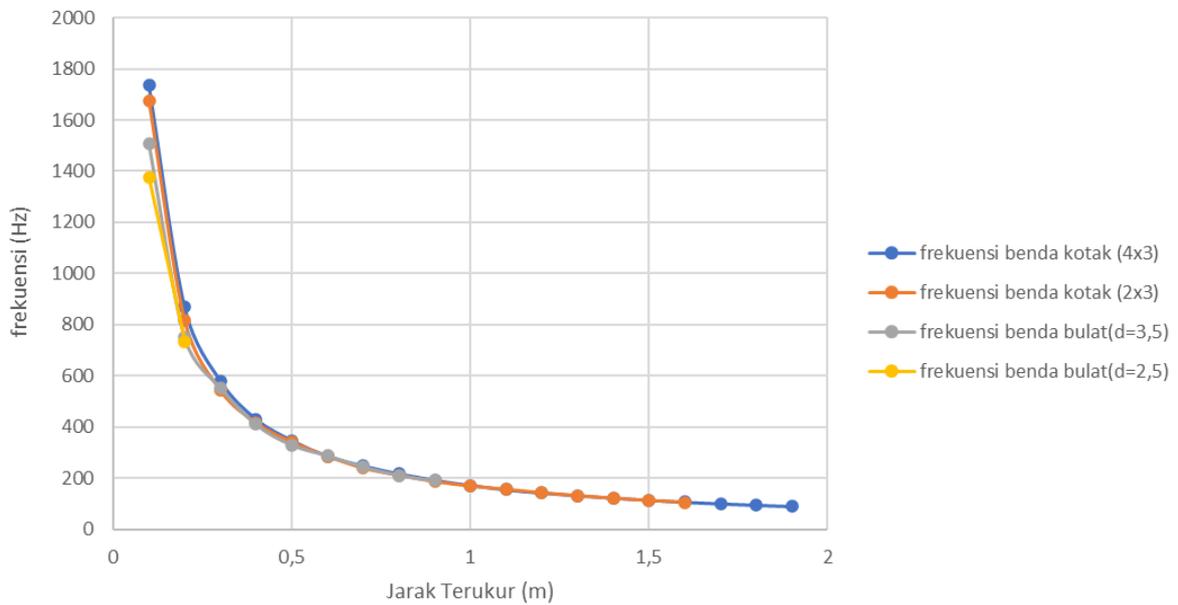
Eksperimen dilakukan dengan melakukan pengukuran jarak dan frekuensi pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan variasi

bentuk objek. Variasi bentuk objek yang digunakan adalah kotak dan lingkaran. Jarak pengukuran yang digunakan yaitu kelipatan 10cm yaitu dimulai dari 10cm hingga sensor tidak dapat mendeteksi objek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk objek terhadap jarak dan frekuensi pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dan seberapa jauh jarak objek yang ditangkap oleh sensor

Percobaan dilakukan dengan menggunakan variasi bentuk dan ukuran benda atau objek. Benda yang digunakan berupa plastisin dengan variasi bentuk kotak dengan ukuran 4x3cm dan 2x3, benda berbentuk bola dengan diameter 3,5cm dan 2,5cm bola. Benda diletakkan didepan sensor dengan jarak kelipatan 10cm hingga sensor tidak dapat mendeteksi keberadaan benda. Benda berbentuk kotak dengan ukuran 4x3cm menghasilkan data sebanyak 19 data dengan jarak terjauh yang dapat dideteksi oleh sensor sebesar 1,9 meter. Sedangkan benda bentuk kotak ukuran 2x3cm menghasilkan yang data sebanyak 16 data dengan jarak terjauh sebesar 1,6m. benda berbentuk bola dengan diameter 3,5cm menghasilkan data sebanyak 9 data dengan jarak terjauh yang dapat dideteksi oleh sensor yaitu 0,9 meter dan benda berbentuk bola dengan diameter 2,5cm hanya menghasilkan 2 data dengan jarak terjauh 0,2 meter.



Gambar 7. Grafik Hubungan Jarak Terukur terhadap Waktu



Gambar 8. Grafik Hubungan Jarak Terukur terhadap Frekuensi

Dapat terlihat bahwa bentuk dan ukuran benda berpengaruh pada jarak terjauh sensor dapat mendeteksi benda tersebut. Percobaan pada benda berbentuk kotak menghasilkan data lebih banyak daripada benda berbentuk bola. Data hasil analisis menunjukkan bahwa benda berbentuk kotak menghasilkan frekuensi lebih besar dari benda berbentuk bola. Ukuran benda mempengaruhi frekuensi yang dihasilkan semakin kecil benda maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan.

menghasilkan frekuensi lebih besar dari benda berbentuk bola. Ukuran benda mempengaruhi frekuensi yang dihasilkan semakin kecil benda maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan.

Didapatkan nilai rata-rata eror 0,01% dan nilai rata-rata akurasi pada jarak benda tersebut adalah 99,99%. Hasil pengukuran bentuk bola ($d = 3,5\text{cm}$) menunjukkan bahwa pada saat benda bulat berjarak maksimal 1 meter dari sensor maka sensor tidak sudah tidak dapat mendeteksi benda tersebut. Dimana didapatkan nilai rata-rata eror 0,04% dan nilai rata-rata akurasi pada jarak benda tersebut adalah 99,96%. Hasil pengukuran bentuk bola ($d = 2,5\text{ cm}$) menunjukkan bahwa pada saat benda bulat berjarak maksimal 0,3 meter dari sensor maka sensor tidak sudah tidak dapat mendeteksi benda tersebut. Selain itu juga didapatkan nilai rata-rata eror 0,13% dan nilai rata-rata akurasi pada jarak benda tersebut adalah 99,87%.

Gambar 3 grafik hubungan jarak terukur terhadap waktu. Berdasarkan grafik hubungan Jarak Terukur terhadap waktu, nilai R^2 pada waktu benda kotak ($3 \times 4\text{cm}$) adalah 1, pada waktu benda kotak ($2 \times 4\text{cm}$) adalah 0,9999, pada waktu benda bulet ($d=3,5$) adalah 0,9995, dan pada waktu benda bulet ($d=2,5$) adalah 0,9993. Nilai R^2 adalah koefisien determinasi yang menunjukkan seberapa baik suatu regresi linier dapat menjelaskan data. Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa regresi linier dapat menjelaskan data dengan sangat baik. Dalam kasus ini, nilai R^2 yang tinggi

menunjukkan bahwa hubungan antara jarak terukur dan waktu adalah linier dengan sangat baik untuk semua bentuk benda yang diuji. Grafik hubungan jarak terukur terhadap waktu yang ditampilkan pada gambar menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang linier antara kedua variabel tersebut. Hal ini berarti bahwa jarak yang terukur oleh sensor ultrasonik sebanding dengan waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk menempuh jarak tersebut.

Secara umum, semakin jauh jarak antara sensor dan objek, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk menempuh jarak tersebut. Dengan kecepatan gelombang ultrasonik yang konstan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan, maka semakin jauh jarak yang terukur. Pengaruh bentuk objek terhadap pengukuran sensor ultrasonik juga dapat dilihat dari grafik tersebut. Pada objek yang berbentuk kotak, hubungan antara jarak terukur dan waktu cenderung lebih linier dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet. Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek berbentuk kotak akan lebih mudah diterima oleh sensor ultrasonik. Semakin jauh jarak antara sensor dan objek, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk menempuh jarak tersebut. Hal ini disebabkan karena kecepatan gelombang ultrasonik yang konstan. Semakin lama waktu yang dibutuhkan, maka semakin jauh jarak yang terukur. Objek yang berbentuk kotak akan lebih mudah memantulkan gelombang ultrasonik dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet. Hal ini disebabkan karena permukaan kotak memiliki lebih banyak sudut yang dapat memantulkan gelombang ultrasonik. Oleh karena itu, hubungan antara jarak terukur dan waktu pada objek yang berbentuk kotak cenderung lebih linier dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet.

Gambar 4 grafik hubungan jarak terukur terhadap frekuensi. Grafik hubungan jarak terukur terhadap frekuensi yang ditampilkan pada gambar menunjukkan bahwa terdapat



hubungan yang tidak linier antara kedua variabel tersebut. Hubungan ini dapat digambarkan sebagai kurva parabola. Pada jarak yang dekat, hubungan antara jarak terukur dan frekuensi cenderung linier.

Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek masih memiliki energi yang cukup untuk diterima oleh sensor ultrasonik. Pada jarak yang jauh, hubungan antara jarak terukur dan frekuensi cenderung tidak linier. Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek telah mengalami redaman. Redaman ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penyerapan energi oleh udara dan gangguan dari objek lain. Pengaruh bentuk objek terhadap pengukuran sensor ultrasonik juga dapat dilihat dari grafik tersebut. Pada objek yang berbentuk kotak, hubungan antara jarak terukur dan frekuensi cenderung lebih linier dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet. Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek berbentuk kotak akan lebih mudah diterima oleh sensor ultrasonik. Objek yang berbentuk kotak akan lebih mudah memantulkan gelombang ultrasonik dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet. Hal ini disebabkan karena permukaan kotak memiliki lebih banyak sudut yang dapat memantulkan gelombang ultrasonik. Oleh karena itu, hubungan antara jarak terukur dan frekuensi pada objek yang berbentuk kotak cenderung lebih linier dibandingkan dengan objek yang berbentuk bulet. Secara umum, sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur jarak dengan akurasi yang cukup baik. Namun, perlu diperhatikan bahwa faktor-faktor seperti jarak dan bentuk objek dapat mempengaruhi akurasi pengukuran.

KESIMPULAN

sensor ultrasonic memiliki karakteristik yaitu jarak berbanding terbalik dengan frekuensi. Semakin jauh jarak objek terhadap sensor maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan oleh sensor. Hubungan jarak objek terhadap

sensor berbanding lurus dengan waktu pantul yang dipelukan sensor untuk mendeteksi keberadaan objek. Semakin jauh jarak objek dari sensor maka semakin lama waktu pantul yang akan diterima sensor. Variasi bentuk dan ukuran objek memiliki pengaruh terhadap frekuensi dan jarak yang dapat dijangkau oleh sensor terhadap objek tersebut. Obejek berbentuk kotak dapat dideteksi sensor pada jarak yang lebih jauh daripada benda berbentuk bola. Ukuran benda mempengaruhi jarak yang dapat dideteksi oleh sensor. Semakin kecil objek maka akan semakin kecil sensor dapat mendeteksi pada jarak yang jauh. Nilai eror rata – rata terbesar didapatkan yaitu 0,13%, yaitu pada percobaan dengan menggunakan objek bola dengan diameter 2,5 cm. Nilai eror rata - rata terkecil didapatkan yaitu 0,01%, yaitu pada percobaan dengan menggunakan objek kotak dengan ukuran 2x3 cm

REFERENSI

1. Arsada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1-8.
2. Kusuma, Dani.Y. dkk. 2021. Sensor Ultrasonik Waterproof A02yyuw Berbasis Arduino Uno Pada Sistem Pengukuran Jarak. *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan*, Vol. 2, No. 2, Oktober 2021
3. Limantara, A. D., Purnomo, Y. C. S., & Mudjanarko, S. W. (2017). Pemodelan sistem pelacakan lot parkir kosong berbasis sensor ultrasonic dan internet of things (IoT) pada lahan parkir diluar jalan. *Prosiding Semnastek*.
4. Missa, I. K. dkk. 2018. Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya*. 3 (2): 102-105.
5. Meilianto, W. D., Indrasari, W., & Budi, E. (2022, January). Karakterisasi Sensor Suhu dan Kelembaban Tanah untuk Aplikasi Sistem Pengukuran Kualitas Tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL)* (Vol. 10).

6. Puspasari, F. dkk. 2019. Sensor Ultrasonik HCSSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 15 (2): 36-39).
7. Reynara, S. N., Latifa, U., & Nurpulaela, L. (2023). Perancangan Sistem Instrumentasi

Berbasis Internet Of Things Pada Modern Agriculture. Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE), 5(1), 76-87