

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/308972976>

Pengukur Jarak Cerdas Berbasis Probe Ultrasonik

Conference Paper · October 2015

DOI: 10.13140/RG.2.2.30706.91848

CITATIONS

0

READS

108

5 authors, including:



Ridlo Qomarrullah

Gadjah Mada University

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Abdurrachman Mappuji

Gadjah Mada University

8 PUBLICATIONS 1 CITATION

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Non-Destructive Wood MoE Evaluation [View project](#)



Probe Distance Meter [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Abdurrachman Mappuji](#) on 11 October 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file. All in-text references [underlined in blue](#) are added to the original document and are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

PENGUKUR JARAK CERDAS BERBASIS PROBE ULTRASONIK

Ridlo Qomarrullah¹⁾, Abdurrahman Mappuji²⁾, Ahmad Harist J.³⁾, Wahyu Apriliyanto⁴⁾, Farahiyah Syarafina⁵⁾

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Email : ridlo_qomarrullah@live.com

² Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Email : a.mappuji@gmail.com

³ Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

Email : haristjulianto@yahoo.com

⁴ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Email : wahyu.apriliyanto@mail.ugm.ac.id

⁵ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Email : farahiyahsyarafina@gmail.com

Abstrak

Proses inovasi selalu dibutuhkan untuk menghasilkan teknologi yang lebih canggih dan meningkatkan produktivitas. PDM (Probe Distance Meter) hadir sebagai inovasi teknologi di bidang pengukuran, PDM merupakan alat ukur jarak digital menggunakan sepasang probe. PDM terdiri dari sensor ultrasonik, mikrokontroler, dan layar display LCD yang menunjukkan hasil pengukuran. Prinsip kerja PDM yaitu memanfaatkan prinsip perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan sepasang probe sebagai titik acuan. Mikrokontroler digunakan untuk melakukan kalkulasi dengan menggunakan persamaan jarak, kecepatan dan waktu rambat gelombang ultrasonik. Inovasi dan Keunggulan PDM dibandingkan alat ukur jarak lain yaitu lebih praktis, ergonomis, modern, dan dapat menunjukan hasil pengukuran secara otomatis. PDM mempunyai fitur tambahan yaitu terdapat media penyimpan hasil pengukuran berupa microSD card, dapat mengeluarkan suara dan terdapat huruf braille untuk tuna netra. PDM dapat dimanfaatkan oleh teknisi, akademisi dan masyarakat umum. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa PDM memiliki resolusi 1 cm, skala penuh 200 cm, keterulangan sebesar 11,1%, akurasi sebesar 77,6%, dan ketidaklinearan sebesar 0,2%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa PDM memiliki potensi menjadi model alat ukur digital di masa depan yang praktis, cepat, dan dapat digunakan oleh tuna netra namun tetap akurat.

Kata kunci: inovasi, alat ukur, ultrasonik, mikrokontroler.

Abstract

The innovation process is always required to produce more advanced technology and increase productivity. PDM (Probe Distance Meter) come as a technological innovation in measurement, PDM is a digital distance measuring instrument utilizing a pair of probes. PDM consists of ultrasonic sensors, microcontroller, and screen which shows the measurement results. PDM utilizes ultrasonic wave principle using two probes as reference points. A microcontroller used to perform calculations using the distance equations. Innovation and Excellence PDM compared to other distance measurement instrument is more simple, ergonomic, modern, and can show the measurement results automatically. PDM has additional features including storage media for measurement results with a micro-SD card, able to make a sound and a Braille for the blind. This tool is suitable for engineers, academics, and common people. The results of the laboratory test showed that the PDM has resolution of 1 cm, full scale of 200 cm, 11.1% repeatability, 77.6% accuracy, and a nonlinearity parameter of 0.2%. The data shows that the PDM is a model of digital measuring devices in the future that are more simple, fast, and capable to be used by the blind with high accuracy.

Keywords: innovation, measuring instrument, ultrasonic, microcontroller

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengukuran merupakan sesuatu yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Kemudahan dalam pengukuran sangat tergantung dari alat ukur yang digunakan. Kebutuhan akan alat ukur yang modern semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan proses pengukuran banyak digunakan di berbagai bidang terutama di bidang penelitian, bidang ekonomi dan bidang rekayasa. Kebutuhan pengukuran terdiri dari pengukuran yang bersifat sederhana hingga yang kompleks. Inovasi di dalam bidang pengukuran sangat diperlukan yaitu untuk proses pengembangan alat ukur masa depan terutama agar lebih mudah digunakan dan lebih efisien waktu namun tetap sesuai dengan kebutuhan pengukuran.

PDM (*Probe Distance Meter*) adalah solusi praktis alat pengukur jarak elektronis dengan memanfaatkan sepasang *probe* berbasis mikrokontroler dan sensor ultrasonik. Alat ukur ini dapat mengatasi permasalahan dalam pengukuran yang biasanya dialami oleh alat ukur konvensional seperti meteran, mikrometer sekrup atau jangka sorong yaitu rentan kesalahan paralaks, kurang fleksibel dan pencatatan masih manual. Komponen utama dari PDM adalah modul mikrokontroler, sensor ultrasonik dan sepasang *probe*. Cara kerjanya adalah dengan menekan tombol daya kemudian secara otomatis *probe 1* akan mengirimkan gelombang kepada *probe 2*, kemudian waktu tempuh gelombang dihitung oleh mikrokontroler dan hasilnya akan ditampilkan secara *realtime* pada layar alat ukur. Pengukuran menggunakan PDM dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. PDM diharapkan dapat menjadi inovasi baru yang dapat melakukan pengukuran secara praktis, ergonomis, cepat, dan dapat digunakan oleh tuna netra namun tetap akurat.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana merancang alat ukur jarak digital menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino yang praktis, ergonomis, cepat, dapat digunakan oleh tuna netra namun tetap akurat dan presisi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan karya tulis ini adalah membuat suatu alat pengukur jarak elektronis dengan memanfaatkan sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino sebagai inovasi alat ukur jarak yang praktis, ergonomis, cepat, dan dapat digunakan oleh tuna netra namun tetap akurat.

D. Luaran yang Diharapkan

Luaran yang diharapkan yaitu model alat ukur jarak masa depan yang praktis, ergonomis, cepat, dan dapat digunakan oleh tuna netra namun tetap akurat.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat dari PDM adalah membantu praktisi, teknisi dan masyarakat umum dalam melakukan pengukuran jarak agar lebih mudah dan praktis sehingga mempercepat suatu pekerjaan.
2. PDM memiliki potensi menjadi model alat ukur masa depan yang dapat digunakan di banyak bidang.
3. PDM memiliki modul suara sehingga tuna netra dapat melakukan pengukuran jarak.

F. Tinjauan Pustaka

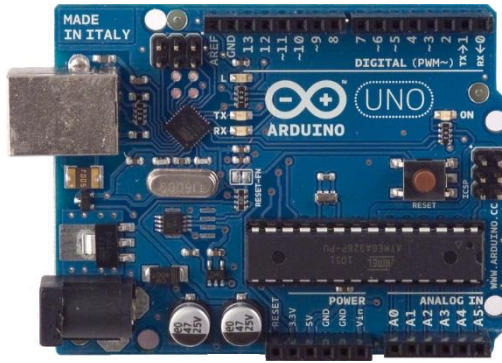
1. Pengukuran

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan^[1]. Dalam fisika, pengukuran merupakan aktivitas yang membandingkan kuantitas fisik dari objek dan kejadian dunia nyata. Alat pengukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur benda atau kejadian tersebut. Pengukuran jarak yaitu pengukuran yang menjadikan jarak sebagai besaran, pengukuran jarak mempunyai satuan meter sebagai satuan baku. Pengukuran jarak dapat berupa menghitung jarak dari suatu titik ke titik lain menggunakan alat ukur^[1].

2. Mikrokontroler Arduino

Arduino yaitu sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat *prototyping* (pengembangan), tetapi juga kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler^[2].

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler ATmega328. *Board* ini memiliki input digital sebanyak 14 pin input-output. Sebanyak 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, dan tombol reset. Pin tersebut berguna untuk mendukung kerja mikrokontroler^[3].



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi mikrokontroler Arduino Uno

Nama	Spesifikasi
Mikrokontroler	ATMega328
Tegangan operasi	5 V
Tegangan input	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
I/O	14 pin (6 pin PWM)
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC input analog	50 mA
Memori flash	32 kB
Bootloader	SRAM 2 kB
EEPROM	1 kB
Kecepatan clock	16 MHz

3. Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik yaitu gelombang bunyi yang memiliki getaran dengan frekuensi lebih tinggi dari gelombang bunyi yang bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu dalam rentang frekuensi antara 20 kHz - 20 MHz^[4]. Gelombang ultrasonik termasuk kedalam jenis gelombang mekanik yang membutuhkan medium untuk merambat. Cepat rambat gelombang ultrasonik bergantung pada mediumnya. Secara teori di dalam medium gas ideal cepat rambat gelombang ultrasonik dapat dinyatakan oleh^[5]:

$$C = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \quad (1)$$

Dengan, C = cepat rambat gelombang ultrasonik
 γ = kalor jenis gas pada tekanan dan volume konstan
 P = Tekanan ambient
 ρ = massa jenis gas

Berdasarkan Persamaan (1), secara eksperimental yaitu pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm dengan kondisi udara 0.03 mol-% karbon dioksida, cepat rambat gelombang ultrasonik pada udara kering yaitu^[5] :

$$C = 331.45 \pm 0.05 \text{ m/s} \quad (2)$$

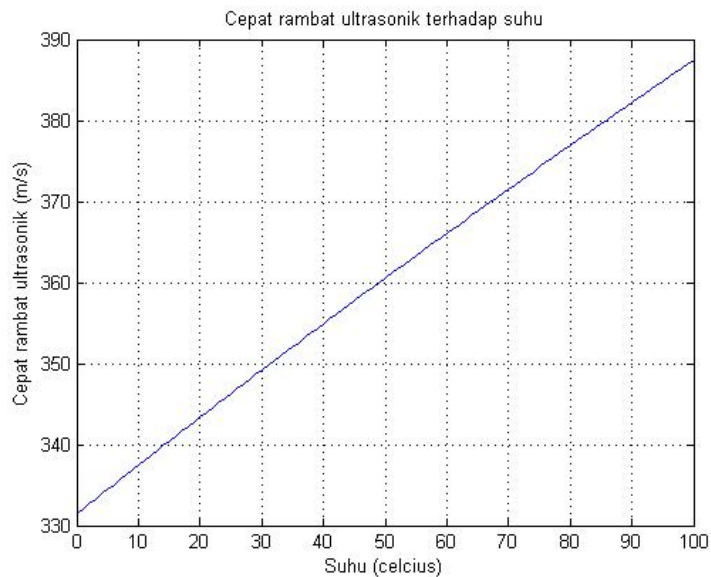
Dari persamaan (2) maka cepat rambat gelombang ultrasonik berdasarkan fungsi suhu dapat dinyatakan oleh^[5] :

$$C = 331.45 \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \quad (3)$$

Dengan, t = suhu (celcius)

C = cepat rambat gelombang ultrasonik (m/s)

Maka pada suhu ruang 29°C cepat rambat gelombang ultrasonik yaitu 348.61 m/s.



Gambar 2. Grafik cepat rambat ultrasonik terhadap suhu

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik menghasilkan gelombang frekuensi tinggi dan menerima kembali gelombang *echo* (pantulan), sehingga sensor dapat menghitung interval waktu antara pengiriman gelombang dan penerimaan gelombang untuk dapat menentukan jarak ke obyek^[4].



Gambar 3. Sensor ultrasonik tipe SRF05

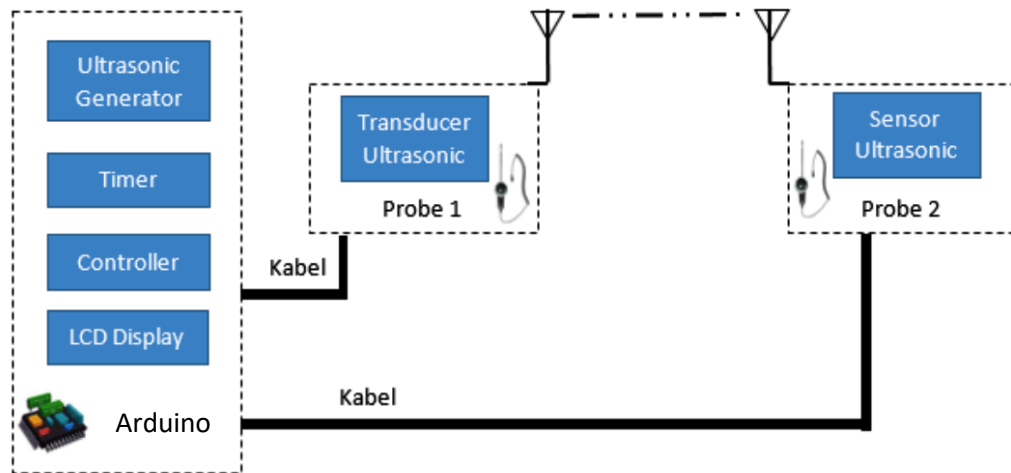
Tabel 2. Spesifikasi sensor ultrasonik tipe SRF05

Nama	Spesifikasi
Jangkauan	3 cm - 400 cm
Antarmuka	1 pin I/O atau 1 pin input & 1 pin output (dapat diatur).
Output	pulsa digital
Frekuensi ultrasonic burst	40 kHz
Catu daya	5V DC

4. Prinsip Kerja PDM

PDM terdiri dari 3 komponen utama yaitu mikrokontroler Arduino, *probe* (sensor ultrasonik), dan LCD (*liquid crystal display*). Mikrokontroler Arduino Uno pada alat ini memiliki 4 fungsi yaitu sebagai *ultrasonic generator*, *timer*, kontrol, dan *display* LCD. Sebagai *ultrasonic generator*, modul Arduino

akan menghasilkan sinyal yang kemudian diubah menjadi gelombang ultrasonik oleh sebuah transducer. Gelombang inilah yang akan ditransmisikan dari *probe 1* ke *probe 2*.



Gambar 4. Diagram blok mekanisme cara kerja PDM

Modul Arduino juga digunakan sebagai *timer* digital yaitu melakukan perhitungan waktu perambatan gelombang dari *probe 1* ke *probe 2*. Mikrokontroler Arduino melakukan perhitungan jarak berdasarkan persamaan jarak berikut ini:

$$S = v \times t \quad (4)$$

Dengan, S = Jarak
 v = cepat rambat ultrasonik (347.45 m/s)
 t = waktu rambat

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : Februari 2015 – Mei 2015

Tempat : Laboratorium Listrik Dasar, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

B. Alat dan Bahan

1. Simulasi Program

Hardware : Laptop

Software : Arduino software IDE, ISIS
 Proteus

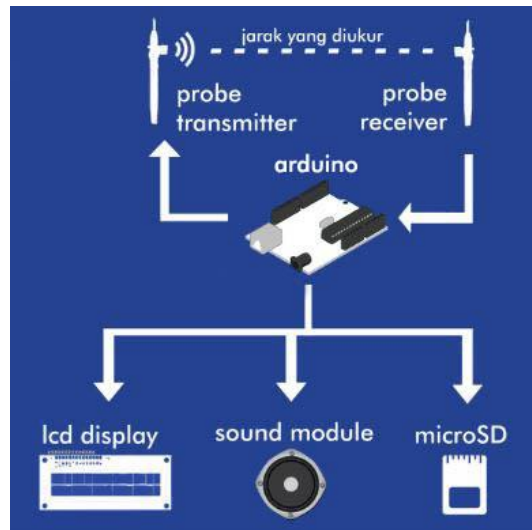
2. Implementasi

Hardware : Laptop, sensor ultrasonik,
 LCD, mikrokontroler Arduino

C. Langkah Penelitian

1. Perancangan Desain Sistem PDM

Langkah pertama dalam pembuatan PDM adalah membuat gambaran sistem secara garis besar dalam bentuk diagram blok yang merepresentasikan sistem keseluruhan. Setiap blok mempunyai fungsi masing-masing.



Gambar 5. Diagram komponen cara kerja sistem

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan membaca artikel ilmiah dan jurnal tentang penelitian terkait. Selain itu membuka *data sheet* komponen juga dilakukan untuk mengetahui spesifikasi yang sesuai tentang komponen yang dipakai. Setelah dilakukan studi literatur, maka didapatkan kesimpulan bahwa mikrokontroler yang dipakai adalah Arduino uno dan sensor yang dipakai adalah SRF05.

3. Persiapan Komponen

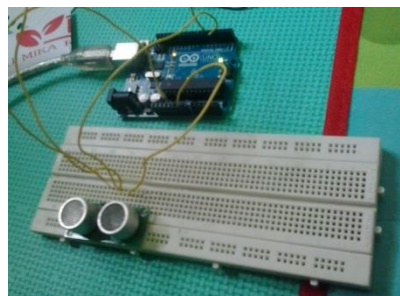
Pada tahap ini dipersiapkan komponen yang diperlukan antara lain:

Tabel 3. Spesifikasi komponen yang diperlukan

Nama	Spesifikasi	Jumlah
Mikrokontroler Arduino	Arduino Uno 8Mhz	1 set
SRF05	Frekuensi Kerja 40kHz	1 set
Transduser Ultrasonik	Frekuensi Kerja 40kHz	1 set
Kabel <i>Jumper</i>	Tembaga	4x5 meter
Baterai	Li-Po 3 cell	1

4. Perancangan Piranti Keras Sistem

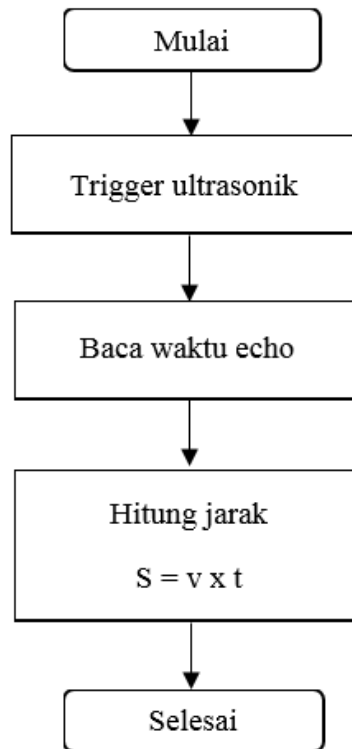
Setelah komponen sudah sesuai dengan spesifikasi telah tersedia, setelah itu implementasi desain yang telah dilakukan dalam bentuk hardware.



Gambar 6. Implementasi hardware dalam rangkaian sederhana

5. Perancangan Algoritma Pemrograman

Setelah komponen sudah dirangkai sesuai rancangan maka tahap selanjutnya adalah perancangan algoritma program. menghitung selang waktu gelombang dari *probe 1* menuju *probe 2*. Berikut ini adalah diagram alir dari sistem PDM.



Gambar 7. Diagram alir algoritma pemrograman

6. Uji Coba, *Troubleshooting* dan Evaluasi

Pada tahap uji coba dilakukan uji coba pengukuran kemudian hasilnya dibandingkan dengan penggaris standar. Kemudian diperhatikan apakah hasil pengukuran sudah linear, sudah memiliki keterulangan, dan aspek kualitas alat ukur lain. Pada tahap ini juga diambil kesimpulan dari analisis-analisis yang dilakukan sesuai dengan parameter alat ukur jarak yang pada umumnya ditinjau.



Gambar 8. Pengujian alat

7. Publikasi

Publikasi ini dapat dilakukan setelah mendapatkan hasil dari simulasi maupun dari implementasi. Publikasi dilakukan dengan mengirimkan paper atau jurnal ke konferensi paper yang ada. Tujuan dari publikasi ini adalah agar hasil penelitian yang telah dilakukan bisa dikembangkan pada penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengukuran jarak berbasis *probe*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rentang Kerja Alat Ukur

Alat ukur *Probe Distance Meter* memiliki rentang kerja 3 cm – 200 cm dan dapat mencapai 4000 cm atau 40 m jika dikembangkan dengan model nirkabel.

B. Resolusi

Resolusi adalah nilai yang menunjukkan perubahan terkecil dari input yang dapat mengubah nilai *output* (keluaran). Dari hasil uji laboratorium PDM memiliki resolusi 1 cm atau dengan kata lain setiap perubahan 1 cm maka tampilan akan berubah, misal dengan menggeser *probe* dari jarak 5 cm menjadi 6 cm maka tampilan akan berubah 1 cm juga atau akan tampil 6 cm pada keluaran tetapi jika digeser sebesar 0,5 cm maka tidak ada perubahan pada nilai keluaran atau tetap pada 5 cm.

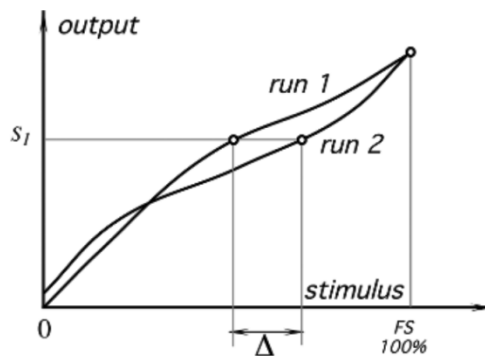
C. Full Scale (Span)

Full scale atau *span* adalah rentang penuh dari alat ukur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PDM dapat mengukur dari rentang 0 – 200 cm, sehingga nilai *span* adalah 200 cm.

D. Keterulangan

Keterulangan adalah hasil bagi antara selisih jarak dua garis kalibrasi dengan nilai *span* dikalikan 100%^[6]. Nilai keterulangan menunjukkan seberapa mungkin galat dapat muncul. Dari hasil kalibrasi didapatkan nilai keterulangan sebesar 11,1%. Nilai keterulangan dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\text{keterulangan} = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \quad (2)$$



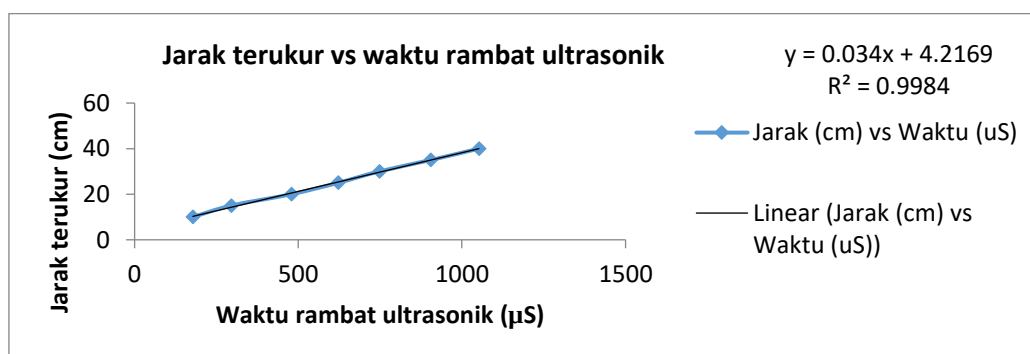
Gambar 9. Dua garis kalibrasi yang dibandingkan.

E. Akurasi

Akurasi merupakan standar deviasi terbesar dari galat atau perbedaan hasil pengukuran dengan nilai yang diekspektasikan. Dari hasil uji laboratorium didapatkan nilai akurasi 77,6% atau dengan kata lain cukup akurat namun dapat ditingkatkan akurasinya dengan mengganti sensor ultrasonik dengan spesifikasi yang lebih tinggi.

F. Ketidaklinearan

Alat ukur bekerja sangat baik dilihat dari nilai ketidaklinearan sebesar 0,2 % jika dilihat dari grafik kalibrasi dengan alat ukur standar sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik linearitas PDM

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

PDM (*Probe Distance Meter*) sudah mencapai persentase 100% yaitu alat sudah dapat bekerja dan alat ini berhasil mengukur dengan baik pada rentang 3 cm - 200 cm. Pengoperasian PDM sangat mudah yaitu cukup dengan menaruh suatu *probe* pada titik acuan dan menaruh *probe* yang lain pada titik yang akan diukur jaraknya terhadap titik acuan kemudian hasil pengukurannya akan ditampilkan pada LCD. Alat ukur jarak PDM memiliki ketidaklinearan yang sangat kecil yaitu sebesar 0,2% sesuai dengan grafik pada gambar 10.



Gambar 11. Desain Produk *Probe Distance Meter*

PDM merupakan alat ukur digital yang mempunyai media penyimpanan berupa microSD sehingga hasil pengukuran dapat disimpan secara otomatis. Kemudian alat ini juga dilengkapi dengan modul suaradan huruf braille sehingga dapat digunakan oleh tuna netra yang ingin melakukan pengukuran jarak.

Tabel 4. Spesifikasi alat ukur PDM

Parameter	Spesifikasi
Rentang Kerja	3 – 200 cm
Resolusi	1 cm
Span	200 cm
Akurasi	77,6 %
Ketidaklinearan	0,2 %
Penyimpanan	MicroSD card
Speaker	Ada
Huruf Braille	Ada
Suplai daya	Baterai Li-Po
Kalibrasi Manual	Ada
Display	LCD 16x2

B. Saran

Agar dapat digunakan secara umum, disarankan PDM untuk dikalibrasi menyesuaikan standar ke Badan Metrologi. PDM sangat mungkin untuk dipatenkan karena belum ada alat ukur jarak dengan mekanisme yang sama.

Pada perkembangan selanjutnya, direncanakan PDM akan menggunakan sistem *wireless* sehingga dapat memperbesar rentang kerja PDM yang masih bergantung pada kabel. Selain itu PDM juga berpotensi dapat terhubung dengan jaringan internet dengan menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*) agar hasil pengukuran dari PDM dapat diakses dari jarak jauh.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pelaksanaan program kreativitas ini tentunya kami tidak bekerja sendiri, banyak pihak yang membantu mensukseskan program ini sehingga berkesempatan berlaga di PIMNAS 28 Universitas Halu Oleo, untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sebagai penyelenggara kegiatan PKM.
2. Bapak Iswandi, S.T., M.Eng. selaku pembimbing program kami.
3. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Gadjah Mada atas dukungan dan bantuannya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pedhazur, Elazar, Schmelkin, Pedhazur. 1991. *Measurement, Design, and Analysis: An Integrated Approach*. Edisi Ke-1. Lawrence Elbaum Associates. Hillsdale. USA.
- [2] McRobert, M. 2011. *Beginning Arduino*. Edisi Ke-2. Apress. USA.
- [3] Boxall, J. 2013. *Arduino Workshop*. Edisi Ke-1. No Starch press. San Francisco. USA.
- [4] Schmidt, M. 2011. *Arduino Sensor*. Edisi Ke-1. The Pragmatic Bookshelf. Texas. USA.
- [5] [Bohn, D. A. 1988. Environmental Effect on The Speed of Sound. *Journal of the Audio Engineering Society*. 36 \(4\): 3-4.](#)
- [6] Fraden, J. 2010. *Handbook of Modern Sensors: Physics, Design, and Applications*. Edisi Ke-2. Springer. New York. USA.