

RANCANG BANGUN AUTOMATIC CAT LITTER BOX BERBASIS ARDUINO UNO

Rendi Ronaldi¹, Sumpena²

¹Mahasiswa Elektro Unsuraya, ²Dosen Teknik Unsuraya Elektro

Abstract

A litterbox is an indoor litter and urine collection box for cats or rabbits, ferrets, small dogs and other pets that use such a repository. The existing Litterbox has a weakness in keeping the Litterbox in a clean condition and its maintenance is complicated. So we need a tool to facilitate human activities or to support the busyness of various activities, especially cat caretakers.

For that purpose, an "Automatic Cat Litter Box" is created which works like a "closet urinal sensor" which can remove cat litter from the litter box after the cat repositories in the box and throws it into a container that has been coated with plastic and a lid so that the smell of litter does not smell. This Automatic Cat Litter Box uses HC-sr04 Ultrasonic Sensor to detect the presence of a cat that works based on changes in the distance read by the sensor.

The HC-sr04 Ultrasonic Sensor can detect objects or objects in the sandy area of the Litterbox by determining the 37cm - 40cm distance range as the "initial_distance" or the distance where the sensor does not detect an object and if the distance that is read is outside the "initial_distance" range then it can otherwise the sensor has detected an object. Having three criteria in its working system, the first is when an object detected in the sandy area of the Litterbox is more than 30 seconds with a delay of 10 seconds that has been fulfilled, it is certain that the Automatic Cat Litter Box system will work automatically. Second, if the object is detected for less than 30 seconds, then the Automatic Cat Litter Box system will not work. And thirdly, if the object is detected for more than 30 seconds but with a delay time of less than 10 seconds, the Automatic Cat Litter Box system cannot work or returns to the detection process.

Keyword : Litterbox, Automatic Cat Litter Box, Sensor Ultrasonik HC-sr04.

Abstrak

Litterbox adalah kotak penampung kotoran dan urin dalam ruangan untuk kucing atau kelinci, musang, anjing kecil, dan hewan peliharaan lain yang menggunakan repositori semacam itu. Litterbox yang ada saat ini memiliki kekurangan dalam menjaga kondisi Litterbox selalu dalam keadaan bersih dan perawatannya yang rumit. Maka dibutuhkan suatu alat dalam mempermudah kegiatan manusia atau sebagai penunjang kesibukan berbagai aktifitas terutama pemelihara hewan kucing.

Untuk itu dibuat "Automatic Cat Litter Box" yang bekerja layaknya "closet urinoir sensor" yang dapat membuang kotoran kucing dari kotak kotorannya setelah kucing melakukan repositori dikotak itu dan membuangnya ke kotak penampung yang sudah dilapisi plastik dan tutup agar bau kotoran tidak tercium. Automatic Cat Litter Box ini menggunakan Sensor Ultrasonik HC-sr04 sebagai pendeteksi keberadaan kucing yang bekerja berdasarkan perubahan jarak yang terbaca oleh sensor

Sensor Ultrasonik HC-sr04 dapat mendeteksi benda atau sesuatu objek yang ada dalam area berpasir dari Litterbox dengan menentukan range jarak 37cm – 40cm sebagai "jarak_awal" atau jarak dimana sensor tidak mendeteksi adanya objek dan jika jarak yang terbaca diluar dari range "jarak_awal" maka dapat dinyatakan sensor telah mendeteksi sesuatu objek. Memiliki tiga kriteria dalam sistem kerjanya yang pertama adalah ketika objek yang terdeteksi didalam area berpasir dari Litterbox lebih dari 30 detik dengan waktu tunda 10 detik yang telah terpenuhi,

maka dapat dipastikan sistem pada Automatic Cat Litter Box akan secara otomatis berkerja. Yang kedua jika objek terdeteksi kurang dari 30 detik, maka sistem pada Automatic Cat Litter Box tidak dapat berkerja. Dan yang ketiga jika objek terdeteksi lebih dari 30 detik tetapi dengan waktu tunda yang kurang dari 10 detik, maka sistem pada Automatic Cat Litter Box tidak dapat berkerja atau kembali pada proses pendeteksian.

Kata kunci : *Litterbox, Automatic Cat Litter Box, Sensor Ultrasonik HC-sr04.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Litter Box atau biasa disebut kotak pasir adalah kotak penampung kotoran dan urin dalam ruangan untuk kucing atau kelinci, musang, anjing kecil, dan hewan peliharaan lain yang secara naluriah atau melalui pelatihan akan menggunakan repositori semacam itu. Litter Box disediakan untuk hewan peliharaan yang diizinkan bebas berkeliaran di rumah tetapi yang tidak bisa atau tidak selalu pergi keluar rumah untuk membebaskan diri. Banyak pemilik hewan ini memilih untuk tidak membiarkan hewan peliharaannya berkeliaran di luar rumah, karena takut hewan yang dipelihara terserang bahaya luar ruangan, seperti cuaca, satwa liar, atau lalu lintas (kucing dalam ruangan rata-rata hidup sepuluh tahun lebih lama daripada kucing di luar ruangan). Litter Box memungkinkan untuk melindungi hewan peliharaan dari risiko ini.

Saat ini banyak jenis Litter Box yang berbeda, mulai dari bentuk terbuka hingga bentuk yang tertutup. Model biasa hanya berupa kotak persegi panjang terbuka dengan gayung atau sekop kecil, sementara model lainnya berfariasi seperti memiliki penutup di atasnya, terlihat mirip dengan kandang hewan peliharaan yang dapat dibawa dengan pintu terbuka, menjaga kotoran tidak terlihat, dan mungkin mengurangi pelacakan kotoran. Namun, kedua Litter Box tersebut memiliki kekurangan dalam menjaga kondisi Litter Box (terutama area yang diisi pasir) selalu dalam keadaan bersih dan perawatannya yang rumit serta membutuhkan peralatan lainnya seperti sekop kecil untuk mengeruk kotoran yang tercampur di dalam pasir, 2 tempat sampah atau wadah didekat Litter Box untuk menampung kotoran agar saat membuang kotoran keluar rumah tidak

berceceran, serta masker dan sarung tangan agar terhindar dari bakteri dan bau yang ditimbulkan. Tentunya hal ini akan menjadi masalah utama bagi pemelihara hewan kucing (cat-lovers) yang mempunyai banyak kesibukan diluar rumah.

Untuk mengatasi kekurangan tersebut dibuatlah Automatic Cat Litter Box yang baik untuk kucing yaitu mempunyai ukuran yang sesuai dengan ukuran tubuh kucing dan terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan, serta memudahkan pemelihara kucing dalam menjaga sanitasinya agar kucing yang dipelihara terhindar dari penyakit yang disebabkan oleh Litter Box yang kotor. Dan membantu memelihara kebersihan rumah dari bau kotoran kucing meskipun hewan peliharaan tersebut berkeliaran bebas di dalam rumah.

Automatic Cat Litter Box ini bekerja layaknya "closet urinoir sensor" yang dapat membuang kotoran kucing dari kotak kotorannya setelah kucing melakukan repositori dikotak itu dan membuangnya ke kotak penampung yang sudah dilapisi plastik serta tutup agar bau kotoran tidak tercium. Automatic Cat Litter Box ini menggunakan Sensor Ultrasonik HC-sr04 sebagai pendeteksi keberadaan kucing yang bekerja berdasarkan perubahan jarak yang terbaca oleh sensor dan kemudian mulai memerintahkan sistem kerja setelah kucing lekas pergi dari Litter Box.

Dalam perancangan sistem alat ini bahan yang digunakan yaitu mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai central prosesor unit, Sensor Ultrasonik HC-sr04 sebagai input, DC motor atau Stepper motor sebagai penggerak utama, Stepper motor driver A4988 sebagai pengontrol putaran Stepper motor dan Servo motor sebagai penggerak tambahan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Dasar dasar Gelombang

Gelombang ultrasonik disebut juga gelombang suara dengan frekuensi tinggi. Suara adalah sebuah usikan (disturbance) yang merambat melalui suatu medium udara, air pada suatu jaringan badan atau bahan padatan tertentu. Gelombang setiap suara dinyatakan dengan frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam unit hertz (Hz), yakni jumlah osilasi per detik. Suara yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz tidak dapat didengar telinga manusia dan oleh karenanya diklasifikasikan sebagai gelombang ultrasonik (Bueche, 1986).

Di Indonesia, penelitian menggunakan ultrasonik sudah banyak dikembangkan, seperti penentuan kualitas buah manggis dengan gelombang ultrasonik, pemisahan dan pemurnian biodiesel, dan lain-lain. Namun penerapan teknologi ultrasonik dalam bidang pangan dan penanganan pasca panen pertanian masih terbilang rendah. Tipe gelombang ultrasonik yang digunakan di dalam penelitian ini adalah gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang memiliki arah getar sejajar dengan arah rambatnya contohnya adalah gelombang pada slinki yang digerakkan maju mundur. Ketika slinki digerakkan maju mundur maka pada slinki akan terbentuk rapatan dan renggangan. Satu panjang gelombang pada gelombang longitudinal didefinisikan sebagai jarak antara dua pusat rapatan yang berdekatan atau jarak antara dua pusat renggangan yang berdekatan.

Rumus dari kedua gelombang tersebut diantaranya adalah:

$$v = \lambda \cdot f \quad v = \lambda / T \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

T = periode gelombang (s)

v = cepat rambat gelombang (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi gelombang (Hz)

Untuk memperjelas pengertian gelombang longitudinal dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut. Gambar 1. Proses gelombang Besaran-besaran tersebut

pada gambar dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Frekuensi Frekuensi adalah jumlah siklus yang dibuat suatu gelombang dalam satu detik. Satu siklus terdiri dari 3 satu semi-gelombang positif dan satu semigelombang negatif. Ukurannya adalah Hertz/Hz (1/sec). Suatu gelombang frekuensi 1 Hz menyelesaikan satu siklus setiap 1 detik.
2. Periode Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus penuh.
3. Panjang Gelombang Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik yang berhubungan (contoh dua titik maksimum yang berurutan) sepanjang gelombang. Nilainya dapat dihitung menggunakan persamaan: Perambatan Perambatan Peregangan Penekanan Tekanan maksimum Panjang gelombang Tekanan minimum Amplitudo 1 siklus Titik Dimana, c = kecepatan suara dalam medium referensi (kecepatan suara di udara 340 m/sec).
4. Amplitudo Amplitudo adalah unit yang mengukur jarak antara titik ekuilibrium dengan titik maksimum dari gelombang.
5. Siklus adalah kejadian yang berlangsung dan berulang terus dalam kurun waktu tertentu.

2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik dapat berfungsi sebagai pemancar maupun penerima gelombang ultrasonik. Sensor yang ada di pasaran berbentuk silinder dengan warna silver. Satu paket sensor ultrasonik terdiri dari 2 sensor. Dikemas dalam satu board. Satu sensor sebagai pemancar dan satu sensor lagi sebagai penerima ada beberapa macam sensor ultrasonik. Tipe HC-SR04 salah satunya dengan kemampuan (range) ukur jarak antara 2 cm s/d 400 cm. Sensor Ultrasonik HC-SR04 terlihat pada Gambar 1.

potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.



Gambar 3 Motor Servo

2.6 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkannya diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsupulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.



Gambar 4 Motor Stepper

Keunggulannya antara lain adalah :

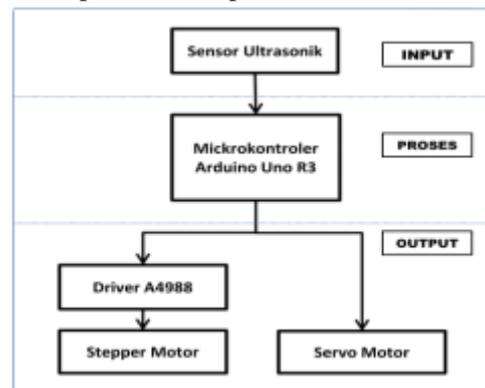
1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
4. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.

5. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
6. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

III. PERANCANGAN ALAT

3.1 Blok Rancangan Alat

Secara umum bentuk blok rancangan Automatic Cat Litter Box berbasis Arduino Uno dapat dilihat seperti Gambar 5.



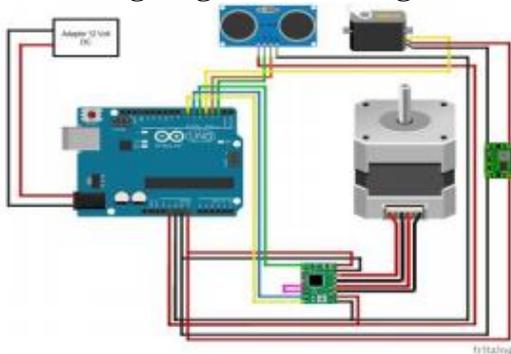
Gambar 5 Blok Rancangan Automatic Cat

Pada Gambar 5 sistem blok diagram di atas terdiri dari input, proses dan output antara lain :

1. Sensor ultrasonik akan mendeteksi jika objek masuk pada area deteksi dan menghalangi sensor kemudian sensor memberikan inputan untuk memerintahkan sistem untuk satu periode jika syarat yang ditentukan telah terpenuhi.
2. Arduino Uno R3 merupakan pengolah data masukan dan keluaran sensor dengan kata lain Arduino akan mengatur semua proses jalannya sistem pada Automatic Cat Litter Box.
3. Driver A4988 merupakan actuator untuk menjalankan Stepper Motor agar bisa bekerja sesuai yang diinginkan dan mempermudah dalam pengcodingannya.
4. Regulator Stepdown merupakan perangkat tambahan untuk merubah tegangan masuk 12 volt DC menjadi keluaran 5 volt DC agar menstabilkan juga memaksimalkan pergerakan dari Servo Motor.

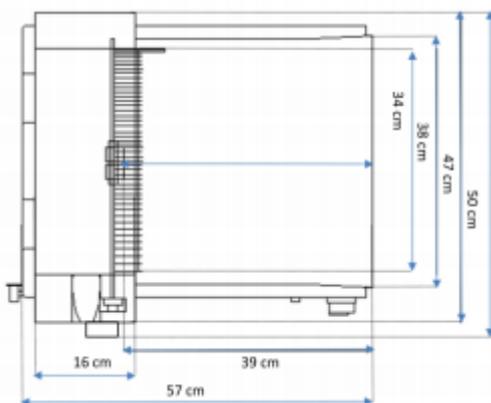
5. Stepper Motor merupakan output atau penggerak utama pada perancangan alat Automatic Cat Litter Box.
6. Servo Motor merupakan output atau penggerak kedua setelah Stepper Motor pada perancangan alat Automatic Cat Litter Box.

3.2 Wiring diagram dan Design Alat

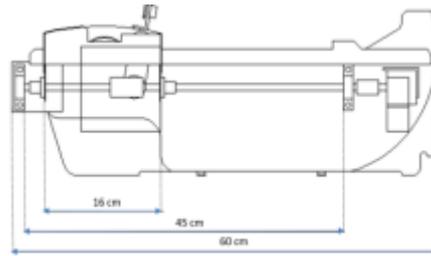


Gambar 6 Wiring Diagram Automatic

- a. Sumber tegangan yang digunakan adalah adaptor 12 volt DC 2A. Adaptor difungsikan untuk mensupply power ke semua komponen yang terhubung.
- b. I/O yang terpakai oleh arduino sebanyak 6 I/O.
- c. Sensor Ultrasonik terhubung secara langsung ke arduino.
- d. Motor Stepper menggunakan driver A4988 untuk mengatur sudut dan arah putaran rotor.
- e. Motor Servo diberikan power tegangan tambahan dengan regulator stepdown 12v – 6v, tetapi perintah langsung ke Arduino.

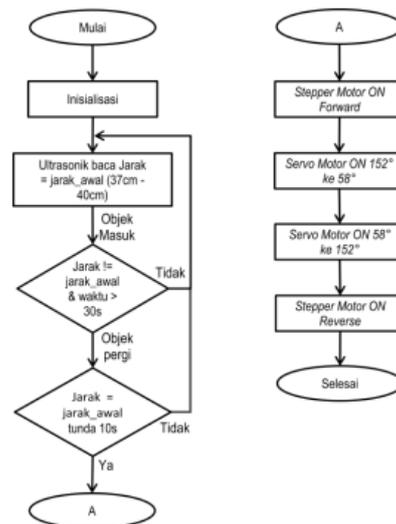


Gambar 7 Alat tampak dari atas



Gambar 8 Alat tampak dari samping

3.3 Blok Diagram Sistem



Gambar 9 Blok diagram Sistem Automatic Cat Litter Box

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HCSR04

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur jarak/ panjang objek tertentu yang telah diukur jaraknya terlebih dahulu. Artinya, objek diletakkan pada jarak tertentu, sehingga secara otomatis sensor akan menampilkan jarak benda tersebut. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, seri pertama adalah pengukuran pada jarak 10 cm, seri kedua 20 cm, ketiga 30 cm, seri keempat 40 cm, seri kelima 50 cm. Data yang diperoleh terdapat pada Tabel 1 :

Tabel 1 Data Hasil pengukuran jarak objek secara langsung

Pengujian	Jarak Benda Menggunakan Meteran (cm)	Pembacaan Serial Monitor (cm)	Rata-rata (cm)	Selisih (cm)	Persentase Error $F = \frac{(E-B)}{B} \times 100$ (%)
A	B	C	D	E	F
1	10	10	9.67	0.33	3.33
2		10			
3		9			
4	20	19	19.67	0.33	1.67
5		20			
6		20			
7	30	30	30.33	0.33	1.11
8		31			
9		30			
10	40	40	39.33	0.67	1.67
11		39			
12		39			
13	50	49	49.33	0.67	1.33
14		49			
15		50			
Rata-rata error (%)					1.82

Berdasarkan Tabel 1 diatas, disimpulkan bahwa error dari perhitungan antara meteran dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 memiliki total selisih error ± 1 cm pada 15 kali pengujian atau rata – rata error sebesar 1.82%, dengan demikian sensor HC-SR04 memiliki pembacaan jarak dengan keakuratan 98,18%.

Tabel 2 perhitungan jarak dan waktu tempuh gelombang bunyi

Pengujian	Jarak Benda Menggunakan Meteran (cm)	Pembacaan Serial Monitor (cm)	Waktu pantul gelombang bunyi (μ s)	Rata-rata waktu pantul gelombang bunyi (s)
A	B	C	D	E
1	10	10	588	568
2		10	588	
3		9	529	
4	20	19	1117	1156
5		20	1176	
6		20	1176	
7	30	30	1764	1784
8		31	1823	
9		30	1764	
10	40	40	2352	2313
11		39	2294	
12		39	2294	
13	50	49	2882	2902
14		49	2882	
15		50	2941	

Rumus :

$$S = \frac{v \cdot t}{2} \dots \dots \dots (5)$$

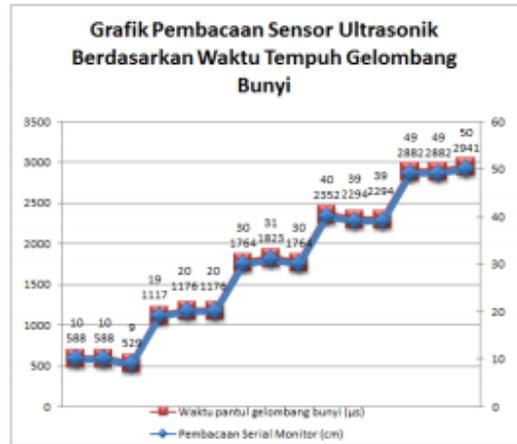
Keterangan :

S = jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul).

v = 340 m/s atau 0.034 cm/ μ s (kecepatan bunyi yang merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi).

t = selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

Berdasarkan data tabel di atas dapat digambarkan pada Gambar 10 di bawah :

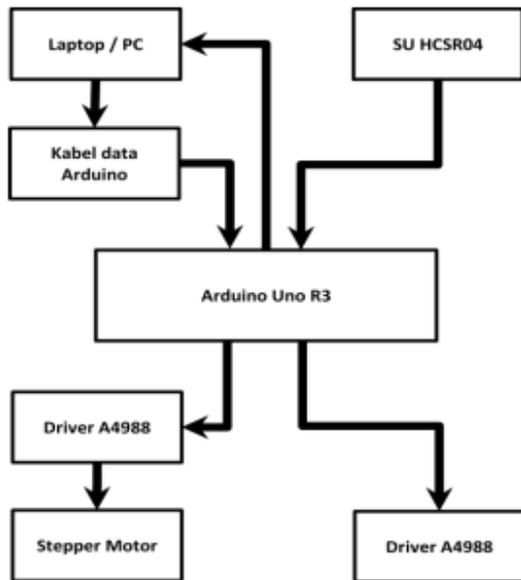


Gambar 10 Grafik Pembacaan Sensor

Dari Gambar 10 diatas dapat disimpulkan bahwa pembacaan Sensor Ultrasonik HCSR04 adalah semakin lama waktu gelombang bunyi yang diterima oleh sensor maka jarak benda yang terdeteksi juga semakin jauh.

4.2 Pengujian keseluruhan sistem alat

Pengujian alat secara keseluruhan merupakan gabungan dari pengujian-pengujian tiap bagian input dan output yang telah kita lakukan sebelumnya. Peralatan yang diperlukan untuk melakukan pengujian ini adalah seperangkat alat yang dibuat dan botol mineral sebagai pengganti objek :



Gambar 11 Blok diagram pengujian keseluruhan sistem alat

Pengujian ini dilakukan dengan cara sangat sederhana yaitu dengan memasukan botol mineral sebagai pengganti kucing ke dalam area berpasir pada Litterbox dan dilakukan dengan empat metode yang berbeda agar memastikan alat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

1. Metode Pertama
Metode dimana objek masuk dan keluarnya sesuai waktu yang di tentukan yaitu > 30 detik dan tidak kembali masuk ketika waktu tunda Arduino menjalankan perintah.
2. Metode Kedua
Metode dimana objek masuk dan keluarnya sesuai waktu yang di tentukan yaitu > 30 detik tetapi pada saat waktu tunda Arduino berjalan, objek kembali masuk sebelum atau < 10 detik dengan mengalami pengulangan ketentuan yang ada di metode pertama.
3. Metode Ketiga
Metode dimana objek masuk dan keluarnya kurang dari waktu yang di tentukan atau ≤ 30 detik.
4. Metode Keempat
Metode dimana objek masuk dan keluarnya sesuai waktu yang di tentukan yaitu > 30 detik tetapi pada saat waktu tunda Arduino berjalan yaitu ≤ 10 detik objek kembali masuk

dengan mengalami pengulangan ketentuan yang ada di metode ketiga.

4.3 Analisa

Tabel 3 Hasil keseluruhan pengujian sistem alat

Metode	Test	Waktu Jarak pembacaan SU < 38 cm		Waktu tunda Arduino		Pengulangan Metode	Litterbox	
		> 30 detik	≤ 30 detik	≥ 10 detik	< 10 detik		Bekerja	Tidak bekerja
Pertama	1	√	-	√	-	-	√	-
	2	√	-	√	-	-	√	-
	3	√	-	√	-	-	√	-
Kedua	1	√	-	-	√	Pertama	√	-
	2	√	-	-	√	Pertama	√	-
	3	√	-	-	√	Pertama	√	-
Ketiga	1	-	√	√	-	-	-	√
	2	-	√	√	-	-	-	√
	3	-	√	√	-	-	-	√
Keempat	1	√	-	-	√	Ketiga	-	√
	2	√	-	-	√	Ketiga	-	√
	3	√	-	-	√	Ketiga	-	√

Sistem alat secara keseluruhan ini telah disesuaikan dengan flowchart yang telah dibuat. Alur program dari proses kerja alat ini yaitu sensor ultrasonik membaca "jarak_awal" adalah 37cm – 40cm dalam arti sensor tidak mendeteksi suatu objek. Jika pembacaan jarak tidak dalam ketentuan dari "jarak_awal" dapat diartikan bahwa terdapat objek yang menghalangi sensor ultrasonik. Sistem kerja dari Automatic Cat Litter Box ini memiliki tiga prinsip kerja yang didasari oleh empat metode yang dilakukan sebagai pengujian alat ini, yaitu :

- a. Prinsip kerja pertama adalah jika ketentuan memenuhi pada metode pertama maka alat akan bekerja.
- b. Prinsip kerja kedua adalah jika ketentuan memenuhi pada metode ketiga maka alat tidak dapat bekerja.
- c. Dan prinsip kerja ketiga adalah jika ketentuan memenuhi pada metode kedua / metode keempat atau mengalami pengulangan metode maka bekerja atau tidak berkerjanya alat akan ditentukan oleh metode pengulangannya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian mengenai sebuah alat yaitu Automatic Cat Litter Box yang dilakukan secara bertahap dapat disimpulkan bahwa Automatic Cat Litter Box menggunakan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi benda atau sesuatu objek yang ada dalam area berpasir dari Litterbox dengan menentukan range jarak 37cm – 40cm sebagai “jarak_awal” atau jarak dimana sensor tidak mendeteksi adanya objek dan jika jarak yang terbaca diluar dari range jarak_awal maka dapat dinyatakan sensor telah mendeteksi sesuatu objek.

Automatic Cat Litter Box memiliki tiga kriteria dalam sistem kerjanya. Yang pertama adalah ketika objek yang terdeteksi didalam area berpasir dari Litterbox lebih dari 30 detik dengan waktu tunda 10 detik yang telah terpenuhi, maka dapat dipastikan sistem pada Automatic Cat Litter Box akan secara otomatis berkerja. Yang kedua jika objek terdeteksi kurang dari atau sama dengan 30 detik, maka sistem pada Automatic Cat Litter Box tidak dapat berkerja. Dan yang ketiga jika objek terdeteksi lebih dari 30 detik tetapi dengan waktu tunda yang belum terpenuhi atau kurang dari 10 detik, maka sistem pada Automatic Cat Litter Box tidak dapat berkerja atau kembali pada proses pendeteksian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arasada, Bakhtiyar. 2017. “Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno”. Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- [2] Nugraha, Fandhi, K. 2016. “Tugas Sensor Ultrasonik HC-SR04”. Universitas Hasanudin. Makasar.
- [3] Kadir, Abdul. 2016. “Simulasi Arduino”. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [4] Arduino. Products. <http://www.arduino.cc/en/Main/Products>. 10 Maret 2015.
- [5] Djuandi, Feri. 2011 “Pengenalan Arduino”. Jakarta: www.tokobuku.comacademia.edu.
- [6] Adzly, Rahmad. 2017 “Rumus menghitung Torsi, Kecepatan dan Daya serta Hubungannya”. Reading & Learning tempat kita berbagi ilmu.
- [7] Yusuf, Randi, Nasution, Hasanah Putri, ST., MT., Yuli Sun Hariyani, ST., MT. 2015. “Perancangan dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino”. Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom.
- [8] Fauzi, Ahwadz, Madhawirawan. 2011. “Trainer Mikrokontroler ATMEGA 32 Sebagai Media Pembelajaran Pada Kelas XI Program Keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta”. Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [9] Syafidtri, Nur, Anita. 2010. “Robot Micromouse Dengan Menggunakan Algoritma Depth-First Search”. Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Gunadarma, Margonda Raya 100 Depok.
- [10] Budiyanto, Teguh. 2017. “Analisa Hasil Pengupasan Pada Mesin Pengupas Kulit Kentang (Potato Peller) Kapasitas 3 Kg Menggunakan Motor 0,25 HP Dengan Penggunaan Pulley yang Berfariasi”. Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [11] Hartono, Puji, Muhammad Nauval Fauzi. 2014. “Pengendali Otomasi 3-AXIS Berbasis PC Pada Simulasi Proses Las”. Balai Besar Logam dan Mesin, Kementerian Perindustrian Jl. Sangkuriang No.12, Bandung, Jawa Barat, 40135.
- [12] Susa’at, Sodikin. 2015. “Pengaturan Arah Putaran Motor Stepper DC Menggunakan Mikrokontroler 8535”. Widyaiswara Madya P4TK BOE/VEDC Malang.

