

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penjelasan mengenai tahapan desain, implementasi, pengujian, dan analisis hasil dari Pembuatan Alat Pengukuran *Ground Clearance* Berbasis Raspberry Pi, dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

1. Alat pengukuran *ground clearance* telah berhasil dirancang dan dibuat dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik US-015, Raspberry Pi, dan ESP32 dengan protokol MQTT. Alat ini dilengkapi dengan LCD untuk tampilan lokal, buzzer sebagai notifikasi, serta website dashboard berbasis IoT yang terhubung dengan platform ThingSpeak untuk penyimpanan dan monitoring data secara real-time.
2. Hasil pengujian pada 30 mobil barang menunjukkan alat mencapai tingkat akurasi rata-rata 98,63% dengan persentase error 1,37%. Nilai masih dalam toleransi  $\pm 50$  mm yang ditetapkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 23 Tahun 2021, sehingga alat layak digunakan dalam pengujian tipe kendaraan bermotor.
3. Alat mampu mempersingkat waktu pengukuran sebesar 40,25%–45,16% dibandingkan metode manual, sekaligus mengeliminasi keharusan penguji untuk merangkak di bawah kendaraan. Validasi ahli menunjukkan skor 90% dalam kategori "sangat layak", membuktikan bahwa alat tidak hanya akurat secara teknis tetapi juga mudah dan nyaman dioperasikan di lapangan.

#### **V.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran agar penelitian lanjutan dapat mencapai hasil yang lebih optimal. Saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan jenis kendaraan. Hal ini bertujuan agar alat pengukuran *Ground Clearance* berbasis Raspberry Pi dapat divalidasi kinerjanya pada berbagai tipe dan ukuran kendaraan dengan karakteristik fisik yang berbeda-beda.

2. Penelitian selanjutnya perlu menambahkan fitur penyimpanan data secara offline pada sistem Raspberry Pi agar data hasil pengukuran dapat tersimpan secara otomatis meskipun perangkat tidak terhubung dengan koneksi internet.
3. Disarankan penelitian selanjutnya untuk menambahkan sensor *gyroscope* agar alat dapat mendeteksi kemiringan secara otomatis saat pengukuran.
4. Pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan kamera agar terdapat fitur dokumentasi pada alat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, M. A. (2024). *Rancang Bangun Alat Bantu Pengukuran Ground Clearance Berbasis Mobil Robotik* [Politeknik Keselamatan TransPortasi Jalan]. <http://eprints.pktj.ac.id/2960/>
- Adiy.in. (2022). *ADIY 4 Channel I2C Safe Bi-directional Logic Level Converter 2N7002*. 3–4. [https://adiy.in/wp-content/uploads/2022/04/A85187\\_ADIY-Bi-Directional-Logic-Level-Module\\_Datasheet.pdf?srsltid=AfmBOoolDzAD8CYCGIEPICcRDckdbUgQjwNi2hLFmgJQzB\\_\\_QXAY4d7F](https://adiy.in/wp-content/uploads/2022/04/A85187_ADIY-Bi-Directional-Logic-Level-Module_Datasheet.pdf?srsltid=AfmBOoolDzAD8CYCGIEPICcRDckdbUgQjwNi2hLFmgJQzB__QXAY4d7F)
- Ananda, D. (2022). Pemanfaatan Sensor Ultrasonik Sebagai Purwarupa Pengukur Ketinggian Air pada Tangki Pembuangan Air Kotor di Kapal. *Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 12(02), 109–116. <https://jurnal.itscience.org/index.php/elektriese/article/view/1871>
- Ariyani, S., Nugroho, A. B., & Mubarak, A. S. T. (2022). Alat Bantu Pendeteksi Objek Untuk Tuna Netra Berbasis Ai Mobilenet Pada Raspberry Pi 3B. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 4(1), 73–90. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/view/4951>
- Arthalia Wulandari, I., Pujiyanto, Suyud Widodo, & Rizal Muntaha. (2024). Bangun Website E-Commerce Guna Meningkatkan Pendapatan Ukm Firdaus Pratama Indonesia. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi (JISI)*, 3(1), 28–37. <https://doi.org/10.24127/jisi.v3i1.5682>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Transportasi Darat 2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/25/cdcf9b5e74dd2e9bb3458ee4/statistik-transportasi-darat-2023.html>
- Electronicsnotes. (2025). *What is a Power Bank - portable charger*. Electronics-Notes.Com. [https://www.electronics-notes.com/articles/equipment-items-gadgets/powerbank/what-is-a-powerbank-battery-store.php#google\\_vignette](https://www.electronics-notes.com/articles/equipment-items-gadgets/powerbank/what-is-a-powerbank-battery-store.php#google_vignette)
- Fahrezi, G. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Flip Book Kontekstual Berbasis Android Pada Materi Akuntansi Persediaan. *Jurnal Imu Kependidikan*, 16(1), 58–70. <https://doi.org/10.29408/edc.v16i1.3550>
- Fauzi, A. A. (2025). *Prototype Pembuatan Alat Bantu Pengukuran Ground Clearance Berbasis Sensor Ultrasonik* [Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan]. <http://eprints.pktj.ac.id/3914/>
- Fitri, A., Rahman, S., Kasrani, M. W., & Praditya, Y. (2021). Perancangan Sistem Monitoring Jarak Parkir dengan Raspberry PI 3 dan Web. *Jurnal Teknik Elektro Uniba*, 5(2), 1–5. <https://jurnal.fte.uniba-bpn.ac.id/index.php/JTE/article/view/96>
- Fredy Naa, C. (2022). Greenhouse Monitoring System using ESP32, Raspberry Pi, MQTT and Node-RED. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 11(3), 1–6.

<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/download/45151/41336/105347>

Gunawan, A. (2024). *Mobile Programming Menggunakan Flutter dan Visual Studio Code Untuk Pemula* (M. R. Naufal & B. A. Saputra (eds.); 1st ed.). Literasi Nusantara Abadi grup. [https://repository.unas.ac.id/id/eprint/11255/1/Mobile Programming Menggunakan Flutter dan Visual Studio Code Untuk Pemula.pdf](https://repository.unas.ac.id/id/eprint/11255/1/Mobile%20Programming%20Menggunakan%20Flutter%20dan%20Visual%20Studio%20Code%20Untuk%20Pemula.pdf)

Gunawan, I., & Ahmadi, H. (2024). Kajian Dan Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis ( Smart Feeder ) Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Internet Of Things. *Informatika Dan Teknologi*, 7(1), 40–51. <https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/infotek/article/view/23523>

Guntara, R. G., & Hapsan, A. (2023). *Algoritma dan Pemrograman Dasar: Menggunakan Bahasa Pemrograman C++ dengan Contoh Kasus Aplikasi untuk Bisnis dan Manajemen*. CV. Ruang Tentor. [https://books.google.co.id/books?id=NO\\_LEAAAQBAJ](https://books.google.co.id/books?id=NO_LEAAAQBAJ)

Harianjaya, L. (2021). *Penerapan Media 3D Sketchup Pada Model Pembelajaran Langsung Mata Pelajaran Menggambar dengan Perangkat Lunak SMK Negeri 2 Medan*. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jpts/article/view/36170>

Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>

International Organization for Standardization. (1978). *Road vehicles — Dimensions of motor vehicles and towed vehicles — Terms and definitions* (Vols. 612–1978). <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/4729/98970c4607e74d369a7d7781d6c0111f/ISO-612-1978.pdf>

Lak, D. A. P., Fahmi, I., & Tamal, C. P. (2021). Rancang Bangun Power Bank Untuk Modem Indihome ZTE F609. *Jurnal Spektro*, 6(2), 14–22. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/spektro/article/download/14381/6233>

Maulana, F. E., Nurpulaela, L., Elektro, T., Karawang, U. S., Jaya, P., & Timur, T. (2024). Konfigurasi Mikrokontroler STM32 untuk Membaca Push Button dengan Arduino IDE Pada Prototipe Smart Charger di PT . Pasifik Satelit Nusantara. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(4), 7278–7284. <https://ejournal.itn.ac.id/jati/article/view/10184>

Nanda, D., & Hartoto, P. (2020). Studi Akurasi Sensor Ultrasonik Tipe US-015 Untuk Pengukuran Pasang Surut Air Laut Daerah Bergelombang. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain (JRSDD)*, 8(1), 33–52. <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/1261>

Novrizaldi, M. A., Pangaribuan, P., & Pramudita, B. A. (2022). Perancangan Alat Monitoring Tekanan Udara Di Dalam Ban Kendaraan Bermotor Roda Empat Menggunakan Sensor Tekanan Udara Berbasis Arduino. *Journal of Engineering*, 9(3), 1–11. <https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/179662/perancangan-alat-monitoring-tekanan-udara-di-dalam-ban-kendaraan-bermotor-roda-empat->

menggunakan-sensor-tekanan-udara-berbasis-arduino.html

- Ochoa, H. J. J., Peña, R., Mezquita, Y. L., Gonzalez, E., & Camacho-leon, S. (2023). Comparative Analysis of Power Consumption between MQTT and HTTP Protocols in an IoT Platform Designed and Cold Chain Transport Operations. *Sensors*. <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/10/4896>
- Okpatrioka. (2023). Research And Development ( R & D ) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100. <https://e-journal.nalanda.ac.id/index.php/jdan/article/view/154>
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2018 Tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor, 100 (2018).
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 23 Tahun 2021 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 33 Tahun 2018 Tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor (2021).
- Peslinof, M., Afrianto, M. F., Fendriani, Y., & Hutabarat, B. F. (2021). *Perancangan Sistem Pemantauan Parameter Fisis Air Berbasis Internet Of Things ( IoT )*. 18(3), 208–216. <https://doi.org/10.31258/jkfi.18.3.208-216>
- Prihatini, M. (2023). *Kronologi Kecelakaan Truk Trailer Tersangkut Rel Tertabrak KA Sancaka di Mojokerto*. Beritajatim.Com. <https://beritajatim.com/kronologi-kecelakaan-truk-trailer-tersangkut-rel-tertabrak-ka-sancaka-di-mojokerto>
- Rahayu, A. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR (Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran)*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Simorangkir, R. B. (2022). Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggar Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 189–195. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.14499>
- Ridwan, Bahri H, A., & Setyawan, I. (2020). Analisis Pengaruh Elevasi Terhadap Jalan pada Aerodinamika Kendaraan. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 24(2), 135–141. <https://doi.org/10.25042/jpe.112020.05>
- Rizal, M., Sondakh, D. E., Ashari, I. F., Suryawan, M. A., Mahmudi, A. A., M, W. H., Lontaan, R. J., Agussalim, Rifqie, D. M., Hazriani, Sirmayanti, Lisa, N. P., Supriyanto, B. F., Syamil, A., Hasiri, E. M., Tambi, Hujemiati, & Simarmata, J. (2023). *Konsep&Implentasi Internet of Thing* (M. J. F. Sirait (ed.)). Yayasan Kita Menulis. <https://kitamenulis.id/2023/06/27/konsep-dan-implementasi-internet-of-things/>
- Sari, R. P., Astor, Y., Awaludin, I., & Shalahuddin, S. (2025). Cost and Time Efficiency Analysis of Road Condition Surveys: Manual Vs Semi-Automated Methods. *Jurnal Pensil*, 14(3), 564–578. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v14i3.58676>
- Sarmada, N., Rahardjo, E. A., & Firmandany, L. (2024). *Perancangan Antarmuka Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Web Thing Speak sebagai Basis Data dan Notifikasi Pesan melalui Aplikasi WhatsApp*. IX(4), 10898–10907.

[https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2020&as\\_yhi=2025&q=Perancangan+Antarmuka+Sistem+Peringatan+Dini+Banjir&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&as_yhi=2025&q=Perancangan+Antarmuka+Sistem+Peringatan+Dini+Banjir&btnG=)

- Sayeth Saabith, A., Vinothraj, T., & Fareez, M. (2021). A Review on Python Libraries and IDEs for Data Science. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES) ISSN, February*, 36–53. [https://www.researchgate.net/publication/357898994\\_A\\_Review\\_on\\_Python\\_Libraries\\_and\\_IDEs\\_for\\_Data\\_Science](https://www.researchgate.net/publication/357898994_A_Review_on_Python_Libraries_and_IDEs_for_Data_Science)
- Sembiring, F. (2021). *Buku Ajar Dasar Pemrograman (Python)*. Nusa Putra Press. <https://books.google.co.id/books?id=zA08EAAAQBAJ>
- Shodiqin, M. A. (2020). Analisa Sistem Pengendalian dan Pengawasan Level Tangki Air Berbasis Arduino Uno dan Internet Of Things. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 09*, 44–53. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/32212>
- Siddiq, M. H., Susanti, E., & Gunoto, P. (2023). Perancangan Alat Ukur Laju Kendaraan. *Sigma Teknika, 6*(1), 117–126. <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/sigmateknika/article/view/5124>
- Sudrajat, R., & Rofifah, F. (2023). Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin dengan Sensor Suhu dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer, 7*, 555–564. <https://www.jurnal.polgan.ac.id/index.php/remik/article/view/12082>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Surahmat, A. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Sistem Penjualan Pada Percetakan Cubic ART. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 1*(1), 86. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/6064>
- Taufan Laode, R., Hado, Satyadharma, M., & Ode Aliatin Wuga, L. (2025). Pengembangan Transportasi dan Dampaknya terhadap Sektor Ekonomi (Kajian Literatur). *Jurnal Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi, Vol. 5, No*(2), 1–12. <https://penerbitadm.pubmedia.id/index.php/JER>
- Tyas, U. M., Buckhari, A. A., Studi, P., Teknologi, P., Pendidikan, P. S., Pembelajaran, P., & Belajar, H. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi, 1*(April). <https://jurnal-fkip-uim.ac.id/index.php/teknos/article/view/40>
- Ujianto, N. T., Fitria, R. I., Nawangnugraeni, D. A., & Jannah, H. R. (2023). Pintu Air Otomatis Pencegah Rob Berbasis Arduino. *Eenginerig, 14*(1). [https://www.researchgate.net/publication/383593328\\_Pintu\\_Air\\_Otomatis\\_Pencegah\\_Rob\\_Berbasis\\_Arduino](https://www.researchgate.net/publication/383593328_Pintu_Air_Otomatis_Pencegah_Rob_Berbasis_Arduino)
- Wulansari, I., Arba'in, M., Mustika, W., Kusuma, A., Abduh, N., & Muslimin, E. (2023). *Dasar-Dasar Transportasi*. Tohar Media. <https://books.google.co.id/books?id=9Je0EAAAQBAJ>