

Perancangan dan Pengukuran Topi COVID-19 Reminder dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Barry Nur Setyanto*¹, Filly Pravitasari², Pramudita Budiastuti³, Fanani Arief Ghozali⁴

^{1,3,4}Universitas Ahmad Dahlan; Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika, FKIP UAD, Yogyakarta, Indonesia

²Universitas Insan Cendikia Mandiri; Program Studi Teknik Industri, FT UICM, Bandung, Indonesia

e-mail: *barry.setyanto@pvte.uad.ac.id, fillypravita@gmail.com, pramudita.budiastuti@pvte.uad.ac.id, fanani.ghozali@pvte.uad.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi sensor ultrasonik yang digunakan untuk peralatan tepat guna banyak dilakukan, seperti tongkat jarak untuk tunanetra, robot pembersih lantai, kotak sampah otomatis, alat ukur ketinggian, pendeteksi volume air, dispenser otomatis, pembersih tangan otomatis, dll. Dimasa pandemic COVID-19 diperlukan sebuah produk yang dapat digunakan untuk membatasi jarak antar manusia, sehingga pada penelitian ini difokuskan pada produk untuk mengukur jarak dengan sensor ultrasonik.

Metode desain penelitian yang digunakan adalah *research and development*, dengan menggunakan pendekatan *Borg and Gall*, dengan langkah pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan, pengujian, produk akhir dan implementasi. Hasil penelitian produk ini dirancang menggunakan perangkat keras Arduino nano v3, baterai, buzzer, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Desain produk terdaftar Hak Kekayaan Intelektual Desain Industri dengan nomor pencatatan A00202102408. Hasil pengukuran kualitas sensor ultrasonik untuk pengukuran jarak pada benda datar menunjukkan persentase kesalahan rata-rata sebesar 2,94% dari 10 cm hingga 300 cm dengan rentang jarak 10 cm. Pengujian pada benda tidak beraturan (manusia) pada sudut nol derajat dan 15 derajat menunjukkan jarak ukur terjauh terbaik pada jarak 150 cm. Sehingga 150 cm adalah jarak terbaik untuk diterapkan pada topi COVID-19 reminder. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa produk siap untuk dilanjutkan dalam proses produksi dan penjualan.

Kata kunci— Topi, COVID-19, Arduino Nano V3, Pengukuran, Sensor ultrasonik

Abstract

The development of ultrasonic sensor technology used for suitable equipment is widely carried out, such as distance sticks for the blind, floor cleaning robots, automatic garbage boxes, height measuring instruments, water volume detectors, automatic dispensers, automatic hand sanitisers, etc. During the COVID-19 pandemic, a product that can be used to limit the distance between humans is needed, so this research is focused on products for measuring distances with ultrasonic sensors.

The research design method used is *research and development*, using the *Borg and Gall* approach, with step information collecting, planning, development, testing, final product and implementation. The results of this research product are designed using Arduino nano v3 hardware, battery, buzzer, and ultrasonic sensor HC-SR04. Product design was registered with Industrial Design Intellectual Property Rights with registration number A00202102408. The results of measuring the quality of the ultrasonic sensor for measuring distances on flat objects show an average error percentage of 2.94% from 10 cm to 300 cm with a distance range of 10 cm. Tests on obstacle objects (humans) at an angle of zero degrees and 15 degrees showed the best farthest measuring distance at a distance of 150

cm. So 150 cm is the best distance to apply to the hat COVID-19 reminder. The development results show that the product is ready to continue in production and sales.

Keywords— Hat, COVID-19, Arduino Nano V3, Measurement, Ultrasonic Sensor

1. PENDAHULUAN

Sensor ultrasonik merupakan salah satu jenis sensor yang digunakan untuk pengukuran jarak, dimana prinsipnya mendeteksi objek melalui perambatan gelombang suara, terdiri dari dua buah transduser piezoelektrik dimana satu sebagai pengirim, dan satu lagi sebagai penerima gelombang suara [1]. Beberapa contoh penggunaan sensor ultrasonik antara lain: Robot pembersih lantai yang dapat otomatis berhenti ketika jarak optimal <15 cm [2], mobile robot untuk Kontes Robot Indonesia khususnya pada kategori KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia), pada penelitian sensor ultrasonik dengan tipe SR-04 memiliki akurasi 3 cm sampai 60 cm dengan nilai 0% dan 60 cm sampai 200 cm dengan error 1,78% [3].

Pada aplikasi lain, sensor ultrasonik tipe HC-SR04 adalah tipe yang sering digunakan dalam pembuatan proyek pengukuran jarak, seperti tongkat untuk membantu tunanetra dalam mendeteksi objek di depannya dengan komponen buzzer sebagai peringatan dengan suara bip [4, 5]. Modul sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mendeteksi rintangan dalam jarak 5 hingga 35 cm pada perangkat *blind stick* [5]. Alat ukur tinggi badan juga dapat dibuat digital dengan menggunakan sensor ultrasonik, seperti yang dilakukan oleh Yusa, dkk. [6]. Karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik dengan *input echo* dan *trigger*, serta sumber tegangan 5VDC, yang juga dapat digunakan untuk implementasi sensor parkir kendaraan roda empat [7]. Peringatan dini banjir juga dapat menggunakan perangkat sensor ultrasonik HC-SR04 [8].

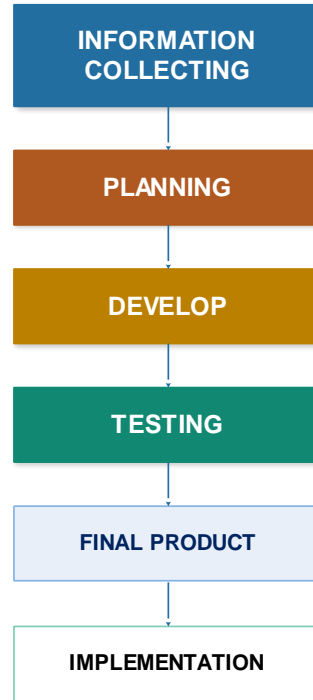
Dalam aplikasi industri, sensor ultrasonik dan pengontrol Arduino nano digunakan untuk tangki air sistem kebakaran [9]. Sistem pemantauan kendaraan dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat yang digunakan di tempat parkir dan gerbang jalan raya [10]. Di masa pandemi COVID-19 di Indonesia, banyak inovasi produk yang digunakan untuk meredam potensi penyebaran virus, salah satunya adalah *hand* sanitiser otomatis. Penggunaan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi tangan kurang dari 10 cm merupakan bagian penting dari pembuatan *hand* sanitizer otomatis [11]. Produk terkait lainnya adalah alat protokol pengingat pengunjung di pintu masuk dan keluar berbasis suara *buzzer* yang dirancang menggunakan sensor Arduino nano dan ultrasonik HC-SR04 [12].

Sensor ultrasonik juga memiliki sensitivitas 1 mm terhadap perubahan iklim sehingga optimal di lokasi outdoor [13]. Namun untuk pengukuran di ruangan yang sempit, suhu 0 – 50 derajat Celcius akan mempengaruhi sensitivitas kecepatan pantulan gelombang suara [14]. Beberapa modul sensor ultrasonik tidak berbeda secara signifikan dalam sistem fisik, akurasi dan komunikasi. Dalam rancangan suatu produk tentunya mempertimbangkan biaya produksi, sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan module sensor termurah dibandingkan dengan sensor ultrasonik lainnya seperti HY-SRF05, URM37, dan DYP-ME007 [15]. Selain murah, juga populer. Sensor ultrasonik HC-SR-04 juga digunakan untuk pengukuran jarak untuk mendeteksi objek bergerak lateral yang andal terhadap line array dengan tingkat akurasi 96% untuk menemukan objek bergerak [16].

Berdasarkan penelitian yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR-04, dinyatakan murah, populer, akurat dan banyak diterapkan pada perangkat berbasis pengukuran, rumusan masalah yang diperoleh adalah bagaimana hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dan bagaimana perancangan perangkat Topi Pengingat COVID-19 ini agar diharapkan menjadi produk yang layak produksi atau dipasarkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam perancangan dan pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 ini adalah metode penelitian *Research and Development* (R&D). Penelitian ini menggunakan pendekatan Borg and Gall [9, 10]. Pendekatan ini menggunakan langkah-langkah *information collecting*/pengumpulan informasi, *planning*/perencanaan, *development*/pengembangan, *testing*/pengujian, *final product*/produk akhir dan *implementation*/implementasi. Berikut gambaran metode penelitian yang dilakukan.

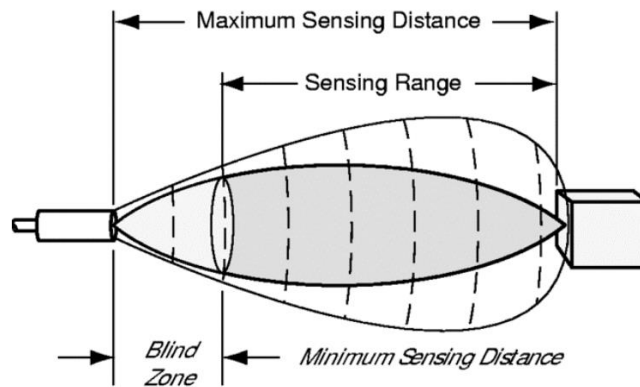


Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian [18]

Gambar 1 menunjukkan metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.1 *Information Collecting*/Pengumpulan informasi

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah “mengumpulkan informasi” untuk menemukan informasi berharga dalam pengembangan produk, khususnya topi COVID-19 *reminder*. Pemilihan jenis sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil penelitian Zhmud et al. [15] dan Dwi dkk. [12]. Salah satu penelitian yang menjadi acuan pokok dalam proses pengumpulan data adalah penelitian yang dilakukan oleh Arsada [3]. Pada langkah ini dilakukan analisis karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 pada sudut optimal untuk pemrosesan sinyal digital sebagai dasar untuk langkah berikutnya. Sudut optimal sensor ultrasonic HC-SR04 sebagai berikut:

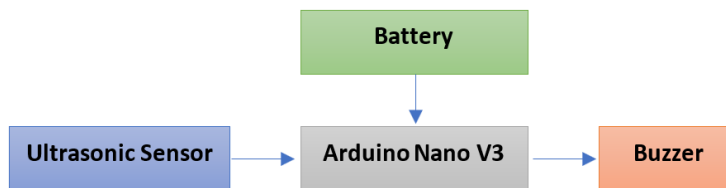


Gambar 2. Sudut pantul sensor Ultrasonik HC-SR04 [17]

Gambar 2 menunjukkan jarak penginderaan maksimum dan minimum, jangkauan penginderaan, dan zona buta. Sudut pengukuran yang paling efektif untuk sensor ultrasonik adalah 15 derajat [15]. Dalam penelitian ini, kami akan menggunakan standar ini.

2.2 Planning/perencanaan

Perencanaan dilakukan dengan membuat diagram blok produk Topi COVID-19 reminder, membuat diagram alir program, dan merancang produk seperti yang dilakukan pada penelitian pembuatan prototipe robot pembersih lantai dengan sensor ultrasonik [19].

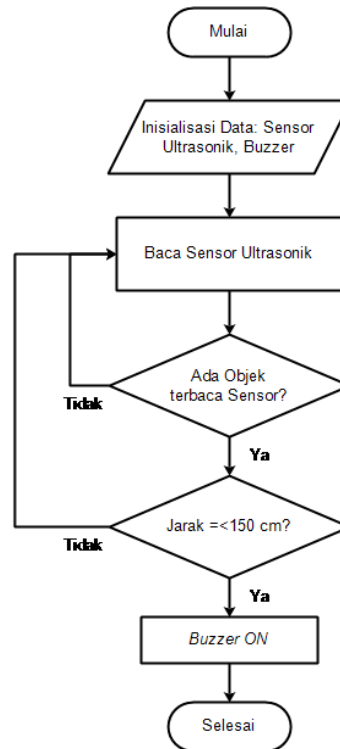


Gambar 3. Blok diagram topi COVID-19 reminder

Gambar 3 menunjukkan bahwa setelah proses produksi, data komponen produk topi COVID-19 reminder terdiri dari komponen elektronik, antara lain baterai Lippo 4.2V/350mAH sebagai sumber tegangan, sensor ultrasonik HC-SR04, Buzzer Aktif, Arduino nano V3, dan Saklar ON/OFF.

2.3 Developing/Pengembangan

Pengembangan produk topi COVID-19 reminder didasarkan pada proses fungsi dan mengutamakan aspek keselamatan dan estetika kerja, seperti yang telah dilakukan pada studi produk berbasis ultrasonik lainnya, salah satu contohnya adalah pada desain tempat sampah [20]. Dalam proses pengembangan dilakukan dua tahapan, dimana tahap pertama dilakukan pengembangan perangkat keras seperti penyolderan dan desain 3D produk untuk meletakkan komponen elektronik, tahap kedua yaitu pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE mengikuti diagram alir program berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Program

2.4 Testing/Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui presisi dan akurasi pembacaan jarak sensor yang paling optimal untuk perancangan produk, seperti yang telah dilakukan peneliti sebelumnya terhadap pengukuran jarak sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis Arduino Uno [21], Arduino Nano [22], mengukur kerentanan kendaraan otonom [23] dan ketinggian air [24]. Pengujian dilakukan dengan menguji kinerja sensor ultrasonic pada objek datar dan objek tidak beraturan (manusia) pada sudut 0 derajat dan 15 derajat. Hasil pengukuran akan menjadi dasar untuk finalisasi dan implementasi produk.

2.5 Final Product/Produk Akhir

Pada tahap ini, produk yang dikembangkan diharapkan dapat berfungsi dengan baik pada jarak optimal 150 cm. Pada tahap ini, produk dirancang untuk siap diimplementasikan.

2.6 Implementation/Implementasi

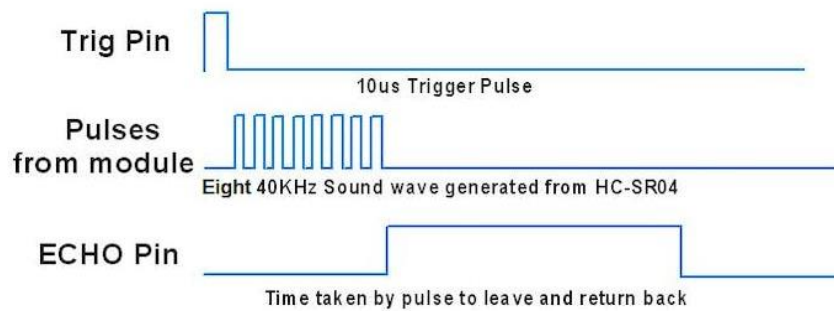
Implementasi produk topi COVID-19 *reminder* dilakukan di kampus Universitas Ahmad Dahlan. Pada tahap ini dilakukan pengukuran kinerja dan daya tahan komponen terutama baterai. Hasil implementasi ini akan digunakan sebagai acuan untuk pengembangan lebih lanjut hingga produk dapat dipasarkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses penelitian dan pengembangan, berikut hasil dan pembahasannya:

3.1 Program Arduino Sensor Ultrasonik HC SR04

Sensor jarak ultrasonic merupakan sensor yang bekerja dengan sistem pembacaan kecepatan mengirim dan menerima data, persamaan yang digunakan adalah: Jarak = Kecepatan x Waktu. Pada sensor ultrasonim HC SR04 memiliki diagram pewaktuan sebagai berikut:

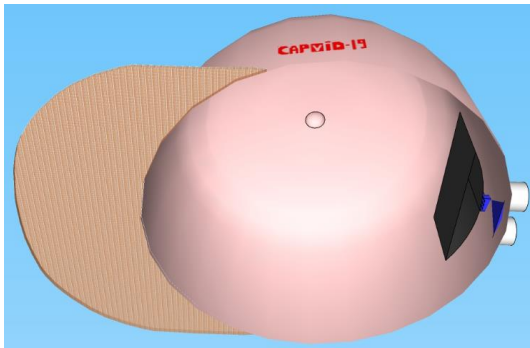


Gambar 5. Diagram Pewaktuan Sensor Ultrasonik HC SR04

Gambar 5. Menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki frekuensi kerja 40KHz dan karakteristik jika tidak ada objek atau pulsa yang dipantulkan, pin Echo akan habis waktu setelah 38 ms dan kembali ke kondisi rendah. kecepatannya adalah kecepatan suara yaitu 340m/s, sehingga untuk mengetahui jarak pantul hasil dibagi 2. Dengan demikian persamaan rumus yang digunakan untuk pemrograman pada Arduino nano v3 adalah: $\text{Jarak} = (\text{Kecepatan} \times \text{Waktu}) / 2$.

3.2. Hasil Produk Topi COVID-19 Reminder

Setelah dilakukan langkah-langkah penelitian dan pengembangan produk topi COVID-19 reminder, produk telah dirancang secara 3D dan memperoleh hak kekayaan intelektual kategori desain industri oleh lembaga DIRJEN KUMHAM Republik Indonesia dengan nomor registrasi A00202102408 [25]. Rancangan desain 3D produk dan hasil akhir produk jadi topi COVID-19 reminder dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5a.



Gambar 5b.

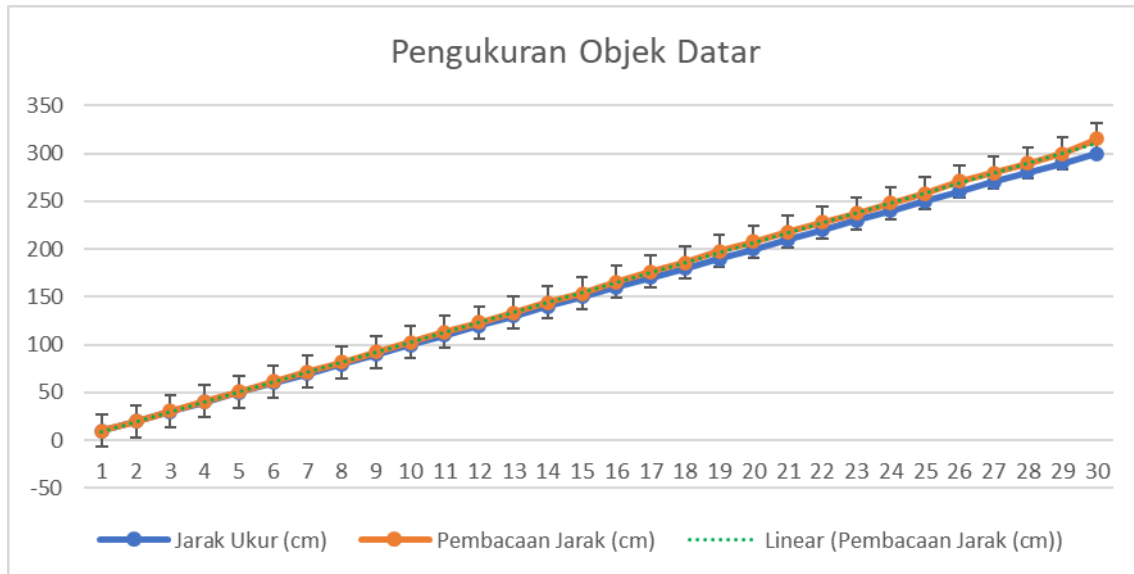
Gambar 5. Topi COVID-19 reminder: (a) Desain 3D, (b) Produk

3.3 Hasil Pengukuran pada Objek Datar

Tabel 1. Pengukuran pada Objek Datar

No.	Jarak Ukur (cm)	Pembacaan Jarak (cm)	Kesalahan Baca/Error
1	10	10,00	0,00%
2	20	20,00	0,00%
3	30	30,50	1,67%
4	40	41,00	2,50%
5	50	51,00	2,00%
6	60	61,50	2,50%
7	70	72,00	2,86%
8	80	82,00	2,50%
9	90	92,50	2,78%
10	100	102,50	2,50%
11	110	113,00	2,73%
12	120	123,00	2,50%
13	130	133,50	2,69%
14	140	144,00	2,86%
15	150	153,50	2,33%
16	160	165,50	3,44%
17	170	176,50	3,82%
18	180	186,00	3,33%
19	190	198,00	4,21%
20	200	208,00	4,00%
21	210	218,00	3,81%
22	220	228,00	3,64%
23	230	237,50	3,26%
24	240	248,00	3,33%
25	250	258,00	3,20%
26	260	271,00	4,23%
27	270	279,50	3,52%
28	280	290,00	3,57%
29	290	300,00	3,45%
30	300	315,00	5,00%

Tabel 1. menunjukkan hasil 30 kali pengukuran dengan jarak 10 cm sampai 300 cm pada rentang jarak 10 cm menghasilkan total *error* sebesar 88,23%, sehingga setelah dihitung rata-rata *error* adalah 88,23% dibagi 30 = 2,94%. Data *error* tersebut tidak jauh berbeda dengan data penelitian sebelumnya, seperti alat pendeteksi jarak robot beroda dengan *error* sebesar 1,78% [2], alat peringatan dini banjir dengan *error* maksimal 4,3% [22], Alat pemantau ketinggian air dengan kesalahan pengukuran 4,93% [23], tempat wudhu menggunakan sensor ultrasonik dengan kesalahan rata-rata 3,14% [24].



Gambar 6. Grafik Error Bar Objek Datar

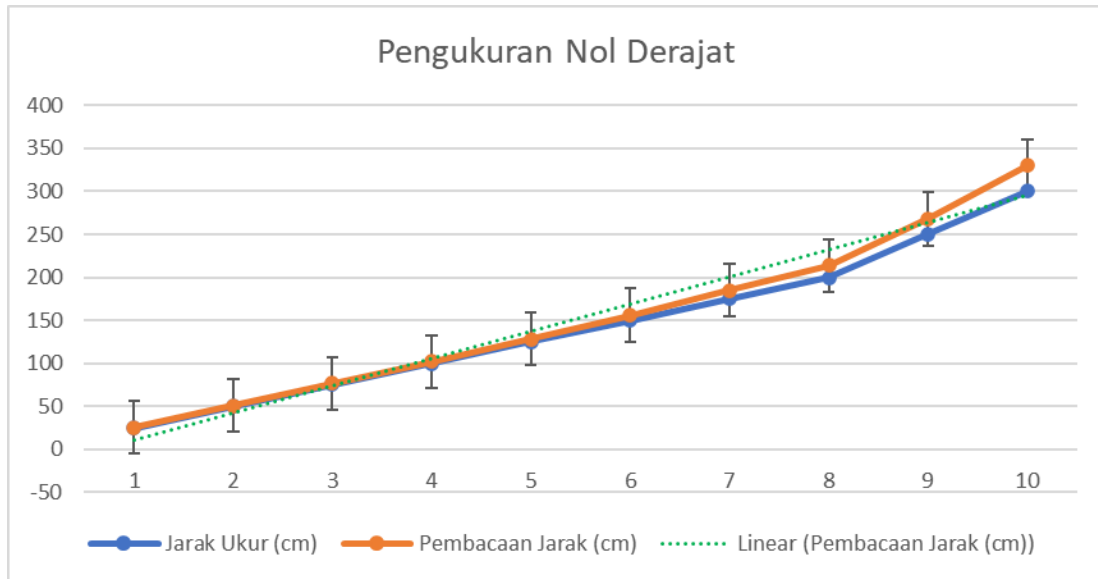
Hasil linieritas pembacaan sensor pada tabel 1 dengan grafik *error* bar menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC SR04 dengan objek datar berjalan dengan optimal pada garis lurus secara linier tidak lebih dari 5%.

3.4 Hasil Pengukuran pada Sudut Nol Derajat

Tabel 2. Pengukuran Sudut Nol Derajat

No.	Jarak Ukur (cm)	Pembacaan Jarak (cm)	Kesalahan Baca/Error
1	25	25,50	2,0%
2	50	51,00	2,0%
3	75	76,50	2,0%
4	100	102,00	2,0%
5	125	128,50	2,8%
6	150	156,00	4,0%
7	175	185,00	5,7%
8	200	214,00	7,0%
9	250	268,00	7,2%
10	300	330,00	10,0%

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran sensor dengan objek manusia atau objek tidak beraturan diperoleh tingkat kesalahan dengan nilai tertinggi 10% pada jarak 300 cm dan panjang dengan error dibawah 5% adalah 150 cm. Kesalahan pengukuran sensor ultrasonik ini juga terjadi pada penelitian akuisisi data kinerja sensor ultrasonik [26]. Hasil ini menunjukkan bahwa pengukuran jarak yang memungkinkan dan menjadi rekomendasi untuk objek manusia pada sudut nol derajat adalah 150 cm, dikarenakan error masih dibawah 5%.



Gambar 7. Grafik Error Bar Pengukuran Nol Derajat

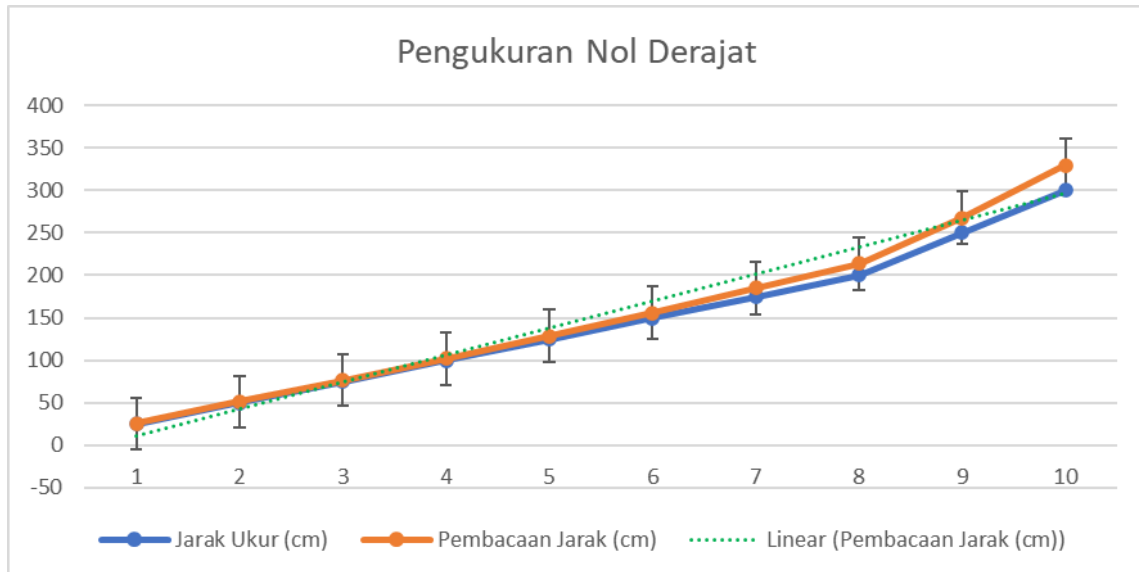
Gambar 7 menunjukkan grafik linieritas dengan *error* bar pembacaan sensor pada tabel 2, dimana grafik menunjukkan hasil pengukuran pada ambang batas *error* bar 10% masih linier dan sensor ultrasonic HC SR04 bekerja dengan baik.

3.5 Hasil Pengukuran pada Sudut 15 Derajat

Tabel 3. Pengukuran Sudut 15 Derajat

No.	Jarak Ukur (cm)	Pembacaan Jarak (cm)	Kesalahan Baca/Error
1	25	27,50	10,0%
2	50	57,00	14,0%
3	75	85,00	13,3%
4	100	113,50	13,5%
5	125	142,50	14,0%
6	150	170,00	13,3%
7	175	205,00	17,1%
8	200	235,00	17,5%
9	250	296,00	18,4%
10	300	360,00	20,0%

Tabel 3 sama dengan tabel 2. yaitu pengukuran dengan objek manusia atau objek tidak beraturan menunjukkan data yang *error* lebih banyak karena menggunakan sudut efektif sensor yaitu 15 derajat [27]. Hasil pengukuran terbaik dari sensor ultrasonik adalah pada jarak 150 cm dengan *error* sebesar 13,3%, dan panjang 250-300 cm menunjukkan kesalahan yang tinggi atau perubahan data yang tidak teratur. Hasil ini didukung oleh penelitian pada *blind stick*, dimana jarak sabuk depan yang ideal adalah 150 cm, dan jarak sensitivitas sensor terbaik adalah 2 cm - 200 cm [28]. Hasil yang sama seperti table 2 menunjukkan bahwa penggunaan jarak maksimum 150 cm pada produk topi COVID-19 *reminder* telah sesuai.



Gambar 8. Grafik Error Bar Pengukuran 15 Derajat

Gambar 8 menunjukkan bahwa linieritas pembacaan sensor masih berjalan dengan baik, dan masih masuk dalam error bar yang menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik pada sudut 15 derajat dengan objek tidak beraturan (manusia).

3.5 Hasil Implementasi

Tabel 4. Implementasi selama 3 Hari

No.	Pengguna	Rata-rata Konsumsi Baterai	Daya Tahan/Kehandalan Produk
1	Rio	120 menit	Sangat Baik, Tanpa Error
2	David	118 menit	Sangat Baik, Tanpa Error
3	Hanafi	125 menit	Sangat Baik, Tanpa Error
4	Esfan	115 menit	Sangat Baik, Tanpa Error
5	Waznan	123 menit	Sangat Baik, Tanpa Error

Tabel 4 menunjukkan bahwa data konsumsi baterai rata-rata untuk lima pengguna adalah 120,2 menit, dan daya tahan produk tidak menunjukkan kesalahan, sehingga dapat dikatakan sangat baik. Kondisi ini menjadi acuan dalam tindakan untuk langkah berikutnya ke tahap proses produksi dan penjualan atau komersialisasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian jarak objek datar dengan rentang jarak 10 cm terjadi *error* rata-rata sebesar 2,94%, hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 layak digunakan sebagai komponen pengukur jarak. Pengukuran sensor pada benda tidak beraturan (manusia) pada sudut nol derajat menunjukkan data kesalahan dibawah 5% pada jarak 150 cm, sedangkan pada sudut 15 derajat menunjukkan data kesalahan dibawah 15% pada jarak yang sama yaitu 150 cm. Sehingga 150 cm adalah jarak terbaik untuk diterapkan pada topi COVID-19 *reminder*. Setelah dilakukan pengukuran, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat bekerja secara optimal pada jarak 150 cm. Produk yang dikembangkan memiliki daya tahan baterai 120,2 menit sehingga dapat digunakan secara optimal dan dapat dilanjutkan untuk proses produksi dan penjualan atau komersialisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih atas dukungan moril dan finansial dari Program Studi Pendidikan Vokasi Teknik Elektronika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta yang selalu mendukung pengembangan kualitas penelitian dan pengabdian kepada masyarakat bagi setiap dosen. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Elektronika Universitas Ahmad Dahlan yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk penelitian dan pengembangan produk ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Sakti, U. B. Press, U. Media, and D. R. Santoso, *Pengantar Teknologi Sensor: Prinsip Dasar Sensor Besaran Mekanik*. Universitas Brawijaya Press, 2017.
- [2] I. Yuda, M. Muhandi, O. Rian, and D. Roni, "Automatic Floor Cleaning Robot Using Arduino and Ultrasonic Sensor," 2021, doi: 10.18196/jrc.2485.
- [3] B. Arsada, "Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [4] B. Sularso *et al.*, "Designing an Ultrasonic Sensor Stick Prototype for Blind People," *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1471/1/012020.
- [5] D. Naiwrita *et al.*, "Ultrasonic Sensor Based Smart Blind Stick," *2018 International Conference on Current Trends towards Converging Technologies (ICCTCT)*, 2018, doi: 10.1109/icctct.2018.8551067.
- [6] M. Yusa, J. D. Santoso, and A. Sanjaya, "Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Pseudocode*, vol. 8, no. 1, pp. 90-97, 2021.
- [7] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *EINSTEIN (e-Journal)*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [8] R. D. Valentin, "Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 2, no. 1, pp. 32-41, 2021.
- [9] C.-A. Omar *et al.*, "Level Transducer Circuit Implemented by Ultrasonic Sensor and Controlled with Arduino Nano for its Application in a Water Tank of a Fire System," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2021, doi: 10.14569/ijacsa.2021.0121052.
- [10] S. Roni, K. Adhi, A. Nina Siti, D. Mitra, and V. Sparisoma, "An Ultrasonic Sensor System for Vehicle Detection Application," *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1204/1/012017.
- [11] A. Tafrikhatin and D. S. Sugiyanto, "Handsantizer Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Atmega 328 Guna Pencegahan Penularan Virus Corona," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 4, no. 2, pp. 127-135, 2020.
- [12] H. Dwi and M. R. Zulkarnain, "Design of New Normal Health Protocol Reminder Using Arduino Nano and Ultrasonic Sensor," 2021, doi: 10.36456/best.vol3.no1.3536.

- [13] R. Andrea, S. Eleonora, C. Fabrizio, M. Paolo, and B. Gianni, "Characterization and Optimization of Level Measurement by an Ultrasonic Sensor System," *IEEE Sensors Journal*, 2019, doi: 10.1109/jsen.2018.2890568.
- [14] M. Saleem Latteef, A.-N. Ali, M. F. Mashael, and C. Javaan, "Highly Accurate Water Level Measurement System Using a Microcontroller and an Ultrasonic Sensor," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, doi: 10.1088/1757-899x/518/4/042025.
- [15] V. A. Zhmud, Z. Vadim, N. O. Kondratiev, K. A. Kuznetsov, T. Vitaly, and D. Lubomir, "Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics," 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1015/3/032189.
- [16] A. R. Karzan and M. Wrya, "Moving objects detection and direction-finding with HC-SR04 ultrasonic linear array," *2019 International Engineering Conference (IEC)*, 2019, doi: 10.1109/iec47844.2019.8950639.
- [17] R. T. Yunardi, "Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection," *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 33-41, 2017.
- [18] R. C. Richey and J. D. Klein, *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. Taylor & Francis, 2014.
- [19] M. S. Yoski and R. Mukhaiyar, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 158-161, 2020.
- [20] C. R. Hidayat and F. D. Syahrani, "Perancangan Sistem Kontrol Arduino Pada Tempat Sampah Menggunakan Sensor Pir Dan Sensor Ultrasonik," *Jurnal VOI (Voice of Informatics)*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [21] S. Biyyala, "Arduino based Distance Measurement Sensor using Ultrasonic Sensor," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.35346.
- [22] O. Adekunle Adebola, O. Adekunle Adewale, and E. Ayo Femi, "Distance Measurement and Energy Conservation Using Arduino Nano and Ultrasonic Sensor," 2021, doi: 10.11648/j.ajece.20210502.11.
- [23] L. Bing Shun, K. Sye Loong, and L. L. T. Vrizlynn, "Autonomous vehicle ultrasonic sensor vulnerability and impact assessment," *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 2018, doi: 10.1109/wf-iot.2018.8355132.
- [24] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti, and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04t Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 717-724, 2019.
- [25] S. P. Barry Nur Setyanto, M.Pd, H. W. Ramndani, D. Y. Pradana, and R. T. Sudarma, "Topi COVID-19 Reminder," *Indonesia Patent Appl.* A00202102408, 2021.
- [26] M. Andayani, W. Indrasari, and B. H. Iswanto, "Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai Sensor Pendeteksi Jarak pada Prototipe Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, 2016, vol. 5, pp. SNF2016-CIP-43-46.
- [27] A. Alawiah and A. R. Al Tahtawi, "Sistem kendali dan pemantauan ketinggian air pada tangki berbasis sensor ultrasonik," *KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 25-30, 2017.

- [28] R. Shaputra, P. Gunoto, and M. Irsyam, "Kran air otomatis pada tempat berwudhu menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino uno," *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 2, pp. 192-201, 2019.