



PENGEMBANGAN SISTEM RADAR PENDETEKSI OBJEK BERBASIS ARDUINO UNO

Alvin Aditya Bintang Raihan

Rekayasa Instrumentasi dan Automasi, Institut Teknologi Sumatera

alvin.122490040@student.itera.ac.id

ABSTRACT

This research aims to design a microcontroller-based radar system capable of automatically detecting and monitoring objects at a lower cost compared to conventional radar. The system uses an Arduino Uno microcontroller, ultrasonic sensors, and ESP32-CAM for object detection, with the Pulse Width Modulation (PWM) method to control the output device's intensity based on the detected object's distance. The results show that the system can detect objects within a range of 2–100 cm with high accuracy and minimal error. This system is also equipped with a graphical user interface (GUI) to display detection data, such as distance, height, and the visualization of the line of sight. The ESP32-CAM is used for real-time video streaming, allowing dynamic monitoring of object movement up to 180°. The conclusion indicates that this microcontroller-based radar system functions well, providing an efficient solution for surveillance and security applications. Issues such as ultrasonic sensor delays and non-specific object detection can be addressed with more advanced signal processing algorithms and the integration of additional sensors. This system offers a flexible and cost-effective radar alternative for various future applications.

Keywords: *microcontroller-based radar, ultrasonic sensor, ESP32-CAM, Pulse Width Modulation (PWM), automatic object detection.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem radar berbasis mikrokontroler yang mampu mendeteksi dan memonitoring objek secara otomatis dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan radar konvensional. Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan ESP32-CAM untuk deteksi objek, dengan metode Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur intensitas perangkat output berdasarkan jarak objek yang terdeteksi. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi objek dalam rentang jarak 2–100 cm dengan tingkat akurasi tinggi dan tingkat kesalahan minimal. Sistem ini juga dilengkapi antarmuka grafis (GUI) untuk menampilkan data hasil deteksi, seperti jarak, ketinggian, dan visualisasi garis sudut pandang. ESP32-CAM digunakan untuk streaming video real-time, memungkinkan pemantauan pergerakan objek secara dinamis hingga 180°. Kesimpulan menunjukkan bahwa sistem radar berbasis mikrokontroler ini bekerja dengan baik, memberikan solusi efisien untuk aplikasi pengawasan dan keamanan. Kelemahan seperti delay pada sensor ultrasonik dan deteksi objek non-spesifik dapat diatasi dengan algoritma pemrosesan sinyal yang lebih canggih dan integrasi sensor tambahan. Sistem ini memberikan alternatif radar yang fleksibel dan hemat biaya untuk berbagai kebutuhan di masa depan.

Kata Kunci: *radar berbasis mikrokontroler, sensor ultrasonik, ESP32-CAM, Pulse Width Modulation (PWM), deteksi objek otomatis.*



I. PENDAHULUAN

Teknologi radar (*Radio Detection and Ranging*) telah digunakan secara luas untuk mendeteksi, mengukur, dan melacak objek pada jarak tertentu[1]. Radar adalah sistem berbasis gelombang elektromagnetik yang berfungsi untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan memetakan objek dalam berbagai aplikasi, seperti navigasi pesawat, kendaraan, serta pemantauan cuaca[1]. Bertambahnya jumlah pengguna transportasi udara dan darat setiap tahunnya, kebutuhan akan teknologi radar terus meningkat[2]. Selama Januari–Februari 2024, jumlah penumpang angkutan udara domestik sebanyak 9,5 juta orang atau naik 2,06 persen dibanding kondisi pada periode yang sama tahun lalu yang hanya sebanyak 9,3 juta orang. Jumlah penumpang terbesar tercatat di Soekarno Hatta-Tangerang yang mencapai 2,7 juta orang atau sebesar 28,56 persen dari keseluruhan penumpang domestik, diikuti Juanda-Surabaya sebanyak 765,1 ribu orang atau sebesar 8,02 persen dari keseluruhan penumpang domestik[3]. Namun, penggunaan radar konvensional sering kali terbatas karena biayanya yang tinggi[4], sehingga sulit diakses untuk keperluan pembelajaran atau pengembangan sistem baru. Pendeteksian objek otomatis merupakan salah satu aplikasi penting dalam sistem radar[5]. Dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari sistem radar, proses pendeteksian dan analisis sinyal radar dapat dilakukan secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia[1].

Menurut Nicole Mahdi Wardana pada penelitian sebelumnya perkembangan teknologi mikrokontroler dalam beberapa tahun terakhir, seperti Arduino, Raspberry Pi, dan STM32, telah membuka peluang baru dalam perancangan sistem radar yang lebih terjangkau dan efisien[1]. Sistem radar berbasis mikrokontroler mampu melakukan pendeteksian dan analisis sinyal secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia[6]. Selain itu, sistem ini juga menawarkan kontrol yang lebih baik terhadap sensor radar, dengan kemampuan tambahan seperti visualisasi data, komunikasi nirkabel, dan pemantauan jarak jauh.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem radar berbasis mikrokontroler yang mampu mendeteksi objek secara otomatis. Sistem yang dirancang akan terdiri dari perangkat keras seperti modul sensor radar dan mikrokontroler, serta perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data dan menampilkan

informasi secara visual[7]. Hasil penelitian ini dapat menghasilkan solusi radar yang handal, fleksibel, dan hemat biaya untuk berbagai aplikasi, termasuk navigasi maritim, pengawasan perimeter, dan deteksi intrusi, serta dapat diadaptasi untuk keperluan lain di masa mendatang.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk penulisan review ini adalah studi literatur, mengumpulkan dan membandingkan jurnal penelitian sebelumnya.

2.1 Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan informasi dan referensi dari berbagai sumber yang relevan, seperti jurnal, buku, dan artikel ilmiah terkait topik sistem pengembangan sistem radar pendeteksi objek serta teknologi yang mendukungnya. Studi literatur bertujuan untuk memahami perkembangan terkini, teknologi yang digunakan, serta mengetahui keterbaruan mengenai sistem.

2.2 Alat dan Bahan

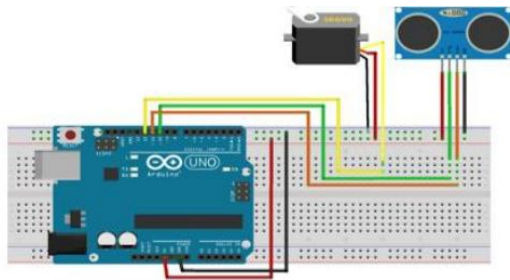
Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian sebelumnya meliputi :

- ArduinoUno
- ESP 32
- Motor *Servo*
- Sensor* Ultrasonik
- Kabel *Jumper*
- Breadboard*
- Kabel USB
- Laptop
- Software* Arduino IDE
- Buzzer*
- Software* Matlab

2.3 Perancangan Alat

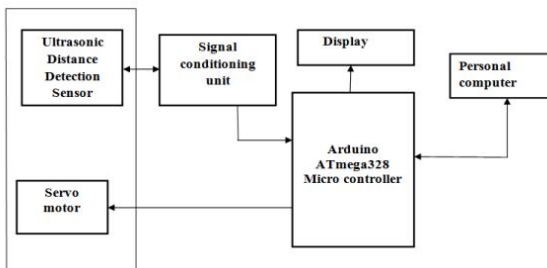
Pada perancangan alat dari penelitian Yoli Andi Rozzi, yaitu untuk menghubungkan Arduino ke PC atau laptop, cukup sambungkan *Board* Arduino Uno menggunakan kabel USB atau gunakan adaptor DC atau baterai untuk sumber daya. Motor *Servo* Tower Pro 9G SG90 5V DC, yang memiliki putaran 180°, terhubung ke Arduino dengan 3 kabel: coklat untuk GND, oranye untuk 5V, dan kuning untuk SIG (*input* dari Arduino). Kabel-kabel ini disambungkan menggunakan kabel *jumper*, dengan sumber 5V dari Arduino dihubungkan ke *Breadboard*. Sensor Ultrasonik Ping, yang dapat mengukur jarak antara 3 cm hingga 300 cm, juga memiliki 3 terminal dan disambungkan dengan kabel *jumper*, serta sumber 5V

diambil dari *Breadboard* untuk mendukung kinerja motor dan sensor[8].



GAMBAR 1
PERANCANGAN ALAT[8]

Pada perancangan alat dari penelitian N. Anju Latha dkk, jarak objek akan diukur menggunakan sensor jarak ultrasonik, dan *output* sensor tersebut akan terhubung ke unit pengkondisian sinyal, kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar kristal cair (LCD) dan juga dapat dipindahkan ke komputer pribadi. Sensor akan dipasang pada motor *servo* untuk memindai jarak polar di sekitar sensor hingga rotasi 180°. Aplikasi ini juga direncanakan untuk mendeteksi hambatan dan memperoleh jarak yang tepat, yang akan ditampilkan pada layar LCD[9].

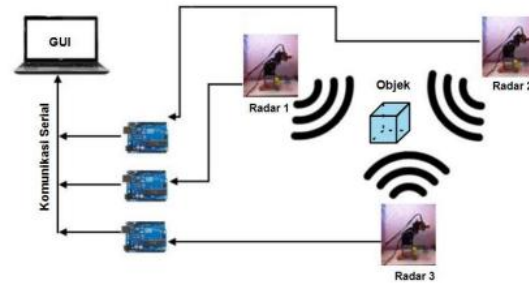


GAMBAR 2
PERANCANGAN ALAT[9]

Pada perancangan alat dari Luky Renaldi dkk, Aplikasi program menggunakan GUI dirancang dengan bahasa pemrograman Java untuk merepresentasikan hasil deteksi objek yang dilakukan oleh sensor ultrasonik. Objek yang terdeteksi akan ditampilkan pada GUI berupa informasi jarak objek dari sensor dan ketinggian objek dari permukaan tanah. Jika tidak ada objek yang terdeteksi oleh satu atau semua sensor, GUI tidak akan menampilkan hasil pemindaian.

Untuk memvisualisasikan objek yang terdeteksi, digunakan fungsi gambar objek yang mengambil

data jarak dari sensor ultrasonik dan mengolahnya menjadi representasi dalam bentuk *pixel*. Fungsi ini dikombinasikan dengan gambar garis, yang berfungsi untuk menampilkan garis sudut pandang dari sensor menuju objek yang terdeteksi, sehingga hasil deteksi dapat divisualisasikan secara akurat pada GUI[10].



GAMBAR 3
PERANCANGAN ALAT[10]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *review* penelitian menunjukkan bahwa sistem radar berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek secara otomatis dan mengukur jaraknya dengan akurasi tinggi[6]. Pada pengujian, sistem dapat mengidentifikasi objek berdasarkan jarak tertentu dengan mengaktifkan perangkat tambahan, seperti laser, *buzzer*, dan LED, sesuai intensitas yang diatur melalui nilai PWM. Untuk jarak kurang dari 70 cm, sistem mengaktifkan laser dan *buzzer* dengan *duty cycle* 40%, menghasilkan nilai PWM sebesar 102 *byte*. Pada jarak kurang dari 40 cm, intensitas *buzzer* ditingkatkan menjadi *duty cycle* 70%, dengan nilai PWM sebesar 178.5 *byte*. Pada jarak kurang dari 10 cm, sistem mengaktifkan laser, *buzzer*, dan LED dengan *duty cycle* 100%, menghasilkan nilai PWM sebesar 255 *byte*[6].

Sistem ini juga dilengkapi dengan antarmuka GUI berbasis Java yang mampu memvisualisasikan hasil deteksi secara informatif, seperti jarak objek dari sensor, ketinggian objek dari tanah, dan garis sudut pandang menuju objek. Visualisasi ini mempermudah pengguna dalam memahami posisi dan kondisi objek yang terdeteksi. Selain itu, motor *servo* yang digunakan dapat memutar sensor ultrasonik hingga 180° untuk mendeteksi objek dalam radius tertentu, sedangkan sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek dengan akurasi hingga jarak 300 cm[9].

Meskipun hasil menunjukkan kinerja yang



memuaskan, pada beberapa penelitian sebelumnya masih terdapat kelemahan yaitu *delay* pada sensor ultrasonik dan ESP32-CAM menjadi hambatan pada deteksi *real-time*, terutama saat konektivitas internet buruk. Selain itu, sensor mendeteksi semua jenis objek, termasuk pantulan gelombangnya sendiri, yang dapat memengaruhi keakuratan hasil deteksi. Namun, sistem ini memiliki kelebihan signifikan, seperti fleksibilitas dalam sumber daya dengan dua jenis catu daya (PLN dan baterai) serta efisiensi biaya yang menjadikannya alternatif yang menarik dibandingkan radar konvensional. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi digunakan dalam aplikasi pengawasan dan keamanan secara lebih luas[6].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian dari berbagai jurnal yang *direview*, dapat disimpulkan bahwa sistem radar berbasis mikrokontroler untuk pendeteksi objek otomatis telah berhasil dirancang dan bekerja dengan baik. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor ultrasonik, ESP32-CAM, dan mikrokontroler Arduino Uno sebagai komponen utama untuk mendeteksi dan memonitoring objek di sekitar. Dalam implementasinya, metode *Pulse Wide Modulation* (PWM) diterapkan untuk mengatur intensitas *buzzer* berdasarkan jarak objek yang terdeteksi. Selain itu, sistem juga mengaktifkan komponen tambahan seperti laser, LED, dan notifikasi melalui aplikasi Blynk saat objek terdeteksi.

Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi objek dengan akurasi tinggi pada jarak 2 cm hingga 100 cm, dengan tingkat kesalahan pada sensor sebesar 0,04% dan 0,02%. Hasil deteksi divisualisasikan melalui aplikasi seperti MATLAB dan Processing, memberikan gambaran yang informatif tentang posisi dan jarak objek. ESP32-CAM juga berhasil menjalankan fungsi *streaming* video untuk menghubungkan pergerakan objek secara *real-time*.

V. SARAN

1. Delay pada Sensor Ultrasonik : Keterlambatan deteksi pada sensor ultrasonik dapat diminimalkan dengan menggunakan sensor ultrasonik dengan frekuensi pengukuran yang lebih tinggi atau menggunakan metode pemrosesan paralel pada mikrokontroler. Dengan

cara ini, sistem dapat mengurangi waktu jeda dalam pengambilan data, sehingga memberikan respon yang lebih cepat terhadap perubahan di lingkungan.

2. Deteksi Benda Mati, Benda Hidup, dan Gelombang Pantulan : Untuk meningkatkan akurasi deteksi dan meminimalkan kesalahan akibat gelombang pantulan atau objek tidak relevan, dapat ditambahkan algoritma pemrosesan sinyal yang memfilter data berdasarkan pola pantulan. Selain itu, sistem dapat dikombinasikan dengan sensor tambahan, seperti sensor inframerah atau kamera, untuk membedakan jenis objek yang terdeteksi, sehingga memberikan hasil yang lebih spesifik dan andal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Mahdi Wardana, "Rancang Bangun Sistem Radar Menggunakan Mikrokontroler untuk Pendeteksi Objek Otomatis," *J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 3, no. 2, pp. 48–62, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.58192/ocean.v3i2.2180>
- [2] A. Luwihono, A. F. Peranginangin, Bahtiar, and A. Makanuay, "Peningkatan Moda Transportasi Indonesia Era Digital Berbasis Sistem Cerdas," *ATDS SAINTECH-Journal Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 55–63, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/view/14>
- [3] BPS, "Perkembangan Transportasi Nasional November 2023," *Ber. Resmi Stat.*, vol. 01, no. 05, pp. 1–8, 2024.
- [4] Nursyamsu, S. W. Herningsih, and M. F. Zulviananda, "Optimalisasi Penggunaan ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) Guna Meminimalisir Kecelakaan di Laut," *J. Mar. Insid.*, vol. 3, no. December, pp. 11–19, 2021, doi: 10.56943/ejmi.v3i2.30.
- [5] M. I. Asyasyakur *et al.*, "Simulasi Sistem Pendeteksi Objek Pada Pesawat Dengan Menggunakan Teknologi SAR (Synthetic Aperture Radar)," *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. dan Inov. Indones.*, vol. 3, no. November, pp. 41–52, 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.122.



-
- [6] M. I. Rangkuti, A. Pranata, and I. Ishak, "Sistem Radar Untuk Monitoring Objek Sekitar Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i1.4795.
- [7] A. Arif Rakhman Suharso, R. Muhamad Fauzi, A. Dwi Kurniawan, A. Renaldo, and Hartono, "Perancangan Sistem Radar Pendeteksi Objek Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 3, no. 1, pp. 20–26, 2016, doi: 10.52005/rekayasa.v3i1.173.
- [8] A. Rozzi and Y. A. Rozzi, "Perancangan Sistem Radar Pendeteksi Objek Menggunakan Sensor Ultrasonik," *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. November, pp. 149–152, 2022.
- [9] N. Anju Latha, B. Rama Murthy, and K. B. Kumar, "ISSN: 2454-132X Impact factor: 4.295 Distance Sensing with Ultrasonic Sensor and Arduino," *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 2, no. 5, pp. 1–5, 2016, [Online]. Available: www.ijariit.com
- [10] L. RENALDI, S. HADIYOSO, and D. N. RAMADAN, "Purwarupa Radar sebagai Pendeteksi Benda Diam menggunakan Ultrasonik," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, p. 317, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.317.