

MCU DESIGN ON LIQUID VOLUME CONTROL USING FUZZY LOGIC CONTROLLER SUGENO METHOD

Yohanes Juan Kurniadi^{1*)}, Ajub Ajulian Zahra, S.T., M.T.², Sumardi, S.T., M.T.²

¹²³Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, S.H., Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

^{*)} E-mail : yohanesjuan29@gmail.com

Abstrak

Dalam upaya untuk membuat pembangunan berkelanjutan di tengah pandemi COVID-19 dibuatlah sebuah Alat & Dispenser Desinfektan dan *Hand Sanitizer* otomatis dengan menanamkan teknologi *touchless* menggunakan *Fuzzy Logic Controller* metode Sugeno sebagai pengambil keputusan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendukung kebiasaan tanpa setuhan. Alat Tugas Akhir ini menggunakan pompa air DC sebagai aktuator yang mengalirkan cairan – cairan dari titik satu ke titik lainnya yang sudah disesuaikan oleh peneliti. Sensor yang digunakan untuk menimbang tangki penampung adalah sensor berat (*loadcell*). Parameter yang akan diambil adalah parameter batas minimum dan maksimum untuk sensor *loadcell*, kemudian hasil *output* dari kontroler *Fuzzy Logic*. Diperoleh hasil penelitian perhitungan batas minimum untuk *loadcell* pada menit ke – 2 diperoleh *error* sebesar 14,30% untuk sanitasi dan menit ke – 2 diperoleh *error* sebesar 4,43% untuk batas disinfektan. Sedangkan batas maksimum, pada menit ke – 2 diperoleh *error* sebesar 11,68% untuk sanitasi dan menit ke – 10 diperoleh *error* sebesar 11,64% untuk disinfektan. Begitupula untuk hasil perhitungan *Fuzzy Logic* yang sudah didapat untuk sanitasi nilai *output* sebesar 10,20% untuk Alkohol Sanitasi, 10,78% untuk Glycerin, dan 12,62% untuk H₂O₂. Begitupula untuk hasil nilai *output* disinfektan sebesar 12,56% untuk Alkohol Disinfektan, 15,58% untuk Bayclin, dan 10,61% untuk Wipol.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic Controller, loadcell, dan Pompa air DC*

Abstract

To create sustainable development during the COVID-19 pandemic, an automatic Disinfectant and Hand Sanitizer Tool & Dispenser was created by embedding touchless technology using the Sugeno Fuzzy Logic Controller method as a decision maker. This research aims to support the habit of no god. This final project tool uses a DC water pump as an actuator that flows liquids from one point to another that has been adjusted by the researcher. The sensor used to weigh the holding tank is a weight sensor (*loadcell*). The parameters to be taken are the minimum and maximum limit parameters for the *loadcell* sensor, then the output results from the Fuzzy Logic controller. The results of the research on the calculation of the minimum limit for *loadcell* in the 2nd minute obtained an error of 14.30% for sanitation and in the 2nd minute, an error of 4.43% was obtained for the disinfectant limit. While the maximum limit, in the 2nd minute an error of 11.68% is obtained for sanitation, and in the 10th minute an error of 11.64% is obtained for the disinfectant.

Keywords: *Fuzzy Logic Controller, loadcell, and DC water pump*

1. Pendahuluan

s

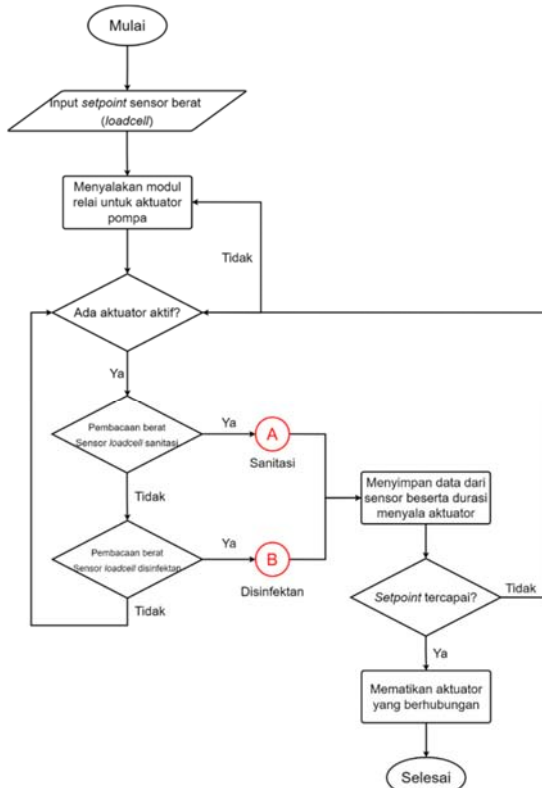
Dalam upaya untuk membuat pembangunan berkelanjutan di tengah pandemi COVID-19 dibuatlah sebuah Alat & Dispenser Desinfektan dan *Hand Sanitizer* otomatis dengan menanamkan teknologi *touchless* menggunakan *Fuzzy Logic Controller* metode Sugeno sebagai pengambil keputusan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendukung kebiasaan tanpa setuhan. Alat Tugas Akhir ini menggunakan pompa air DC sebagai aktuator yang mengalirkan cairan – cairan

dari titik satu ke titik lainnya yang sudah disesuaikan oleh peneliti. Sensor yang digunakan untuk menimbang tangki penampung adalah sensor berat (*loadcell*). Parameter yang akan diambil adalah parameter batas minimum dan maksimum untuk sensor *loadcell*, kemudian hasil *output* dari kontroler *Fuzzy Logic*. Parameter dalam *fuzzy logic* ini adalah hanya untuk melihat *error* dari *output* yang dihasilkan cairan – cairan bahan pembuatan sanitasi dan disinfektan bukan untuk mengakuratkan hasil keluaran dalam pengguna/*user*. Untuk batasan minimum dan maksimum, penulis sudah menyesuaikan dalam laporan[1].

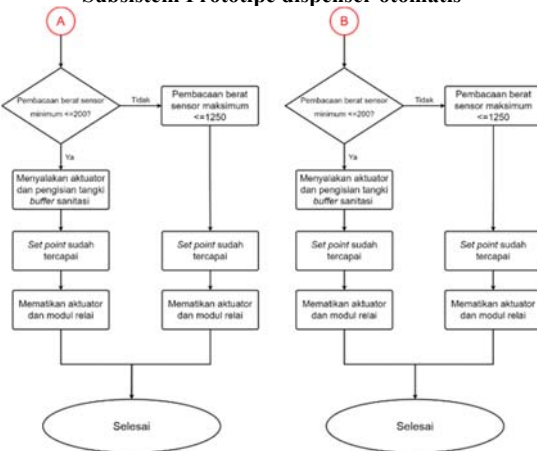
2. Metode

2.1 Perancangan Algoritma dan Flowchart Alat Subsystem Prototype Dispenser Otomatis

Berikut merupakan flowchart alat secara keseluruhan subsistem prototipe dispenser otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Perancangan Algoritma dan Flowchart Alat Subsystem Prototype dispenser otomatis



Gambar 2 Flowchart lanjutan

Penjelasan flowchart alat secara keseluruhan subsistem prototipe dispenser otomatis pada Gambar 1 adalah sebagai berikut :

1. Dimulai dengan memasukkan *setpoint* yang sudah diatur ke dalam sensor *loadcell*.
2. Selanjutnya menyalakan modul relai pada aplikasi Arduino untuk mengaktifkan aktuator pompa.
3. Selanjutnya meneruskan sistem apakah ada aktuator yang aktif atau belum, jika belum ada aktuator yang aktif maka akan kembali untuk menyalakan modul relai yang akan mencoba untuk mengaktifkan aktuatornya.
4. Selanjutnya apabila sistem perancangan alat dispenser otomatis ini sudah dapat berjalan, maka dapat dilakukan pembacaan berat pada sensor *load cell*, pada pembacaan ini dibagi menjadi dua bagian untuk pembacaan pada proses sanitasi dan disinfektan, yang akan dijelaskan sesuai dengan Gambar 2.2.
5. Setelah pembacaan sensor *load cell* ini sudah berhasil kemudian data dari sensor berat ini akan tersimpan pada EEPROM yang akan mengatur durasi nyalanya aktuator.
6. Selanjutnya akan masuk ke sistem apakah sudah tercapai sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan oleh peneliti atau belum. Jika belum, maka proses akan kembali menuju opsi apakah aktuator sudah aktif.
7. Selanjutnya setelah sistem sudah mencapai *set point* yang ditentukan, mematikan aktuator yang berhubungan pada sanitasi dan disinfektan.
8. Selesai

2.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada perancangan perangkat keras (*hardware*) dan diagram blok ini terdiri dari perancangan diagram blok subsistem prototipe dispenser otomatis menggunakan *Fuzzy Logic* Sugeno[2] dari modul mikrokontroler yang terhubung dengan beberapa aktuator pendukung seperti pompa air DC[3] dan sensor *loadcell*[4][5].

2.2.1 Rancang Diagram Blok Subsystem Prototype Dispenser Otomatis

Berikut merupakan rancang diagram blok subsistem prototipe dispenser otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 3 :



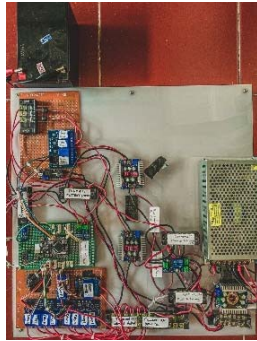
Gambar 3 diagram blok sistem proses pengisian tangki buffer

Penjelasan rancang diagram blok subsistem prototipe PLTMH pada Gambar 3 adalah sebagai berikut.

Pada rancang diagram blok subsistem prototipe dispenser otomatis ini menggunakan model *closed loop* yang terdapat *feedback* saat mencapai *set point* yang sudah ditentukan oleh penulis. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pompa air DC sebagai aktuatornya dan sensor untuk *feedback* menggunakan sensor berat yaitu sensor *loadcell*. Sensor *loadcell* ini memiliki fungsi sebagai dua pembatas yaitu batas minimum (≤ 200 gram) dan batas maksimum (≤ 900 gram), jadi ketika cairan terbaca dibawah batas minimum maka mengisi dari tabung bahan menuju tabung penampung begitu sensor *loadcell* sudah membaca menyentuh batas maksimum maka aktuator akan berhenti bekerja dan cairan pun akan berhenti mengalir pula.

2.2.2 Perangkat Keras Alat Secara Keseluruhan

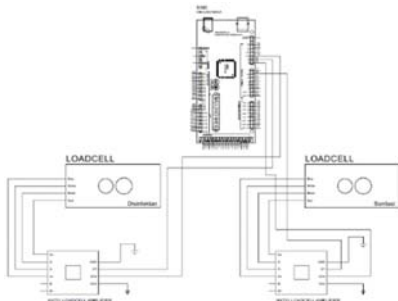
Berikut merupakan perangkat keras alat secara keseluruhan subsistem prototipe dispenser otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Perangkat Keras Alat Secara Keseluruhan

2.2.3 Perangkat Keras Sensor Loadcell

Berikut merupakan perangkat keras sensor *loadcell* subsistem prototipe dispenser otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 5.

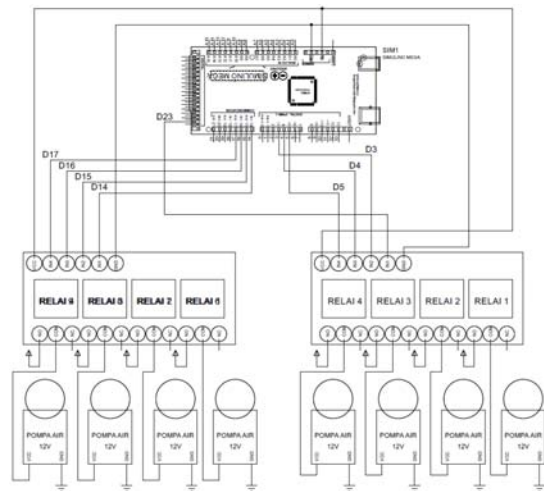


Gambar 5 Perangkat Keras sensor loadcell

Pada sensor *load cell* terdapat 4 pin warna *blue*, *white*, *black*, dan *red* yang terhubung dengan kaki modul HX711 sebagai penguat sensor tersebut E+ (*blue*), E- (*white*), A- (*black*), dan A+ (*red*). Kemudian VCC dan GND terhubung pada *ground* dan sumber untuk kedua sensor *load cell*. Perancangan alat dispenser otomatis ini menggunakan sensor *load cell* yang dihubungkan pada PORT DIGITAL 6 (DT) dan 8 (SCK) untuk *load cell* hand sanitasi, sedangkan sensor *load cell* untuk disinfektan dihubungkan pada PORT DIGITAL 9 (DT) dan 10 (SCK).

2.2.4 Perangkat Keras Mikrokontroler dengan Relai 12V

Berikut merupakan perangkat keras mikrokontroler ATmega2560 Promini dengan relai 12V subsistem prototipe dispenser otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Perangkat keras mikrokontroler, relai dan Pompa air DC

Pada perancangan perangkat keras ini subsistem prototipe dispenser otomatis, merupakan rangkaian relai interkoneksi dengan mikrokontroler Arduino ATmega 2560 Promini perancangan alat dispenser otomatis. Modul relai ini bekerja dengan mendapatkan *input* PORT DIGITAL dari Arduino ATmega yang dimana pin COM pada relai terhubung dengan aktuator (pompa air DC 12v). Untuk alokasi PORT DIGITAL relai terhubung pada pin 23 (relai 1), pin 3 (relai 2), pin 4 (relai 3), pin 5 (relai 4), pin 14 (relai 6), pin 15 (relai 7), pin 16 (relai 8), dan pin 17 (relai 9), sesuai dengan gambar berikut.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Pengujian Pada Pengukuran Pembacaan Sensor Loadcell

Pengujian untuk pengukuran sensor berat ini dilakukan dengan adanya batasan minimum dan batasan maksimum untuk mengaktifkan aktuator bekerja aktif menggunakan relai. Pengujian ini dilakukan setiap 2 menit sekali sampai pada menit ke 10 yang terbaca pada sensor dan terdapat sebuah *error* yang berbeda setiap menitnya dibandingkan dengan tangki *buffer* yang menggunakan gelar takar seberat 1 liter. *Error* dapat dilihat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Berat Batas Minimum Sensor Loadcell

N	Pembacaan Sensor Batas Minimum (gram)		Gelas Ukur (gram)		Error (%)		Pembacaan saat menit ke -
	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	
1.	464,30	374,43	450	370	14,30	4,43	Menit ke 2
2.	464,12	374,30	450	370	14,12	4,30	Menit ke 4
3.	463,92	374,24	450	370	13,92	4,24	Menit ke 6
4.	463,65	373,81	450	370	13,65	3,81	Menit ke 8
5.	463,49	374,32	450	370	13,49	4,32	Menit ke 10

Pada Tabel 1 dilakukan pengujian batas minimum pembacaan sensor *loadcell* selama 10 menit dan diamati ketika 2 menit sekali untuk menentukan adanya *error* pada pengujian. Bisa dilihat pada tabel diatas terdapat *error* yang cukup besar untuk sanitasi sebesar 14,30% saat pembacaan menit pertama, sedangkan pada pembacaan menit pertama *error* tangki disinfektan kurang dari 5% yaitu 4,43%. Begitupula untuk menit seterusnya selama 2 menit sekali, pada pembacaan *error* tangki sanitasi terbaca 14,12%, 13,92%, 13,65%, dan 13,49%. Sedangkan untuk setiap 2 menit berikutnya *error* tangki disinfektan terbaca 4,30%, 4,24%, 3,82%, dan 4,32%.

Tabel 2. Pengukuran Berat Batas Maksimum Sensor Loadcell

N	Pembacaan Sensor Batas Maksimum (gram)		Gelas Ukur (gram)		Error		Pembacaan saat menit ke -
	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	Tan gki Sani tasi	Tangk i Disinf ektan	
1.	941,68	961,48	930	950	11,68	11,48	Menit ke 2
2.	941,61	961,50	930	950	11,61	11,50	Menit ke 4
3.	941,54	961,68	930	950	11,54	11,68	Menit ke 6

4.	941,44	961,32	930	950	11,44	11,32	Menit ke 8
5.	941,30	961,64	930	950	11,30	11,64	Menit ke 10

Pada Tabel 2 dilakukan pengujian batas maksimum pembacaan sensor *loadcell* selama 10 menit dan diamati ketika 2 menit sekali untuk menentukan adanya *error* pada pengujian. Bisa dilihat pada tabel diatas terdapat *error* yang cukup besar untuk sanitasi sebesar 11,68% saat pembacaan menit pertama, sedangkan pada pembacaan menit pertama *error* tangki disinfektan memiliki pembacaan yang tidak terlalu signifikan jauh yaitu 11,48%. Begitupula untuk menit seterusnya selama 2 menit sekali, pada pembacaan *error* tangki sanitasi terbaca 11,61%, 11,54%, 11,44%, dan 11,30%. Sedangkan untuk setiap 2 menit berikutnya *error* tangki disinfektan terbaca 11,50%, 11,68%, 11,32%, dan 11,64%.

3.2 Pengujian Fuzzy Logic Control pada Volume Cairan

Logika *Fuzzy Logic* digunakan untuk mengendalikan volume berdasarkan komposisi masing – masing tabung bahan yaitu *alkohol sanitasi*, *glycerin*, H_2O_2 , *alkohol disinfektan*, *wipol*, dan *bayclin*. Variabel yang digunakan untuk logika *Fuzzy* adalah nilai *error* setiap tabung bahan yang didapat dari selisih antara nilai *set point* yang telah ditetapkan oleh peneliti. Dari variabel tersebut akan digunakan untuk menentukan besar persentase volume pada hasil *output*. Pada pengujian logika *Fuzzy Logic* pada Tugas Akhir ini menggunakan metode Sugeno. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung besar volume yang didapatkan oleh perhitungan logika *Fuzzy Logic* secara manual dengan hasil nilai nilai volume sesuai program. Perhitungan ini digunakan untuk membandingkan hasil volume dalam perhitungan dan volume yang didapatkan oleh sistem.

Tabel 3. Pengujian error sanitasi

No	Bahan	Set point (%)	Error (%)
1	Alkohol Sanitasi	15	9,50
2	Glycerin	30	10,65
3	H_2O_2	46	7,88

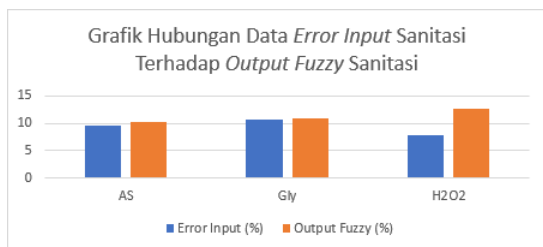
Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diketahui nilai *set point* yang digunakan diambil secara acak. Namun, masih berdasarkan *rule Fuzzy* yang sudah ditentukan oleh peneliti. Nilai *error* didapatkan dari hasil pengujian (tidak terdapat *feedback* karena *open loop*). Pada nilai *error* ini adalah nilai yang absolut, jadi nilai *error* tersebut digunakan sebagai masukan *Fuzzy* untuk menghasilkan

volume yang tepat dalam proses pencampuran sanitasi. Dari tabel diatas didapatkan nilai rata – rata *error* untuk AS (Alkohol Sanitasi) sebanyak 17,50%, *error* Gly (Glycerin) sebanyak 22,65%, dan *error* H₂O₂ sebanyak 24,61%. Data *error* yang besar ini disebabkan karena standar pencampuran yang digunakan oleh peneliti berbeda dengan standar pencampuran sesungguhnya. Hasil pembacaan kontroler *Fuzzy Logic Control* metode Sugeno dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 4. Hasil pengujian kontroler sanitasi

No	Bahan	Error input (%)	Output Fuzzy (%)	Volume (ml)
1	AS	9,50	10,20	12,80
2	Gly	10,65	10,78	15,23
3	H ₂ O ₂	7,88	12,61	12,59

Berdasarkan data pada tabel 4.4 dapat diketahui rata – rata nilai keluaran *Fuzzy* untuk Alkohol Sanitasi (AS) sebesar 10,20%, Glycerin (Gly) sebesar 10,78%, dan H₂O₂ sebesar 12,61%. Sedangkan untuk rata- rata volume Alkohol Sanitasi (AS) sebesar 12,80 ml, Glycerin (Gly) sebesar 15,23 ml, dan H₂O₂ sebesar 12,59 ml.



Gambar 7 Grafik hubungan data error input sanitasi terhadap output Fuzzy sanitasi

Berdasarkan pada Gambar 7 dapat diketahui bahwa semakin besar *error input* maka presentase volume yang dihasilkan akan semakin besar pula. Maka dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *output Fuzzy* maka volume yang dihasilkan akan semakin besar, dan semakin kecil nilai *output Fuzzy* maka volume yang dihasilkan juga semakin kecil.

Tabel 5. Hasil error disinfektan

No	Bahan	Set point (%)	Error (%)
1	Alkohol Disinfektan	20	10,50
2	Bayclin	50	14,23
3	Wipol	35	9,76

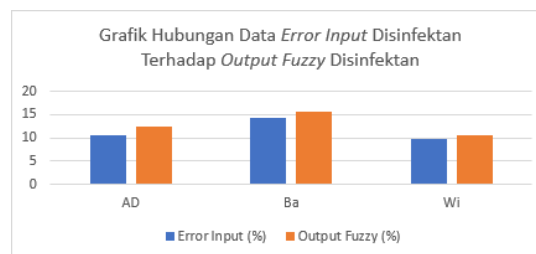
Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat diketahui nilai *set point* yang digunakan diambil secara acak. Namun, masih berdasarkan *rule Fuzzy* yang sudah ditentukan oleh

peneliti. Nilai *error* didapatkan dari hasil pengujian (tidak terdapat *feedback* karena sistem *Fuzzy open loop*). Pada nilai *error* ini adalah nilai yang absolut, jadi nilai *error* tersebut digunakan sebagai masukan *Fuzzy* untuk menghasilkan volume yang tepat dalam proses pencampuran sanitasi. Dari tabel diatas didapatkan nilai rata – rata *error* untuk AD (Alkohol Disinfektan) sebanyak 10,50%, *error* Ba (Bayclin) sebanyak 14,23%, dan *error* Wi (Wipol) sebanyak 9,76%. Data *error* yang besar ini disebabkan karena standar pencampuran yang digunakan oleh peneliti berbeda dengan standar pencampuran sesungguhnya. Hasil pembacaan kontroler *Fuzzy Logic Control* metode Sugeno dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian kontroler disinfektan

No	Bahan	Error input (%)	Output Fuzzy (%)	Volume (ml)
1	AD	10,50	12,56	40,76
2	Ba	14,23	15,58	53,35
3	Wi	9,76	10,61	37,89

Berdasarkan data pada tabel 4.2 dapat diketahui rata – rata nilai keluaran *Fuzzy* untuk Alkohol Sanitasi (AS) sebesar 12,56%, Glycerin (Gly) sebesar 15,58%, dan H₂O₂ sebesar 10,61%. Sedangkan untuk rata- rata volume Alkohol Sanitasi (AS) sebesar 40,76 ml, Glycerin (Gly) sebesar 53,35 ml, dan H₂O₂ sebesar 37,89 ml.



Gambar 8 Grafik hubungan data error input disinfektan terhadap output Fuzzy disinfektan

Berdasarkan pada Gambar 8 dapat diketahui bahwa semakin besar *error input* maka presentase volume yang dihasilkan akan semakin besar pula. Maka dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *output Fuzzy* maka volume yang dihasilkan akan semakin besar, dan semakin kecil nilai *output Fuzzy* maka volume yang dihasilkan juga semakin kecil.

3.2.1 Perbandingan Perhitungan *Fuzzy* Dengan Hasil Pengujian Pada Alat Dispenser Otomatis

Dilakukan perhitungan *Fuzzy* secara manual untuk membandingkan hasil perhitungan *Fuzzy* dengan hasil pengujian pada alat dispenser otomatis. *Range set point* pada Tugas Akhir ini yaitu sebesar 0 hingga 100%. Perhitungan *Fuzzy* menggunakan nilai yang absolut.

Berikut ini perhitungan menggunakan 6 sampel bahan dengan menggunakan logika *Fuzzy*.

- A. Perhitungan Pada Alkohol Sanitasi
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 9,50 (*Zero*), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 10,20%.
- B. Perhitungan Pada Glycerin
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 10,65 (PS), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 10,78%.
- C. Perhitungan Pada H₂O₂
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 7,88 (PB), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 12,61%.
- D. Perhitungan Pada Alkohol Disinfektan
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 10,50 (*Zero*), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 12,56%.
- E. Perhitungan Pada Bayclin
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 14,24 (PS), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 15,58%.
- F. Perhitungan Pada Wipol
Berdasarkan konsep logika *Fuzzy*, terlebih dahulu dihitung nilai *error* dengan perhitungan yang sudah disesuaikan oleh peneliti melalui simulink dan Arduino IDE. Untuk nilai *error input* didapatkan sebesar 9,76 (PB), sedangkan untuk *error Fuzzy* nya terbaca 10,61%.

3.3 Pengujian Alat Dispenser Otomatis Secara Keseluruhan

Pada pengujian alat keseluruhan perancangan dispenser otomatis akan diujikan terhadap hasil akhir dari keluaran sistem. Terdapat masing – masing 3 keluaran untuk cairan dalam besaran mililiter, pengujian ini akan berfokus pada pengujian proses pengisian sanitasi maupun desinfektan terhadap *user* atau pengguna dimana akan menerima hasil

yang sesuai dengan aplikasi sebanyak 100ml, 150ml, dan 200ml.

3.3.1 Pengujian saat 100ml pada kedua cairan.

Pada pengujian kali ini, telah dilakukan secara keseluruhan untuk memproses kedua cairan yaitu sanitasi maupun desinfektan sebanyak 100ml dalam sekali percobaan. Gambar 9 dan Gambar 10 merupakan bukti bahwa pengujian untuk 100ml cairan sanitasi maupun desinfektan telah berhasil.



Gambar 9 Pengujian 100ml cairan sanitasi

Pada gambar diatas merupakan pengujian cairan sanitasi saat keluaran dalam sistem sebanyak 100ml pengujian kedua pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian 100ml cairan sanitasi

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	90	100	10
2	100	100	0
3	120	100	20
4	100	100	0

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa penguji melakukan pengujian keseluruhan sebanyak empat kali, dan pada pengujian ke – 2 terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan keluaran aliran cairan yang tidak selalu sama



Gambar 10 Pengujian 100ml cairan desinfektan

Pada gambar diatas merupakan pengujian cairan desinfektan saat keluaran dalam sistem sebanyak 100ml untuk pengujian ketiga dan keempat pada Tabel 8.

Tabel 8 Pengujian 100ml cairan desinfektan

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	90	100	10
2	110	100	10
3	100	100	0
4	100	100	0

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pengujian melakukan pengujian keseluruhan sebanyak empat kali, dan pada pengujian ketiga dan keempat terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan keluaran aliran cairan yang tidak selalu sama.

3.3.2 Pengujian saat 150ml pada kedua cairan.

Pada pengujian kali ini, telah dilakukan secara keseluruhan untuk memproses kedua cairan yaitu sanitasi maupun desinfektan sebanyak 150ml dalam sekali percobaan. Gambar 11 dan Gambar 12 merupakan bukti bahwa pengujian untuk 150ml cairan sanitasi maupun desinfektan telah berhasil.



Gambar 11 Pengujian 150ml cairan sanitasi

Pada gambar diatas merupakan pengujian cairan sanitasi saat keluaran dalam sistem sebanyak 170ml pada pengujian kedua dalam Tabel 9.

Tabel 9 Pengujian 150ml cairan sanitasi

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	160	150	10
2	170	150	20
3	180	150	30
4	150	150	0

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa pengujian melakukan pengujian keseluruhan sebanyak empat kali, dan pada pengujian ke – 4 terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan keluaran aliran cairan yang tidak selalu sama.



Gambar 12 Pengujian 150ml cairan desinfektan

Pada gambar diatas merupakan pengujian cairan desinfektan saat keluaran dalam sistem sebanyak 150ml pada pengujian ketiga dalam Tabel 10.

Tabel 10 Pengujian 150ml cairan desinfektan

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	140	150	10
2	160	150	10
3	150	150	0
4	190	150	40

Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa pengujian melakukan pengujian keseluruhan sebanyak empat kali, dan pada pengujian ke – 3 terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan aliran cairan yang tidak selalu sama untuk keluarannya.

3.3.3 Pengujian saat 200ml pada kedua cairan.

Pada pengujian kali ini, telah dilakukan secara keseluruhan untuk memproses kedua cairan yaitu sanitasi maupun desinfektan sebanyak 200ml dalam sekali percobaan. Gambar 13 dan Gambar 14 merupakan bukti bahwa pengujian untuk 200ml cairan sanitasi maupun desinfektan telah berhasil.



Gambar 13 Pengujian 200ml cairan sanitasi

Pada gambar diatas merupakan pengujian cairan sanitasi saat keluaran dalam sistem sebanyak 220ml.

Tabel 11 Pengujian 200ml cairan sanitasi

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	220	200	20
2	230	200	30
3	200	200	0
4	210	200	10

Pada Tabel 11 menunjukkan bahwa pengujian dilakukan sebanyak empat kali, dan pada pengujian ke – 3 terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan aliran cairan yang tidak selalu sama untuk keluarannya.



Gambar 14 Pengujian 200ml cairan desinfektan

Pada Gambar 14 merupakan pengujian cairan desinfektan saat keluaran dalam sistem sebanyak 200ml.

Tabel 12 Pengujian 200ml cairan desinfektan

Pengujian ke -	Pengujian yang terukur menggunakan gelas ukur (ml)	Set point (ml)	Error (ml)
1	200	200	0
2	210	200	10
3	220	200	20
4	200	200	0

Pada Tabel 12 menunjukkan bahwa pengujian dilakukan sebanyak empat kali, dan pada pengujian pertama dan keempat terlihat bahwa tidak terdapatnya *error* dikarenakan aliran cairan yang tidak selalu sama untuk keluarannya.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasilnya dirancang alat pengisian dispenser otomatis dengan terdapatnya *error* 10% dan 20% pada saat proses pengujian cairan sanitasi untuk 100ml dalam tabung ukur. Terdapat *error* yang paling tinggi sebesar 40% pada saat proses pengujian cairan desinfektan 150ml pada pengujian keempat.
2. Diperoleh pada saat pengujian dan pengukuran sensor berat menggunakan sensor *load cell* untuk

batas maksimum tabung sanitasi terdapat *error* sebesar 11,68% pada pembacaan awal yaitu menit ke – 2, kemudian saat dilakukan pembacaan menit ke – 4 terdapat *error* sebesar 11,61%, selanjutnya pada pembacaan menit ke – 6 terdapat *error* sebesar 11,54%, selanjutnya pada pembacaan menit ke – 8 terdapat *error* yang semakin menurun yaitu sebesar 11,44%, dan terakhir pada pembacaan menit ke – 10 terdapat *error* sebesar 11,30%.

3. Diperoleh pada saat pengujian dan pengukuran sensor berat menggunakan sensor *load cell* untuk batas maksimum tabung disinfektan terdapat *error* sebesar 11,48% pada pembacaan awal yaitu menit ke – 2, kemudian saat dilakukan pembacaan menit ke – 4 terdapat *error* sebesar 11,50%, selanjutnya pada pembacaan menit ke – 6 terdapat *error* sebesar 11,68%, selanjutnya pada pembacaan menit ke – 8 terdapat *error* yang semakin menurun yaitu sebesar 11,32%, dan terakhir pada pembacaan menit ke – 10 terdapat *error* sebesar 11,64%.
4. Untuk hasil pembacaan *error Fuzzy Logic* bahan sanitasi sebesar 10,20% untuk alkohol, 10,78% untuk glycerin, dan H₂O₂ sebesar 12,61% dan didapatkan juga volume sebanyak 12,80 ml untuk alkohol sanitasi, 15,23 ml untuk glycerin, dan 12,59 ml untuk H₂O₂.
5. Untuk hasil pembacaan *error Fuzzy Logic* bahan sanitasi sebesar 12,56% untuk alkohol, 15,58% untuk bayclin, dan wipol sebesar 10,61% dan didapatkan juga volume sebanyak 40,76 ml untuk alkohol disinfektan, 53,35 ml untuk bayclin, dan 37,89 ml untuk wipol.
6. Telah berhasil dirancang protoripe alat dispenser otomatis dengan sistem *Fuzzy Logic Control* yang menghasilkan cairan sanitasi dan disinfektan sebanyak 100ml, 150ml, dan 200ml.

4.2 Saran

Saran untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Lebih dipertimbangkan lagi untuk keakuratan keluaran pada setiap cairan dimulai dari tabung bahan, tabung *buffer*, sampai dengan ke pengguna / *user*.
2. Mengembangkan metode *Fuzzy Logic Control* dengan metode yang sama atau berbeda yang dimana dapat menambahkan jumlah masukan, sehingga diharapkan sistem dapat bekerja dengan lebih akurat atau presisi.
3. Dapat diteliti lebih lanjut mengenai bahan – bahan olahan dasar untuk sanitasi dan disinfektan.
4. Menggunakan batas maksimum atau minimum yang lebih besar maupun kecil, dan menggunakan sensor berat yang sama atau berbeda.

Referensi

- [1] G. T. Tulak, S. Ramadhan, and A. Musrifah,

- “Edukasi Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun Pada Siswa Untuk Pencegahan Transmisi Penyakit,” *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2020, doi: 10.31764/jmm.v4i1.1702.
- [2] R. Z. Homod, K. S. M. Sahari, H. A. F. Almurib, and F. H. Nagi, “Gradient auto-tuned Takagi-Sugeno Fuzzy Forward control of a HVAC system using predicted mean vote index,” *Energy Build.*, vol. 49, pp. 254–267, 2012, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.013.
- [3] N. S. M. Hussin *et al.*, “Design and analysis of hydraulic ram water pumping system,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 908, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/908/1/012052.
- [4] Robotshop, “Datasheet 3133-Micro Load Cell (0-5kg)-CZL635,” *Robotshop*, p. 4, 2011, [Online]. Available: <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/datasheet-3133.pdf>.
- [5] B. Wismarizqa, D. Ana, and R. Wati, “DESAIN SISTEM KENDALI FEEDBACK PLUS FEEDFORWARD PADA STIRRED-TANK HEATING PROCESS BERBASIS LABVIEW,” pp. 26–32, 2016.
- [6] R. Z. Homod, K. S. M. Sahari, H. A. F. Almurib, and F. H. Nagi, “Gradient auto-tuned Takagi-Sugeno Fuzzy Forward control of a HVAC system using predicted mean vote index,” *Energy Build.*, vol. 49, pp. 254–267, 2012, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.013.