

Rancang Bangun Seleksi Kendaraan Sederhana Menggunakan Sensor HC-SR04

Nissa Sukmawati^{1*}, Asti Sawitri², dan M. Rizki G.N³

¹Prodi Fisika UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi;

²Prodi Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung;

³Politeknik Manufaktur Bandung;

email: *¹nissa.sukmawati@uinjambi.ac.id, ²sawitriasti@gmail.com, ³rizkigorby@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem seleksi kendaraan sederhana berdasarkan ketinggian dan panjang kendaraan menggunakan sensor HC-SR04 dengan mikrokontroler arduino UNO. Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang memancarkan gelombang ultrasonik kemudian diterima oleh receiver lalu diolah menjadi sebuah data berupa ketinggian dan panjang untuk menentukan golongan kendaraan. Metode penelitian ini dilakukan dengan mengukur ketinggian dan panjang kendaraan yang melewati sensor sehingga golongan kendaraan dapat ditentukan. Penelitian terbatas pada kendaraan box golongan III, IV, dan V. Hasil dari rancang bangun seleksi kendaraan dengan menggunakan sensor HC-SR04 sangat layak digunakan untuk seleksi kendaraan.

Kata kunci— HC-SR04, seleksi kendaraan, ultrasonik, Arduino Uno

1. PENDAHULUAN

Jalan tol adalah jalan yang dibuat untuk memperlancar arus lintas dan meningkatkan distribusi barang dan jasa. Pada dasarnya, jalan tol telah mampu berfungsi sebagaimana mestinya. Permasalahan utama yang sering dialami oleh jalan tol adalah adanya antrean kendaraan saat masuk ataupun keluar dari jalan tol (Listyono dkk, 2015). Untuk mengurangi antrean, salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan Gardu Tol Otomatis (GTO). Pada GTO, sistem pembayaran tol tidak lagi menggunakan uang tunai, melainkan menggunakan kartu yang disentuh pada mesin GTO (Wasistha, 2017). Dengan penggunaan GTO tersebut, pengguna jalan tol dapat menghemat waktu pembayaran dan tidak perlu berinteraksi dengan petugas secara langsung sehingga dapat menghemat waktu hingga 4-7 detik. Penggunaan GTO tentu dilengkapi dengan teknologi canggih yang mampu membedakan golongan kendaraan. Perbedaan golongan kendaraan berkaitan dengan jumlah nominal yang harus dibayarkan ketika melewati jalan tol. Jenis golongan kendaraan yang berbeda akan dikenakan besaran tarif yang berbeda.

Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 370/KPTS/M/2007, terdapat 6 golongan kendaraan yang disajikan pada Tabel 1.

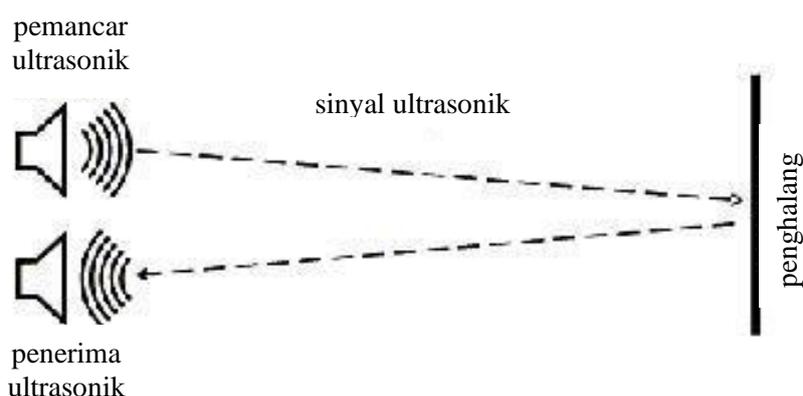
Tabel 1 Golongan kendaraan berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 370/KPTS/M/2007

No.	Golongan	Jenis Kendaraan
1.	Golongan I	Sedan, Jip, Pick Up/Truk Kecil, dan Bus
2.	Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
3.	Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
4.	Golongan IV	Truk dengan 4 (empat) gandar
5.	Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar
6.	Golongan VI	Kendaraan bermotor roda 2 (dua)

Berbeda dengan gerbang tol biasa yang penentuan golongan kendaraannya ditentukan oleh operator yang ditempatkan di pos gardu tol, pada GTO digunakan sensor untuk mendeteksi golongan kendaraan. Salah satu sensor yang digunakan adalah sensor *Optical Beam Sensor* yang menggunakan sensor infrared untuk mendeteksi kendaraan. Sensor ini mulai ditinggalkan dan beralih ke sensor *Automatic Vehicle Classification (AVC)*. AVC memiliki sensor yang lebih banyak dibandingkan *Optical Beam Sensor* sehingga menunjukkan hasil yang lebih akurat (Widodo Groho, 2019).

Terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk seleksi kendaraan. Antara lain *loop detector*, infra merah, ultrasonik, radar, gelombang mikro, dan deteksi dengan video (Harlow & Peng, 2001). dari beberapa pilihan tersebut, peneliti mencoba untuk menciptakan sensor sederhana menggunakan sensor ultrasonik yang mampu mendeteksi beberapa jenis golongan kendaraan. Sensor ini dapat menyeleksi kendaraan berdasarkan jenis dan golongan mobil dari ketinggian dan panjang kendaraan. Hal tersebut dapat memudahkan dalam pembayaran *e-toll* sesuai dengan kendaraan yang digunakan. Pada penelitian kali ini jenis mobil yang akan dibedakan dibatasi hanya pada mobil box yang tergolong dalam golongan III, IV dan V. Golongan III, IV, dan V adalah kendaraan dengan ban bergandar yang memiliki bentuk dimensi tidak terlalu berbeda satu sama lain, sehingga sulit untuk dibedakan apabila ditinjau berdasarkan dimensinya. Oleh karena itu seleksi kendaran untuk golongan ini yang menjadi fokus penelitian.

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang menggunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz sampai 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal/gelombang bunyi. Ketika gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh *transmitter* mengenai penghalang, maka sinyal ini akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver*. Jarak sensor dan objek adalah setengah dari jarak tempuh sinyal dan dapat diperoleh dengan mengetahui lama waktu penjalaran sinyal. Sensor ultrasonic dapat digunakan untuk mengukur jarak maupun digunakan pada pemetaan (Niku, 2011)



Gambar 1 Prinsip kerja sensor ultrasonik

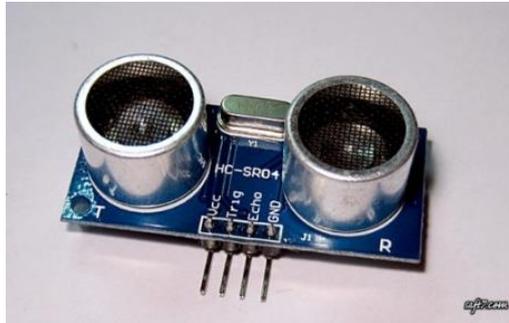
Sensor ultrasonik yang tepat digunakan untuk alat seleksi kendaraan *e-toll* adalah sensor yang memiliki ketepatan pengukuran yang baik pada jangkauan jarak yang jauh maupun dekat. Seperti sensor HC-SR04 yang memiliki jarak pengukuran 2- 400 cm. Jangkauan jarak ini cukup untuk digunakan pada pengukuran penelitian ini (indo-ware.com).

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno memiliki kaki digital input dan output berjumlah 14. Terdapat 6 kaki yang digunakan sebagai sinyal *Pulse Width Modulator (PWM)* yang menghasilkan analog output yang diinginkan. Selain itu, Arduino Uno juga memiliki

6 kaki analog input, koneksi USB, konektor listrik, kaki IheaderI dari ICSP dan tombol reset untuk mengatur ulang program (Magdalena, Greisye and Halim, Fransiscus Ati and Aribowo, 2013).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan terdiri pada beberapa tahap yaitu, kalibrasi sensor, membuat prototype alat seleksi kendaraan, dan uji coba alat seleksi kendaraan. Pada penelitian ini digunakan sensor HC-SR04 sebagai sensor pendeteksi jarak serta perangkat arduino uno untuk pengolahan data.



Gambar 2 Sensor HC-SR04



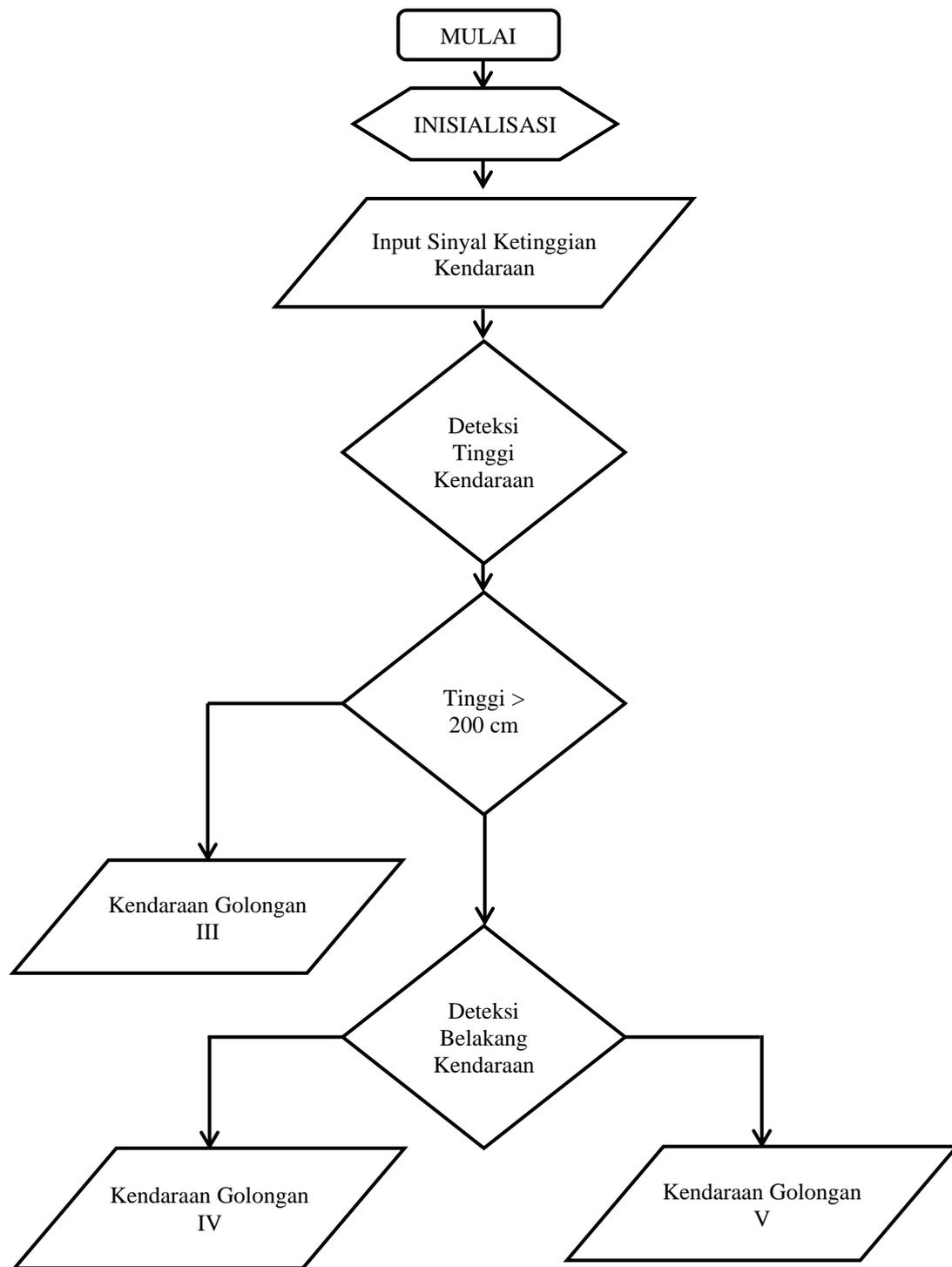
Gambar 3 Arduino Uno

Kalibrasi sensor dilakukan dengan menempatkan sensor HS-CR04 pada jarak tertentu dengan objek dan membandingkan hasil yang dibaca oleh sensor dengan jarak yang sebenarnya. Pengambilan data kalibrasi dilakukan dengan selisih 10 cm setiap data pada jarak 10 – 400 cm. Selisih data 10 cm setiap pengujian bertujuan untuk memastikan sensor HS-CR04 memiliki ketepatan yang tinggi sehingga baik digunakan.

Tahap kedua penelitian yaitu pembuatan prototype alat seleksi kendaraan beserta media ukurnya. Prototype dibuat dengan perbandingan 1:10 dengan data dimensi kendaraan sebenarnya pada setiap golongan.

Tabel 2 Data dimensi kendaraan rata-rata

Golongan kendaraan	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
III	430	250	200
IV	500	250	250
V	600	250	250



Gambar 4. Bagan sistem kerja sensor seleksi kendaraan

Tahap selanjutnya pada penelitian yaitu tahap uji coba alat seleksi kendaraan. Tahap ini dilakukan dengan memasang dua buah sensor HC-SR04 di atas tempat kendaraan yang berhenti untuk membayar tol. Sensor dipasang di bagian atas dan akan mengukur jarak pantulan yang akan mendeteksi keberadaan kendaraan. Kendaraan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah mobil box dengan beberapa ukuran. Karena

setiap golongan kendaraan mempunyai tinggi dan panjang kendaraan yang berbeda maka hal tersebut dapat digunakan sebagai dasar pembuatan alat seleksi.

Sensor pertama diletakkan di atas bagian depan box kendaraan. Jika sensor mendeteksi kendaraan dengan ketinggian 200 cm, maka sensor akan menyimpulkan bahwa kendaraan masuk dalam golongan III. Selanjutnya, jika sensor mendeteksi kendaraan dengan ketinggian lebih dari 200 cm, maka sistem seleksi dilanjutkan oleh sensor kedua. Sensor kedua diletakkan di bagian atas belakang kendaraan. Karena adanya perbedaan panjang kendaraan golongan IV dan golongan V, maka sensor diatur berada di antara selisih panjang tersebut. Jika sensor mendeteksi adanya kendaraan yang memiliki ketinggian yang sama dengan sensor pertama, maka disimpulkan kendaraan termasuk dalam golongan V. namun jika sensor tidak mendeteksi adanya kendaraan atau terdapat kendaraan yang lebih rendah, maka disimpulkan bahwa kendaraan termasuk golongan IV. Algoritma sistem seleksi kendaraan disajikan lebih lengkap pada Gambar 4.



Gambar 5 Rangkaian alat seleksi kendaraan



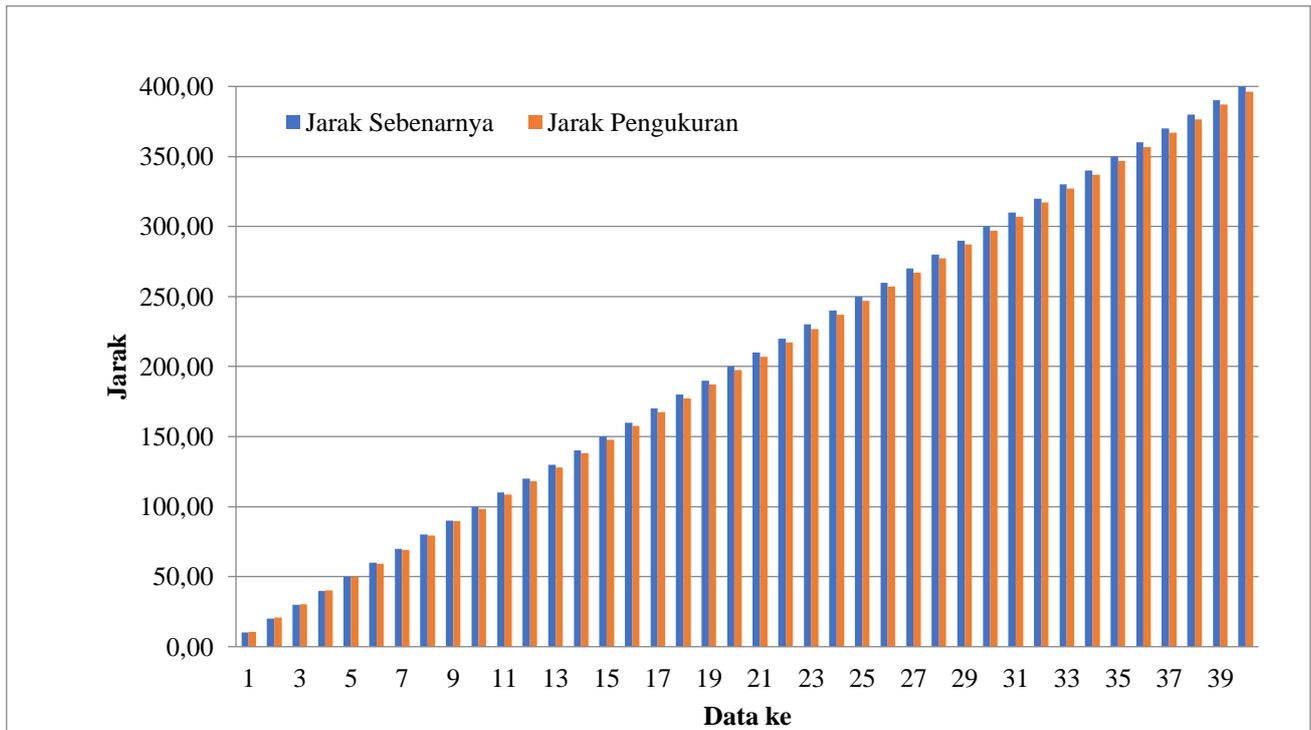
Gambar 6 Rancang bangun penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 3 dan disajikan dalam Grafik 1. Kalibrasi dilakukan dengan pengukuran pada jarak 10 hingga 400 cm dengan selang jarak 10 cm. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada setiap jarak pengukuran, perbedaan antara jarak sebenarnya dan jarak hasil pengukuran antara 0 – 4 cm. Semakin jauh jarak pengukuran, maka semakin kecil nilai error yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 relatif lebih baik digunakan untuk pengukuran jarak dengan jangkauan yang lebih jauh. Jangkauan maksimal pengukuran jarak HC-SR04 adalah 450 cm.

Tabel 3. Data kalibrasi sensor HC-SR04

No.	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Selisih Jarak Sebenarnya dan Pengukuran (cm)	No.	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Selisih Jarak Sebenarnya dan Pengukuran (cm)
1	10	10,71762376	0,71762376	21	210	207,0948515	2,9051485
2	20	20,68079208	0,68079208	22	220	217,2875248	2,7124752
3	30	30,44405941	0,44405941	23	230	226,8894059	3,1105941
4	40	40,18792079	0,18792079	24	240	237,000297	2,999703
5	50	49,62871287	0,37128713	25	250	246,9422772	3,0577228
6	60	59,38138614	0,61861386	26	260	257,159605	2,840395
7	70	69,09584158	0,90415842	27	270	267,1573267	2,8426733
8	80	79,3450495	0,6549505	28	280	277,2729703	2,7270297
9	90	89,58891089	0,41108911	29	290	287,0828713	2,9171287
10	100	98,50326733	1,49673267	30	300	296,9609901	3,0390099
11	110	108,4631683	1,5368317	31	310	307,0893069	2,9106931
12	120	118,0292079	1,9707921	32	320	317,1991089	2,8008911
13	130	128,1060396	1,8939604	33	330	327,0370297	2,9629703
14	140	138,0644554	1,9355446	34	340	336,9261386	3,0738614
15	150	147,5728713	2,4271287	35	350	346,7	3,3
16	160	157,7579208	2,2420792	36	360	356,7488119	3,2511881
17	170	167,3549505	2,6450495	37	370	366,8	3,2
18	180	177,5111881	2,4888119	38	380	376,5863366	3,4136634
19	190	187,0746535	2,9253465	39	390	387,1171287	2,8828713
20	200	197,4791089	2,5208911	40	400	396,3375248	3,6624752



Grafik 1 Data kalibrasi sensor HC-SR04

Kalibrasi sensor dilakukan dengan mengkondisikan sekitar area objek ukur tanpa penghalang. Hal ini dilakukan karena kalibrasi hanya bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan pembacaan sensor terhadap jarak yang sebenarnya. Pembacaan sensor terhadap jarak sebenarnya memiliki ketepatan sebesar 98,66 %. Hal ini menunjukkan kelayakan penggunaan sensor untuk aplikasi alat seleksi kendaraan pada *e-toll*.

Selanjutnya dilakukan seleksi kendaraan pada prototype yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan melewati kendaraan prototype yang telah dibuat pada penghalang yang telah diletakan dua buah sensor untuk mengukur tinggi dan panjang kendaraan tersebut kemudian data tersebut diolah menggunakan mikrokontroler arduino uno sehingga data tersebut berubah menjadi golongan kendaraan yang sesuai dengan kendaraan yang diukur. Pengujian dilakukan berulang dengan hasil yang konstan dan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji coba prototype

Golongan kendaraan seharusnya	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Golongan kendaraan hasil ujicoba
III	43	25	20	III
IV	50	25	25	IV
V	60	25	25	V

Berdasarkan Tabel 4 terlihat ketetapan antara golongan kendaraan sebenarnya dengan golongan kendaraan menggunakan sensor HC-SR04.

4. KESIMPULAN

Hasil dari rancang bangun seleksi kendaraan dengan menggunakan sensor HC-SR04 sangat layak digunakan untuk seleksi kendaraan karena sensor tersebut dapat mengukur jarak hingga 400 cm dengan ketepatan sebesar 98,4%. Berdasarkan hasil ujicoba prototype didapat bahwa golongan kendaraan prototype dengan pembacaan data pada display menunjukkan golongan kendaraan yang tepat. Oleh karena itu sensor ini dapat digunakan untuk menseleksi golongan kendaraan berdasarkan tinggi dan panjang kendaraan

DAFTAR PUSTAKA

- Groho, W., 2019, *Begini Cara Gerbang Tol Mendeteksi Jenis Dan Golongan Kendaraan*. <https://www.widodogroho.com/2019/08/begini-cara-gerbang-tol-mendeteksi.html>, diakses tanggal 14 Januari 2020.
- Harlow, C., & Peng, S. (2001). Automatic vehicle classification system with range sensors. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 9(4), 231–247. [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(00\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(00)00034-6)
- Indoware, 2013, Ultrasonic Ranging Module HC - SR04, Datasheet, <http://dropbox.indoware.com/files/Ultrasonic%20HC-SR04.pdf>, diakses tanggal 14 Januari 2020.
- Listyono, A. F., Darjat., Wahyul A.S., (2015). Perancangan Prototipe Identifikasi Kendaraan Jalan Tol Berbasis Rfid Dan Notifikasi Pembayaran Via SMS, *TRANSIENT*, No. 4, Vol. 4, Hal 902-908.
- Magdalena, Greisye and Halim, Fransiscus Ati and Aribowo, A. (2013). Perancangan Sistem Akses Pintu Garasi Otomatis Menggunakan Platform Android. *Prosiding Csgteis*, 4(4), 301–306.
- Niku, S.B., 2011, *An introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*, 2nd edition, John Wiley and Sons, USA.
- Wasistha, Magistra Zuhair., 2017, *Gerbang Tol Pandaan-Malang, Tugas Akhir*, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.