

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* PADA RANCANG BANGUN BAK SAMPAH BUKA TUTUP OTOMATIS BERBASIS *RASPBERRY PI PICO*

IMPLEMENTATION OF THE *FUZZY LOGIC* METHOD IN THE DESIGN OF AUTOMATIC OPEN CLOSE WASTE TUB BASED ON *RASPBERRY PI PICO*

Oktavia Safitri^{1*}, *Titi Andriani*², *Paris Ali Topan*³, *Indra Darmawan*⁴

^{1*,2,3} Teknik Elektro Fakultas Rekayasa Sistem Universitas Teknologi Sumbawa

octaviasafitry02@gmail.com^{1*}, *titi.andriani@uts.ac.id*², *parisalitopan@gmail.com*³, *indra.darmawan@uts.ac.id*⁴

INFO ARTIKEL

Submitted: 19 Juli 2022

Revised: 10 Oktober 2022

Accepted: 11 Desember 2022

ABSTRAK

Kebersihan menjadi faktor penting di kehidupan sehari-hari, untuk itu kebersihan harus di jaga untuk menjaga kesehatan dan lingkungan. Kurangnya kesadaran manusia untuk membuang sampah pada tempatnya menyebabkan sampah berhamburan, sampah yang berhamburan dapat menyebabkan banjir dan pencemaran lingkungan. Adanya upaya pencegahan untuk menanggulangi masalah sampah, mulai dari penyediaan bak sampah terbuka maupun tertutup di tempat wisata, sekolah maupun tempat lainnya akan tetapi masih belum efektif. Oleh sebab itu diciptakan sebuah alat tempat sampah yang dimodifikasi sehingga menghasilkan tempat sampah pintar untuk menarik minat orang yang hendak membuang sampah. Alat ini menggunakan Raspberry pi pico sebagai pengendali, sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan objek di sekitar tempat sampah, servo motor untuk menggerakkan tutup tempat sampah, buzzer sebagai indikator untuk mengetahui kondisi tempat sampah serta metode fuzzy untuk mengambil keputusan yang tepat untuk jarak yang akan ditentukan oleh ultrasonik untuk membuat buzzer aktif.

Kata Kunci: Raspberry pi pico, sensor PIR, sensor Ultrasonik, servo motor, buzzer

ABSTRACT

Cleanliness is an important factor in everyday life, for that cleanliness must be maintained to maintain health and the environment. Lack of human awareness to dispose of waste in its place causes waste to scatter, scattered waste can cause flooding and environmental pollution. There are preventive efforts to tackle the waste problem, starting from providing open and closed trash bins at tourist attractions, schools and other places, but they are still not effective. Therefore, a trash can tool was created which was modified to produce a smart trash can to attract the interest of people who want to dispose of garbage. This tool uses a Raspberry pi pico as a controller, a PIR sensor as a detector for the presence of objects around the trash can, a servo motor to move the trash can lid, a buzzer as an indicator to determine the condition of the trash can and a fuzzy method to make the right decision for the distance to be determined by ultrasonic to make the buzzer active.

Keywords: Raspberry pi pico, sensor PIR, sensor Ultrasonic, servo motor, buzzer

1. PENDAHULUAN

Kersihan menjadi salah satu faktor penting dalam kehidupan sehari-hari karena jika lingkungan kita kotor maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan bahkan bisa menyebabkan banjir. Dampak negatif dari sampah ini juga yaitu menimbulkan bau yang tidak sedap dan kuman serta bakteri bersarang ditempat tersebut. Kurangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya membuang sampah pada tempatnya menyebabkan sampah-sampah berhamburan. Pada tahun 2021 dari jumlah sampah 1,3 miliar ton per tahunnya akan meningkat 2,2 miliar ton per tahunnya. Pada tahun 2025 diperkirakan meningkat hingga 70% dan sebagian besar terjadi pada negara berkembang [1].

Pada banyak tempat terutama pada fasilitas umum seperti sekolah, lapangan maupun tempat wisata, masih ditemui sampah berserakan. Banyaknya sampah berserakan meskipun pada tempat-tempat tersebut telah menyediakan tempat sampah masih ada sampah yang berserakan, ini membuktikan bahwa kurangnya kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya masih sangat rendah. Sampah paling banyak dihasilkan berjenis plastik, sampah plastik termasuk dalam kategori sampah anorganik yang tidak mudah terurai [2] sampah jenis plastik akan habis terurai dalam jangka waktu 50 hingga 200 tahun. Pemerintah telah berupaya untuk mengurangi sampah anorganik khususnya dari bahan plastik dengan menerapkan kantong berbayar, akan tetapi upaya ini masih belum terlihat efektif. Begitu juga upaya penyediaan tempat sampah terbuka. Tempat sampah yang terbuka jika tidak dibersihkan akan menyebabkan sampah-sampah di dalamnya menumpuk dan menimbulkan bau yang tidak sedap serta mengundang lalat untuk bersarang di dalamnya. Sehingga orang yang ingin membuang sampah merasa enggan untuk membuang sampah pada tempatnya. Upaya selanjutnya yaitu dengan menyediakan tempat sampah tertutup. Tempat sampah ini juga masih belum efektif karena orang yang hendak membuang sampah harus membuka tutupnya menggunakan tangannya sendiri terlebih lagi jika tempat sampah tersebut kotor, sehingga orang akan merasa jijik karena takut tangannya kotor.

Sebenarnya sudah banyak penelitian yang memodifikasi tempat sampah ini sedemikian rupa agar masyarakat menjadi lebih tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya, salah satunya tentang aplikasi sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler ATMEGA328 untuk merancang tempat sampah pintar, untuk bagian *hardware* terdiri atas catu daya, sistem minimum mikrokontroler ATMEGA328, layar LCD dan manual switch yang berfungsi untuk mengontrol motor DC dengan bantuan driver relay. Apabila mendeteksi objek dengan jarak 15 cm, ketika sampah penuh maka akan di kirimkan pemberitahuan berupa SMS dengan interval 10 detik [3]. Akan tetapi masih ada kekurangan sehingga belum optimal dalam mengatasi masalah sampah ini. Berdasarkan masalah tersebut timbul inspirasi peneliti untuk menyempurnakan hasil penelitian terdahulu dengan membuat rancangan tempat sampah yang menarik dan bisa bekerja secara otomatis dengan harapan agar masyarakat yang ingin membuang sampah tidak lagi merasa jijik atau enggan karena alasan tempat sampah tersebut kotor, bau dan sebagainya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian [4] tentang rancang bangun tempat sampah tempat sampah pintar menggunakan algoritma fuzzy logic berbasis Arduino. Penelitian ini menggunakan sensor jarak (ultrasonik) untuk mendeteksi jarak ketinggian sampah, sensor ultrasonik mempunyai beberapa bagian yaitu fresnel lens, IR filter, pyroelectric sensor, amplifier serta comparator [5]. Sersor PIR (Passive InfraRed) yaitu sensor yang dapat menangkap pancaran sinyal inframerah yang dikeluarkan oleh tubuh manusia maupun hewan sehingga dapat mendeteksi keberadaan manusia, sinyal inframerah yang dimiliki oleh setiap benda di atas nol mutlak serta Arduino sebagai pusat pengolahan datanya [6].

Kemudian pada penelitian selanjutnya tentang rancang sistem otomatis buka tutup bak sampah berbasis mikrokontroler AT89S52 dan sensor metal detektor. Penelitian ini menggunakan Power supply yang berfungsi sebagai pensupply tenaga listrik keseluruhan sistem pembentuk alat buka tutup otomatis bak sampah. Selanjutnya untuk bagian input pada penelitian ini digunakan sensor photodiode, sensor optocoupler, serta metal detektor, lalu di bagian sistem pengendali yang dipergunakan adalah mikrokontroler AT89S52 yang berfungsi menjadi penerima, pemroses data dan mengeluarkan data tersebut dalam bentuk frekuensi digital ataupun analog untuk disampaikan pada bagian hasil yaitu motor dc servo [7].

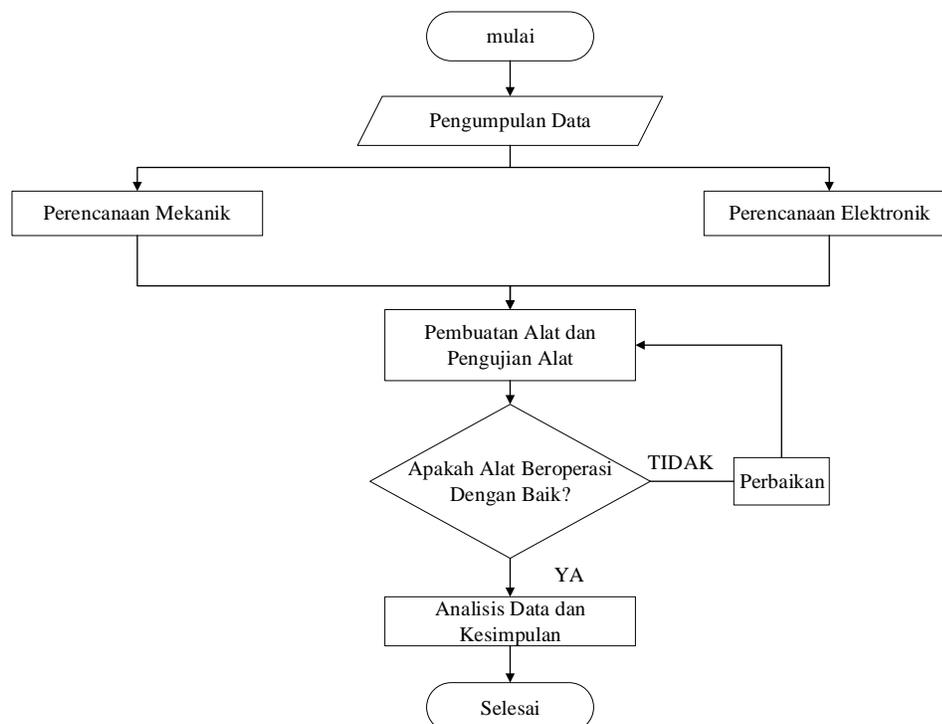
Selanjutnya pada penelitian [8] tentang perancangan sistem tempat sampah pintar dengan *sensor HCRSF04* berbasis Arduino UNO R3, arduino uno adalah sebuah komputer kecil yang dapat diprogram sebagai input dan output dengan bantuan alat sebagai hasilnya sebagai pengendali sistem dengan program yang telah dibuat dari tempat sampah [9]. Menggunakan sensor ultrasonik, sensor ultrasonik memakai suara untuk menentukan jarak antara sensor dan objek terdekat yang dilaluinya [10], sensor mengirimkan gelombang suara pada frekuensi tertentu, kemudian mendengarkan gelombang suara tertentu untuk memantul dari suatu objek dan kembali. Servo motor untuk menggerakkan tutup tempat sampah, buzzer sebagai alarm pemberitahuan sampah penuh serta LED dan LCD sebagai indikator kondisi tempat sampah. Tempat sampah akan terbuka ketika sensor ultrasonik mendeteksi objek dengan jarak 10 cm, maka servo akan secara otomatis membuka tutup tempat sampah, alarm akan berbunyi ketika sampah penuh.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian lebih dominan menggunakan Arduino atau mikrokontroler AT89S sebagai mikrokontroler dalam sistem pengendalinya serta masih terdapat kekurangan yang belum

di terapkan, akibatnya dibutuhkan inovasi baru serta penyempurnaan dari perancangan alat-alat sebelumnya dalam perancangan bak sampah buka tutup otomatis sebagai pengembangan teknologi di wilayah Indonesia khususnya wilayah Kabupaten Sumbawa. Rancangan yang akan di buat peneliti yaitu dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kapasitas sampah, sensor PIR sebagai pendeteksi kehadiran manusia yang ingin membuang sampah, servo motor mempunyai serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya ketika motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo sebagai penggerak tutup tempat sampah [11], buzzer biasa digunakan sebagai media suara untuk menjadi alarm ketika tempat sampah tersebut penuh [12], raspberry pi pico artinya papan mikrokontroler berkinerja tinggi pertama yang didesain menggunakan chip RP2040. Mikrokontroler RP2040 adalah papan yang menggunakan koneksi ke dunia luar, raspberry pi pico sebagai pengendali sistem untuk beroperasi sesuai yang diinginkan [13], menggunakan metode fuzzy logic sebagai indikator untuk menentukan batas ketinggian tempat sampah karena dalam perancangan logika fuzzy tidak membutuhkan persamaan matematis dari objek yang ingin dikendalikan karena teori logika fuzzy memiliki kemampuan dalam proses penalarannya menggunakan bahasa linguistic reasoning [14]. Logika Fuzzy atau Fuzzy Inference System merupakan salah satu logika yang dapat diterapkan dalam pembuatan Artificial Intelligence [15].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode kuantitatif untuk mendapatkan nilai yang tepat dari beberapa variabel diantaranya, jarak tangan dengan tempat sampah, volume isi tempat sampah serta alarm pengingat ketika volume sampah penuh. Pada penelitian ini penulis membuat sebuah alat bak sampah buka tutup otomatis menggunakan raspberry pi pico, dimana alur penelitian akan digambarkan dalam bentuk flowchart.



Gambar 1. Flowchart

Tahap pertama yang dilakukan yaitu mencari referensi untuk menjadi acuan serta sebagai pengembangan dari penelitian terdahulu. Selanjutnya penyempurnaan alat dan bahan seperti komponen yang diperlukan yaitu raspberry pi pico, buzzer, servo motor, sensor ultrasonik dan sensor PIR serta komponen lainnya. Setelah tahap penyempurnaan bahan dan alat selanjutnya tahap perancangan mekanik yang bertujuan untuk mengilustrasikan desain alat yang akan di implementasikan. Perencanaan yang akan di buat dapat di lihat pada gambar 2 dan gambar 3 adalah blok diagram.

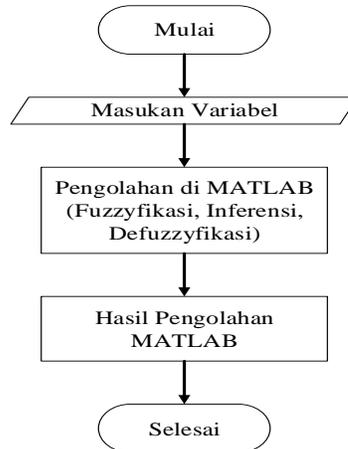
Dimana:

1. A = Sensor PIR
2. B = Servo Motor
3. C = Sensor Ultrasonik
4. D = Kotak (Raspberry Pi Pico, Catu Daya, Buzzer)



Gambar 2. Skema Alat

Pada tahap perencanaan elektronik, penulis akan melakukan perencanaan dengan membuat beberapa skema rangkaian setiap komponen yang akan menunjang keberhasilan dari alat yang dibuat diantaranya rangkaian sensor PIR, rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian buzzer, rangkaian servo motor serta perencanaan metode fuzzy yang akan diterapkan pada sensor ultrasonik untuk menentukan berapa jarak yang akan ditentukan untuk membuat buzzer menyala. Selanjutnya perencanaan metode fuzzy logic untuk menentukan jarak yang tepat pada sensor ultrasonik untuk membuat buzzer aktif. Gambar 3 merupakan flowchart dari metode fuzzy logic dengan menggunakan MATLAB Mamdani.



Gambar 3 Flowchart Metode Fuzzy

Pada MATLAB di masukkan Input kemudian input akan diproses oleh MATLAB selanjutnya akan keluar output. Pada bagian input dapat dimasukkan variabel satu atau lebih variabel sesuai yang dibutuhkan sesuai kondisi yang akan ditentukan, pada bagian output dapat dimasukkan variabel berupa kondisi akhir yang akan di tentukan. Variabel input yang ditentukan yaitu variabel sangat dekat dengan domain (1, 7, 12), variabel dekat dengan domain (10, 17, 23) serta variabel jauh dengan domain (20, 25, 30). Variabel output buzzer yaitu awas dengan domain (2, 8, 13), variabel siaga dengan domain (10, 15, 22) serta variabel aman dengan domain (21, 26, 30). Selanjutnya setelah memasukkan variabel dari input serta output maka tahap selanjutnya yaitu membuat rules dengan beberapa kondisi yang akan terjadi. Tabel 1 adalah rules fuzzy.

Tabel 1. Rules Fuzzy

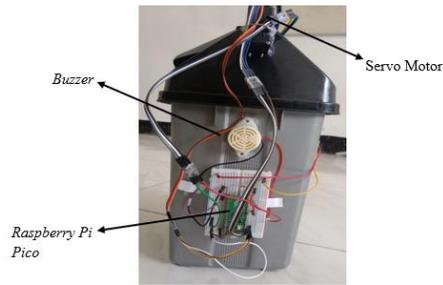
No	Perkiraan Kondisi Yang Akan Terjadi
1	If (Ketinggian Sampah is sangat dekat) then (Kondisi Buzzer is awas)
2	If (Ketinggian Sampah is dekat) then (Kondisi Buzzer is siaga)
3	If (Ketinggian Sampah is jauh) then (Kondisi Buzzer is aman)

Setelah membuat rules maka outputnya yang keluar akan berupa rules, keluaran rules yang akan keluar akan sesuai dengan rules yang telah dibuat, defuzzyfikasi dapat dilihat pada setiap input yang akan kita masukkan, ketika kita menginput suatu nilai maka secara otomatis akan keluar hasilnya pada bagian output.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

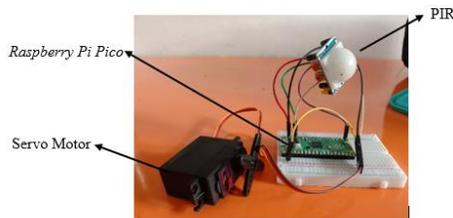
Hasil perancangan alat yang dibuat ditunjukkan pada gambar 5. Prinsip kerja dari hasil perancangan alat yang dibuat yaitu ketika sensor PIR mendeteksi objek yang mendekat maka servo motor akan menggerakkan tutup tempat sampah. Sensor ultrasonik akan mendeteksi sampah dalam tempat sampah kemudian buzzer akan aktif ketika tempat sampah terisi penuh.



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Alat

B. Hasil Pengujian Alat

Pada bagian hasil pengujian alat terdapat dua pengujian diantaranya pengujian sensor PIR dengan servo motor dan pengujian sensor ultrasonik dengan *buzzer*. Pengujian pertama yaitu pengujian sensor PIR dengan servo motor, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak yang dapat terbaca oleh sensor PIR dan mengetahui servo motor bekerja dengan baik atau tidak, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya servo motor akan aktif ketika sensor PIR mendeteksi objek. Gambar 6 merupakan gambar rangkaian sensor PIR dan servo motor.



Gambar 6. Rangkaian Pengujian Sensor PIR dengan Servo Motor

Hasil pengujian akan ditunjukkan pada gambar 7, dengan program yang sudah dibuat maka hasil yang keluar akan mengikuti perintah program. Ketika sensor mendeteksi objek mulai dari jarak 8 cm hingga 300 cm maka servo akan aktif, sebaliknya ketika sensor tidak mendeteksi objek atau objek terdeteksi dengan jarak lebih dari 300 cm maka servo akan *off* atau tidak aktif.

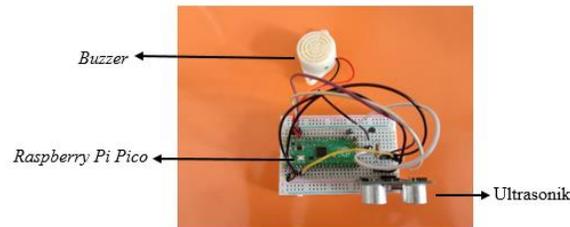


Gambar 7. Hasil Pengujian Sensor PIR dengan Servo Motor

Tabel 2. Pengujian Sensor PIR dengan Servo Motor

No.	Jarak Benda		Keterangan
	Sensor PIR	Servo Motor	
1	8 cm	On	Terdeteksi
2	100 cm	On	Terdeteksi
3	200 cm	On	Terdeteksi
4	300 cm	On	Terdeteksi
5	440 cm	Off	Tidak Terdeteksi

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian sensor ultrasonik dengan *buzzer* yang bertujuan untuk mengetahui jarak yang dapat terbaca oleh sensor ultrasonik dan *buzzer* yang akan aktif ketika jarak yang terbaca dibawah 15cm, semakin dekat jarak objek dengan sensor ultrasonik maka *buzzer* akan tetap aktif. Gambar 18 merupakan gambar rangkaian sensor ultrasonik dengan *buzzer*.



Gambar 8 Rangkaian Pengujian Sensor Ultrasonik dengan *Buzzer*

Hasil pengujian sensor ultrasonik dengan *buzzer* dapat dilihat pada gambar 8, hasil pengujian yang keluar akan mengikuti perintah dari program yang telah dibuat. Sensor ultrasonik dapat membaca jarak sensor ke objek dan *buzzer* akan berbunyi jika jarak yang terdeteksi dibawah 10 cm.

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik dengan *Buzzer*

No.	Jarak Benda			Rules	Keterangan	
	Sensor Ultrasonik	Buzzer				
		Aman	Siaga			Awas
1	9,23 cm			√	1	Terdeteksi
2	13,43 cm		√		2	Terdeteksi
3	15,56 cm		√		2	Terdeteksi
4	24,67 cm	√			3	Terdeteksi
5	29,89 cm	√			3	Terdeteksi

C. Pembahasan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan mulai dari pengujian sensor PIR hingga pengujian sensor ultrasonik masing-masing telah sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya, salah satu indikator yang sangat penting dalam keberhasilan alat ini yaitu ketetapan sensor dalam mendeteksi objek serta program yang telah dibuat mampu diolah dengan baik oleh *raspberry pi pico* sehingga alat dapat bekerja sesuai perencanaan. Pengujian pada sensor PIR dan servo motor yang sudah dilakukan dapat bekerja dengan baik apabila sensor PIR dapat mendeteksi dengan baik keberadaan objek di sekitarnya. Sensor PIR mampu mendeteksi suatu objek pada jarak minimum 3meter yang dapat diatur pada sensor PIR, sensor PIR merupakan sensor digital sehingga hanya mampu membaca antara 0 dan 1, sehingga ketika sensor PIR mendeteksi objek dalam jarak minimum 3meter maka sensor akan secara otomatis mendeteksi keberadaan objek. Akan tetapi pada penelitian ini data yang dimasukkan hanya sampai 30 cm karena untuk penempatan alat akan ditempatkan pada tempat yang memang jauh dari orang yang akan melewatinya.

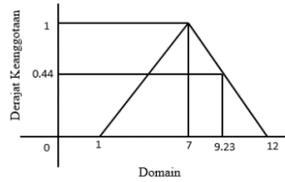
Selanjutnya pada pengujian sensor ultrasonik dan *buzzer* yang sudah dilakukan sebelumnya, sensor ultrasonik dapat membaca jarak 400 hingga 500 cm. Berbeda dengan sensor PIR, sensor ultrasonik dapat di atur jarak yang dapat dibaca sesuai keinginan sehingga sensor PIR sangat cocok dijadikan sebagai sensor untuk mengukur jarak ketinggian sampah pada tempat sampah. Sensor ultrasonik dapat membaca jarak sampah sesuai program yang telah dibuat dengan jarak sesuai dengan *rules* yang telah dibuat pada MATLAB. *Rules* yang telah dibuat sebanyak 3 *rules* dengan logika yang berbeda, keputusan yang telah diambil dalam menentukan kondisi *buzzer* yaitu mengikuti logika *rules*.

Pada variabel output dalam kondisi *buzzer* terdapat tiga variabel yang sudah dijelaskan sebelumnya, tabel 3 pada pengujian sensor ultrasonik dan *buzzer* terdapat kolom aman, siaga serta awas. Kolom pada buzzer tersebut bertujuan untuk memudahkan penelitian untuk mengambil keputusan yang tepat sesuai dengan *rules*, pada jarak 9,23 cm kondisi *buzzer on* pada kolom awas, awas yang dimaksud yaitu ketika kondisi sampah sangat dekat maka kondisi *buzzer on* sesuai dengan rule pada nomor satu. Pada jarak 13,43 cm *buzzer* dalam kondisi siaga yang artinya ketika kondisi sampah pada variabel dekat maka kondisi *buzzer* dalam kondisi siaga sesuai dengan *rules* pada nomor dua.

Pada jarak ketiga yaitu 15,56 cm dengan kondisi *buzzer* pada kolom siaga maka kondisi *buzzer* siaga sesuai *rules* nomor dua. Jarak selanjutnya yaitu 24,94 cm dengan kondisi *buzzer* aman sesuai dengan *rules* nomor tiga, ketika ketinggian sampah jauh maka kondisi *buzzer off*. Pengujian jarak terakhir dengan jarak 29,89 cm dengan kondisi *buzzer off* pada kolom aman sesuai dengan *rules* nomor tiga ketika ketinggian sampah jauh maka kondisi *buzzer off*.

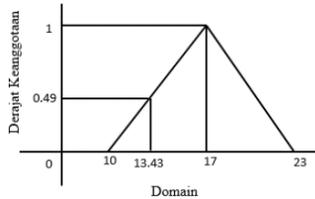
Proses selanjutnya setelah melakukan fuzzyfikasi yaitu defuzzyfikasi, seperti yang telah dijelaskan pada bab tiga sebelum nya bahwa proses defuzzyfikasi adalah tahap terakhir dalam metode fuzzy logic. *Defuzzification* yang dapat mengubah *fuzzy* output menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi dalam keanggotaan yang sudah ditentukan. Gambar 9

sampai dengan gambar 13 merupakan hasil defuzzyfikasi pada jarak 9.23 cm sampai dengan jarak 29.89 cm menggunakan rumus fungsi segitiga.



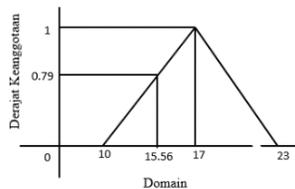
Gambar 9. Hasil Defuzzyfikasi Pada Jarak Pertama

Gambar 20 merupakan hasil defuzzyfikasi pada jarak 9.23 cm, pada jarak ini masuk dalam variabel sangat dekat. Oleh sebab itu domain yang diberikan adalah domain variabel sangat dekat sehingga hasil derajat keanggotaannya adalah 0.44.



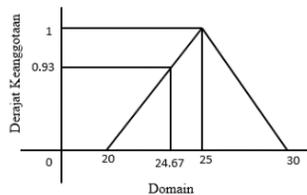
Gambar 10. Hasil Defuzzyfikasi Pada Jarak Ke-Dua

Gambar selanjutnya yaitu hasil defuzzyfikasi pada jarak 13.43 cm, jarak tersebut masuk kedalam domain variabel dekat, itu sebabnya untuk menentukan derajat keanggotaannya menggunakan fungsi keanggotaan dekat. Hasil yang dihasilkan adalah 0.49.



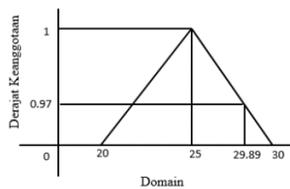
Gambar 11. Hasil Defuzzyfikasi Pada Jarak Ke-Tiga

Gambar 11 merupakan hasil defuzzyfikasi pada jarak 15.56 cm, jarak ini masuk kedalam domain pada variabel dekat, oleh sebab itu untuk menentukan hasil derajat keanggotaannya menggunakan fungsi keanggotaan dekat sehingga hasil yang dihasilkan adalah 0.79.



Gambar 12. Hasil Defuzzyfikasi Pada Jarak Ke-Empat

Selanjutnya jarak yang akan dihitung adalah 24.67 cm, jarak ini masuk kedalam fungsi keanggotaan jauh sehingga untuk mendapatkan hasil derajat keanggotaan dan menghasilkan derajat keanggotaannya adalah 0.93 seperti yang terlihat pada gambar 12.



Gambar 13. Hasil Defuzzyfikasi Pada Jarak Ke-Lima

Untuk jarak terakhir dengan jarak 19.89 cm masuk dalam fungsi keanggotaan jauh, sehingga untuk mendapatkan hasil derajat keanggotaannya menggunakan domain variabel jauh, untuk hasilnya yang didapatkan yaitu 0.97 seperti pada gambar 13.

Dari pengukuran tersebut peneliti dapat menerapkan logika yang telah dibuat pada MATLAB mamdani pada program sensor ultrasonik dan *buzzer* sehingga dapat bekerja sesuai dengan apa yang telah direncanakan pada bab tiga sebelumnya, dengan logika *fuzzy* peneliti mempunyai gambaran yang jelas ketika menentukan berapa jarak yang akan ditentukan untuk membuat buzzer tersebut berbunyi dengan menerapkan logika pada *rules* yang telah dibuat dan diterapkan pada program sensor ultrasonik dan *buzzer*. Tabel 4 merupakan data keseluruhan yang telah diukur sehingga mendapatkan hasil dan kemudian dimasukkan kedalam tabel.

Tabel 4. Data Keseluruhan Alat

Nama Komponen	Kondisi Tempat Sampah		Keterangan
	Percobaan Ke-	Jarak Subjek	
Sensor PIR	1	8 cm	Bekerja dengan Baik
	2	100 cm	Bekerja dengan Baik
	3	200 cm	Bekerja dengan Baik
	4	300 cm	Bekerja dengan Baik
	5	440 cm	Bekerja dengan Baik
Sensor Ultrasonik	1	9.23 cm	Bekerja dengan Baik
	2	13,43 cm	Bekerja dengan Baik
	3	15, 56 cm	Bekerja dengan Baik
	4	24, 67 cm	Bekerja dengan Baik
	5	29, 89 cm	Bekerja dengan Baik
<i>Buzzer</i>	1	9.23 cm	Bekerja dengan Baik
	2	13,43 cm	Bekerja dengan Baik
	3	15, 56 cm	Bekerja dengan Baik
	4	24, 67 cm	Bekerja dengan Baik
	5	29, 89 cm	Bekerja dengan Baik
Servo Motor	1	8 cm	Bekerja dengan Baik
	2	15 cm	Bekerja dengan Baik
	3	20 cm	Bekerja dengan Baik
	4	25 cm	Bekerja dengan Baik
	5	30 cm	Bekerja dengan Baik

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari proses perencanaan kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan serta pengujian sampai dengan proses pengukuran dan pengujian alat maka dapat disimpulkan yaitu dapat mengetahui cara mendeteksi keberadaan objek yang hendak membuang sampah menggunakan sensor PIR dengan jarak minimum 3meter dari tempat sampah. Dapat memberikan indikator yang tepat untuk menunjukkan kondisi isi tempat sampah dengan bantuan metode *fuzzy logic* kemudian di terapkan pada program sensor ultrasonik, sehingga dengan jarak 5 cm maka *buzzer* akan aktif yang menandakan jika tempat sampah tersebut telah penuh. *Raspberry pi pico* dapat membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis. Servo motor dapat berfungsi ketika sensor PIR mendeteksi objek dengan bantuan kode program yang telah dibuat dan diolah oleh *raspberry pi pico*.

B. Saran

Dari hasil penelitian ini, penulis menyadari dengan sepenuh hati bahwa banyaknya kekurangan dalam penelitian ini dan dapat dikembangkan untuk lebih baik dan mungkin dapat dengan sempurna. Oleh sebab itu, penulis perlu memberikan beberapa saran diantaranya pada perancangan alat tempat sampah buka tutup otomatis sebaiknya ditambahkan *Internet of Things* (IoT) sehingga penelitian ini dapat menjadi lebih baik dan dapat menjadi acuan untuk orang lain dikarenakan masih kurangnya referensi tentang *raspberry pi pico*. Pada bagian *buzzer* sebaiknya ditambahkan durasi untuk *buzzer* aktif agar ketika *buzzer* aktif cukup berbunyi satu atau dua kali saja. Penelitian ini juga sebaiknya ditambahkan LCD sebagai indikator tulisan untuk membuat tempat sampah buka tutup otomatis ini menjadi lebih menarik lagi, sehingga orang yang hendak membuang sampah dapat lebih semangat untuk membuang sampah pada tempatnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitri Amalia, M. K. P. (2021). Analisis Pengelolaan Sampah Anorganik Di Sukawinatan Kota Palembang. *Jurnal Swarnabhumi*, 6(2), 134–142.

- [2] Manggrove, H., & Langsa, K. (2018). *1, 2, 3*. 5(2), 84–90.
- [3] Elasya, Y., Notosudjono, D., & Wismiana, E. (2016). Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar. *Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan*, 1(1), 1–11.
- [4] William, Kristanto, K., Hartanto, T. T., Tham, F., & Azmi, F. (2019). Design of Smart Trash Can Using Fuzzy Logic Algorithm Based on Arduino. *Journal of Information Technology Education: Research*, 3(1), 150–155. <https://doi.org/10.31289/JITE.V3I1.2670>.
- [5] Desmira, Aribowo, D., Dwi Nugroho, W., & Sutarti. (2020). Penerapan Sensor Passive Infrared (PIR) Pada Pintu Otomatis di PT. LG ELECTRONIC Indonesia. *Jurnal PROSISKO*, 7(1), 1–7.
- [6] Purba, M. A., Ramdan, D., & Pasaribu, F. I. (2018). *Journal of Electrical and System Control Engineering Rancangan Sistem Otomatis Buka Tutup Bak Sampah Berbasis Mikrokontroler AT89S52 Dan Sensor Metal Detektor Sistem Desind Automatic Open And Close Waste Based AT89S52 Microcontroller And Sensor Metal Dete*. 2(1), 13–20.
- [7] Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(1), 55–60. <https://doi.org/10.31294/p.v21i1.4998>.
- [8] Nabil, M., A., Muhammad. (2018). Kotak Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Universitas Islam Indonesia.
- [9] Morgan, E. J. (2014). HC SR04 Ultrasonic Ranging Sensor Module. *Evaluation Tecnichal of Sensor*, Nov. 16 2014. https://www.pcbway.com/blog/News/New_product_in_gift_shop__HC_SR04_Ultrasonic_Ranging_Sensor_Module.html.
- [10] Yahya, R. (2018). *Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet Of Things)*. Agustus, 1–15.
- [11] SARI, W. (2021). Rancang Bangun Tong Sampah Pintar Berbasis Arduino Untuk Mendukung Program Peradaban Bersih Di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains ...* <http://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/download/1774/1615>.
- [12] Thothadri, M. (2021). An Analysis on Clock Speeds in Raspberry Pi Pico and Arduino Uno Microcontrollers. *American Journal of Engineering and Technology Management*, 6(3), 41. <https://doi.org/10.11648/j.ajetm.20210603.13>.
- [13] Warsito, B., Rusgiyono, A., & Amirillah, M. A. (2012). Pemodelan General Regression Neural Network Untuk Prediksi Tingkat Pencemaran Udara Kota Semarang. *Media Statistika*, 1(1). <https://doi.org/10.14710/medstat.1.1.43-51>.
- [14] Saputra, Gusti. (2018). Simulasi Perangkat Lunak Alat Penggaruk Sampah Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani. Universitas Trilogi.