

Pengaruh Suhu Pada Pengukuran Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik SR04/05 Berbasis Instrumentasi Maya

Handoyo¹, Sabar^{2*}, Sastra Kusuma Wijaya³, Duwi Hariyanto⁴, Kisna Pertiwi⁵, Muhammad Syaukani⁶
Fajar Paundra⁷, Zunanik Mufidah⁸

^{1,3}Program Studi Ilmu Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Indonesia, Jl Raya Margonda Pondok Cina, Depok, Jawa Barat

^{2,4,5}Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Automasi, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 3536

^{6,7}Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 3536

⁸Program Studi Teknik Biosistem, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 3536

²Pusat Riset dan Inovasi Kecerdasan Buatan, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 3536

*Corresponding email: sabar@staff.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima
20/07/2021
Disetujui
27/07/2021
Diterbitkan
31/07/2021

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang bagaimana pengaruh suhu pada perambatan gelombang ultrasonik di udara. Hal ini berkaitan dengan verifikasi keakuratan jarak pengukuran sensor ultrasonic sebagai alat ukur. Sensor yang digunakan dalam instrumentasi maya berupa sensor ultrasonik SR 05/04 sebagai sensor pengukur jarak dan sensor suhu LM35 digunakan sebagai acuan untuk mengukur suhu lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah memverifikasi apakah kecepatan gelombang ultrasonik di udara berpengaruh terhadap perubahan suhu serta mempengaruhi pengukuran jarak. Pada penelitian ini didapatkan hasil rata-rata nilai simpangan standar deviasi pengukuran jarak terkoreksi suhu adalah 0,114 sedangkan pengukuran jarak tanpa terkoreksi suhu adalah 0,1075. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan perubahan suhu walaupun 1°C dapat mempengaruhi sensor ultrasonik dalam mengukur jarak. Secara umum instrumentasi maya mampu bekerja dan membaca besaran sensor-sensor serta melakukan perhitungan dan menampilkan data dengan sangat baik.

Kata Kunci: Sensor Ultrasonik; LM35; Arduino Uno; Instrumentasi Maya

Abstract

This paper describes how the influence of temperature on the propagation of ultrasonic waves in the air. This is related to the verification of the accuracy of the ultrasonic sensor measurement distance as a measuring tool. The sensor used in the virtual instrumentation is an ultrasonic sensor SR 05/04 as a distance measuring sensor and the LM35 temperature sensor is used as a reference for measuring ambient temperature. The purpose of this study is to verify whether the speed of ultrasonic waves in the air affects changes in temperature and affects distance measurements. In this study, the average standard deviation of the corrected temperature distance measurement was 0.114, meanwhile the noncorrected temperature distance measurement was 0.1075. This shows that an increase in temperature change even though 1°C can affect the ultrasonic sensor in measuring distance. In general, virtual instrumentation is able to work and read the magnitude of the sensors as well as perform calculations and display data very well.

Keywords: Ultrasonic sensor; LM35; Arduino Uno; Virtual instrumentation

1. Pendahuluan

Instrumentasi maya adalah suatu sistem instrumentasi yang berbasis komputer dimana selalu memiliki model peraga (*display*) dan pemrosesan kemudian memiliki inputan berupa sensor dan transduser [1]. Secara umum Instrumentasi maya dibangun dengan dua komponen utama yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras sendiri terdiri dari *hardware* data akuisisi (DAQ-Card), *hardware* akuisisi citra (*Vision*) dan *hardware* instrumentasi kontrol. Sedangkan perangkat lunak berupa bahasa pemrograman Visual Basic, Python, Java, C/C++, Orange Data Mining dan bahasa R serta LabVIEW [2].

Instrumentasi maya pada penelitian ini akan mengkaji pengaruh temperatur terhadap pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik SR04/05. Pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan menggunakan sistem instrumentasi maya berupa pengukuran kadar zat yang terlarut dalam air [2]. Selanjutnya pengukuran ketinggian untuk monitoring banjir [3] serta pengukuran panjang objek di dalam air [4]. Keuntungan penelitian menggunakan instrumentasi maya berupa ketelitian dan keakuratan data akuisisi yang sangat baik, karena bisa dikombinasikan perangkat komputer yang memiliki kecepatan yang baik dalam pemrosesan data serta dimanfaatkan sebagai sistem monitoring.

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis atau bunyi menjadi besaran listrik dan juga sebaliknya. sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) dalam mendeteksi suatu jarak benda. Gelombang ultrasonik memiliki karakteristik yang serupa dengan gelombang bunyi. Perambatan getaran mekanis ultrasonik mampu merambat pada gas, cairan dan padatan. Frekuensi gelombang ultrasonik pada umumnya lebih tinggi dari frekuensi suara yang bisa didengar yaitu lebih tinggi dari 20 kHz. Selanjutnya untuk menghitung kecepatan gelombang bunyi yang dipengaruhi temperature dapat menggunakan persamaan berikut.

$$C_{Udara} = 331,5 + (0,6xT_c) \quad (1)$$

Dimana:

C_{Udara} = Kecepatan suara di udara dalam fungsi suhu dalam meter per detik (*m/s*)

T_c = Suhu di udara ($^{\circ}C$)

Kecepatan suara di media gas yang berbeda adalah fungsi dari modulus bulk gas dan dipengaruhi oleh komposisi kimia dan suhu. Tabel 1 memberikan kecepatan suara untuk berbagai media gas pada suhu $0^{\circ}C$.

Tabel 1. Cepat rambat suara pada berbagai media

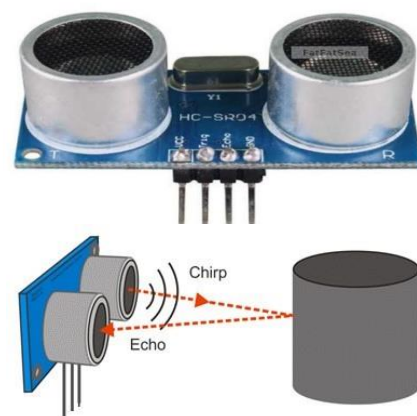
GAS		PADAT		CAIR	
Jenis	<i>m/s</i>	Jenis	<i>m/s</i>	Jenis	<i>m/s</i>
Udara ($0^{\circ}C$)	331	Al	5100	Air ($0^{\circ}C$)	1481
Udara ($20^{\circ}C$)	343	Steel	5000	Air ($20^{\circ}C$)	1497
He ($25^{\circ}C$)	965	Beton	1700	Bensin ($20^{\circ}C$)	1170
H ($25^{\circ}C$)	1284	Cu	3500	Hg ($20^{\circ}C$)	1450

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak kemudian diintegrasikan sehingga terbentuklah sistem instrumentasi yang bertujuan mengukur jarak yang dipengaruhi oleh temperatur.

2.1 Sensor Ultrasonik SR-04/05

Modul sensor SR-04 terdiri dari pemancar ultrasonik, sirkuit menerima dan kontrol. Cara kerja modul ini adalah sebagai berikut yaitu, menggunakan IO pemacu setidaknya 10us sinyal tingkat tinggi. Modul secara otomatis mengirimkan delapan pulsa sinyal 40 kHz dan mendeteksi apakah ada sinyal pulsa yang kembali. Jika sinyal balik kembali, melalui tingkat tinggi (*high level*), maka selama keluaran tinggi (*high level*) dari IO adalah waktu sinyal di kirim dan diterima dari sinyal ultrasonik. Jarak tempuh adalah waktu dikalikan kecepatan suara (340 m/s) kemudian dibagi dua. Ilustrasi gambar sensor ultrasonik bisa dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Sensor Ultrasonik [1]

2.2 Arduino Uno



Gambar 2. Arduino [1]

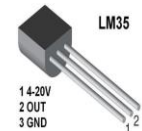
Arduino uno adalah *platform open source* yang digunakan untuk membangun proyek elektronik. Arduino terdiri dari kedua bagian, sirkuit programmable fisik (sering disebut sebagai mikrokontroler) dan perangkat lunak, atau IDE (*Integrated Development Environment*) yang berjalan di komputer pribadi, digunakan untuk menulis dan mengunggah kode komputer ke papan fisik. Gambar papan Arduino diperlihatkan pada gambar 2.

Arduino tidak memerlukan perangkat keras terpisah (disebut pemrogram) untuk memuat kode baru ke *board*. Kita cukup menggunakan kabel USB untuk memasukan list program sesuai kebutuhan instrumentasi maya tersebut. Selain itu IDE Arduino menggunakan versi Bahasa sederhana C ++, sehingga lebih mudah dalam memprogram terutama untuk pengolahan sinyal keluaran sensor [5]–[7]. Selain itu Arduino menyediakan faktor bentuk standar yang memecah fungsi mikrokontroler menjadi paket yang lebih mudah diakses. Secara spesifikasi teknis Arduino Uno adalah sebagai berikut:

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Digital I/O Pin	14 buah (6 PWM)
Analog Input Pin	6 buah
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC untuk 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (0.5
	<i>Kb digunakan untuk bootloader)</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz

2.3 Sensor Temperature LM35

Sensor suhu LM35 berupa semikonduktor rangkaian terintegrasi 3 pin, dioperasikan pada 4 sampai 20 volt. LM35 memberi keluaran tegangan sesuai suhu. 10 mili volt per derajat Celsius.



Gambar 3 Sensor Suhu LM35 [2]

2.4 LabVIEW Versi 2017

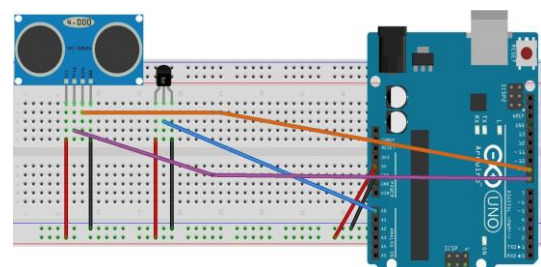
LabVIEW merupakan singkatan dari Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench adalah perangkat lunak komputer untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta automasi industri yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instrument pada tahun 1986. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada sistem operasi Linux, Unix, Mac OS X dan Windows. Kemudian software tersebut bisa didownload dengan versi student di www.ni.com

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem instrumentasi maya pada paper ini dibangun dalam dua bagian yaitu perangkat keras dan pemrograman perangkat lunak.

3.1. Perangkat Keras

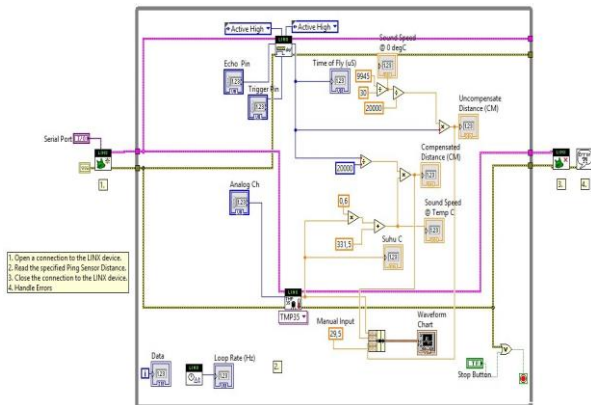
Gambar rangkaian yang telah dirancang diperlihatkan seperti pada gambar 4 masing-masing pin Vcc atau yang bertanda + pada komponen diberi catu daya sebesar 5V DC dihubungkan dengan kabel warna merah dan yang bertanda GND diberi 0 V DC yang dihubungkan dengan kabel warna hitam. Pada sensor ultrasonik SR-04 pin *trigger* dihubungkan ke input digital Arduino Uno pin no.8 sedan pin *echo* ke pin no.9. sedang keluaran sensor LM35 dihubungkan ke masukan analog pin nomor A0. Kabel komunikasi berupa kabel USB pada Arduino dihubungkan ke USB pada computer pribadi untuk pemrograman dan pengambilan data.



Gambar 4 Sketsa Rangkaian Pengukur Jarak Secara Virtual [2]

3.2. Perangkat Lunak

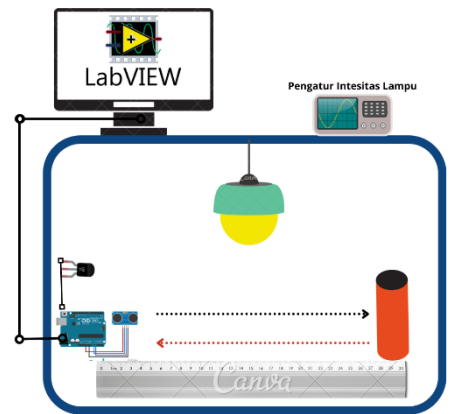
Perangkat lunak atau pemrograman dirancang menggunakan LabVIEW dan paket pemrograman dari NI-VISA dan Makerhub agar Arduino dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak Lab View yang ditanam di komputer pribadi.



Gambar 5. Blok Diagram [2]

Blok diagram program pada LabVIEW ditampilkan pada gambar 5. Blok program dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu program yang membuka komunikasi antara Arduino dan LabVIEW melalui USB port, program “error handler” dan data akusisi sensor beserta perhitungannya. Tampilan panel informasi hasil pembacaan program ditampilkan seperti pada gambar 5. Informasi yang disampaikan pada panel berupa jarak pengukuran terkompensasi dan yang tidak terkompensasi oleh perubahan suhu, waktu tempuh kirim-terima gelombang ultrasonik, suhu dan kecepatan gelombang ultrasonik yang terkompensasi oleh suhu lingkungan.

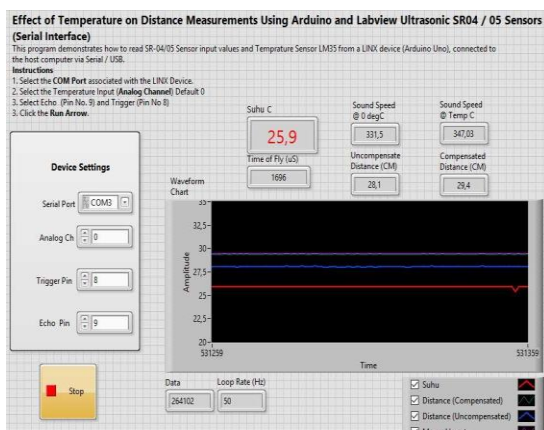
3.3. Pengujian Program dan Pengambilan Data



Gambar 6 Desain Instrumentasi maya [2]

Pada tahap pengujian program dan pengambilan data dipastikan seluruh komponen elektronik bekerja dengan baik. Adapun sistem instrumentasi Maya dirancang dengan beberapa komponen sensor dan perangkat lunak. Pada gambar 6 dapat dilihat desain instrumentasi maya secara utuh.

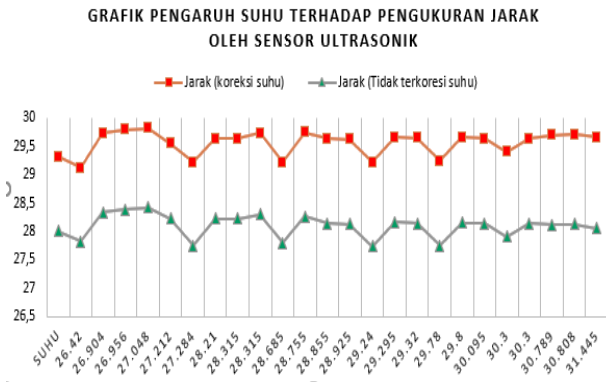
Langkah pertama dalam menjalankan sistem instrumentasi maya pastikan seluruh perangkat keras terhubung dengan arus listrik yang stabil Sebelum program pada LabVIEW dijalankan, maka Arduino uno harus di unggah pada *firmware* dari paket Makerhub LINX melalui menu *tools* LabVIEW. Kemudian membuka program instrumentasi maya yang telah diprogram. Sebelum menjalankan program, parameter serial port disikan sesuaikan dengan nomor port yang terhubung begitu pula dengan jalur atau nomor pin analog inputnya harus sesuai dengan rangkaian yang dibuat. Percobaan dilakukan dengan membuat jarak sensor dan bidang pantul tetap (objek) yaitu 29.5 cm dalam percobaan ini. Jarak tersebut sebagai jarak acuan dalam pengukuran yang dilakukan menggunakan mistar aluminium dengan pembacaan sampai orde milimeter. Data yang diamati adalah data suhu, pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik tanpa koreksi suhu dan pembacaan jarak yang terkoreksi suhu sesuai pada persamaan 1. Pengambilan data pengukuran setelah melakukan akusisi didapat dengan mengeksport ke file excel/setiap adanya perubahan suhu yang signifikan. Hasil rata-rata percobaan pada setiap 100 data yang di cuplik terlihat pada grafik gambar 7. Pencuplikan data dilakukan sebanyak 25 kali.



Gambar 5 Display sistem Instrumentasi maya [2]

Ada 3 bagian penting dalam tampilan panel yaitu bagian *device setting*, *program control* dan tampilan data

Rata-rata simpangan deviasi untuk pengukuran suhu 0.128, sedangkan simpangan standar deviasi pengukuran jarak dengan koreksi suhu 0.114 dan pengukuran jarak tanpa koreksi suhu 0.1075. Kesalahan pembacaan sensor terhadap jarak acuan untuk pengukuran jarak sensor ultrasonik dengan koreksi suhu rata-rata sebesar 0.06 cm dan untuk pengukuran jarak tanpa koreksi suhu rata-rata sebesar 1,401 cm



Gambar 7 Grafik pengukuran jarak terhadap perubahan suhu

Pada gambar 7 grafik pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik terlihat jelas bahwa apabila diberi peningkatan suhu secara periodic maka pembacaan sensor jarak yang berbeda. Garis merah adalah pembacaan sensor yang terkoreksi oleh suhu sedangkan garis yang berwarna hijau adalah pembacaan sensor yang tidak terkoreksi oleh suhu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan temperature walaupun hanya 1°C mampu mengaruhi hasil pengukuran. Penelitian ini bisa menjadi rujukan bagi penelitian lain yang akan menggunakan sensor ultrasonik sebagai input dalam sistem pengukuran yang harus memperhatikan kondisi temperatur lingkungan sekitar. Hal ini akan mempengaruhi akurasi dan presisi dari pengukuran tersebut. Penelitian ini harapannya dimasa mendatang bisa dikembangkan dengan menggunakan *Artificial Intelligent (AI)* dan algoritma *machine learning* sebagai instrumen maya berorientasi pada sistem prediksi dan monitoring secara real time[8], [9].

4. Kesimpulan

Arduino Uno digunakan sebagai perangkat keras antarmuka dengan sensor. *Loop rate* penyegaran data berkisar 31 Hz dan bergantung blok program yang akan dieksekusi, delay dan jauh dekatnya pengukuran jarak. Semakin jauh jarak yang diukur oleh ultrasonik sensor semakin kecil *loop rate*nya. Perubahan suhu mempengaruhi cepat rambat gelombang ultrasonik. Pengukuran jarak menggunakan

sensor ultrasonik tanpa menggunakan faktor koreksi suhu terjadi kesalahan pembacaan yang cukup signifikan sebaliknya dengan menggunakan faktor koreksi suhu kesalahannya lebih kecil. Pengolahan data belum dilakukan otomatis menggunakan program LabVIEW mengingat program LabVIEW menyediakan fasilitas tersebut sehingga analisa data bisa dilakukan dengan cepat dan akurat

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Sastra Kusuma Wijaya, selaku dosen mata kuliah Instrumentasi Maya Program Studi Ilmu Fisika Konsentrasi Instrumentasi dan kontrol FMIPA UI yang telah memberikan ilmu dan motivasi sehingga terlaksananya penelitian ini dan juga rekan-rekan kuliah yang selalu memberikan semangat dan waktu diskusi terhadap.

Daftar Pustaka

- [1] Sastra Kusuma Wijaya, *Pengenalan Instrumentasi Maya*. Depok: Universitas Indonesia, 2015.
- [2] Sabar et al., "Pengujian Kadar Zat Terlarut Memanfaatkan Sistem Instrumentasi Maya untuk Penentuan Kualitas Air Bersih," *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 01, no. Juli, pp. 1–6, 2021, doi: 10.35472/jsat.v5i2.412.
- [3] Sabar, S. K. Wijaya, and D. M. N. Anjani, "Water Level Detection System using Virtual Instrumentation for Monitoring Flood," *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrumentation, Theor. Phys.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–35, 2021, doi: 10.12408.
- [4] D. Hariyanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Panjang Objek di Dalam Air Berbasis Photogate dan Sensor Ultrasonik," *Pros. SNIPS 2018*, no. July, 2018.
- [5] G. A. P. dan A. S. Duwi Hariyanto, "Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP / IP," *Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–30, 2017.
- [6] D. Hariyanto, "Studi Intensitas Radiasi Menggunakan Survey Meter Berbasis Tabung Geiger M4011 dan Mikrokontroler Arduino Uno," *Pros. SNIPS*, no. June 2020, 2019.
- [7] D. Hariyanto, "Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP / IP," *Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–30, 2017.
- [8] Sabar, A. H. Saputro, and C. Imawan,

“Moisture Content Prediction System of Dried Sea Cucumber (Beche-de-mer) Based on Visual Near-Infrared Imaging,” *Proc. 2019 6th Int. Conf. Instrumentation, Control. Autom. ICA 2019*, no. August, pp. 167–171, 2019, doi: 10.1109/ICA.2019.8916705.

- [9] Sabar, A. H. Saputro, and C. Imawan, “Salt Content Prediction System of Dried Sea Cucumber (Beche-de-mer) Based on Visual Near-Infrared Imaging,” *2019 4th Asia-Pacific Conf. Intell. Robot Syst. ACIRS 2019*, pp. 245–249, 2019, doi: 10.1109/ACIRS.2019.8935953.