RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI DAN PEMANTAUAN REKAM MEDIS PENYAKIT DIABETES SECARA NON INVASIVE BERBASIS KOMPUTER

Febrisia Lidia¹, Sabar Setiawidayat², Dedi Usman Effendy³

¹Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang

²Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang

³Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang

Email: lidiafeb@gmail.com

Abstrak

Penyakit diabetes melitus harus dipantau secara kontinu dan pemeriksaan kadar gula darah secara invasive (melukai kulit), pasien berpenyakit diabetes sangat berbahaya karena dapat menimbulkan luka yang susah sembuh. Peralatan dalam bidang kedokteran untuk pemeriksaan gula darah dalam tubuh telah mengalami berbagai pengembangan, salah satunya pengukuran gula darah dalam tubuh dengan cara non invasive melalui media urine. Namun hal tersebut kurang akurat, maka diperlukan sensor yang dapat mendeteksi perubahan warna kemudian dibaca nilai RGB nya oleh mikrokontroler. Salah satu sensor warna yang digunakan salah satunya TCS3200 dan mikrokontroler Atmega8. Berbagai penelitian pengukuran kadar gula darah dalam urine hanya ditampilkan pada layar LCD dan tidak menyimpan data hasil pengukuran. Dengan permasalahan yang ada, diperlukan suatu alat yang mengeluarkan hasil output pengukuran kadar gula darah dalam urine dan ditampilkan dengan aplikasi database rekam medis pasien sehingga dapat di monitoring secara kontinu.

Kata Kunci: diabetes, urine strip, sensor warna TCS3200, mikrokontroler Atmega8.

Abstract

Diabetes mellitus must be monitored continuously and check blood sugar levels invasive (injuring the skin), patients with diabetes are very dangerous because it can cause wounds that are difficult to heal. Equipment in the medical field for examining blood sugar in the body has undergone various developments, one of which is the measurement of blood sugar in the body in a non-invasive way through urine media. But this is not accurate, it requires a sensor that can detect color changes and then read the RGB value by the microcontroller. One of the color sensors used is one of them TCS3200 and Atmega8 microcontroller. Various studies on measuring blood sugar levels in urine are only displayed on the LCD screen and do not store measurement data. With the existing problems, we need a tool that outputs the measurement results of blood sugar levels in urine and is displayed with the application of the patient's medical record database so that it can be monitored continuously.

Keywords: diabetes, urine strip, TCS3200 color sensor, Atmega8 microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Seorang pasien yang mengalami penyakit diabetes mellitus dapat dideteksi dengan kandungan glukosa darah. Dalam pemeriksaan untuk pengambilan sampel pasien dilakukan dengan cara *invasive* (melukai tubuh), dimana pengambilan sampel darah dilakukan dengan penusukan melalui jari atau lengan pasien. Jika pasien terdiagnosa DM (Diabetes Melitus) harus segera dilakukan pengontrolan secara rutin karena dapat berakibat amputasi, kebutaan dan efek yang lainnya seperti hipertensi, jantung ataupun gagal ginjal. Infeksi dapat terjadi karena penderita DM tidak bisa memproduksi insulin dalam tubuhnya. Insulin sangat penting dalam penyerapan dan pengolahan glukosa dalam sel-sel tubuh untuk menghasilkan energi. Kekurangan energi pada bagian luka atau sel yang rusak akan menyebabkan penyembuhan yang lama bahkan infeksi [1] [2].

Sebagai alternatif, pendekatan untuk mengukur konsentrasi glukosa dalam cairan tubuh termasuk *urine*, air liur dan cairan air mata memiliki potensi besar untuk diagnosis *non-invasive* (pendiagnosaan penyakit tanpa melukai tubuh pasien) penyakit diabetes. Tes *urine* sebagai diagnosis untuk diabetes telah dilakukan selama lebih seabad. Pada tahun 1941, Divisi Ames Miles Laboratories (seorang dokter bernama Walter Ames Compton), di Elkhart, Indiana, memperkenalkan tablet tes standar untuk gula tertentu yang melibatkan sulfat tembaga yang disebut Larutan Benedict. Salah satunya CLINITEST, tablet dapat ditambahkan ke beberapa tetes *urine* dan warna yang dihasilkan dari biru terang sampai jingga yang mengindikasikan tingkat glukosa dalam *urine*. Uji benedict jika hanya dilakukan dengan cara yang seperti biasa maka data kadar gula yang didapatkan hanya semi kuantitatif, data berupa presentase gula pada *urine*. Sedangkan informasi kadar gula wajib diketahui secara kuantitatif dalam satuan mg/dL. Melihat permasalahan tersebut dilakukanlah penelitian tentang alat ukur kadar gula air *urine* yang direaksikan menggunakan larutan pereduksi glukosa yaitu *reagen benedict* kemudian ditinjau nilai kekeruhannya menggunakan sensor cahaya dan hasil dari pengukuran ditampilkan dengan menggunakan LCD [3][4]. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana membuat dan merancang sistem detektor diabetes secara *non-invasive* sehingga informasinya dapat ditampilkan dalam sebuah *database* rekam medis.

Dari masalah di atas Tujuan dari penelitian ini adalah merancang Sistem Detektor dan Monitoring Rekam Medis Penyakit Diabetes Pada Pasien Secara Non Invasive Berbasis PC. Sehingga dapat menghasilkan detektor diabetes yang dapat mendiagnosis pasien secara *non-invasive* (pendiagnosaan penyakit tanpa melukai tubuh pasien) serta data kadar gula yang dihasilkan memiliki hasil yang kuantitatif yang dapat dilihat dan terekam dalam *database* rekam medis.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes melitus, penyakit gula atau penyakit kencing manis, diketahui sebagai suatu penyakit yang disebabkan oleh adanya gangguan menahun terutama pada sistem metabolisme karbohidrat, lemak dan juga protein dalam tubuh [5].

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan tiga bentuk diabetes mellitus yaitu:

- a. Diabetes mellitus tipe 1
Diabetes mellitus tipe 1 adalah sebuah kondisi tubuh dimana tubuh tidak mampu untuk menghasilkan insulin sendiri sehingga diperlukan injeksi insulin dari luar.
- b. Diabetes mellitus tipe 2
Diabetes mellitus tipe 2 atau sering juga disebut dengan *non insuline dependent diabetes mellitus* (NDDM) merupakan penyakit diabetes yang disebabkan terjadinya resistansi tubuh terhadap efek insulin yang diproduksi sel beta pankreas.
- c. Diabetes mellitus gestasional
Diabetes mellitus gestasional didefinisikan sebagai gangguan toleransi glukosa berbagai tingkat yang diketahui pertama kali saat hamil tanpa membedakan apakah penderita perlu mendapat insulin atau tidak.

2.2 Urine Strip

Urine Test Strip berfungsi untuk mengukur parameter kimia tubuh melalui sampel *urine* bersama alat *urine analysis* Combostik R300 atau dengan pengamatan visual langsung dengan membandingkan hasil pada chart di botol *urine strip* [5].

2.3 Sensor warna TCS3200

TCS3200 merupakan IC yang dapat diprogram yang berguna untuk mengkonversi warna cahaya ke frekuensi dengan *output* berbentuk sinyal kotak. Ada dua komponen utama pembentuk alat ini, yaitu *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi [4].

Gambar 2.1 Konfigurasi Pin TCS3200

2.4 Mikrokontroler Atmega8

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz.

Gambar 2.3 Konfigurasi Pin Atmega8

2.5 Borland Delphi 7

Delphi adalah suatu bahasa pemrograman (*development language*) yang digunakan untuk merancang suatu aplikasi program. Delphi termasuk dalam pemrograman bahasa tingkat tinggi (*high level language*). Maksud dari bahasa tingkat tinggi yaitu perintah-perintah programnya menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh manusia. Bahasa pemrograman Delphi disebut bahasa prosedural artinya mengikuti urutan tertentu.

Sebagian besar pengembang Delphi menuliskan dan mengkompilasi kode program di dalam lingkungan pengembang aplikasi atau *Integrated Development Environment* (IDE). Lingkungan kerja IDE ini menyediakan sarana yang diperlukan untuk merancang, membangun, mencoba, mencari atau melacak kesalahan serta mendistribusikan aplikasi. Sarana-sarana inilah yang memungkinkan pembuatan prototipe aplikasi menjadi lebih mudah dan waktu yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi menjadi lebih singkat [6].

3. METODE

3.1 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.1 blok diagram sistem detektor dan monitoring diabetes terbagi dalam 5 bagian, yaitu *urine strip*, sensor warna TCS3200, IC mikrokontroler Atmega8, USB serial dan PC (*Personal Computer*).

Gambar 3.1 Blok diagram sistem detektor

3.2 Perancangan Hardware

Perancangan dan pembuatan perangkat keras terdiri dari rangkaian mikrokontroler, rangkaian sensor warna dan rangkaian komunikasi serial.

Gambar 3.2 Schematic Keseluruhan Sistem

3.2.1 Rangkaian mikrokontroler Atmega8

Menurut Gambar 3.3 rangkaian mikrokontroler terbagi 3 bagian, yaitu rangkaian downloader, rangkaian reset dan rangkaian kristal.

Gambar 3.3 Rangkaian mikrokontroler

3.2.2 Sensor warna TCS3200

Pin yang terhubung seperti terlihat pada gambar (dihubungkan dengan i/o mikrokontroller pada pin C0 – C5 kecuali pin INT) . khusus pin INT (interrupt) dari sensor dihubungkan dengan input interrupt pada mikrokontroller yaitu dipilih pin D2 yang berfungsi sebagai pin INT0.

Gambar 3.4 Rangkaian sensor warna

3.3 Perancangan software

3.3.1 Perancangan perangkat lunak mikrokontroler

Pada gambar 3.5 ditunjukkan bentuk dari *flowchart* mikrokontroler.

Gambar 3.5 Flowchart mikrokontroler

3.3.2 Perancangan aplikasi *database* rekam medis

Gambar 3.6 Aplikasi *database*

3.4 Pembuatan Perangkat keras

Gambar 3.7 memperlihatkan implementasi dari perangkat yang dirancang

Gambar 3.7 Hasil implementasi alat

3.5 Pembuatan perangkat lunak

Pada gambar 3.8 ditunjukkan hasil tampilan pembacaan mikrokontroler dari sensor, sedangkan tampilan dari aplikasi *database* rekam medis pasien dapat dilihat pada gambar 3.9.

Gambar 3.8 Tampilan nilai RGB

Gambar 3.9 Tampilan aplikasi database rekam medis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *urine strip*, sensor warna dan mikrokontroler

Sistem kerja alat detektor diabetes dimulai dari ketika sensor TCS3200 mendeteksi perubahan warna yang dihasilkan oleh sampel *strip*. Kemudian perubahan warna pada sampel *strip* tersebut dikonversikan menjadi suatu nilai variabel *Red Green Blue* (RGB), dimana nilai yang dihasilkan dapat berbeda-beda berdasarkan tingkat kepekatan warna yang dihasilkan oleh sampel *strip*. Diperlukan waktu lebih kurang ± 5 detik untuk sampel *urine* meresap di *urine strip* sebelum *urine strip* tersebut dimasukkan kedalam detektor sensor warna. Selanjutnya nilai RGB tersebut dibaca dan diolah oleh mikrokontroler untuk dapat mengetahui kadar glukosa yang terkandung pada *urine test strip* tersebut.

Tabel 4.1 Sampel Pasien Pada Saat Puasa

NO	Kode Sample	R	G	B	C
1	CM1	39	48	39	124
2	CM2	56	40	32	128
3	CM3	54	51	41	148
4	CM4	42	61	65	166
5	CM5	43	59	49	155
6	CM6	28	25	18	75
7	CM7	39	65	60	167
8	CM8	43	62	62	163
9	CM9	36	39	31	104
10	CM10	34	29	24	87
11	CM11	51	37	30	118
12	CM12	41	62	64	164
13	CM13	44	68	67	178
14	CM14	44	62	65	166

Tabel 4.2 Sampel Pasien Pada Saat 2 Jam PP Setelah Makan

NO	Kode Sample	R	G	B	C
1	CM1	41	55	56	149
2	CM2	5	49	44	146
3	CM3	42	55	58	149
4	CM4	38	62	56	160
5	CM5	29	22	23	77
6	CM6	37	32	31	102
7	CM7	54	33	26	114
8	CM8	40	59	60	156
9	CM9	33	28	24	85
10	CM10	30	23	24	79
11	CM11	26	18	21	64
12	CM12	43	62	62	164
13	CM13	38	39	28	106
14	CM14	39	54	62	147

4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Gambar 4.2 Tampilan hasil perancangan software

Pengelompokan data hasil sampel *urine* pasien yang telah diukur seperti pada tabel 4.1 dan 4.2, maka dilakukan fungsi logika *fuzzy* dibagi 3 tahap, sebagai berikut:

1. Menentukan input data nilai RGB

Tabel 4.3 Pengelompokkan Nilai RGB

Merah (R) 26→56

Rendah	26	33,5	41
Sedang	33,5	41	48,5
Tinggi	41	48,5	56

Hijau (G) 18→68

Rendah	18	30,5	43
Sedang	30,5	43	55,5
Tinggi	43	55,5	68

Biru (B) 18 →67

Rendah	18	30,25	42,5
Sedang	30,25	42,5	54,5
Tinggi	42,5	54,5	67

2. Menentukan *rule* logika RGB

Hasil dari penentuan pengelompokan pada tabel 4.3, maka dapat menentukan *rule* logika *fuzzy* seperti yang ditampilkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Rule* Logika

NO.	RULE LOGIKA			KATEGORI
	RED	GREEN	BLUE	
1	R	R	R	
2	R	R	S	
3	R	R	T	++++
4	R	S	R	
5	R	S	S	
6	R	S	T	
7	R	T	R	
8	R	T	S	
9	R	T	T	+++
10	S	R	R	
11	S	R	S	
12	S	R	T	
13	S	S	R	
14	S	S	S	
15	S	S	T	++
16	S	T	R	
17	S	T	S	
18	S	T	T	
19	T	R	R	
20	T	R	S	+
21	T	R	T	
22	T	S	R	
23	T	S	S	
24	T	S	T	
25	T	T	R	-
26	T	T	S	
27	T	T	T	

3. Menentukan nilai output

Berdasarkan pada tabel 4.4, maka nilai output *urine strip* ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Output *urine strip* pada Sistem Detektor
Output 0 → 2000

Kategori	Nilai Mg/dl (mmol/L)		
-	0	50	100
+	100	175	250
++	250	375	500
+++	500	750	1000
++++	1000	1500	2000

Setelah pengambilan sampel *urine* pasien dan dilakukannya pengukuran sampel *urine* pada pasien penderita diabetes melitus, maka hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.6 dan 4.7.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran pada saat puasa

NO	RANGE OUPUT ALAT UKUR (mg/dl)	HASIL ALAT UKUR (mg/dl)	KATEGORI	HASIL LAB (mg/dl)	KATEGORI
1	500-750-1000	612	+++	50	+
2	100-175-250	128	+	50	+
3	0-50-100	51	-	49	-
4	100-175-250	150	+	49	-
5	100-175-250	203	+	50	+
6	1000-1500-2000	1077	++++	100	++
7	250-375-500	371	++	49	-
8	100-175-250	141	+	49	-
9	1000-1500-2000	1165	++++	50	+
10	1000-175-250	1538	+	100	+
11	100-175-250	175	+	50	-
12	100-175-250	160	+	49	-
13	0-50-100	68	-	49	-
14	0-50-100	92	-	49	-
JUMLAH		5931		793	
μ = NILAI RATA-RATA		423,64		57	
VARIANCE		234.926,55			
SD		484,692			
SE		129,539			

Tabel 4.7 Hasil pengukuran pada saat setelah 2 jam pp

NO	RANGE OUTPUT ALAT UKUR	HASIL ALAT UKUR	KATEGORI	HASIL ALAT LAB	KATEGORI
1	250-375-500	483	++	49	-
2	0-50-100	90	-	49	-
3	250-375-500	450	++	49	-
4	250-375-500	412	++	49	-
5	1000-1500-2000	1.462	++++	100	++
6	1000-1500-2000	1.017	++++	100	++
7	100-175-250	169	+	49	-
8	250-375-500	266	++	49	-
9	1000-1500-2000	1.538	++++	100	++
10	1000-1500-2000	1.538	++++	100	++
11	1000-1500-2000	1.125	++++	1.000	++++
12	100-175-250	141	+	49	-
13	500-750-1000	970	+++	50	+
14	500-750-1000	631	+++	49	-
JUMLAH		10.292		1.842	
M = NILAI RATA-RATA		735		132	
VARIANCE		259.707,68			
SD		509,615			
SE		136,200			

Tampilan grafik untuk kondisi saat puasa dari tabel. 4.6 dan pada saat setelah 2 jam pp dari tabel 4.7 ditunjukkan pada gambar 4.3 dan gambar 4.4

Gambar 4.3 Grafik hasil perbandingan pada saat puasa

Gambar 4.4 Grafik hasil perbandingan pada saat setelah 2 jam pp

Berdasarkan dari gambar 4.3 dan 4.4, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran pada alat ukur dan alat laboratorium, disebabkan sebagai berikut:

1. Hasil output *urine strip* kondisi normal pada dua alat ini berbeda yaitu kondisi normal pasien yang tidak terdeteksi diabetes termasuk kategori negatif (-) yang ditampilkan pada alat ukur berkisar 50-100 mg/dL (2,5 – 5 mmol/L), sedangkan pada alat *urine analyzer* laboratorium hanya berkisar < 50 mg/dL (dibawah 50).
2. Frekuensi output pada alat ukur lebih besar dibandingkan dengan frekuensi output alat laboratorium yang disebabkan perbedaan hasil output dari kedua *urine strip*.
3. Pada alat laboratorium di saat kondisi sampel *urine* hasil outputnya masuk dalam kategori positif (+) baik itu pada kategori positif 1 (+), positif 2 (++), positif 3 (+++) dan positif 4 (++++). Hanya keluaran nilai saja 50, 100, 300 dan 1000 mg/dL. Sedangkan pada alat ukur di saat kondisi sampel *urine* hasil outputnya bisa bervariasi seperti 128, 1017, 203 dan lain sebagainya dikarenakan fungsi *fuzzy* yang digunakan sehingga kesensitifitas alat ukur sangat tinggi.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang penulis peroleh setelah melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat yang dirancang ini mampu mendeteksi kadar glukosa dalam *urine*.
2. Penggunaan metode *fuzzy* dapat menghasilkan tingkat kategori negatif atau positif penyakit diabetes.

3. Sistem detektor diabetes secara *non invasive* dapat disimpan dalam *database* rekam medis sehingga pengukuran gula darah pada *urine* pasien dapat direkam secara kontinu.
4. Data informasi kadar gula darah pada pasien penyakit diabetes dapat dilihat dan dihitung kadar glukosa dalam *urine* dan terekam dalam *database* rekam medis pasien, sehingga dapat dipanggil kembali bila pasien melakukan monitoring selanjutnya.
5. Sensor warna TCS3200 dapat mendeteksi warna RGB dengan cukup baik sehingga dapat menghasilkan nilai RGB yang dibaca oleh mikrokontroler.
6. Cara menghubungkan komunikasi antara mikrokontroler dengan PC yaitu menggunakan metoda *fuzzy* dan dipresentasikan dengan aplikasi program *Borland Delphi*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. H. Organization, World Health Organization Diabetes Fact Sheet. 2011.
- [2] S. John, The Pursuit Of Noninvasive Glucose: "Hunting The Deceitful Turkey." Ankara, 2011.
- [3] T. K. G. Darah, "Skripsi Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Keperawatan (S.Kep)," p. 125, 2009.
- [4] E. Satria, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Non- Invasive Berbasis Mikrokontroler At89s51 Dengan Mengukur Tingkat Kekeruhan Spesimen Urine Menggunakan Sensor Fotodioda," vol. 2, no. 1, p. 8, 2013.
- [5] T. K. G. Darah, "Skripsi Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Keperawatan (S.Kep)," p. 125, 2009.
- [6] Hendrayudi, Pemrograman Delphi 8.0. Yrama Widya, 2008.