



IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO

Putra Stevano Frima Yudha dan Ridwan Abdullah Sani

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Medan, Indonesia

putrastevanofy@gmail.com

Diterima September 2017; Disetujui Oktober 2017; Dipublikasikan November 2017

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengkarakterisasi sensor ultrasonik hc-sr04, serta membuat dan menguji prototipe alat bantu parkir mobil berbasis sensor ultrasonik hc-sr04 dan arduino nano. Metode penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan : karakterisasi sensor, pembuatan prototipe alat bantu parkir mobil dan pengujian prototipe alat bantu parkir mobil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi transfer sensor ultrasonik hc-sr04 adalah $t = 210556340.5 + 58.3 S$ dengan faktor korelasi sebesar $r = 1$; sensitivitas sebesar $58,3 \mu s/cm$; riptabilitas sebesar 99,97 %. Sementara itu, akurasi dan presisi prototipe alat bantu parkir mobil sebesar 99 % dan 97 %. Sensor ultrasonik hc-sr04 memancarkan gelombang berupa gelombang ultrasonik melalui transmitter ketika sensor ultrasonik hc-sr04 diberi tegangan sumber sebesar 5 volt. Gelombang ultrasonik dipancarkan melalui medium udara dengan cepat rambat bunyi di udara sebesar 343 m/s. Gelombang tersebut mengenai objek benda padat dengan jarak sebesar S , kemudian memantul kembali dan diterima oleh receiver sensor ultrasonik hc-sr04. output dari alat bantu parkir mobil ini adalah jarak dengan satuan centimeter.

Kata Kunci : Arduino Nano, Sensor Parkir Mobil, HC-SR04, Sensor Ultrasonik.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia elektronika sekarang maju dengan pesatnya, dimana teknologi tersebut dikembangkan guna menciptakan teknologi yang lebih handal. Mikrokontroler merupakan salah satu produk teknologi yang didesain sebagai bentuk minimum dari sebuah mikrokomputer berukuran kecil. Aplikasi mikrokontroler telah banyak digunakan pada peralatan elektronika yang telah ada, tidak hanya di bidang industri, rumah tangga bahkan instansi seperti rumah sakit.

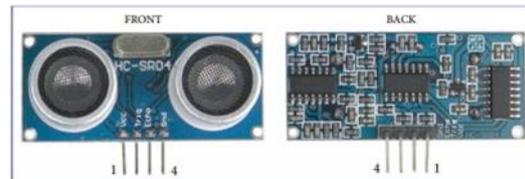
Sebagian pengemudi kendaraan bermotor khususnya roda empat kesulitan untuk memarkirkan kendaraannya pada suatu keadaan yang padat dimana pada posisi kiri dan kanan mobil terdapat kendaraan lain. Perlu suatu alat yang membantu pemilik kendaraan untuk memberikan kemudahan parkir pada tempat parkir yang sudah padat dengan kendaraan. Kondisi gelap juga menjadi salah satu penyebab terjadinya benturan di bumper belakang. Beberapa orang menyiasatinya dengan memasang rear ban tambahan pada bumper belakang untuk mengurangi kerusakan akibat benturan. Masalah tersebutlah yang mendorong

penulis untuk membuat rancang bangun sensor parkir mobil berbasis arduino. Judul penelitian yang diteliti adalah “Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino”. Rancang bangun sensor parkir mobil ini akan memberikan informasi berupa indikator suara dari Loudspeaker dan dilengkapi dengan Liquid Crystal Display (LCD) untuk menampilkan jarak penghalang terhadap sensor.

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Santoso, 2015).

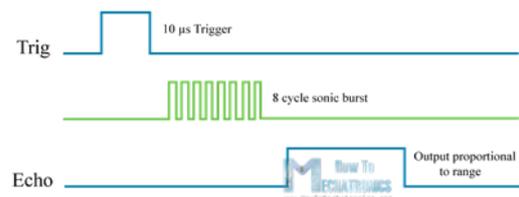
Gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target, setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka gelombang dipantulkan kembali. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima (Santoso, 2015).

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Dengan demikian, untuk menghitung jarak yang hanya maksimal 4 m maka rumus di atas harus dimodifikasi atau disesuaikan satuannya.



Gambar 1. Tampilan Sensor HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 000 Hz yang merambat melalui udara dan jika ada suatu benda atau halangan pada range pancaran gelombang, gelombang ultrasonik tersebut akan memantul kembali ke modul.

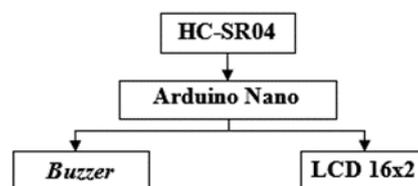


Gambar 2. Diagram Waktu Sensor HC-SR04

Diagram waktu pada Gambar 2 menunjukkan bagaimana menghasilkan 8 Siklus sejajar gelombang ultrasonik pada sensor HC-SR04, yaitu dengan mengatur pin Trig pada Keadaan HIGH selama 10 µs, maka pin trig (trigger) akan mengirimkan 8 siklus gelombang ultrasonik yang berjalan pada kecepatan suara dan diterima oleh pin . Pin echo akan menampilkan waktu (dalam mikrodetik) gelombang suara berjalan.

METODE PENELITIAN

Perancangan alat ditunjukkan pada Gambar 3. Setiap blok mempunyai fungsi masing-masing.



Gambar 3. Diagram blok alat

Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi sebagai pemancar (transmitter) dan juga sebagai penerima (receiver) gelombang ultrasonik. Arduino Nano berfungsi sebagai kendali utama pada alat, dimana arduino memberi perintah kepada sensor ultrasonik untuk memancarkan gelombang ultrasonik dan

menghitung waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipantulkan dan diterima kembali oleh sensor lalu mengkalkulasi jarak benda yang memantulkan gelombang ultrasonik tersebut berdasarkan waktu tempuh. Buzzer berfungsi sebagai penanda jarak < 150 cm. LCD 16x2 berfungsi menampilkan jarak yang terukur oleh sensor dan memberikan pesan peringatan apabila jarak < 150 cm.

Teknik analisis data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, antara lain, Karakterisasi Sensor dan Pengujian Alat Keseluruhan.

Proses karakterisasi sensor ini meliputi pengukuran dengan beberapa karakteristik yaitu fungsi transfer, koefisien korelasi, sensitivitas. Manfaat dari proses karakterisasi ini adalah untuk mengetahui sifat atau watak dari sensor ultrasonik hc-sr04, sehingga sensor dapat dioptimalkan semaksimal mungkin. Kemudian proses karakterisasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

Fungsi transfer sensor hc-sr04 dihitung menggunakan persamaan

$$Y_i = a + bX_i \tag{1}$$

sedangkan koefisien korelasi (r) dihitung menggunakan persamaan

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

Dimana, X = jarak sensor (cm)
Y = pulsa echo (µs)
b = sensitivitas (µs/cm)
a =slope (koefisien regresi) (µs)

Sensitivitas (b) sensor hc-sr04 dihitung menggunakan Persamaan

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - \left(\sum X_i \right)^2} \tag{3}$$

Slope (a) sensor hc-sr04 dihitung menggunakan Persamaan

$$a = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - \left(\sum X_i \right)^2} \tag{4}$$

Presisi sensor hc-sr04 dihitung menggunakan persamaan

$$\text{presisi} = 100\% - e \tag{5}$$

Error presisi (e) ditentukan menggunakan persamaan

$$e = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \tag{6}$$

Dimana, e = error presisi (%)
Δ = Xmax – Xmin (cm)
FS = Full Scale (µs)

Tabel 1. Perhitungan Mencari Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi.

No.	X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
1
2
Σ

Dimana, Xi = jarak sensor (cm)
Yi = pulsa echo (µs)

Pengujian Alat dilakukan pada alat bantu parkir mobil yang sudah dibuat, serta diprogram. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja alat sudah sesuai dengan hasil dalam metode standar.

Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data yang kemudian ditampilkan pada LCD berupa jarak yang terukur.

Tabel 2. Pengujian alat sensor parkir mobil.

No	$S_{Meteran}$ (cm)	S_{LCD} (cm)	Pesan peringatan pada LCD	Bunyi Buzzer
1	10	...	Aman	Berbunyi Cepat
:	:	:	Hati – Hati	Berbunyi Lambat
n	200	...	Sesuai	TidakBerbunyi

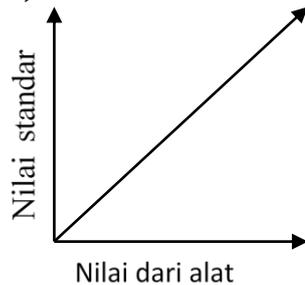
Setelah didapat hasil yang telah tertulis dalam Tabel 2, selanjutnya dilanjutkan dengan menghitung akurasi, dan presisi digambarkan pada Tabel 3 dan Gambar 4 dengan :

Table Error! No text of specified style in document.. Perhitungan Mencari Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi.

No.	X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$

Dimana, X_i = Jarak rata-rata yang pada LCD.

Y_i = Jarak meteran.



Gambar 4. Grafik Akurasi Hasil Pengukuran.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui persentase keberhasilan pembuatan alat dari pengambilan data tersebut. Pengujian ini dihitung menurut :

Akurasi diperoleh dari nilai korelasi hubungan nilai jarak standar sebagai inputan alat dengan jarak yang terukur pada alat. Besarnya nilai akurasi dihitung menggunakan persamaan

$$Akurasi = r \times 100\% \quad (7)$$

Presisi dalam penelitian ini adalah Presisi yang diperoleh dari grafik dengan pengulangan proses analisis data pada waktu yang berbeda. Besarnya Presisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (5).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui karakteristik statik yang meliputi presisi, fungsi transfer, koefisien korelasi, dan sensitivitas pada sensor hc-sr04 dilakukan pengujian perbandingan antara jarak nilai standar dengan jarak hasil perhitungan dari output sensor. Jarak nilai standar merupakan jarak hasil pengukuran menggunakan alat ukur jarak berupa meteran gulung sedangkan jarak sensor merupakan jarak hasil perhitungan yang didapat menggunakan Persamaan.

$$S = \frac{t \times v}{2} \quad (8)$$

dimana, S = Jarak sensor hc-sr04. (cm)

t = rata-rata pulsa *echo* (μ s)

v = kecepatan udara (cm/s)

Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui guna jarak nilai standar (S_m) pada Tabel 4.1 ialah sebagai acuan untuk besar nilai input pulsa echo (T_i) terhadap jarak sensor hc-sr-04 (S) dalam satuan cm.

Table 4. Perbandingan antara jarak nilai standar dengan jarak sensor.

S_m (cm)	T_i (μ s)			rata-rata (μ s)	t (s)	v (cm/s)	S (cm)	Δ pulsa echo (μ s)
	T_1	T_2	T_3					
10	585	582	585	584.000	0.0005840	34300	10	3
20	1169	1164	1167	1166.667	0.0011667	34300	20	5
30	1752	1748	1751	1750.333	0.0017503	34300	30	4
40	2332	2333	2334	2333.000	0.0023330	34300	40	2
50	2918	2914	2913	2915.000	0.0029150	34300	50	5
60	3497	3501	3498	3498.667	0.0034987	34300	60	4
70	4085	4079	4081	4081.667	0.0040817	34300	70	6
80	4665	4664	4663	4664.000	0.0046640	34300	80	2
90	5251	5248	5247	5248.667	0.0052487	34300	90	4
100	5832	5833	5830	5831.667	0.0058317	34300	100	3
110	6417	6414	6413	6414.667	0.0064147	34300	110	4
120	6998	6997	6997	6997.333	0.0069973	34300	120	1
130	7580	7583	7581	7581.333	0.0075813	34300	130	3
140	8166	8162	8162	8163.333	0.0081633	34300	140	4
150	8745	8747	8747	8746.333	0.0087463	34300	150	2
160	9329	9329	9329	9329.000	0.0093290	34300	160	0
170	9911	9910	9912	9911.000	0.0099110	34300	170	2
180	10499	10497	10498	10498.000	0.0104980	34300	180	2
190	11076	11076	11082	11078.000	0.0110780	34300	190	6
200	11663	11664	11664	11663.667	0.0116637	34300	200	1

Untuk menentukan besar persentasi presisi sensor hc-sr04 dihitung menggunakan persamaan (5) dimana, error presisi (e) adalah ketidakmampuan sensor dalam menunjukkan nilai yang sama pada kondisi yang serupa (Fraden, 2010). Error presisi (e) dihitung menggunakan persamaan (6) maka, error presisi (e) dari tahap karakterisasi sensor adalah 0.53%. Sehingga, nilai persentasi presisi sensor adalah 99.47%.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan persentase presisi sensor ultrasonik hcsr-04 yakni sebesar 99.47%. Nilai presisi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, sensor ultrasonik hcsr-04 mampu menampilkan hasil yang hampir sama untuk setiap pengukuran. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor ultrasonik hcsr-04 memiliki presisi yang tinggi.

Pada tahap selanjutnya untuk menentukan fungsi transfer, koefisien korelasi, dan sensitivitas dibutuhkan sebuah tabel bantu yang dapat dilihat pada Tabel 5. Variabel X pada Tabel 5 merupakan data jarak sensor (S) dan Variabel Y pada Tabel 5 merupakan nilai rata-rata dari pulsa echo (T).

Table 5. Perhitungan mencari fungsi transfer dan koefisien korelasi.

No.	X_i (cm)	Y_i (μs)	X_i^2 (cm^2)	Y_i^2 (μs^2)	$X_i Y_i$ (cm. μs)
1	10	584.00	100	341056.00	5840.00
2	20	1166.67	400	1361118.89	23333.40
3	30	1750.33	900	3063655.11	52509.90
4	40	2333.00	1600	5442889.00	93320.00
5	50	2915.00	2500	8497225.00	145750.00
6	60	3498.67	3600	12240691.77	209920.20
7	70	4081.67	4900	16660029.99	285716.90
8	80	4664.00	6400	21752896.00	373120.00
9	90	5248.67	8100	27548536.77	472380.30
10	100	5831.67	10000	34008374.99	583167.00
11	110	6414.67	12100	41147991.21	705613.70
12	120	6997.33	14400	48962627.13	839679.60
13	130	7581.33	16900	57476564.57	985572.90
14	140	8163.33	19600	66639956.69	1142866.20
15	150	8746.33	22500	76498288.47	1311949.50
16	160	9329.00	25600	87030241.00	1492640.00
17	170	9911.00	28900	98227921.00	1684870.00
18	180	10498.00	32400	110208004.00	1889640.00
19	190	11078.00	36100	122722084.00	2104820.00
20	200	11663.67	40000	136041197.87	2332734.00
Σ	2100	122456.34	287000	975871349.45	16735443.60

Untuk menentukan persamaan fungsi transfer pada sensor hc-sr04 menggunakan persamaan (1) maka, didapat persamaan fungsi transfer sebagai berikut,

$$T = a + bS \tag{9}$$

Dimana T = pulsa echo ultrasonik (s)

a = intersep

b = slope

S = jarak sensor hc-sr04

Untuk menghitung slope atau sensitivitas (b) menggunakan persamaan (3). Berdasarkan data pada Tabel 5 sensitivitas /slope (b) pada sensor hc-sr04 adalah $58.3 \mu s/cm$.

Untuk menghitung intersep (a) melalui persamaan (4). Berdasarkan data pada Tabel 5 intersep (a) pada sensor hc-sr04 adalah $210556340.5 \mu s$.

Sehingga, fungsi transfer untuk sensor ultrasonik hc-sr04 adalah $t = 210556340.5 + 58.3 S$

Fungsi transfer merupakan karakteristik sensor yang menggambarkan perbandingan antara output yang dihasilkan oleh sensor terhadap stimulus yang diberikan (Fraden, 2010). Fungsi transfer pada penelitian ini didapat dengan mengkonversi keluaran jarak menjadi pulsa echo. Proses konversi ini dimulai dari keluarnya stimulus pada sensor ultrasonik berupa gelombang ultrasonik, kemudian memantul dan diterima oleh receiver sensor ultrasonik hcsr-04 berupa pulsa. Pulsa ini adalah

pulsa echo sebagai output dari sensor ultrasonik hcsr-04.

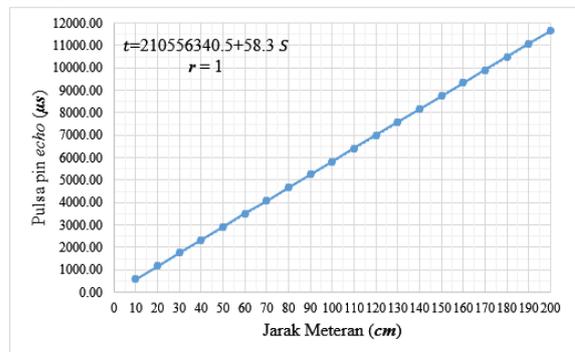
Sensitivitas sensor ultrasonik hcsr-04 ditunjukkan oleh besarnya nilai b (slope) yakni $58,3 \mu s/cm$ yang berarti setiap kenaikan $1 cm$ akan menghasilkan T keluaran sebesar $58,3 \mu s$. Nilai variabel b menunjukkan nilai positif, yaitu jika salah satu variabel nilainya semakin tinggi, maka variabel yang lain nilainya semakin tinggi atau sebaliknya. Dengan kata lain semakin tinggi input yang diterima sensor maka output dari sensor akan semakin tinggi.

Nilai sensitivitas sensor tersebut, menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan output yang tinggi terhadap input-nya. Sehingga dapat dikatakan bahwa sensor memiliki nilai sensitivitas yang tinggi.

Untuk menghitung koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan (2). Berdasarkan data pada Tabel 5 koefisien korelasi (r) yang didapat adalah 1 .

Hubungan antara jarak dan pulsa pin echo pada sensor ultrasonik hc-sr04 diatas adalah sangat kuat. Hal tersebut ditandai nilai koefisien korelasi antara jarak dan T sebesar 1 . Berdasarkan Sugiyono (2013), nilai tersebut berada pada interval $0,8 - 1$.

Berdasarkan karakteristik sensor hc-sr04 yang meliputi persamaan fungsi transfer, dan koefisien korelasi dapat direpresntasikan dalam bentuk grafik hubungan antara jarak dan pulsa pin echo pada sensor ultrasonik hc-sr04 pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara jarak hasil perhitungan sensor (S_s) dengan pulsa pin echo (T)

Pengujian Prototipe Alat Bantu Parkir Mobil

Pengujian protoipe alat bantu parkir mobil ini mebandingkan jarak nilai standar (S_m) dengan jarak sensor (S) pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian prototipe alat bantu parkir mobil.

No	S _m (cm)	S ₁ (cm)	S ₂ (cm)	S ₃ (cm)	S ₄ (cm)	S ₅ (cm)	S ₆ (cm)	S ₇ (cm)	S ₈ (cm)	S ₉ (cm)	S ₁₀ (cm)	Mean	Max	Min	Δ (cm)
1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	10	10	0
2	20	20	22	21	20	20	20	20	20	20	20	20.3	22	20	2
3	30	30	30	30	32	29	31	30	30	28	30	30.0	32	28	4
4	40	40	40	40	40	38	39	39	40	41	40	39.7	41	38	3
5	50	51	49	49	50	49	49	48	49	50	49	49.3	51	48	3
6	60	62	60	61	58	60	60	58	60	61	60	60.0	62	58	4
7	70	71	69	70	68	70	70	71	71	69	70	69.9	71	68	3
8	80	80	81	80	82	80	80	80	79	80	79	80.1	82	79	3
9	90	90	92	90	90	89	92	90	90	89	90	90.2	92	89	3
10	100	99	101	103	100	99	100	100	101	100	100	100.3	103	99	4
11	110	108	108	111	110	110	110	111	110	110	109.8	111	108	3	
12	120	121	120	121	121	120	120	120	121	121	120.5	121	120	1	
13	130	130	130	131	131	130	130	130	130	130	130.2	131	130	1	
14	140	142	140	140	140	140	141	140	142	140	140.5	142	140	2	
15	150	150	150	155	149	149	150	150	150	150	150.3	155	149	6	
16	160	160	160	160	159	160	159	160	160	160	159.8	160	159	1	
17	170	168	168	170	169	171	172	170	170	170	169.8	172	168	4	
18	180	180	180	180	181	181	178	180	180	180	180.0	181	178	3	
19	190	190	189	190	190	190	190	191	192	191	190.3	192	189	3	
20	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200.0	200	200	0	

No.	X _i	Y _i	X _i ²	Y _i ²	X _i Y _i
1	10.0	10	100.0	100	100.0
2	20.3	20	412.1	400	406.0
3	30.0	30	900.0	900	900.0
4	39.7	40	1576.1	1600	1588.0
5	49.3	50	2430.5	2500	2465.0
6	60.0	60	3600.0	3600	3600.0
7	69.9	70	4886.0	4900	4893.0
8	80.1	80	6416.0	6400	6408.0
9	90.2	90	8136.0	8100	8118.0
10	100.3	100	10060.1	10000	10030.0
11	109.8	110	12056.0	12100	12078.0
12	120.5	120	14520.3	14400	14460.0
13	130.2	130	16952.0	16900	16926.0
14	140.5	140	19740.3	19600	19670.0
15	150.3	150	22590.1	22500	22545.0
16	159.8	160	25536.0	25600	25568.0
17	169.8	170	28832.0	28900	28866.0
18	180.0	180	32400.0	32400	32400.0
19	190.3	190	36214.1	36100	36157.0
20	200.0	200	40000.0	40000	40000.0
Σ	2101	2100	287358	287000	287178.0

Untuk menentukan nilai persentasi presisi prototipe alat bantu parkir mobil menggunakan persamaan (5) dimana, error presisi (e) adalah ketidakmampuan sensor dalam menunjukkan nilai yang sama pada kondisi yang serupa. Error presisi (e) dihitung menggunakan persamaan (6) (Fraden, 2010)

maka, error presisi (e) dari prototipe alat adalah 3%. Sehingga, nilai persentasi presisi prototipe alat adalah 97%.

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan persentase presisi prototipe alat bantu parkir mobil yakni sebesar 97%. Nilai presisi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, prototipe alat bantu parkir mobil ini mampu menampilkan hasil yang hampir sama untuk setiap input yang sama. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alat bantu parkir mobil ini memiliki presisi yang tinggi.

Pada tahap selanjutnya untuk akurasi prototipe alat bantu parkir mobil dibutuhkan sebuah tabel bantu pada Tabel 7. Variabel X merupakan data jarak mean sensor (S) dan Variabel Y merupakan jarak nilai standar (Sm).

Tabel 7. Hasil pengujian prototipe alat bantu parkir mobil.

Untuk menghitung persentasi akurasi prototipe alat bantu parkir mobil menggunakan persamaan (7) dimana, koefisien korelasi (r) dihitung menggunakan persamaan (2). Berdasarkan data pada Tabel 7 koefisien korelasi (r) yang didapat adalah 0.99.

Sehingga, persentasi akurasi dari pengujian prototipe alat bantu parkir mobil adalah 99%.

Hasil pengujian yang telah dilakukan mendapatkan persentase akurasi prototipe alat bantu parkir mobil yakni sebesar 99%. Nilai akurasi tersebut menunjukkan kedekatan hasil pengukuran yang didapatkan dengan nilai yang sebenarnya. Dengan demikian alat bantu parkir mobil ini mampu menampilkan hasil yang hampir sama dengan input yang diberikan. Akurasi prototipe alat bantu parkir mobil yang telah dibuat memenuhi kriteria akurasi yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni $\geq 95\%$ dan nilai Standar Internasional (SI) yakni $\geq 97\%$. Dengan demikian secara akurasi maka prototipe alat bantu parkir mobil dikategorikan tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Prototipe alat bantu parkir berbasis arduino nano dengan menggunakan sensor ultrasonik hc-sr04 telah berhasil dibuat.
2. Karakteristik sensor ultrasonik hc-sr04 memiliki hasil pengukuran persentase

ripitabilitas sebesar 97%. Hal ini menandakan bahwa sensor hc-sr04 dapat memberikan hasil yang hampir sama dalam pengukuran berulang.

3. Hasil pengujian prototipe alat bantu parkir mobil didapatkan nilai akurasi sebesar 99 % dan nilai presisi sebesar 97 %.

Diharapkan pada penelitian selanjutnya prototipe alat bantu parkir mobil ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor lain seperti srf 05, hc-sr05. Sedangkan mikrokontroler dapat menggunakan arduino due, arduino mega, arduino uno, arduino pro, maupun mikrokontroler yang berukuran lebih kecil. Prototipe alat bantu parkir mobil ini diharapkan juga dapat lebih dikembangkan pada input/output yang lebih memudahkan pengemudi dalam hal memarkir mobil, seperti pengembangan pada bagian output prototipe alat menggunakan modul *LCD* kategori *Display* maupun kategori *Graphic* untuk menampilkan rekaman langsung bagian belakang mobil menggunakan modul kamera.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2017), Main Products, <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> (Diakses 04 Februari 2017)
- Azizah, N. U., (2014), Rancang bangun prototype alat deteksi jarak dengan sensor ping pada mobil pengangkut barang berbasis arduino, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta.
- Budiharto, W., (2005), Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroler Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Ecadio., (2017), Apakah arduino itu, <http://ecadio.com/apakah-arduino-itu> (Diakses 04 Februari 2017)
- Ecadio., (2017), Mengenal dan belajar arduino nano, <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-nano> (Diakses 04 Februari 2017)
- Fraden, J., 2010, Handbook Of Modern Sensors : Physics, Designs, and Application, 4nd-Ed, Springer-Verlag, New York.
- Jeffrey. L, W., Lonnie. D, B., Kevin. C, Dittman., (2004), Metode Desain dan Analisis Sistem Edisi 6, Andi, Yogyakarta.
- Ladjamudin, A., (2004), Analisis dan Desain Sistem Informasi, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- McLeod, R., (2002), Sistem Informasi Manajemen, Prenhallindo, Jakarta.
- Moris, Alan S, (2001), Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition, Butterworth-Heinemann, England.
- Munandar, A., (2012), Liquid Crystal Display (LCD) 16x2, <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html> (Diakses 05 Februari 2017)
- Nedelkovski, D., (2015), Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial, <http://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/> (Diakses 04 Februari 2017)
- Neelamegam, P., dkk. 2009. Measurement of Urinary Calcium Using AT89C51RD2 Microcontroller. Review of Scientific Instruments 80, 044704.
- Pratama, R. A., dan Kardian, A. R., (2012), Sensor Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dengan Bantuan Mini Kamera. Jurnal Komputasi, 11: 1412-9434.
- Pressman, R. S., (2002). Rekayasa Perangkat Lunak Buku 1, Andi, Yogyakarta.
- Purnama, A., (2016), Loudspeaker, <http://elektronika-dasar.web.id/loudspeaker/> (Diakses 05 Februari 2017)
- Putra, A. E., (2005), Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/53 (Teori dan Aplikasi), Gava Media, Yogyakarta.
- Sanjaya, A. G., (2012), Prototipe sistem informasi kendali parkir berbasis web dengan informasi ruang parkir tersedia menggunakan tampilan seven segment, Naskah Publikasi, STMIK AMIKOM Yogyakarta, Yogyakarta.
- Santoso, H., (2015), Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya, <http://www.elangsakti.com/2015/05/sens>

- or-ultrasonik.html (Diakses 04 Februari 2017)
- Santoso, H., (2015), E-Book Gratis Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula, <http://www.elangsakti.com/2015/07/ebook-gratis-belajar-arduino-pemula.html> (Diakses 04 Februari 2017)
- Setiawan, A., (2011), 20 Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 & ATmega 16 Menggunakan Bascom-AVR+CD, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sugiyono. 2007. Statistika untuk Penelitian. Jakarta.: Alfabeta,
- Suryono. 2012. Worksop Peningkatan Mutu Penelitian Dosen dan Mahasiswa. Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Yusuf, M., (2009), Prototipe sensor parkir mobil berbasis mikrokontroler AT89S51, Tugas Akhir, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.