TERAKREDITASI RISTEKDIKTI No. 36b/E/KPT/2016

Jurnal Rekayasa Elektrika

VOLUME 15 NOMOR 2 Agustus 2019

Prototipe Pengukuran Kadar Gula dalam Tubuh Manusia Melalui Urin 103-109
Mohammad Hafiz Hersyah, Budi Rahmadya, dan Gentha Wijaya

JRE	Vol. 15	No. 2	Hal 75–156	Banda Aceh, Agustus 2019	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X

Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 15, No. 2, Agustus 2019, hal. 103-109
ISSN. 1412-4785; e-ISSN. 2252-620X, Terakreditasi RISTEKDIKTI No. 36b/E/KPT/2016
DOI: 10.17529/jre.v15i2.13642

Prototipe Pengukuran Kadar Gula dalam Tubuh Manusia Melalui Urin

Mohammad Hafiz Hersyah, Budi Rahmadya*, dan Gentha Wijaya
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis Padang, 25163
e-mail: budi-r@fti.unand.ac.id

***Abstrak*—Dalam penelitian ini kami membuat sebuah prototipe untuk pengujian kadar gula dalam tubuh manusia setelah dilakukan uji *benedict* terlebih dahulu pada urin. Sistem ini terdiri atas dua komponen utama yaitu alat identifikasi dan *smartphone* Android yang digunakan oleh *user*. Alat identifikasi terdiri dari sensor warna TCS3200 dan Raspberry Pi. Sensor warna TCS3200 berfungsi untuk membaca perubahan warna urin serta menentukan kategori warna dan tingkat kadar gula dari urin. Raspberry Pi berfungsi sebagai alat pemprosesan data yang diperoleh dari sensor warna. Penelitian ini menggunakan metode logika *fuzzy* Tsukamoto. Dari penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa sensor warna TCS3200 mengidentifikasi warna urin sebagai pedoman identifikasi kadar gula darah dengan persentase keberhasilan 100% dan hasil pemrosesan pengolahan *fuzzy logic control* pada Raspberry Pi untuk pengambilan keputusan identifikasi kadar gula melalui urin dengan persentase sebesar 90%. Dari hasil keseluruhan diperoleh *error* sebesar 5,6%.**

Kata kunci: ***kadar gula, sensor warna TCS3200, raspberry pi, logika fuzzy tsukamoto***

***Abstract*—In this research, we propose a prototype to measure glucose index in human body after applying benedict reagen into urine samples. This system divides into two main components that are identification device and android smartphone. The identification device consists of TCS3200 colour sensor and a raspberry pi. The TCS3200 colour sensor's function is to predict the alteration of urine sample and determine the colour category according to the benedict rule and to measure the glucose in the sample. The Raspberry pi function is to process the data that acquired from the colour sensor. By optimizing with Tsukamoto Fuzzy Logic Control, the research successfully identifies the glucose by achieving 100% and the result of fuzzy logic control on Raspberry Pi as decision making by urine in 90% and by conflicting minimum error in 5.6%.**

Keywords: ***sugar levels, TCS 3200 colour sensor, raspberry pi, tsukamoto fuzzy logic***

Copyright © 2019 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. Pendahuluan

Urin adalah salah satu objek yang bisa digunakan dalam mendekteksi penyakit pada tubuh manusia. Warna urin yang berbeda-beda telah menjadi sebuah objek yang bisa diambil untuk mendeteksi kondisi tubuh manusia [1]. Seperti halnya penyakit diabetes mellitus, penyakit ini biasa juga dikenal dengan sebutan kencing manis. Gejala awal dari penyakit ini bisa kita ketahui melalui kadar gula yang terdapat pada urin manusia. Menurut data dari WHO diabetes mellitus adalah bahagian dari penyakit bawaan, meningkatnya glukosa dalam darah, dapat merusak banyak sistem tubuh, khususnya pembuluh darah dan saraf [2].

Perkembangan diabetes mellitus bisa dalam hitungan minggu atau bulan, terutama pada seorang anak yang menderita penyakit *diabetes mellitus* tipe 1. Hal ini berbeda dengan penderita *diabetes mellitus* tipe 2, umumnya mereka tidak mengalami berbagai gejala seperti di atas. Dan adakalanya mereka tidak mengetahui telah menderita diabetes mellitus [3]. Metode bayes juga salah satu pendekatan yang bisa dijadikan dalam mendiagnosa diabetes dengan merujuk ke parameter aturan yang telah ditentukan [4]. Algoritma heuristik *Gravitational Search Algorithm* (GSA) dan *Artificial Neural Network* (ANN) telah menjadi model penelitian lain dalam mendekteksi penyakit Infeksi Saluran Kemih (ISK) pada manusia [4].

Salah satu metode yang bisa digunakan dalam akurasi data dalam pengambilan keputusan adalah *fuzzy logic* [5-6]. Banyak peneliti menggunakan metode ini untuk akurasi seperti dalam menentukan pilihan calon penghuni asrama [7]. Selain itu metode *fuzzy logic* juga sudah dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan sistem jual beli saham dengan memperkenalkan *fuzzy rule based evidential reasoning* dan *c-means clustering* [8].

Dalam hal identifikasi kesehatan pada manusia, metode *fuzzy logic* ini juga telah menjadi prioritas utama untuk digunakan seperti pengolahan citra untuk deteksi sel kanker payudara [9]. Metode *evanescent* juga telah diperkenalkan dalam mendeteksi kadar gula darah dalam urin. Metode ini memanfaatkan pelemahan gelombang *evanescent*,

*corresponding author

Received 10 February 2019; Revised 10 May 2019; Accepted 28 July 2019

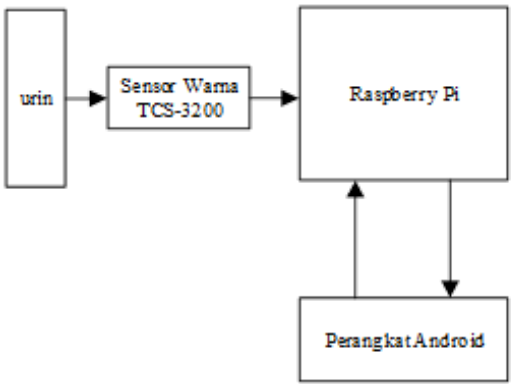
mikrokontroller Arduino UNO, laser dioda, serat optik, dan foto dioda. Peneliti memanfaatkan intensitas cahaya dalam interaksi molekul glukosa pada urin [10].

Berdasarkan penjelasan pada paragraf di atas dan referensi yang telah dibahas penulis mengusulkan sebuah prototipe yang lebih efisien dalam penggunaan bagi tenaga medis. Konsep kerja dari prototipe yang diusulkan ini memanfaatkan hasil uji benedict urin yang tidak di gunkanan pada referensi [11]. Selain itu, akurasi yang baik dalam menentukan kadar gula pada tubuh manusia juga menjadi pembahasan utama pada prototipe yang dibuat. Prototipe terhubung ke aplikasi *smartphone* dalam menentukan tingkat kadar gula yang terdapat di dalam tubuh melalui pemeriksaan warna urin (perempuan dan laki-laki). Prototipe ini akan menentukan tingkat kadar gula berdasarkan warna urin setelah dilakukan pengujian *benedict*. Prototipe ini menggunakan sensor warna TCS-3200 untuk membaca perubahan warna urin dan menggunakan metode logika *fuzzy* tsukamoto untuk menentukan akurasi kategori warna dan tingkat kadar gula dari warna urin hasil uji *benedict* tersebut serta menampilkan hasilnya pada aplikasi *smartphone* sehingga lebih efisien dalam penggunaan untuk mendeteksi kadar gula dalam tubuh bagi tenaga medis.

II. Metode

Kebutuhan fungsional dari sistem identifikasi dan pengukuran kadar gula melalui urin ini adalah sistem mampu membedakan warna urin hasil uji *benedict* dan menampilkan hasil kadar gula berdasarkan kategori warna uji *benedict*. Data uji yang digunakan untuk implementasi adalah data sampel urin acak dan sampel urin penderita Diabetes Mellitus. Rancangan dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 7 *flowchart system*.

Sensor Warna berfungsi untuk membedakan warna urin hasil uji *benedict*. Selanjutnya data dari sensor berupa nilai R, G, dan B sebagai variabel masukan *fuzzy* akan diolah pada *board* Raspberry Pi. Hasil pengolahan *fuzzy* berupa jenis warna akan menentukan tingkat kadar gula yang selanjutnya ditampilkan melalui *smartphone* Android. Data hasil pengolahan Raspberry Pi dikirim ke server melalui *smartphone Android* yang terhubung ke



Gambar 1. Rancangan sistem

Gambar 2. Rancangan database

localhost dan data yang terdapat didalam *database* server dapat ditampilkan pada aplikasi *Android* dalam bentuk riwayat pemeriksaan.

Pada penelitian ini data pemeriksaan tersimpan pada basis data yang terdiri dari tabel *user* dan tabel riwayat. Rancangan *database* dapat dilihat pada Gambar 2.

Perangkat keras yang digunakan sebagai pembaca warna urin adalah sensor warna TCS3200 dan Raspberry Pi sebagai alat pemprosesan data. Pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan Android Studio, Python IDLE, basis data MySQL. Variabel *fuzzy Tsukamoto* yang digunakan yaitu R, G, dan B. Untuk menghitung derajat keanggotaan *fuzzy Tsukamoto* (naik dan turun) menggunakan rumus sebagai berikut.

- Derajat keanggotaan naik dengan mengunakan formula:

$$\frac{x - nilai\,awal}{nilai\,akhir - nilai\,awal} \tag{1}$$

- Derajat keanggotaan turun dengan menggunakan formula:

$$\frac{nilai\,akhir - x}{nilai\,akhir - nilai\,awal} \tag{2}$$

Fungsi keanggotaan warna R, G dan B ditentukan dengan melihat perubahan nilai R, G dan B pada rentang tertentu. Berikut fungsi keanggotaan untuk variabel input warna R, G, dan B.

A. *Variabel R*

a. Sangat Sedikit

$$\mu\,SangatSedikit(x) = \begin{cases} 1, & x < 46 \\ \dfrac{55-(x)}{55-46}, & 46 \le x \le 55 \\ 0, & x > 55 \end{cases} \tag{3}$$

b. Sedikit

$$\mu\,Sedikit(x) = \begin{cases} 0, & x \langle 46\, atau\, x \rangle 110 \\ \dfrac{x-46}{55-46}, & 46 \le x \le 55 \\ 1, & 55 < x \le 101 \\ \dfrac{110-x}{110-101}, & 101 \le x \le 110 \end{cases} \tag{4}$$

c. Sedang

$$\mu Sedang(x)=\begin{cases}0, & x\langle 101\, atau\, x\rangle 165\\ \frac{x-101}{110-101}, & 101\le x\le 110\\ 1, & 110<x\le 156\\ \frac{165-x}{165-156}, & 156\le x\le 165\end{cases} \quad (5)$$

d. Banyak

$$\mu Banyak(x)=\begin{cases}0, & x\langle 156\, atau\, x\rangle 220\\ \frac{x-156}{165-156}, & 156\le x\le 165\\ 1, & 165<x\le 211\\ \frac{220-x}{220-211}, & 211\le x\le 220\end{cases} \quad (6)$$

e. Sangat Banyak

$$\mu SangatBanyak(x)=\begin{cases}0, & x<211\\ \frac{x-211}{220-211}, & 211\le x\le 220\\ 1, & x>220\end{cases} \quad (7)$$

B. Variabel G

a. Sangat Sedikit

$$\mu SangatSedikit(x)=\begin{cases}1, & x<46\\ \frac{55-(x)}{55-46}, & 46\le x\le 55\\ 0, & x>55\end{cases} \quad (8)$$

b. Sedikit

$$\mu Sedikit(x)=\begin{cases}0, & x\langle 46\, atau\, x\rangle 110\\ \frac{x-46}{55-46}, & 46\le x\le 55\\ 1, & 55<x\le 101\\ \frac{110-x}{110-101}, & 101\le x\le 110\end{cases} \quad (9)$$

c. Sedang

$$\mu Sedang(x)=\begin{cases}0, & x\langle 101\, atau\, x\rangle 165\\ \frac{x-101}{110-101}, & 101\le x\le 110\\ 1, & 110<x\le 156\\ \frac{165-x}{165-156}, & 156\le x\le 165\end{cases} \quad (10)$$

d. Banyak

$$\mu Banyak(x)=\begin{cases}0, & x\langle 156\, atau\, x\rangle 220\\ \frac{x-156}{165-156}, & 156\le x\le 165\\ 1, & 165<x\le 211\\ \frac{220-x}{220-211}, & 211\le x\le 220\end{cases} \quad (11)$$

e. Sangat Banyak

$$\mu SangatBanyak(x)=\begin{cases}0, & x<211\\ \frac{x-211}{220-211}, & 211\le x\le 220\\ 1, & x>220\end{cases} \quad (12)$$

C. Variabel B

a. Sangat Sedikit

$$\mu SangatSedikit(x)=\begin{cases}1, & x<46\\ \frac{55-(x)}{55-46}, & 46\le x\le 55\\ 0, & x>55\end{cases} \quad (13)$$

b. Sedikit

$$\mu Sedikit(x)=\begin{cases}0, & x\langle 46\, atau\, x\rangle 110\\ \frac{x-46}{55-46}, & 46\le x\le 55\\ 1, & 55<x\le 101\\ \frac{110-x}{110-101}, & 101\le x\le 110\end{cases} \quad (14)$$

c. Sedang

$$\mu Sedang(x)=\begin{cases}0, & x\langle 101\, atau\, x\rangle 165\\ \frac{x-101}{110-101}, & 101\le x\le 110\\ 1, & 110<x\le 156\\ \frac{165-x}{165-156}, & 156\le x\le 165\end{cases} \quad (15)$$

d. Banyak

$$\mu Banyak(x)=\begin{cases}0, & x\langle 156\, atau\, x\rangle 220\\ \frac{x-156}{165-156}, & 156\le x\le 165\\ 1, & 165<x\le 211\\ \frac{220-x}{220-211}, & 211\le x\le 220\end{cases} \quad (16)$$

e. Sangat Banyak

$$\mu SangatBanyak(x)=\begin{cases}0, & x<211\\ \frac{x-211}{220-211}, & 211\le x\le 220\\ 1, & x>220\end{cases} \quad (17)$$

Output dari *fuzzy Tsukamoto* berupa nama warna berdasarkan kombinasi himpunan nilai R, G, dan B dari output sensor.

f. Biru Langit

$$\mu B(x)=\begin{cases}1, & x\le 0\\ \frac{0.5-(x)}{0.5-0}, & 0\le x\le 0.5\\ 0, & x\ge 0.5\end{cases} \quad (18)$$

g. Hijau

$$\mu H(x)=\begin{cases} 0, & x\le 0.5\, atau\, x\ge 0.1 \\ \dfrac{x-0.5}{0.75-0.5}, & 0.5\le x\le 0.75 \\ 1, & x=0.75 \\ \dfrac{1.0-x}{1.0-0.75}, & 0.75\le x\le 1.0 \end{cases} \quad (19)$$

h. Kuning

$$\mu K(x)=\begin{cases} 0, & x\le 1.0\, atau\, x\ge 2.0 \\ \dfrac{x-1.0}{1.5-1.0}, & 1.0\le x\le 1.5 \\ 1, & x=1.5 \\ \dfrac{2.0-x}{2.0-1.5}, & 1.5\le x\le 2.0 \end{cases} \quad (20)$$

i. Jingga

$$\mu J(x)=\begin{cases} 0, & x\le 2.0\, atau\, x\ge 3.5 \\ \dfrac{x-2.0}{2.75-2.0}, & 2.0\le x\le 2.75 \\ 1, & x=2.75 \\ \dfrac{3.5-x}{3.5-2.75}, & 2.75\le x\le 3.5 \end{cases} \quad (21)$$

j. Merah Bata

$$\mu M(x)=\begin{cases} 1, & x\ge 5.0 \\ \dfrac{(x)-3.5}{5.0-3.5}, & 3.5<x<5.0 \\ 0, & x\le 3.5 \end{cases} \quad (22)$$

Pada tahap defuzifikasi digunakan metode *weight of average*. Metode ini berfungsi untuk mendapatka nilai output (Z) dari *fuzzy logic*. Formula yang digunakan untuk mendapatkan nilai Z yaitu:

$$Z=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_i\times z_i}{\sum_{i=1}^{n}\mu_i} \quad (23)$$

Dengan μ_i adalah a predikat ke-I, dan z_i adalah output pada anteseden aturan ke-i.

III. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini kami mendesain sebuah *box* yang berfungsi untuk mensimulasikan/meletakkan sampel urin di dalam *box*. Rangkaian alat mikrokontroller raspberry pi dan sensor berada dalam *box*. Gambar 3 adalah desain *box*

Gambar 3. Desain box system

Tabel 1. Pengujian TCS3200 pada warna merah

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1	207	98	93
2	204	104	92
3	211	103	96
4	208	99	90
5	209	103	95

Tabel 2. Pengujian TCS3200 pada warna hijau

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1	62	139	131
2	58	134	129
3	68	126	120
4	60	135	131
5	62	141	131

Tabel 3. Pengujian TCS3200 pada warna biru

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1	47	164	206
2	45	161	203
3	48	166	209
4	45	173	210
5	47	169	197

system dan aplikasi *smartphone*.

Berdasarkan hasil pengujian pembacaan warna yang dilakukan dapat dinyatakan bahwa sensor warna mampu mengidentifikasi warna merah, hijau, dan biru sesuai dengan data pada Tabel 1, 2 dan 3.

Dalam penelitian ini pengujian metode logika *fuzzy* tsukamoto dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari pembacaan nilai RGB menggunakan sensor warna dan selanjutnya dilakukan tahap defuzzifikasi dengan menggunakan persamaan *weight of average*:

$$Z=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_i\times z_i}{\sum_{i=1}^{n}\mu_i} \quad (24)$$

$$\frac{0(3.5)+0(3.5)+1(5.0)+0(3.5)+0(2.75)+0(2.75)+0(2.75)+0(2.75)+0(1.5)+0(1.5)+0(1.5)+0(0.75)+0(0.75)+0(0.75)+0(0.75)+0(0.5)+0(0.5)+0(0.5)+0(0.5)}{0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}$$

$$=\frac{1(5.0)}{1}=5.0$$

dan untuk nilai kadar gula menggunakan perhitungan manual:

$$\begin{aligned} Kadar\ gula &= \frac{(x-input_{min})*(output_{max}-output_{min})}{(input_{max}-input_{min})} \\ &\quad + output_{min} \\ &= ((x-3.5)*(1000-301)/(5-3.5)) + 301 \\ &= ((5.0-3.5)*(699)/1.5)) + 301 \\ &= 1000\ mg/dl \end{aligned} \quad (25)$$

Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan

Gambar 4. Verify U120 urin analyzer

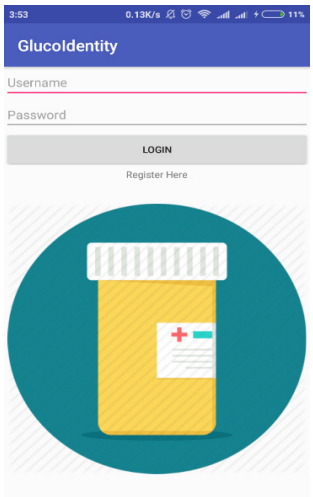
membandingkan alat dengan *Verify U120 Urin Analyzer* yang digunakan pada Rumah Sakit Tentara Ganting Padang. *Verify U120 Urin Analyzer* ini digunakan sebagai alat uji kadar gula pada urin dengan menggunakan *strips* yang telah dicelupkan ke dalam sampel urin. Gambar 4 adalah *Verify U120 urin analyzer*.

Pengujian dilakukan pada sepuluh *user* dengan kondisi lima sampel urin acak dan lima sampel urin penderita diabetes mellitus, seperti yang terlihat pada Tabel 4. Pengujian dimulai dari *user login* pada aplikasi *mobile* sesuai dengan Gambar 5. Berikutnya urin hasil uji benedict yang terdapat pada botol sampel diletakkan diatas sensor warna TCS3200 dalam *box*, seperti yang terlihat pada Gambar 6. Pada Gambar 5, *user* dapat melakukan perintah untuk pemeriksaan dengan menekan tombol check pada aplikasi. O*utput* yang diberikan Raspberry Pi berupa pengiriman kategori warna dan kadar gula sesuai dengan nilai R, G, dan B yang diperoleh dari urin ke aplikasi.
Kategori warna merupakan variabel output logika *fuzzy* tsukamoto yang didapatkan berdasarkan aturan dengan variabel *input* yaitu nilai R, G dan B. Data hasil pemeriksaan dapat disimpan ke *database* dengan menekan tombol simpan pada aplikasi. Berdasarkan Gambar 8c, *user* dapat melihat riwayat pemeriksaan sebelumnya, data pemeriksaan yang telah disimpan pada *database* dapat ditampilkan di halaman riwayat beserta waktu pemeriksaan.

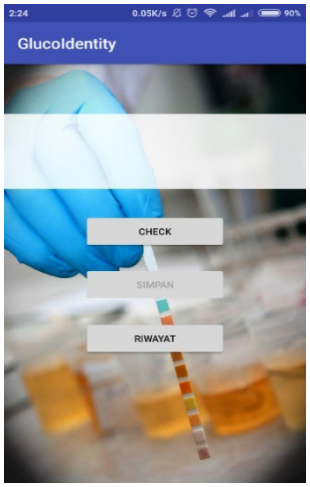
Untuk menghitung nilai *error* pengukuran alat menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 4. Error pengujian keseluruhan

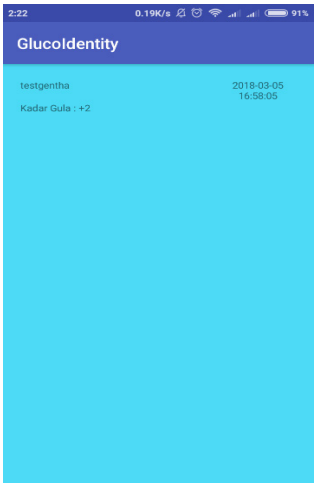
Data ke-	Kadar gula yang dibaca alat	*Verify U120 Urin Analyzer*	*Error*
1	25,5 mg/dl	24,3 mg/dl	4,7%
2	0 mg/dl	negatif	0 %
3	13,1 mg/dl	12,4 mg/dl	5,3%
4	0 mg/dl	negatif	0%
5	Tidak Terdefinisi	negatif	0%
6	5,87 mg/dl	5,2 mg/dl	11,4%
7	9,68 mg/dl	9,4 mg/dl	2,8%
8	908 mg/dl	702,2 mg/dl	22,6%
9	21,6 mg/dl	21,0 mg/dl	2,7%
10	657 mg/dl	613,7 mg/dl	6,5%
Rata – rata *error*			5,6%



(a)



(b)



(c)

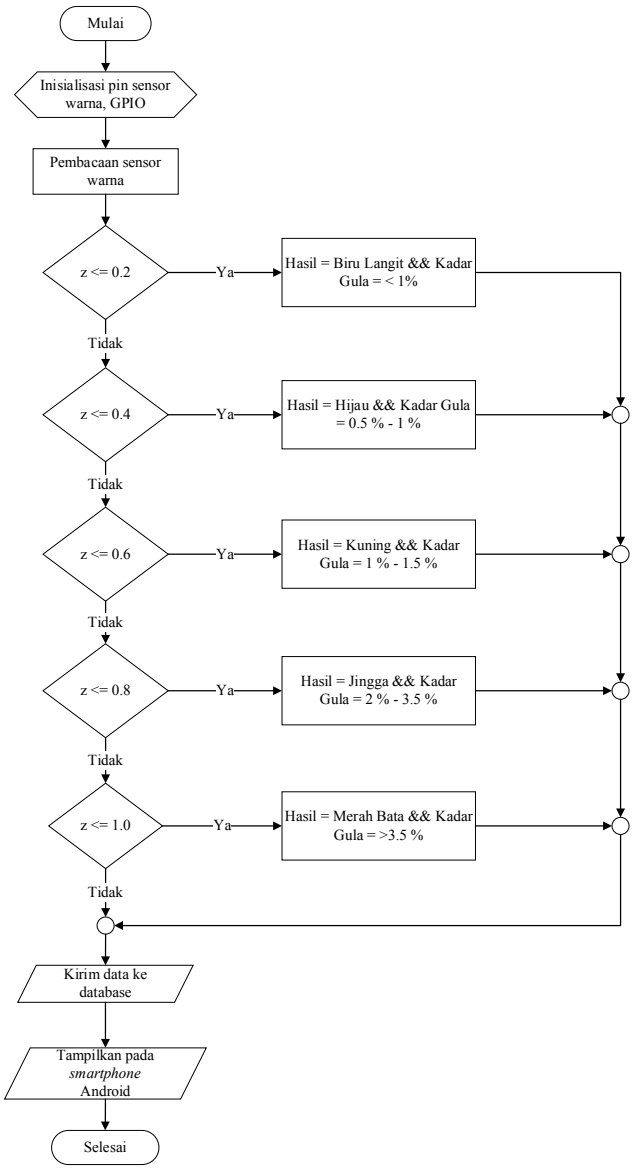
Gambar 5. Aplikasi smartphone android, (a). Halaman login; (b). Halaman utama; (c). Halaman riwayat

$$Error(\%) = \left| \frac{Data_{\text{alatdirancang}} - Data_{\text{Verify Urine Analyzer}}}{Data_{\text{alatdirancang}}} \right| \times 100\% \qquad (26)$$

$$= \left| \frac{25.5 - 24.3}{25.5} \right| \times 100\% = 4.7\%$$

Dari data hasil pengujian keseluruhan, maka dapat diperoleh *error* pengukuran seperti terlihat pada Tabel 4. Didapatkan rata-rata *error* sebesar 5,6 %. Maksimum *error* ditunjukkan pada sampel ke-8 sebesar 22,6%. Minimum *error* ditunjukkan pada sampel ke-2, 4, dan 5 sebesar 0%.

Gambar 6. Urin hasil uji benedict



Gambar 7. Flowchart system

Untuk tingkat keberhasilan yang diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

Tingkat keberhasilan:
= 100% - total *error* pengujian
= 100% - 5,6%
= 94,4%

Dalam pengujian yang telah dilakukan terdapat kondisi tidak terdefinisi yaitu pada pengujian ke-5 yang disebabkan karena warna urin tidak terdefinisi pada *rules fuzzy* sehingga sistem tidak dapat mengenali warna dan tingkat kadar gula dari sampel tersebut.

Dari segi efektifitas sistem ini, sensor warna mampu membaca warna urin dengan menggunakan metode *fuzzy logic control*. Agar fungsionalitas sistem dapat tercapai dengan baik, maka sensor TCS3200 harus terhindar dari pengaruh cahaya matahari atau cahaya lampu. Rincian pengujian secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 5.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode logika *fuzzy* tsukamoto dan didukung oleh uji benedict. Sistem dapat mengetahui tingkat kadar gula dari urin hasil uji *benedict* melalui aplikasi android yang dibuat. Dari penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa sensor warna TCS3200 mengidentifikasi warna urin sebagai pedoman identifikasi kadar gula darah dengan persentase keberhasilan 100% dan hasil pemrosesan pengolahan *fuzzy logic control* pada Raspberry Pi untuk pengambilan keputusan identifikasi kadar gula melalui urin dengan persentase keberhasilan sebesar 90%. Dari hasil keseluruhan diperoleh *error* sebesar 5,6%. Pengembangan penelitian lebih lanjut, sistem akan menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan memperhatikan performa alat dalam menyajikan data yang lebih akurat serta sesuai dengan kebutuhan pasien/dokter.

Referensi

[1] Andrizal, A. Hidayat, T. Angraini, Yefriadi, Rusfandi, dan R. Chadry, ”Pembuatan Histogram Dan Pola Data Warna Urin Berdasarkan Urinalisis Menggunakan Mini PC,” Jurnal RESTI, Vol. 2 No. 3 (2018) 722 – 727.

[2] https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs138/en/.

[3] N. Fatimah, dan Restyana, ”Diabetes Melitus Tipe 2,” Universitas Lampung 2015.

[4] H. T. Sihotang, ”Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Diabetes dengan Metode Bayes”, Jurnal Mantik Penusa, Volume 1 No. 1 Juli 2017.

[5] D. S. Wibowo, Y. Yanitasari, dan Dedih, “Sistem Pakar Diagnosis Potensi Penyebaran Penyakit pada Tanaman Cabai Menggunakan Fuzzy Mamdani”, Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 6(2), 2018, 71-75.

[6] Ipriadi, G. W. Nurcahyo, dan J. Santony, “Pendeteksi Volume Air Secara Otomatis Menggunakan Fuzzy,” Jurnal RESTI, Vol. 3 No. 1 (2019) 11–16.

[7] A. Izah., R. V. H. Ginardi, dan A. Saikhu, ”Pendekatan Algoritma Heuristik dan Neural Network untuk Screening Test pada Urinalysis,” Jurnal Cybermatika Vol. 1 No. 2 Desember 2013.

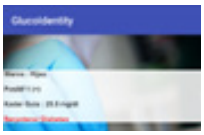
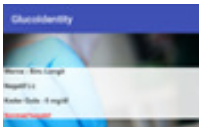
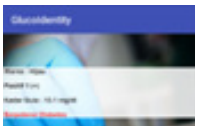
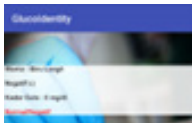
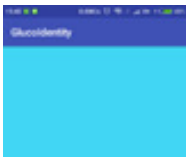
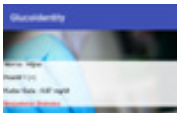
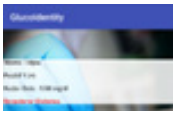
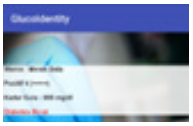
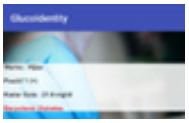
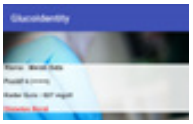
[8] A. A. Syahidi., F. Biabdillah, dan F. A. Bachtiar, ” Perancangan dan Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto Pada Penentuan Penghuni Asrama,” Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), Vol. 6, No. 1, Februari 2019, hlm. 55-62.

[9] M. L. Sulthon A. S., A. B. Prasetijo, dan M. Somantri, ”Pendeteksi Sinyal Jual/Beli Saham dengan Fuzzy Rule-Based Evidential Reasoning dan C-means Clustering,” Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi JNTETI, Vol. 7, No. 3, Agustus 2018.

[10] D. Tuwohingide., dan C. Fatichah, ”Spatial Fuzzy C-means dan Rapid Region Merging untuk Pemisahan Sel Kanker Payudara,” Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI), Vol. 6, No. 1, Februari 2017.

[11] N. Fridayanti., and Muldarisnur, ”Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah pada Urin dengan Metode Evanescent,” Jurnal POSITRON Vol. 8, No. 2 (2018), hal. 1-6.

Tabel 5. Pengujian sistem keseluruhan

Data Ke-	Gambar	Nama	Volume Sampel (ml)	Warna Hasil Uji Benedict	Warna yang dibaca sensor TCS3200	Kadar Gula yang dibaca alat (mg/dl)	Verify U120 Urin Analyzer (mg/dl)	Output	Tampilan riwayat android
1		Gentha Wijaya	10	Hijau (Positif 1)		25.5	24.3	Berhasil	
2		Rahmat Zaitul	10	Biru Langit (Negatif)		0	negatif	Berhasil	
3		Sabrun Jamil	10	Hijau (Positif 1)		13.1	12.4	Berhasil	
4		Zedrianov Dimas	10	Biru Langit (Negatif)		0	negatif	Berhasil	
5		Yodi Yulistiawan	10	Biru Langit (Negatif)	Tidak Terdefinisi	Tidak Terdefinisi	negatif	Tidak Berhasil	
6		Linawati	10	Hijau (Positif 1)		5.87	5.2	Berhasil	
7		Marini S	10	Hijau (Positif 1)		9.68	9.4	Berhasil	
8		Zulhamdi	10	Merah Bata (Positif 4)		908	702.2	Berhasil	
9		Roni A	10	Hijau (Positif 1)		21.6	21.0	Berhasil	
10		Ardika	10	Merah Bata (Positif 4)		657	657	Berhasil	

Penerbit:
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111
website: http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE
email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net
Telp/Fax: (0651) 7554336

1412 4785