

Kontrol Pipet Otomatis Dalam Pengambilan Sampel Plasma Darah Dengan Metode Fuzzy

(Automatic Pipette Control In Taking Of Blood Plasma Sample Using Fuzzy Method)

Ahmad Rofii, Khairul Anam^{*}, Widya Cahyadi
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

^{*}Penulis Korespondensi E-mail: khairul@unej.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menyebabkan peralihan teknologi yang masih manual menjadi teknologi yang lebih canggih. Pada bidang kesehatan, juga diharapkan terus dikembangkan alat-alat maupun teknologi yang semakin canggih. Salah satu alat dibidang kesehatan yang saat ini masih dapat dikembangkan, yaitu pipet yang berfungsi untuk mengambil sampel berupa cairan. Pada umumnya, pipet yang digunakan dibidang laboratorium kesehatan masih bersifat manual dan diharapkan banyak dikembangkan pipet otomatis yang mempercepat dan mempermudah pengambilan sampel. Pada penelitian ini dilakukan perancangan kontrol pipet otomatis menggunakan metode fuzzy untuk pengambilan sampel plasma darah. Hal ini bertujuan agar proses pengambilan sampel yang berupa plasma darah dapat dilakukan dengan cepat dan teliti. Dua metode penyimpulan fuzzy digunakan dalam penelitian ini yaitu fuzzy mamdani dan sugeno. Tahapan pertama dari penelitian ini adalah perancangan kontrol pipet otomatis. Kontrol pipet otomatis yang dihasilkan dari penelitian ini terdiri atas LDR, LED, resistor, sensor servo, *mini pump*, dan rangkaian LCD yang dihubungkan dengan Arduino. Tahapan selanjutnya yaitu pengujian kinerja sensor. Kinerja sensor dan alat pada sistem diketahui dengan melakukan beberapa pengujian, yaitu pengujian sensor yang berupa uji kalibrasi, akurasi, dan presisi. Hasil pengujian akurasi sensor menunjukkan rata-rata *error* di bawah 5 % yang berarti sensor yang dirancang cukup akurat. Selain itu nilai lumen yang di uji pada tiap sensor tidak mengalami perubahan yang besar yang menunjukkan sensor pada alat presisi. Hasil pengujian alat juga menunjukkan bahwa kinerja alat yang menggunakan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno berjalan baik hal ini terlihat pada pengujian sampel yang sama diperoleh nilai input yang cenderung sama dan nilai *output* yang cenderung sama.

Kata Kunci: Arduino, Fuzzy Mamdani, Fuzzy Sugeno, Pipet.

Abstract

The rapid development of technology has led to the shift of manual technology into more sophisticated technology. The sophisticated tools and technology in the medical sector are expected to be developed. One of them is a pipette that taking samples in the liquid form. In general, pipettes used in the medical laboratories are still manual and it is expected that many automatic pipettes will be developed. In this research, the automatic pipette control using fuzzy method for blood plasma sampling has been designed. The purpose is order to the sampling process of blood plasma can be done quickly and thoroughly. The first step of this research is the design process of automatic pipette control. The automatic pipette control produced from this study consists of LDR, LEDs, resistors, servo sensors, minipumps, and LCD circuits that connected with Arduino. The next step is testing the sensor performance. The performance of sensors and device in the system is known by performing several tests, namely calibration tests, accuracy, and precision. The result of accuracy test show that the average error is under 5% which means that the designed sensor is quite accurate. In addition, the lumen value tested on each sensor has not undergone a major change which shows the sensor in the precision instrument. The results of the device test also show that the performance of the device using fuzzy mamdani and fuzzy sugeno methods works well, this can be seen in the same sampel test, the input and the output values tend to be the same.

Keywords: Arduino, Automatic, Fuzzy, LDR, Pipette.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat serta kebutuhan dan pengetahuan masyarakat terhadap kesehatan menimbulkan tuntutan masyarakat terhadap mutu pelayanan kesehatan [1]. Salah satu pelayanan kesehatan yang mengalami perkembangan teknologi, yaitu Laboratorium Klinik. Menurut Permenker RI No.411/Menkes/Per/III/2010, Laboratorium Klinik adalah laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan spesimen klinik untuk mendapatkan informasi

kesehatan perorangan terutama untuk menunjang upaya diagnosa penyakit dan memulihkan kesehatan [2].

Pemeriksaan laboratorium memiliki peran yang lebih dominan, nyata dan menghasilkan data dan spesifik sehingga menghasilkan diagnosis pasti (definitive diagnosis) [3]. Pemeriksaan laboratorium yang dilakukan untuk pemeriksaan penyingkapan terhadap kelainan dalam tubuh manusia yang dapat terjadi melalui darah atau bagian tubuh lainnya [1]. Untuk mempermudah diagnosis suatu penyakit maka diperlukan alat yang memiliki teknologi yang dapat mempermudah analisa penyakit. Salah satu alat

yang sering digunakan untuk melakukan kegiatan analisis penyakit adalah pipet. Pipet adalah alat yang digunakan untuk mengambil dan meneteskan suatu cairan atau larutan dalam jumlah kecil [2].

Untuk menghasilkan diagnosa yang tepat diperlukan jaminan mutu pemeriksaan yang memperhatikan dua hal, yaitu akurasi dan presisi [1]. Berdasarkan observasi dari beberapa rumah sakit, dalam penambahan cairan untuk analisa darah masih menggunakan pipet tetes atau pipet manual [4]. Hal tersebut mengakibatkan ketidak akuratan suatu diagnosa. Contoh penggunaan pipet untuk diagnosa penyakit memliui darah. Memindahkan cairan menggunakan pipet membutuhkan ketelitian dan waktu yang cukup lama. Contohnya pada pengambilan cairan plasma darah yang antara plasma darah dan sel darah merah sudah dipisahkan sebelumnya dengan menggunakan alat cetrifuge. Dalam hal ini, plasma darah berada diatas sel darah merah yang dibatasi dengan sel darah putih. Untuk mengambil plasma darah tersebut membutuhkan ketelitian agar sel darah merah tidak ikut terambil oleh pipet. Sehingga, membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengambilan sampel plasma darah tersebut yang nantinya digunakan untuk diagnosa penyakit pasien..

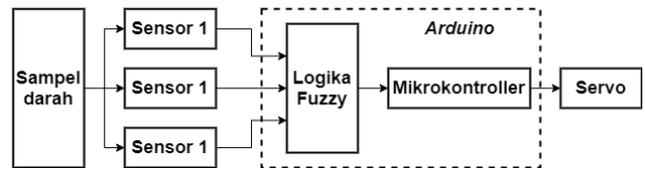
Kontrol berbasis AI (*Artifical Intelegent*) menjadikan alat dapat berfikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan, seperti yang dilakukan manusia [5]. Salah satu AI yang populer digunakan adalah logika fuzzy karena memiliki perhitungan matematis yang sederhana. Metode fuzzy digunakan untuk menentukan banyak sedikitnya tetapan pipet yang dikeluarkan. Metode fuzzy yang populer digunakan oleh para peneliti ada dua, yaitu mamdani dan sugeno sebagai perbandingan.

Oleh karena itu, diperlukan pipet yang dapat mengambil sampel plasma darah sesuai dengan yang diinginkan petugas laboratorium untuk mempermudah pekerjaannya dengan cepat dan tepat. Pada artikel ini penulis menjelaskan tentang “Kontrol Pipet Otomatis dalam Pengambilan sampel Plasma Darah dengan Metode Fuzzy”

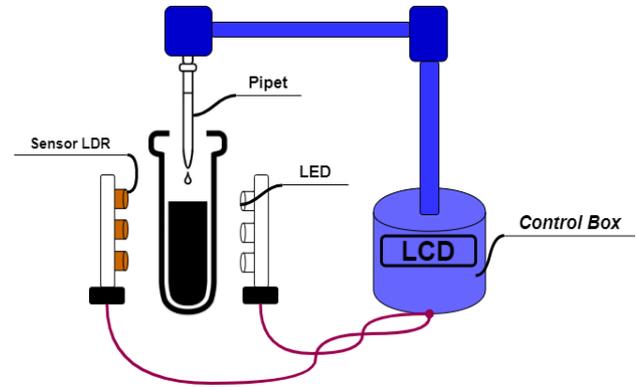
METODE PENELITIAN

Pada artikel ini menggunakan komponen utama alat pengambil sampel plasma darah yang terdiri dari : tabung sampel plasma darah, Arduino, sensor LDR, LED dan *box control*. Gambar 1 merupakan diagram blok keseluruhan sistem yang digunakan. *Control box* pada Gambar 2 terdapat beberapa komponen utama, yaitu Arduino, servo, dan LCD.

Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler atau pengendali seluruh komponen menjadi sebuah sistem dengan *input* berupa sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima dari sampel berupa plasma darah didalam tabung. Kemudian *input* tersebut akan diproses oleh Ardino dengan menggunakan metode fuzzy. *Output* fuzzy berupa konstanta yang akan menentukan gerakan servo. Servo berfungsi sebagai aktuator yang digunakan untuk meneteskan jumlah cairan sampel yang dikeluarkan dari pipet.



Gambar 1. Diagram Blok



Gambar 2. Desain Alat

A. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy merupakan salah satu cabang dari sistem AI yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran antara benar atau salah [6]. Sistem fuzzy terdiri dari empat komponen, yaitu *rule base*, mesin inferensi fuzzy (himpunan fuzzy), pembuat fuzzy (*fuzzifier*), dan penegasan (*defuzzifier*) [7]. Secara umum para peneliti menggunakan jenis metode mamdani dan metode sugeno.

1. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy (*crips*) atau nilai keanggotaan suatu *input* (x) dalam suatu himpunan A, yang dinyatakan dalam fungsi $\mu_A[x]$. Nilai fungsi $\mu_A[x]$ memiliki dua kemungkinan, yaitu 1 dan 0 [6]. Suatu himpunan secara umum direpresentasikan ke dalam tiga bentuk kurva, yaitu linear, segitiga, dan bentuk bahu. Pada artikel ini himpunan fuzzy *input* dan *output* menggunakan representasi kurva segitiga dan bahu, seperti pada Gambar 3 dan 4.

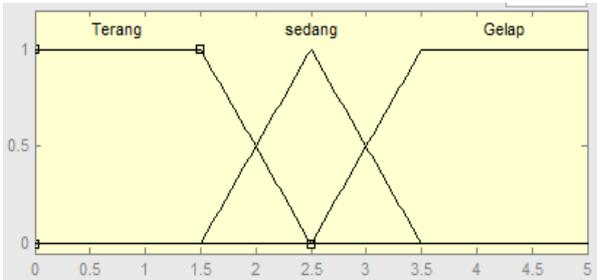
Pada artikel ini nilai *input* diperoleh dari hasil pembacaan sensor LDR berupa nilai tegangan (V), menggunakan. Tabel 1 merupakan parameter *input* dari representasi nilai tegangan sensor LDR. Tabel 2 merupakan parameter *output* yang menentukan sudut (θ) yang dilakukan oleh servo. Pada artikel ini menggunakan dua metode fuzzy, yaitu mamdani dan sugeno yang direpresentasikan pada Gambar 4 dan 5.

Tabel 1. Parameter *input*

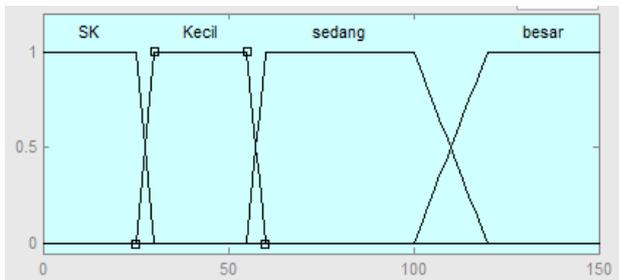
Parameter	Nilai Tegangan (x_i)
Terang (T)	< 2.5 V
Sedang (Sd)	1.5 – 3.5 V
Gelap (G)	> 2.5 V

Tabel 2. Parameter input

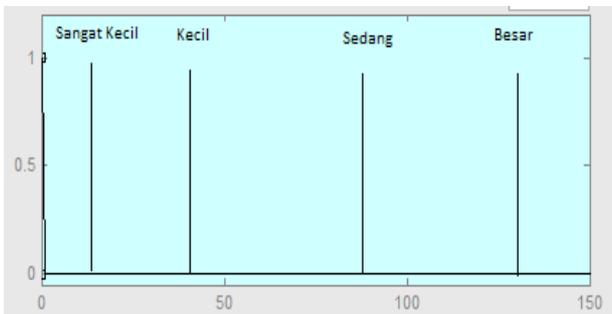
Parameter	Sudut (θ)
Sangat Kecil (SK)	0 – 30
Kecil (K)	25 - 60
Sedang (S)	55 - 120
Besar (B)	100 - 150



Gambar 3. Representasi Input



Gambar 4. Representasi output Metode Mamdani



Gambar 5. Representasi Variabel Fuzzy Sugeno output

Representasi kurva input dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis, sebagai berikut :

$$\mu T[x] = \begin{cases} 1; x \leq 0 \\ 1; 0 \leq x \leq 1.5 \\ \frac{2.5-x}{1}; 1.5 \leq x \leq 2.5 \\ 0; x > 2.5 \end{cases}$$

$$\mu Sd[x] = \begin{cases} 0; x < 1.5 \\ \frac{x-1.5}{1}; 1.5 \leq x \leq 2.5 \\ \frac{2.5-x}{1}; 2.5 \leq x \leq 3.5 \\ 0; x > 3.5 \end{cases}$$

$$\mu G[x] = \begin{cases} 0; x < 1.5 \\ \frac{x-2.5}{1}; 1.5 \leq x \leq 3.5 \\ 1; 3.5 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

Representasi kurva output menggunakan metode mamdani dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis, sebagai berikut :

$$\mu SK[x] = \begin{cases} 1; x \leq 0 \\ 1; 0 \leq x \leq 25 \\ \frac{30-x}{5}; 25 \leq x \leq 30 \\ 0; x > 30 \end{cases}$$

$$\mu K[x] = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x-25}{5}; 25 \leq x \leq 30 \\ 1; 30 \leq x \leq 55 \\ \frac{50-x}{50}; 55 \leq x \leq 60 \\ 0; x > 60 \end{cases}$$

$$\mu S[x] = \begin{cases} 0; x \leq 55 \text{ atau } x \geq 120 \\ \frac{x-55}{5}; 55 \leq x \leq 60 \\ 1; 60 \leq x \leq 100 \\ \frac{100-x}{10}; 100 \leq x \leq 120 \\ 0; x > 120 \end{cases}$$

$$\mu B[x] = \begin{cases} 0; x \leq 100 \text{ atau } x \geq 150 \\ \frac{x-100}{10}; 100 \leq x \leq 120 \\ 1; 120 \leq x \leq 150 \end{cases}$$

2. Rule Base

Rule base atau FIS (Fuzzy Inferense Engine) merupakan sebuah aturan dasar fuzzy atau sistem yang dapat melakukan penalaran dengan untuk menetapkan hubungan nilai keanggotaan input dan output [6], [8]. Secara umum FIS menggunakan penalaran IF-THEN. FIS dengan menggunakan metode mamdani menggunakan fungsi min dengan cara mengambil nilai minimum aturan, seperti pada persamaan berikut :

$$\mu A[x] = \min(\mu A[x_i], \mu k[x_i])$$

dimana $\mu A[x]$ merupakan fungsi keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i dan $\mu k[x]$ adalah nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i.

FIS dengan menggunakan metode sugeno menggunakan model orde-nol yang secara umum menggunakan model matematis dengan persamaan, sebagai berikut :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_i \text{ is } A_i) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_i * x_i$$

dimana A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, z adalah output dan p_i adalah konstanta tegas ke-i.

Tabel 3. Rule base sistem fuzzy

Input (x _i)			output (θ)
x ₁	x ₂	x ₃	
Terang	Terang	Terang	Besar
Terang	Terang	Sedang	Besar
Terang	Terang	Gelap	Sedang
Terang	Sedang	Terang	Sedang
Terang	Sedang	Sedang	Kecil
Terang	Sedang	Gelap	Kecil
Terang	Gelap	Terang	Sangat kecil
Terang	Gelap	Sedang	Sangat kecil
Terang	Gelap	Gelap	Sangat kecil
Sedang	Terang	Terang	Sangat kecil
Sedang	Terang	Sedang	Sangat kecil
Sedang	Terang	Gelap	Sangat kecil
Sedang	Sedang	Terang	Sangat kecil
Sedang	Sedang	Sedang	Sangat kecil
Sedang	Sedang	Gelap	Sangat kecil
Sedang	Gelap	Terang	Sangat kecil
Sedang	Gelap	Sedang	Sangat kecil
Sedang	Gelap	Gelap	Sangat kecil
Gelap	Terang	Terang	Sangat kecil
Gelap	Terang	Sedang	Sangat kecil
Gelap	Terang	Gelap	Sangat kecil
Gelap	Sedang	Terang	Sangat kecil
Gelap	Sedang	Sedang	Sangat kecil
Gelap	Sedang	Gelap	Sangat kecil
Gelap	Gelap	Terang	Sangat kecil
Gelap	Gelap	Sedang	Sangat kecil
Gelap	Gelap	Gelap	Sangat kecil

3. Defuzzifikasi

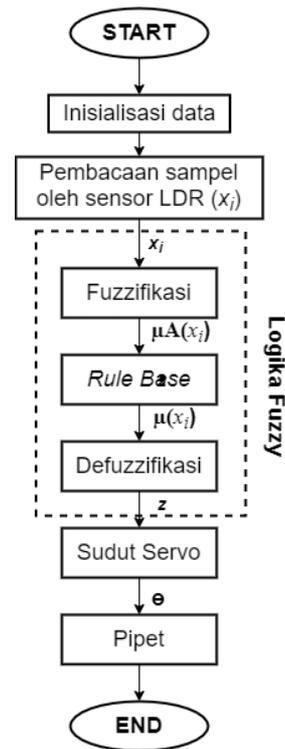
Defuzzifikasi atau penegasan memiliki input berupa suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy. Sedangkan, output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan dominan himpunan fuzzy tersebut [9]. Penegasan yang digunakan menggunakan metode *Centeroid* dengan persamaan, sebagai berikut:

$$z^O = \frac{\sum_{j=1}^i z \mu_1(Z_i)}{\sum_{j=1}^i \mu(Z_i)}$$

dimana z^o adalah nilai output penegasan yang digunakan untuk menentukan pergerakan sudut (θ) servo.

B. Flowchart Sistem

Pada artikel ini alat kontrol pipet otomatis menggunakan logika fuzzy memerlukan tahapan keseluruhan, seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Sistem

Dalam pembuatan kontrol pipet otomatis menggunakan metode logika fuzzy mempunyai diagram alur sistem sebagai acuan, seperti pada Gambar 6.

Gambar 6 merupakan flowchart sistem keseluruhan dari kontrol pipet otomatis menggunakan metode fuzzy. Input merupakan hasil pembacaan sensor LDR (x_i) sebanyak 3-buah yang digunakan untuk membaca intensitas cahaya yang diterima oleh sensor dari LED yang melewati sampel, yaitu plasma darah.

Kemudian input diproses menggunakan metode logika fuzzy, yaitu metode mamdani dan sugeno sebagai perbandingan. Nilai dari input yang diterima menentukan nilai output yang digunakan untuk menentukan besar sudut servo saat bergerak. Semakin besar sudut servo maka semakin banyak cairan sampel yang diambil atau dikeluarkan oleh pipet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

1. Kalibrasi Sensor

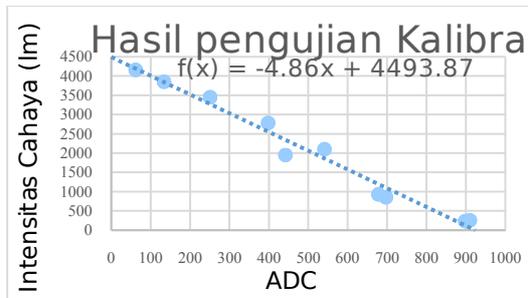
Pada artikel ini sistem kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor LDR dengan hasil ukur yang sudah di kalibrasi yaitu Lux-Meter untuk mendapatkan perbandingan nilai sensor yang akurat dalam satuan lumen (lm). Hasil pembacaan LDR berupa tegangan yang berbeda-beda sesuai dengan intensitas cahaya yang diujikan yang dibandingkan dengan hasil pembacaan dari Lux-Meter, seperti pada Tabel 4. Sehingga, didapatkan suatu persamaan linear hubungan antara tegangan LDR dengan nilai intensitas cahaya dari Lux-Meter. Persamaan linear tersebut digunakan untuk mengkonversi hasil pembacaan LDR dari tagangan (V) menjadi satuan lumen

(lm), seperti pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 didapatkan suatu persamaan, sebagai berikut :

$$f(x) = -4.86x + 4493.87$$

Tabel 4. Hasil Kalibrasi

LDR (x)	ADC	Lux-Meter (lm)
4,44	910	254
4,39	898	234
3,41	697	853
3,27	671	928
2,64	541	2101
2,16	442	1949
1,94	398	2782
1,22	251	3450
0,31	134	3850
0,18	37	4220



Gambar 7. Grafik Linier Kalibrasi

Tabel 5. Hasil Pengujian Akurasi Sensor LDR

x (lm)	Lux-Meter (lm)	error (%)
4193	4321	3
3974	3801	4
3653	3254	3,6
301	335	11.3
256	244	4.6
error rata-rata (%)		5.3

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Presisi LDR (xi)

x1 (lm)	x2 (lm)	x3(lm)
4190	2492	290
4057	2477	280
4223	2514	293
4156	2503	287
4186	2497	291

Tabel 7. Hasil Pengujian Fuzzy Mamdani

Input (x)			output (θ)	Waktu (s)	Jarak sampel (cm)
x1	x2	x3			
0,8	1,9	4,68	39,20	29,0	2,7
0,94	2,48	4,78	63,97	28,2	2,2
1,22	3,73	4,80	64,99	28	2,16
2,05	4,42	4,77	86,80	27,9	1,8
3,05	3,50	4,83	128,79	26	0,9

Tabel 4 terlihat bahwa nilai ADC berbanding terbalik dengan nilai lumen, yaitu semakin besar nilai ADC maka semakin kecil nilai lumen. Besar nilai lumen di pengaruhi oleh intensitas cahaya, sehingga semakin besar intensitas cahaya maka nilai lumen juga besar. Intensitas cahaya juga berpengaruh pada nilai ADC pada LDR. Semakin besar intensitas cahaya maka nilai resistansi pada LDR semakin meningkat sehingga tegangan pada LDR semakin besar.

2. Akurasi Sensor

Pada artikel ini, pengujian akurasi dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan 5 sampel yang berbeda. Kemudian setiap sampel dibandingkan nilai lumen yang terbaca dari sensor LDR dan nilai lumen pada Lux-Meter. Pengujian akurasi sensor digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai pada sensor yang sudah di kalibrasi dan nilai Lux meter sehingga bisa diketahui berapa persen nilai error pada LDR, seperti pada Tabel 5. Pada hasil pengujian akurasi sensor dapat dilihat rata-rata error pada 5 pengujian menunjukkan nilai error dibawah 10% sehingga dapat disimpulkan akurasi sensor dikatakan akurat.

3. Presisi Sensor

Pengujian presisi sensor bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai lumen pada tiap sensor. Pengujian dilakukan terhadap 3-LDR (xi) dengan besar intensitas yang berbeda disetiap sensor yang diuji sebanyak 5 kali percobaan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6. Dari Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai lumen yang di uji pada tiap sensor tidak mengalami perubahan yang besar dan dapat disimpulkan sbahwa sensor pada alat presisi.

B. Pengujian Fuzzy

1. Metode Mamdani

Pada pengujian alat dengan metode mamdani dengan melakukan pengujian menggunakan 5 sampel darah yang sudah terpisah antara sel darah merah dan plasma darah. Dimana setiapn sensor dapat membaca tingkat intensitas cahaya yang menembus sampel, sehingga, intensitas cahaya yang diterima sensor bisa berbeda. Kemudian nilai sensor digunakan sebagai input (x) pada metode mamdani yang menentukan output berupa sudut gerakan servo. Tabel 7 merupa kan hasil pengujian alat dengan menggunakan metode mamdani. Dari hasil pengujian alat dengan metode fuzzy mamdani yang dapat dilihat pada Tabel 7, diketahui

bahwa ketinggian sampel mempengaruhi pembacaan sensor terhadap cahaya yang terhalangi oleh sampel.

2. Metode Sugeno

Pada pengujian alat dengan metode fuzzy sugeno pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 sampel darah yang sudah terpisah antara sel darah merah dan plasma darah dan tiap sensor membaca besar intensitas cahaya yang menembus sampel, dan intensitas cahaya yang diterima sensor bisa berbeda. Nilai 3 sensor tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan *output* berupa sudut dari pergerakan servo. Hasil pengujian alat dengan metode fuzzy sugeno bisa di lihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Fuzzy Sugeno*

Input (x_i)			Output (θ)	Waktu (S)	Jarak (cm)
x_1	x_2	x_3			
0,84	1,97	4,71	43,58	28,8	2,6
0,95	2,46	4,77	64,99	28,3	2,16
1,45	3,75	4,82	64,99	28	2,16
2,03	4,48	4,84	84,99	27,6	1,75
3,12	3,68	4,85	126,40	27	0,9

KESIMPULAN

Pada artikel ini yang telah dibahas tentang kontrol pipet otomatis berbasis fuzzy menggunakan sensor LDR untuk mengetahui intensitas cahaya dari sampel sebagai *input* untuk menentukan gerakan sudut servo sebagai *output*. Sehingga menghasilkan suatu sistem kontrol pipet otomatis yang dapat mengambil atau meneteskan cairan sesuai dengan yang parameter yang diinginkan.

Pada artikel ini menggunakan sensor LDR yang telah dikalibrasi dengan Lux-Meter untuk mendeteksi intensitas cahaya dalam satuan lumen memiliki tingkat *error* sebesar 5.3%. Sensor LDR digunakan untuk mengetahui perubahan intensitas cahaya yang diterima dari sampel berupa plasma darah. Artikel ini menggunakan dua jenis kontrol metode fuzzy, yaitu mamdani dan sugeno yang dibandingkan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai *input* yang diuji kan memiliki nilai yang cenderung sama sehingga nilai *output* memiliki nilai yang cenderung sama. Namun, dalam implementasi kedua metode tersebut metode sugeno lebih sederhana secara matematis.

SARAN

Hal-hal yang dapat disarankan untuk kegiatan penelitian berikutnya yang berhubungan dengan “Kontrol Pipet Otomatis Dalam Pengambilan sampel Plasma Dengan Metode Fuzzy” adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan alat yang sama tetapi dengan metode yang berbeda untuk mengetahui dengan metode berbeda alat menjadi lebih baik kinerjanya atau justru sebaliknya dan dapat diketahui pula metode mana yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hdayatussalihin, E. Nurhayati, and E. Suwandi, “Perbedaan Presisi Pipet Sampel Menggunakan Pipet Sahli Dan Mikropipet Pada Pemeriksaan Hemoglobin Metode Cyanmethemoglobin,” *J. Lab. Khatulistiwa*, vol. 2, no. 2, pp. 21–25, 2018.
- [2] Mardiana and I. G. Rahayu, *Pengantar Laboratorium Medik*. 2017.
- [3] T. W. Sardjono, G. Ismanoe, and E. Widjayanto, “Peran Laboratorium dalam Diagnosis dan Penatalaksanaan Kasus-Kasus Penyakit Tropik dan Infeksi,” *J. Kedokt. Brawijaya*, vol. XX, no. 1, pp. 19–24, 2004.
- [4] I. Wahyudi, H. . Muslim, and M. Nazarudin, “Perbedaan Jumlah Trombosit Dengan Penggunaan Pipet Tetes dan Mikropipet dalam Penambahan Antikoagulan,” *J. ERGASTERIO*, vol. 04, no. 01, pp. 41–47, 2017.
- [5] J. Nasir and J. Suprianto, “Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda Dengan Metode Mamdani,” *J. Edik Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 177–186, 2017.
- [6] S. Komariyah, R. M. Yunus, and S. F. Rodiyansyah, “Metode Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa,” *Semin. Teknol. Majalengka2*, pp. 61–68, 2016.
- [7] S. Batubara, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan,” *It J. Res. Dev. J. Res. Dev.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [8] A. H. Agustin, G. . Ghandhiadi, and T. B. Oka, “Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Menentukan Harga Jual Sepeda Motor Bekas,” *E-Jurnal Mat.*, vol. 5, no. 4, pp. 176–182, 2016.
- [9] A. G. Salman, “Pemodelan Dasar Sistem Fuzzy,” *School of Computer Science Universitas BINUS*. [Online]. Available: <https://socs.binus.ac.id/2012/03/02/pemodelan-dasar-sistem-fuzzy/>. [Accessed: 04-Mar-2020].