

IMPLEMENTASI SENSOR ULTASONIK JSN-SR04T SEBAGAI ALAT BANTU PARKIR MOBIL MPV BERBASIS ARDUINO UNO

Mochamad Irwan Nari*, Ach Mufid, Erlanda Miko Prasetya, dan Dicky Adi Tyagita
Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

*Email: m.irwan.nari@polije.ac.id

Abstract

Technology development is growing quite rapidly, and the automotive world is no exception. Almost all the latest vehicles are equipped with safety technology that helps the driver when parking to avoid collisions with obstacles around the car, especially at night. However, in general, cars manufactured under the year 2000 do not have safety technology such as parking sensors. The technology requires parking sensors that must be installed manually in the car. Based on these problems, a safety system that can be used with good is needed. Therefore, in this paper, a microcontroller-based parking system with commercial and more reliable electronic components including JSN-SR04T proximity sensor, DF-Player, Arduino Uno, 16x2 LCD, Speaker is made. The evaluation results show that the parking aid can work well and in accordance with the needs. The use of the JSN-SR04T ultrasonic sensor and Arduino Uno can produce distance measurement accuracy up to 99%. In addition, the precision value in the flat field for the right and left sensors reaches 98%, while the precision value in the wave field for the right and left sensors reaches 98%.

Keywords: *Parking System, Security System, MPV, Arduino Uno, JSN-SR04T*

Abstrak

Perkembangan teknologi berkembang cukup pesat, tidak terkecuali di dunia otomotif. Hampir semua kendaraan terbaru dilengkapi dengan teknologi keselamatan yang membantu pengemudi saat parkir untuk menghindari benturan dengan rintangan di sekitar mobil terutama pada malam hari. Namun secara umum, mobil keluaran di bawah tahun 2000 belum memiliki teknologi keselamatan seperti sensor parkir. Teknologi tersebut membutuhkan sensor parkir yang harus dipasang secara manual di dalam mobil. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan sistem keamanan yang dapat digunakan dengan baik. Untuk itu pada makalah ini dibuat sebuah sistem parkir berbasis mikrokontroler dengan komponen elektronik komersial dan lebih andal mencakup sensor jarak JSN-SR04T, DF-Player, Arduino Uno, LCD 16x2, Speaker. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa alat bantu parkir dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan Arduino Uno mampu menghasilkan akurasi pengukuran jarak hingga mencapai 99%. Selain itu, nilai presisi pada bidang datar untuk sensor kanan dan kiri mencapai 98%, sedangkan nilai presisi pada bidang gelombang untuk sensor kanan dan kiri mencapai 98%.

Kata-kata kunci: Sistem Parkir, Sistem Keamanan, MPV, Arduino Uno, JSN-SR04T

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang cukup pesat, tidak terkecuali dalam dunia otomotif. Hampir semua kendaraan keluaran terbaru dilengkapi dengan teknologi keamanan yang membantu pengemudi melakukan parkir agar terhindar dari benturan dengan objek yang menghalangi di sekitar mobil terutama saat malam hari [1]. Namun pada umumnya mobil yang dikeluarkan dibawah tahun 2000 tidak dilengkapi dengan teknologi keamanan seperti sensor parkir. Untuk mendapatkan teknologi seperti itu maka dibutuhkan alat bantu parkir yang harus dipasang secara manual pada mobil tersebut.

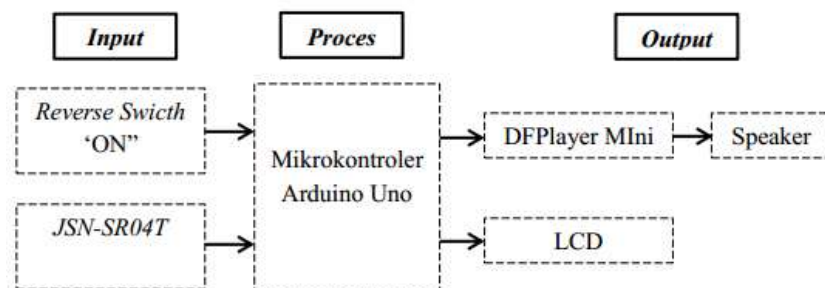
Beberapa penelitian telah dilakukan seperti pada jurnal sebelumnya dengan judul perancangan sistem pendeteksi jarak aman parkir berbasis mikrokontroler arduino uno [3] [7] [8], keluaran sistem berupa suara [2] [5], di implementasikan pada mobil listrik [6], penggunaan pada prototype mobil untuk parkir otomatis [7], dan hasil pembacaan sensor di tampilkan MP3 Player [4]. Namun terdapat perbedaan dalam penggunaan sensor ultrasonik yaitu menggunakan sensor ultrasonik SR HC-04 [9].

Maka dari itu dibutuhkan alat bantu parkir kendaraan yang dapat dipasangkan dengan mudah pada semua jenis kendaraan sehingga pengemudi dapat mengetahui jarak antara kendaraan dengan benda yang menghalangi dengan menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai alat untuk mengukur jarak antara benda dengan penghalang, dan penggunaan LCD sebagai monitor penampil jarak yang dapat dilihat oleh pengemudi. Alat bantu parkir ini menggunakan mikrokontroler arduino uno Atmega328 sebagai pengatur kendali masukan dan keluaran sistem. Dan juga alat bantu parkir ini terhubung dengan switch mundur yang akan aktif apabila posisi tuas perseneling dalam kondisi mundur.

2. Metode

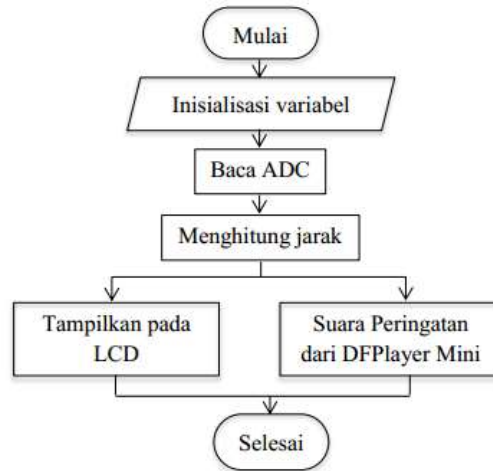
Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan [10] namun disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu *Systems Development Life Cycle* (SDLC). Metode ini dimulai dari fase perencanaan (*Planning*), analisis kebutuhan (*Requirement Analysis*), desain (*Design*), implementasi (*Implementation*), pengujian (*Testing*), dan perawatan (*Maintenance*). Berikut penjelasan tahapan-tahapannya.

- a. Fase awal diawali dengan mencari sumber referensi yang terkait dengan dengan topic penelitian, misalnya penggunaan sensor ultrasonic untuk pengukuran jarak, mikrokontroler yang banyak dipakai, jenis baterai, metode pengujian, bidang parker kendaraan, posisi penempatan sensor, dan permintaan keluaran system yang dibuat. Dari referensi tersebut maka didapatkan alternatif solusi dari permasalahan yang diangkat.
- b. Setelah memastikan sistem yang akan dibuat maka diperlukan analisis kebutuhan baik perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Beberapa komponen perangkat keras yang diperlukan seperti switch, sensor ultrasonic jenis JSN-SR04T, mikrokontroler arduino uno, perangkat DFPlayer, dan LCD. Sedangkan untuk perangkat lunaknya, yaitu Arduino IDE untuk memprogram arduino uno, Fritzing untuk membuat skema rangkaian, Microsoft Visio digunakan untuk menggambar flowchart, dan Sketchup untuk mendesain kotak alat. Pada gambar 1 ditunjukkan blok diagram sistem pada penelitian ini.



Gambar 1. Blok diagram sistem alat bantu parkir mobil

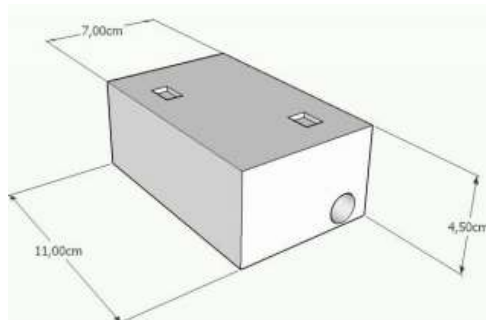
Selanjutnya adalah pembuatan algoritma program yang akan di upload pada arduino uno. Pada gambar 2 ditunjukkan proses alur program yang dibuat.



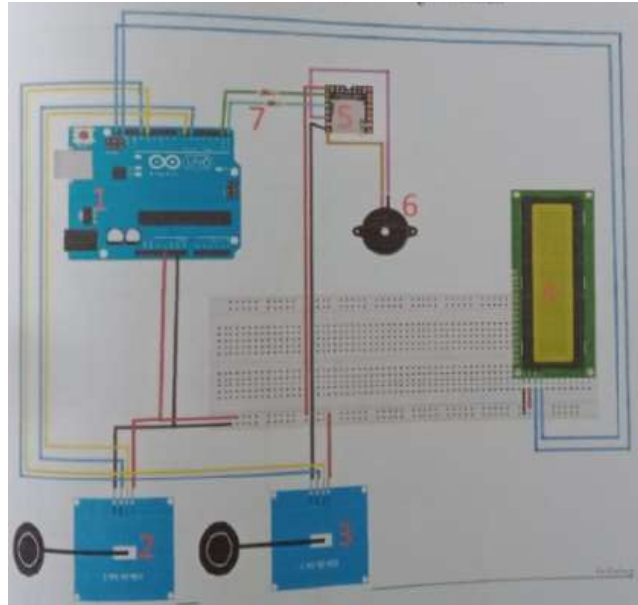
Gambar 2. Flowchart pembuatan program pada arduino uno

Berikut penjelasan flowchart pada gambar 2.

1. Diawali dengan menjalankan program arduino ide
 2. Inisialisasi variable sensor ultrasonik yang dipakai, yaitu sensor kiri dan kanan.
 3. Proses pembacaan dan konversi sinyal analog ke digital (ADC).
 4. Menghitung jarak dari masukan berupa waktu
 5. Hasil sistem ditampilkan pada LCD berupa text 2 baris dimana baris pertama berisi data sensor kanan dalam cm sedangkan baris kedua berupa data sensor kiri dalam cm.
 6. Untuk alert system dibuat dengan 4 kriteria yaitu, jika jarak ≥ 160 cm maka speaker berbunyi “terus mundur”, jika jarak 100 cm – 159 cm maka speaker berbunyi “mundur perlahan”, jika jarak 40 cm-99 cm maka speaker berbunyi “mundur hati-hati”, dan jika jarak ≤ 39 cm maka speaker berbunyi “berhenti”.
 7. Sistem selesai.
- c. Pada tahap desain akan dibuat kotak alat yang bersifat portabel dan menyesuaikan komponen alat yang berada didalamnya. Selain itu, dibuat juga perencanaan wiring komponen. Pada gambar 3 dan 4 masing-masing ditunjukkan desain kotak komponen dan wiringnya.



Gambar 3. Desain kotak komponen



Gambar 4. Desain wiring alat bantu parker mobil

- d. Selanjutnya adalah implementasi dengan cara merakit semua komponen perangkat keras sehingga semuanya dapat terkoneksi dengan baik dan tersambung. Setelah itu, memasukkan program yang telah dibuat ke mikrokontroler arduino agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Jika belum sesuai, maka dilakukan metode trial dan error. Dari referensi datasheet sensor JSN-SR04T diperoleh sudut pembacaan sekitar 45-75 derajat. Pada gambar 5 ditunjukkan posisi penempatan sensornya.



Gambar 5. Posisi penempatan sensor pada mobil MPV

- e. Pengujian alat dilakukan dengan melihat keluaran system apakah sudah sesuai. Selanjutnya pengujian system dengan melihat nilai akurasi dan presisi (*repeatability*) dari sensor JSN-SR04T sebelah kanan dan kiri. Akurasi dapat digunakan untuk mengetahui nilai koefisien korelasi dari kedua sensor tersebut yang berdasarkan linieritas. Berikut rumus akurasi.

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%, \text{ dimana } r \text{ adalah koefisien korelasi}$$

Nilai r dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut [11]

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - [\sum_{i=1}^n X_i][\sum_{i=1}^n Y_i]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

Dimana

- r : koefisien korelasi linier
- n : jumlah data
- $\sum_{i=1}^n X_i$: jumlah data variabel X (cm)
- $\sum_{i=1}^n Y_i$: jumlah data variabel Y (μ s)

Pedoman tingkat hubungan nilai koefisien korelasi ditunjukkan pada table 1 [12].

Tabel 1. Penjelasan interval koefisien korelasi (r)

Interval Koefisien Korelasi	Level hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Untuk mencari nilai presisi dapat digunakan rumus berikut. Nilai ini menunjukkan kemampuan sensor yang diukur secara berulang dengan hasil yang tidak terlampau jauh.

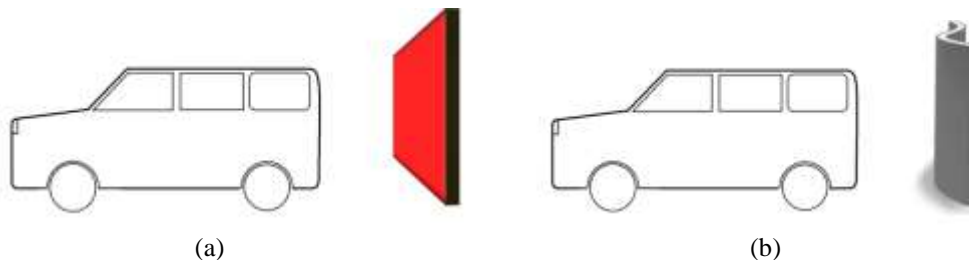
$$Repeatability = 100\% - \delta$$

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

Dimana

- δ : Error Repeatability (cm)
- Δ : $S_1 - S_2$ (μ s)
- FS : Full Scale (μ s)

Pengujian dilakukan pada bidang datar dan bergelombang yang ditunjukkan pada gambar 6. Untuk jumlah variasi data dimulai dari 20 cm – 160 cm dengan selisih 10 cm setiap pengukurannya.



Gambar 6. Pengujian pada bidang datar (a) dan bidang gelombang (B)

- f. Untuk tahapan perawatan tidak dilakukan karena alat yang dibuat masih tahap pengujian pada lingkungan sebenarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Alat

Pada gambar 7 ditunjukkan hasil alat yang dibuat. Kotak komponen dibuat dari akrilik bening dengan tebal 3 mm. dimensi kotak adalah panjang 4,5 cm dan lebar 10,5 cm. Pemilihan bahan ini dikarenakan supaya lebih estetika, bebas debu, dan mudah dalam perawatan.



Gambar 7. Hasil pembuatan alat yang dipasang pada mobil MPV

3.2. Hasil dan Pembahasan Pengujian Akurasi Sensor JSN-SR04T pada Bidang Datar

Pedoman tingkat hubungan nilai koefisien korelasi ditunjukkan pada table 1 [12].

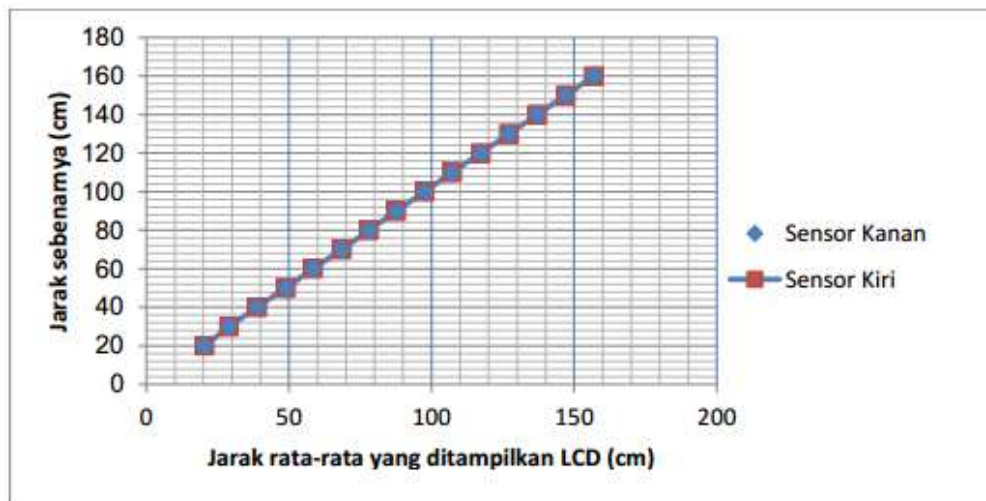
Tabel 1. Hasil pembacaan sensor kanan pada pengujian bidang datar

No	X_i (Jarak ditampilkan pada LCD)	X_i (Jarak Sebenarnya)	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	20,43	20	417,4	400	408,6
2	29,05333	30	844,1	900	871,6
3	38,86667	40	1510,6	1600	1554,7
4	48,93	50	2394,1	2500	2446,5
5	58,48	60	3419,9	3600	3508,8
6	68,60333	70	4706,4	4900	4802,2
7	78,08	80	6096,5	6400	6246,4
8	87,63667	90	7680,2	8100	7887,3
9	97,57667	100	9521,2	10000	9757,7
10	107,2233	110	11496,8	12100	11794,6
11	117,2933	120	13757,7	14400	14075,2
12	127,1733	130	16173,1	16900	16532,5
13	137,1233	140	18802,8	19600	19197,3
14	147,1333	150	21648,2	22500	22070,0
15	156,85	160	24601,9	25600	25096,0
Σ	1320,453	1350	143071	149500	146249,3

Tabel 2. Hasil pembacaan sensor kiri pada pengujian bidang datar

No	Xi (Jarak ditampilkan pada LCD)	Xi (Jarak Sebenarnya)	Xi ²	Yi ²	XiYi
1	20,50333	20	420,4	400	410,0667
2	29,39333	30	864,0	900	881,8
3	39,34333	40	1547,9	1600	1573,733
4	48,50333	50	2352,6	2500	2425,167
5	58,49333	60	3421,5	3600	3509,6
6	68,27667	70	4661,7	4900	4779,367
7	78,23333	80	6120,5	6400	6258,667
8	87,55333	90	7665,6	8100	7879,8
9	97,26	100	9459,5	10000	9726
10	107,0933	110	11469,0	12100	11780,27
11	117,3	120	13759,3	14400	14076
12	127,1567	130	16168,8	16900	16530,37
13	137,8033	140	18989,8	19600	19292,47
14	147,0067	150	21611,0	22500	22051
15	157,0833	160	24675,2	25600	25133,33
Σ	1321,003	1350	143186,5	149500	146307,6

Dari tabel 1 dan 2 dapat terlihat bahwa nilai variabel Xi (jarak rata-rata yang ditampilkan di layar LCD) lebih kecil dari nilai variabel Yi (jarak sebenarnya), hasil pengukuran alat bantu parkir dengan nilai yang lebih kecil dari nilai awal berarti memiliki tingkat keamanan yang baik terhadap resiko tabrakan.



Gambar 8. Grafik hubungan antara jarak rata-rata dan sebenarnya pada pengujian bidang datar

Berdasarkan data perhitungan pada gambar 8 ditunjukkan bahwa nilai akurasi dari kedua sensor ultrasonik JSN-SR04T yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dari kedua sensor tersebut, dimana sensor kanan dan kiri memiliki nilai persentase yang hampir sama dalam pengukuran jarak. permukaan rata mesin 99%. Dalam artian untuk jarak yang ditampilkan pada layar LCD, jarak sebenarnya antara sensor dengan objek penghalang adalah nilai yang hampir sama atau mendekatinya,

3.3. Hasil dan Pembahasan Pengujian Presisi Sensor JSN-SR04T pada Bidang Datar

Proses pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T dalam pengambilan nilai presisi bertujuan untuk mengetahui seberapa dekat data yang dihasilkan antara pengulangan pengukuran objek yang sama. Di bawah ini adalah nilai presisi yang dihitung oleh kedua sensor yang diuji pada permukaan datar.

$$\text{Accuracy} = \text{Repeatability}$$

$$\text{Repeatability} = 100\% - \delta$$

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{3.43}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = 2\%$$

$$\text{Repeatability} = 100\% - 2\%$$

$$\text{Repeatability} = 98\% \text{ Sensor kanan}$$

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{3.02}{FS} \times 100\%$$

$$\delta = 2\%$$

$$\text{Repeatability} = 100\% - 2\%$$

$$\text{Repeatability} = 98\% \text{ Sensor kiri}$$

Hasil di atas menunjukkan bahwa nilai presisi dari kedua sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi benda datar memiliki presisi yang tinggi yaitu 98%. Nilai ini dihitung dari persamaan repeability. Di sini kesalahan presisi adalah ketidakmampuan sensor untuk menampilkan nilai jarak yang sama dengan jarak sebenarnya. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa alat bantu parkir dengan menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T bisa menunjukkan hasil yang serupa untuk input yang sama.

3.4. Hasil dan Pembahasan Pengujian Akurasi Sensor JSN-SR04T pada Bidang Gelombang

Pedoman tingkat hubungan nilai koefisien korelasi ditunjukkan pada tabel 3 [12].

Pengujian dan pendataan alat bantu parkir ini dilakukan pada objek pembatas permukaan yang tidak rata dengan menggunakan dua buah sensor ultrasonik yang dipasang pada bumper belakang mobil dengan jarak terukur dari objek yang bergelombang. Pengujian dilakukan dengan cara menyelaraskan kendaraan dengan objek. Tes ini berjalan melalui cara memundurkan kendaraan dengan rentang pengukuran aktual 160 cm hingga 20 cm dari bagian paling luar permukaan gelombang dengan menggunakan meteran. Hasil data yang diambil ditunjukkan pada table 3 dan 4. Untuk mengetahui persentase akurasi dan presisi dari kedua sensor yang digunakan untuk pengujian pada permukaan bergelombang pada penelitian ini.

Tabel 3. Hasil pembacaan sensor kanan pada pengujian bidang gelombang

No	Xi (Jarak ditampilkan pada LCD)	Xi (Jarak Sebenarnya)	Xi2	Yi2	XiYi
1	20,41667	20	416,8	400	408,3
2	29,07667	30	845,5	900	872,3
3	38,66667	40	1495,1	1600	1546,7
4	48,60333	50	2362,3	2500	2430,2
5	58,20667	60	3380,0	3600	3492,4
6	67,73667	70	4588,3	4900	4741,6
7	77,45333	80	5999	6400	6196,3
8	87,31333	90	7623,6	8100	7858,2
9	96,66667	100	9344,4	10000	9666,7
10	106,5133	110	11345,1	12100	11716,5
11	116,21	120	13504,8	14400	13945,2
12	126,21	130	15929	16900	16407,3
13	136,0267	140	18503,3	19600	19043,7
14	145,8833	150	21281,9	22500	21882,5
15	155,8133	160	24277,8	25600	24930,1
Σ	1310,797	1350	140904,9	149500	145137,9

Tabel 4. Hasil pembacaan sensor kiri pada pengujian bidang gelombang

No	Xi (Jarak ditampilkan pada LCD)	Xi (Jarak Sebenarnya)	Xi2	Yi2	XiYi
1	20,55667	20	422,6	400	411,1333
2	28,96	30	838,7	900	868,8
3	37,93	40	1438,7	1600	1517,2
4	48,26333	50	2329,3	2500	2413,167
5	58,66	60	3441	3600	3519,6
6	67,81667	70	4599,1	4900	4747,167
7	77,13667	80	5950,1	6400	6170,933
8	87,21333	90	7606,2	8100	7849,2
9	96,35667	100	9284,6	10000	9635,667
10	106,75	110	11395,6	12100	11742,5
11	116,5367	120	13580,8	14400	13984,4
12	126,31	130	15954,2	16900	16420,3
13	136,0533	140	18510,5	19600	19047,47
14	146,8467	150	21563,9	22500	22027
15	156,5133	160	24496,4	25600	25042,13
Σ	1311,903	1350	141411,7	149500	145396,7

Nilai persentase akurasi alat bantu parkir yang diujikan pada benda bergelombang menunjukkan nilai yang mirip dengan benda datar. Keakuratan sensor ultrasonik JSN-SR04T yang digunakan kali ini diperoleh dari nilai korelasi antara nilai jarak standart berperan sebagai input dengan jarak yang sudah diukur oleh sensor parkir ini, seperti terlihat pada grafik di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 & \text{Akurasi} = r \times 100\% \\
 & r = \text{Koefisien korelasi} \\
 & r = \frac{15.145137,9 - (1310,797)(1350)}{\sqrt{[15.145137,9 - (1310,797)^2][15.149500 - (1350)^2]}} \\
 & r = \frac{407493}{\sqrt{[395384,93][420000]}} \\
 & r = \frac{407493}{\sqrt{166061672205}}
 \end{aligned}$$

$$r = \frac{407493}{407506,7}$$

$$r = 0,99$$

$$\text{Akurasi sensor kanan} = 0,99 \times 100\% = 99\%$$

$$r = \frac{15.145396,7 - (1310,797)(1350)}{\sqrt{[15.141411,7 - (1310,797)^2][15.149500 - (1350)^2]}}$$

$$r = \frac{409880,5}{\sqrt{[400084,8][420000]}}$$

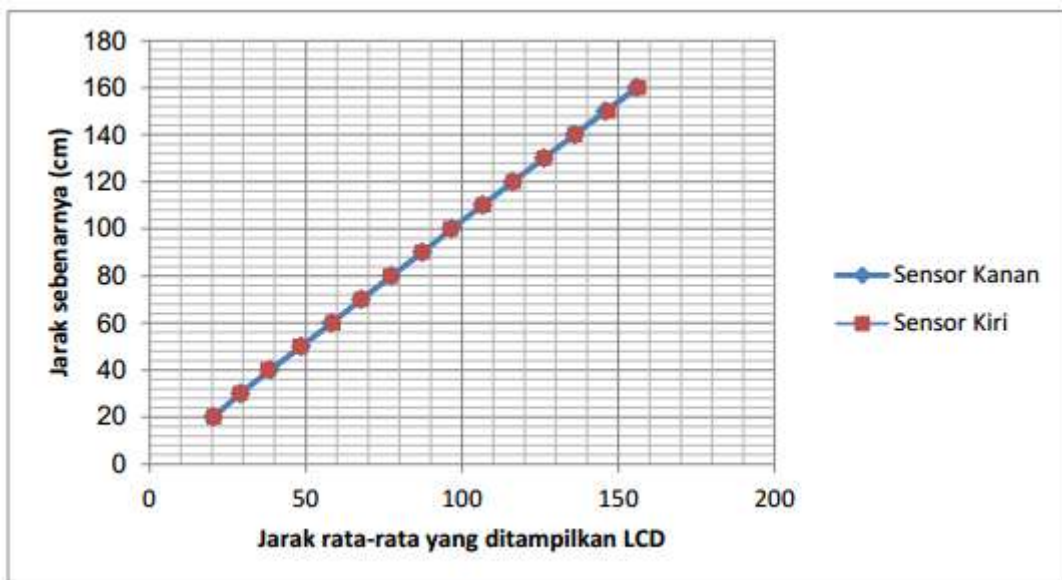
$$r = \frac{409880,5}{\sqrt{168035610185}}$$

$$r = \frac{409921,5}{409921,5}$$

$$r = 0,99$$

$$\text{Akurasi sensor kiri} = 0,99 \times 100\% = 99\%$$

Data dari dua buah sensor ultrasonik JSN-SR04T yaitu sensor kanan dan sensor kiri yang digunakan dalam penelitian dan pengujian pada objek yang permukaannya tidak rata dapat menghitung persentase presisi dan akurasi dari kedua sensor tersebut dan memperoleh akurasi 99%.



Gambar 9. Grafik hubungan antara jarak rata-rata dan sebenarnya pada pengujian bidang gelombang

3.5. Hasil dan Pembahasan Pengujian Presisi Sensor JSN-SR04T pada Bidang Gelombang

Perhitungan persentase presisi dari percobaan alat bantu parkir ini apabila bidang berukuran kecil ini hanya dilakukan dengan sensor kanan, karena sensor kiri tidak dapat mendeteksi objek tersebut.

Pada gambar 9 ditunjukkan nilai presisi sensor pada objek yang relatif kecil ditemukan sebesar 97%, lebih rendah dibandingkan saat melihat objek datar dan bergelombang. Namun nilai presisinya masih tergolong tinggi karena sensor dapat menampilkan jarak yang hampir sama dengan input yang sama.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- a. Alat bantu yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik dan sesuai kebutuhan. Alat yang dibuat menggunakan sensor ultrasonic JST-SR04T sebagai pengukur jarak kendaraan dengan bidang datar dan gelombang. Arduino uno digunakan untuk memproses algoritma program yang telah disesuaikan dengan perencanaan. Untuk keluaran system digunakan DFPlayer mini dengan speaker yang dapat didengar oleh pengemudi dan penampil jarak pada LCD.
- b. Nilai akurasi alat adalah 99 %. Sedangkan nilai presisi pada bidang datar untuk sensor kanan dan kiri adalah 98 % dan nilai presisi pada bidang gelombang untuk sensor kanan adalah 98 % dan kiri adalah 98 %.

Referensi

1. Yudha, Putra Stevano Frima dan Ridwan Abdullah Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR-04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino", *Jurnal Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19-26, 2017
2. Kresnha, Priadhana Edi, Danang Tri Atmaja, Fadel Febrian Isfan Darda, dan Rizky Alfian, "Perancangan Alat Sensor Parkir Perintah Suara Menggunakan MP3 Shield Arduino", *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informatika, dan Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 49-54, 2018
3. Anthony, Mohammad Fajar, dan Abdul Munir S, "Perancangan Sistem Pendeteksi Jarak Aman Parkir Berbasis Mikrokontroler Arduino", *Journal of Technology Research in Information System and Engineering (JTRISTE)*, vol. 5, no. 1, pp. 66-78, 2018
4. Henriques, Pedro Paulo de Jesus Costa, I. G. A. P. Raka Agung, dan Lie Jasa, "Rancang Bangun Sensor Jarak sebagai Alat Bantu Memarkir Mobil berbasis Mikrokontroler Arduino Uno", *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 72-79, 2018
5. P, D. FAndy Argian, Sigit Joko Purnomo, dan A. Noor Setyo H.D., "Implementasi Sensor Parkir Berbasis Suara pada Mobil", *Riset Diploma Teknik Mesin (RIDTEM)*, vol. 2, no. 2, pp. 21-26, 2019
6. Supiyantoro, Dwi, dan Peby Wahyu Purnawan, "Sistem Kontrol Posisi Parkir Mundur pada Prototipe Mobil Listrik", *Jurnal Maestro*, vol. 2, no. 2, pp. 424-431, 2019
7. Nari, Irwan Nari, Siti Diah Ayu Febriani, dan Muhammad Adi Hermansya, "A Prototype car guidance system for automatic parking using the DT-Sense Ultrasonic Ranger", *Proceedings of The Third International on Food and Agriculture*, pp. 237-245, 2020
8. Mali, Renaldo A., Gunadi Tjahjono, Frans F. G. Ray., dan Ichsan Fahmi, "Rancang Bangun Alat Pengukur Jarak Aman Mobil pada Area Tempat Parkir Umum Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Arduino Uno", *Jurnal Spektro*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, 2021
9. Mardhalena, Mayang Monica., dan Novi Dian Nathasia, "Parking Sensor System Untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno ATMEGA328", *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika*, vol. 7, no. 4, pp. 1391-1400, 2022
10. Putro, Yonas Juniantiko, dan Theophilus Wellem, "Implementasi Sistem untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Bermotor menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik", *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 4, no. 3, pp. 459-466, 2023
11. Fraden, J, "Handbook of Modern Sensor 5th", San Diego, CA, USA
12. Sugiono, "Statistika untuk Penelitian", *Penerbit Alfabeta*, 2019