

Implementasi Raspberry Pi Untuk Mendiagnosis Penyakit Diabetes Melitus Melalui Warna Lidah Menggunakan Metode Otsu's Thresholding

Tri Putra Anggara¹, Rizal Maulana², Tibyani³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹putra.anggara036@gmail.com, ²rizal_lana@ub.ac.id, ³tibyani@ub.ac.id

Abstrak

Kesalahan diagnosis menjadi penyebab perawatan dan pengobatan suatu penyakit menjadi tidak sesuai, bahkan menyebabkan kematian. Beberapa penerapan teknologi mampu mengatasi kesalahan diagnosis. Pada umumnya diagnosis menggunakan teknologi memanfaatkan citra sebagai data yang akan diolah. Salah satu penyakit yang dapat didiagnosis menggunakan citra ialah penyakit diabetes melitus. Pada penelitian ini menggunakan citra lidah untuk mendiagnosis penyakit diabetes melitus. Warna dari citra lidah digunakan sebagai parameter yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit diabetes melitus. Proses penentuan penyakit diabetes melitus melalui warna diperoleh dari akuisisi citra menggunakan *webcam* oleh Raspberry Pi dengan metode *Otsu's Thresholding*. Citra lidah sebelum diproses menggunakan *Otsu's Thresholding* dikonversi menjadi *grayscale*, lalu diperbaiki histogramnya dengan metode *Histogram Equalization*. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat mengakuisisi citra, mengkonversi citra berwarna menjadi *Grayscale*, menyamaratakan histogram dengan metode *histogram equalization* dan mampu mendiagnosis penyakit diabetes melitus melalui warna lidah. Hasil dari pengujian akuisisi citra diperoleh hasil 100%, pengujian sistem diagnosis penyakit diabetes melitus terhadap penderita lidah diabetes melitus diperoleh akurasi 80% dan pengujian sistem diagnosis penyakit diabetes melitus terhadap lidah non penderita diabetes melitus diperoleh akurasi sebesar 90%. Waktu komputasi rata-rata selama pengujian terhadap lidah penderita diabetes melitus 0.3 detik dan waktu komputasi rata-rata selama pengujian terhadap lidah non penderita diabetes melitus 0.4 detik.

Kata kunci: *Diagnosis Penyakit, Warna Lidah, Diabetes Melitus, Otsu's Thresholding*

Abstract

Misdiagnosis is the cause of treatment and maintenance of the disease to be inappropriate, perhaps even cause of death. Some technological applications are able to overcome misdiagnosis. In general, diagnosis uses technology used images as data to be processed. One disease that can be diagnosed is diabetes mellitus. In this research tongue images used to diagnose diabetes mellitus. The color of the tongue image is a parameter used to diagnose diabetes mellitus. Tongue image obtained from webcam by Raspberry Pi with the Otsu's Thresholding method. The tongue image before processing uses Otsu's Thresholding, image must be converted into grayscale, then Improves the histogram using the Histogram Equalization method. Based on the test results, the company can acquire images, become Grayscale imagery, generalize histograms by histogram equalization method and be able to diagnose diabetes mellitus through tongue color. The result of testing the acquisition image result was obtained on 100 %, testing the system the diagnosis of diseases diabetes mellitus against patients diabetes mellitus obtained accuracy 80 % and testing the system the diagnosis of diseases diabetes mellitus against patients non diabetics mellitus obtained much as 90 % accuracy. The average of the past computing time towards the tongue diabetics mellitus 0.3 seconds and computing the average of the past time towards the tongue non diabetics mellitus 0.4 seconds.

Keywords: *Disease Diagnosis, Tongue Color, Diabetes Mellitus, Otsu's Thresholding*

1. PENDAHULUAN

Diagnosis suatu penyakit merupakan proses untuk mengetahui penyakit yang dialami seseorang dengan serangkaian tes dan melihat gejala-gejalanya. Namun, pada saat mendiagnosis, bisa saja terjadi beberapa kesalahan diagnosis yang menyebabkan penanganan perawatan dan pengobatan menjadi tidak tepat. Penyebab kesalahan diagnosis disebabkan oleh banyak faktor antara lain keluhan pasien yang tidak khas, penglihatan, dll. Terutama kesalahan diagnosis pada penyakit diabetes melitus, seperti penelitian yang dilakukan oleh University of Surrey menunjukkan 97.3% pasien penderita pankreas didiagnosis menderita diabetes tipe 2 (CNN, 2013). Banyaknya kesalahan diagnosis yang terjadi ini mendorong bidang kesehatan untuk menerapkan teknologi dalam membantu mendiagnosis suatu penyakit,

Penerapan teknologi dalam membantu mendiagnosis telah diterapkan untuk menunjang pelayanan kesehatan maksimal dengan diagnosis yang tepat, cepat dan akurat. Beberapa penggunaan teknologi dalam mendiagnosis penyakit telah banyak diterapkan, diantaranya ialah *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), bekerja dengan merekam gambar potongan organ manusia menggunakan medan magnet berkekuatan 0.064 hingga 1.5 tesla serta menggunakan resonansi getaran terhadap inti atom hydrogen (Sumijan, 2014). *Computer Tomography* (CT) *Scan* digunakan untuk melihat suatu kombinasi dari jaringan, pembuluh darah dan tulang secara bersamaan (Santony, 2014). *Bone Mineral Density* (BMD) digunakan untuk mendiagnosis osteoporosis, menilai resiko patah tulang dan memantau perkembangan respon pasien terhadap pengobatan yang sedang dijalani (Hamdy, 2016). Penerapan teknologi untuk mendiagnosis juga diterapkan dalam mendiagnosis penyakit diabetes melitus.

Diabetes melitus merupakan penyakit yang terjadi pada gangguan metabolisme, dikarenakan pankreas tidak cukup memproduksi insulin atau tubuh kurang bisa memanfaatkan insulin secara efektif, akibatnya kadar gula dalam darah meningkat (Kemenkes, 2014). Diabetes merupakan penyakit yang menjadi penyebab utama kebutaan, serangan jantung, stroke maupun amputasi kaki (South-East Asia Regional Office WHO, 2015). Penderita

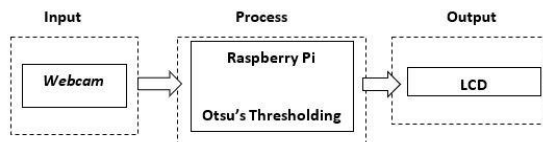
diabetes di Indonesia sejumlah 10 juta jiwa pada tahun 2015 dan merupakan peringkat ke tujuh dunia. Diagnosis penyakit diabetes diantaranya tes plasma acak, tes puasa gula darah, tes toleransi glukosa oral (Baynest, 2015). Beberapa cara untuk mendiagnosis tersebut memerlukan waktu yang lama dan rasa sakit yang ditimbulkan ketika pengambilan sampel darah. Mengatasi hal tersebut penelitian ini menggunakan citra sebagai data yang akan diteliti.

Pengolahan citra dalam mendiagnosis suatu penyakit telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya penelitian yang berjudul "Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Citra Rontgen Dengan Metode Segmentasi Sobel", menggunakan hasil rontgen paru-paru dideteksi tepi menggunakan operator sobel dengan matriks 3x3 (Rahmadewi, 2016). Penelitian kedua berjudul "Analisis Citra Sinar-X Tulang Menggunakan Metode Thresholding Otsu Untuk Identifikasi Osteoporosis" oleh Nabella (2013) citra sinar-x tulang tangan dilakukan thresholding menggunakan otsu thresholding. Penelitian terakhir yang berjudul "Detecting Diabetes Melitus and Nonproliferative Diabetic Retinopathy Using Tongue Color, Texture, and Geometry Features" oleh Zhang (2014), menggunakan warna lidah, tekstur lidah dan fitur geometri untuk mendiagnosis penyakit diabetes melitus.

Pada penelitian ini dalam pengolahan citra, penulis merancang warna lidah guna mendiagnosis penyakit diabetes menggunakan metode Otsu's Tresholding. Sebelum dilakukan proses Otsu's Thresholding dilakukan pengkonversian citra warna RGB ke *Grayscale*. Hasil citra akan lebih maksimal dengan perbaikan citra dengan menggunakan *Histogram Equalization* sehingga penyebaran citra menjadi rata dan kondisi citra makin tajam setelah itu dilakukan perhitungan nilai threshold menggunakan Otsu's Tresholding. Pada Otsu's Tresholding perhitungan threshold dilakukan secara otomatis berdasarkan citra lidah penderita diabetes. Analisis diskriminan merupakan pendekatan yang digunakan pada metode Otsu's Tresholding, dengan menentukan suatu variable yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Untuk memisahkan objek dengan latar belakang analisis diskriminan akan memaksimumkan variable tersebut.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Gambaran Umum Sistem

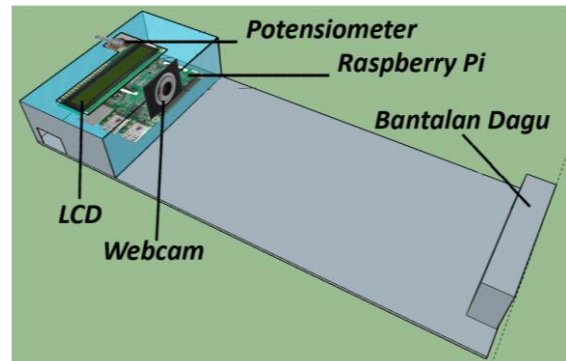


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sistem Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Warna Lidah Dengan Metode Otsu's Thresholding ialah sistem yang dapat mendiagnosis diabetes melitus, dengan parameter berupa warna lidah. Akuisisi Citra Lidah menggunakan USB Webcam dengan resolusi 2 MP. Warna lidah menurut *Traditional Chinese Medicine* mengandung status kesehatan dan informasi fisik. Berdasarkan parameter tersebut dapat dilakukan segmentasi pada Raspberry Pi dengan menggunakan metode *Otsu's Thresholding*. Sistem ini membantu permasalahan tingkat objektifitas yang rendah dalam mendiagnosis, karena pada umumnya diagnosis penyakit diabetes dilihat melalui tanda-tanda klinis dan gejala yang timbul saja. Pada *Otsu's Thresholding* perhitungan *threshold* dilakukan secara otomatis berdasarkan citra lidah penderita diabetes. Analisis diskriminan merupakan pendekatan yang digunakan pada metode *Otsu's Thresholding*, dengan menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Untuk memisahkan objek dengan latar belakang analisis diskriminan akan memaksimalkan variable tersebut. Dengan demikian, penggunaan metode *Otsu's Thresholding* pada sistem ini sesuai untuk mendiagnosis penyakit diabetes melalui warna lidah. Hasil dari pengolahan sistem ini akan secara otomatis ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD).

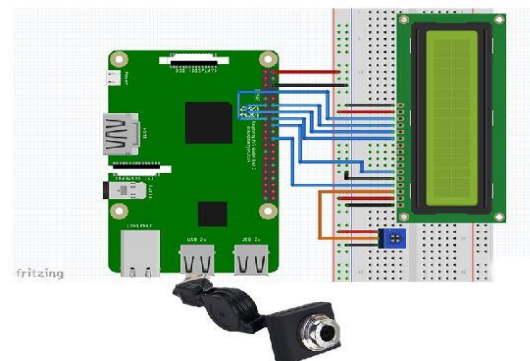
2.2 Perancangan Sistem

Dalam melakukan perancangan prototype Sistem Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus melalui Warna Lidah ini perlu diperhatikan peletakkan tiap-tiap komponen serta ukuran alat yang akan dikembangkan. Pembuatan desain sistem dirancang menggunakan aplikasi SketchUp Pro 2018 untuk menggambarkan *prototype*.



Gambar 2. Desain Prototype Alat

Pada Gambar 2 terlihat bahwa LCD diletakkan pada bagian atas prototype untuk memudahkan pengguna agar mengerti proses-proses apa saja yang sedang berlangsung, peletakkan kamera bertepatan lurus dengan bantal dagu agar gambar yang terakuisisi tepat pada bagian lidah dari pengguna. Raspberry Pi diletakkan dibagian dalam kotak untuk menghindari guncangan yang dapat melepas kabel-kabel yang terhubung ke tiap-tiap perangkat sistem selain itu untuk menghindari debu.



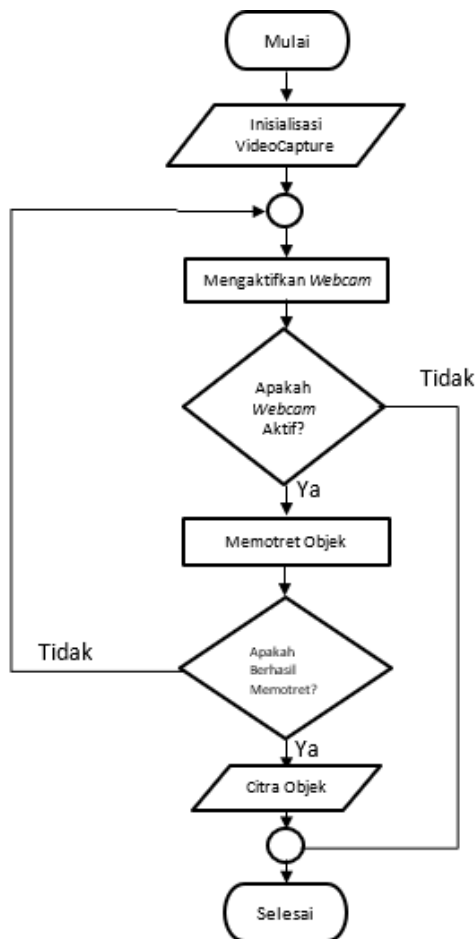
Gambar 3. Skematik Perancangan Sistem

Gambar 3 merupakan skematik perancangan sistem. Webcam sebagai perangkat untuk mengakuisisi citra lidah pengguna yang akan didiagnosis warna lidahnya. Webcam dihubungkan pada Port USB Raspberry Pi. LCD digunakan sebagai antarmuka antara pengguna dengan sistem, LCD terhubung pada pin-pin GPIO Raspberry Pi.

2.3 Perancangan Akuisisi Citra

Pada perancangan akan memanggil library webcam lalu webcam mulai mengambil gambar. Untuk proses akuisisi citra pada sistem ini hal pertama yang dilakukan menginisialisasi fungsi VideoCapture, lalu mengaktifkan webcam. Pengkondisian mengecek keaktifan webcam, jika webcam aktif maka webcam akan memotret objek, jika tidak maka selesai. Kemudian memotret objek, pengkondisian webcam

memotret objek, jika berhasil memotret objek maka citra objek terambil, jika tidak maka akan memeriksa keaktifan kamera. Hal ini terus dilakukan perulangan hingga semua data terakuisisi. Proses akuisisi citra dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Perancangan Akuisisi Citra

Hasil akuisisi citra ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Hasil Akuisisi Citra

2.4 Perancangan Konversi Citra RGB ke Grayscale

Perancangan ini berfungsi untuk mengubah citra RGB yang telah diambil kemudian diubah

menjadi citra grayscale. Untuk proses konversi RGB ke grayscale pada sistem ini hal pertama yang dilakukan menginput berupa citra objek, lalu mengkonversi citra RGB menjadi single channel. Berikut merupakan perhitungan konversi RGB menjadi *single channel*:

Langkah 1

Membaca nilai RGB keseluruhan piksel dari citra objek

Langkah 2

Menghitung konversi RGB ke *Grayscale* dengan metode *average*.

$$\text{Grayscale} = (R+G+B)/3 \quad (1)$$

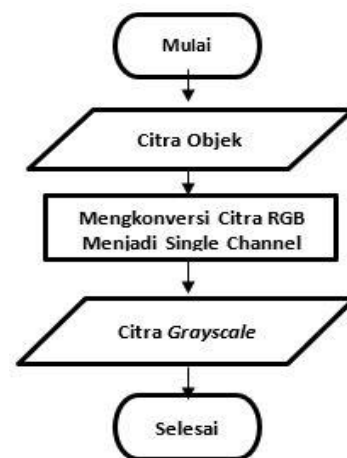
Keterangan:

R= Red

G= Green

B=Blue

Keluaran dari proses ini berupa Citra Grayscale. Proses konversi citra RGB ke Grayscale ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. Diagram Alir Perancangan Konversi RGB ke Grayscale

Hasil akuisisi citra ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Hasil Konversi Citra RGB ke Grayscale

2.5 Perancangan Histogram Equalization

Histogram Equalization merupakan metode untuk memproses gambar untuk menyesuaikan kontras gambar dengan memodifikasi distribusi intensitas histogram. Pengolahan pemerataan histogram bergantung pada penggunaan cumulative distribution function (CDF). Untuk proses histogram equalization sistem ini hal pertama yang dilakukan menginput berupa citra objek grayscale, lalu menentukan nilai minimum histogram. Melakukan operasi pembagian berdasarkan nilai minimum histogram, setelah dibagi maka akan terdapat pada tingkatan-tingkatan keabuan yang berbeda-beda, tiap-tiap tingkatan keabuan dikelompokkan dalam satu partisi histogram. Tiap partisi histogram ini dilakukan operasi Histogram Equalization satu persatu. Berikut merupakan perhitungan *Histogram Equalization*:

Langkah 1

Membaca nilai intensitas beserta jumlah frekuensi munculnya intensitas tersebut menurut histogram dari citra *Grayscale*

Langkah 2

Menghitung probabilitas dari masing-masing nilai intensitas

$$P = \frac{I}{\sum F} \tag{2}$$

Langkah 3

Menghitung kumulatif probabilitas dari masing-masing intensitas

$$K P = P_{I \text{ sebelumnya}} + P_{I \text{ setelahnya}} \tag{3}$$

Langkah 4

Mengkalikan nilai K P dengan maksimum intensitas

$$K P \times 255 \tag{4}$$

Langkah 5

Melakukan pembulatan hasil perkalian menggunakan fungsi Floor

$$\lfloor K P \times 255 \rfloor \tag{5}$$

Keterangan:

I= Intensitas

F= Frekuensi

K P=Kumulatif Probabilitas

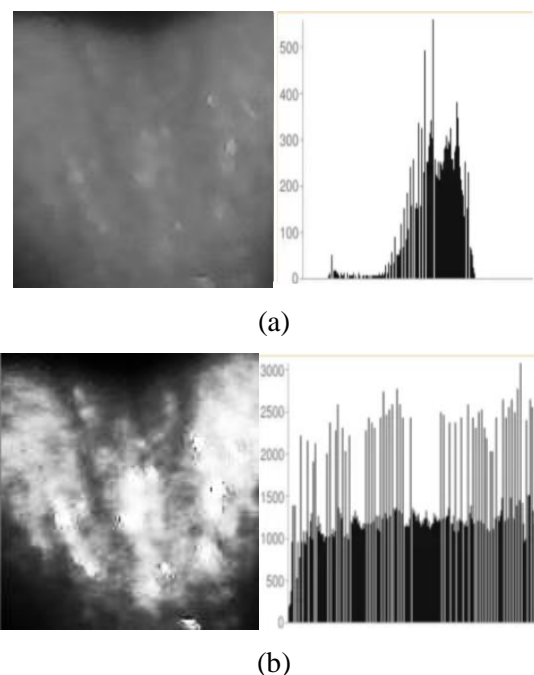
Pi= Probabilitas pada intensitas ke-i

Proses *Histogram Equalization* ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Diagram Alir Histogram Equalization

Hasil histogram equalization ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9. Hasil Histogram Equalization:
 a. Sebelum *Histogram Equalization*;
 b. Setelah *Histogram Equalization*

2.6 Perancangan Otsu's Thresholding

Tujuan dari metode otsu adalah membagi histogram citra gray level kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa membutuhkan bantuan user untuk memasukkan nilai ambang. Metode otsu melakukan analisis diskriminan dengan menentukan suatu variable dengan membedakan antara dua atau lebih kelompok secara alami. Metode otsu dimulai dengan normalisasi histogram citra sebagai fungsi probability discrete density. Untuk proses Otsu's thresholding pada sistem ini hal pertama yang dilakukan menginput berupa citra histogram equalization, lalu menghitung histogram dan probabilitas dari tiap-tiap intensitas. Dari hasil perhitungan histogram dan probabilitas tiap intensitas diketahui nilai $\omega_i(0)$ dan $\mu_i(0)$, dengan nilai ini digunakan untuk mencari nilai threshold dari semu intensitas 0 sampai 255. Memperbarui nilai $\omega_i(0)$ dan $\mu_i(0)$, menetapkan nilai threshold sesuai dengan yang diinginkan. Menggunakan perkondisian biner pada citra yang tersegmentasi. Berikut merupakan perhitungan *Otsu's Threhsolding*:

Langkah 1

Membaca nilai intensitas beserta jumlah frekuensi munculnya intensitas tersebut menurut histogram dari citra *Histogram Equalization*

Langkah 2

Menghitung background

$$W_B = \frac{\text{sum}(Fi)}{\text{total frekuensi background}} \tag{6}$$

$$\mu_B = \frac{\Sigma(ixF)}{\text{total intensitas background}} \tag{7}$$

$$\sigma_B^2 = \frac{((i-\mu_B)^2 x Fi)}{\text{total Frekuensi background}} \tag{8}$$

Langkah 3

Menghitung foreground

$$W_F = \frac{\text{sum}(Fi)}{\text{total frekuensi foreground}} \tag{9}$$

$$\mu_F = \frac{\Sigma(ixF)}{\text{total intensitas foreground}} \tag{10}$$

$$\sigma_F^2 = \frac{((i-\mu_F)^2 x Fi)}{\text{total Frekuensi foreground}} \tag{11}$$

Langkah 4

Menghitung *Within-Class Variance*

$$\sigma_{WC}^2 = (W_B \times \sigma_B^2) + (W_F \times \sigma_F^2) \tag{12}$$

Langkah 5

Memilih threshold yang memiliki *within-class variance* paling kecil.

Proses *Otsu's Thresholding* ditunjukkan pada Gambar 10



Gambar 10. Diagram Alir Otsu's Thresholding

2.7 Implementasi

Pada implementasi akan dijelaskan proses merealisasikan hasil perancangan agar menjadi sebuah sistem yang pantas untuk digunakan. Sistem ini dilengkapi berbagai komponen dan memiliki fungsi yang berbeda-beda, LCD untuk menampilkan program yang sedang berlangsung hingga menampilkan hasil keluaran program, Web Camera digunakan untuk mengambil citra lidah, fungsi konversi RGB ke Grayscale berguna untuk mengubah citra lidah dengan susunan warna RGB menjadi keabu-abuan, histogram equalization memperbaiki histogram agar lebih merata dari citra grayscale, penerapan metode Otsu's Thresholding untuk memisahkan objek selain lidah dan mendapatkan nilai ambang batas warna citra lidah penderita diabetes, yang terakhir ialah Raspberry Pi berfungsi sebagai otak dari

system yang gunanya untuk mengambil data, mengolah lalu menampilkan proses yang sedang berlangsung dan menampilkan hasil keluaran program. Implementasi webcam dengan Raspberry Pi dimana webcam yang telah dirangkai sesuai dengan perancangan diletakkan dibagian luar dari kotak begitu juga dengan LCD yang dihubungkan ke kaki-kaki GPIO Pin Raspberry Pi melalui kabel jumper. Hasil implementasi dapat dilihat pada Gambar 11



Gambar 11. Implementasi antar Raspbery Pi, Webcam, dan LCD

3 PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Pengujian Fungsionalitas Kamera

Pengujian fungsionalitas kamera untuk mengetahui kamera dapat bekerja dengan baik dalam pengambilan gambar lidah. Hasil pengujian pada fungsionalitas kamera yaitu mengambil gambar 10 lidah orang yang berbeda, untuk melakukan pengujian ini, kamera akan mengambil gambar. Pengujian fungsionalitas kamera dikatakan berhasil jika kamera mampu mengambil gambar. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas Kamera

Pengambilan Gambar ke-	Keterangan
1	Berhasil
2	Berhasil
3	Berhasil
4	Berhasil
5	Berhasil
6	Berhasil
7	Berhasil
8	Berhasil
9	Berhasil
10	Berhasil

Hasil Pengujian 10 pengambilan gambar ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Pengujian Akuisisi Citra

Hasil pengujian akuisisi 10 citra yang telah dilakukan dapat dihasilkan persentase nilai keberhasilan dengan menggunakan rumus. Hasil perhitungan sebagai berikut:

Nilai Persentase Pengambilan Gambar:

$$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian fungsionalitas kamera dapat disimpulkan berhasil karena memiliki persentase sebesar 100%.

3.2 Pengujian Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus

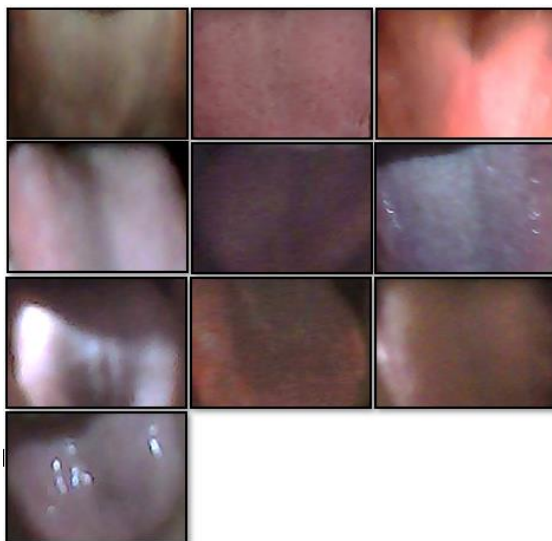
Pengujian Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus dibutuhkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mendiagnosis penyakit diabetes melitus. Tahap ini terdapat 2 kondisi, kondisi pertama yaitu 10 lidah orang penderita diabetes dan kondisi kedua 10 lidah orang yang tidak menderita diabetes. Kedua kondisi ini akan diambil gambar lidahnya masing-masing sebanyak 10 orang, lalu sistem akan mengolah.

Sistem melakukan pengujian pada 20 data uji. 10 lidah penderita diabetes melitus ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Citra Data Uji Lidah Penderita Diabetes Melitus

10 lidah penderita diabetes melitus ditampilkan pada Gambar 14



Gambar 14. Citra Data Uji Lidah Non Penderita Diabetes Melitus

Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Diagnosis Penyakit Diabetes

Data ke-	Kondisi Yang Sebenarnya	Kondisi Yang Terdiagnosis Sistem	Keterangan
1	Diabetes	Non Diabetes	Gagal
2	Diabetes	Diabetes	Berhasil
3	Diabetes	Diabetes	Berhasil
4	Diabetes	Diabetes	Berhasil
5	Diabetes	Diabetes	Berhasil

Tabel 2 (lanjutan)

Data ke-	Kondisi Yang Sebenarnya	Kondisi Yang Terdiagnosis Sistem	Keterangan
6	Diabetes	Diabetes	Berhasil
7	Diabetes	Diabetes	Berhasil
8	Diabetes	Non Diabetes	Gagal
9	Diabetes	Diabetes	Berhasil
10	Diabetes	Diabetes	Berhasil
11	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
12	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
13	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
14	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
15	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
16	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
17	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
18	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil
19	Non Diabetes	Diabetes	Gagal
20	Non Diabetes	Non Diabetes	Berhasil

Pengujian ini melibatkan 10 lidah penderita diabetes dan 10 lidah non penderita diabetes melitus. Dari 10 Lidah penderita diabetes melitus sistem dapat mendiagnosis penyakit diabetes melitus sebanyak 8 orang dan dari 10 Lidah penderita non diabetes melitus sistem dapat mendiagnosis yang tidak menderita penyakit diabetes melitus sebanyak 9 orang. Dari hasil pengujian dapat dihitung nilai akurasi persentase tingkat kesalahan dari sistem yang dirancang. Rumus menghitung nilai persentase akurasi dapat dilihat pada hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Akurasi: } \frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$$

Kesalahan sistem dalam melakukan diagnosis dikarenakan 40 data latih memiliki pencahayaan yang tidak stabil. Hal ini telah dibuktikan dengan hasil analisa yang peneliti lakukan dengan mengakuisisi citra dengan kondisi penerangan yang sama untuk setiap data latih, hasilnya menunjukkan sistem mampu lebih akurat dalam mendiagnosis penyakit diabetes melitus.

3.3 Pengujian Waktu Eksekusi Program

Pengujian waktu eksekusi perintah atau waktu komputasi dari pemrosesan sistem dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan

perintah yang diberikan oleh *user*, perintah yang akan diuji eksekusi perintahnya ialah perintah akuisisi citra dan perintah diagnosis penyakit diabetes melitus pada lidah penderita dan lidah non penderita. Hasil pengujian pertama dilakukan pada perintah akuisisi citra. Pengujian ini akan menunjukkan waktu eksekusi dari setiap perintah. Sampel data yang digunakan terdapat 10 kali menjalankan setiap perintah. Hasil pengujian pertama ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Eksekusi Akuisisi Citra

Akuisisi Citra ke-	Waktu Eksekusi (ms)
1	851.302
2	993.238
3	995.143
4	844.539
5	973.503
6	846.191
7	1000.632
8	995.441
9	994.068
10	877.662
Rata-rata	937.1719

Berdasarkan hasil pengujian akuisisi citra dengan 10 kali pengujian diatas, didapatkan rata-raa waktu yang dibutuhkan untuk eksekusi perintah akuisisi citra ialah 937.1719 ms.

Pengujian kedua dilakukan pada perintah diagnosis penyakit diabetes melitus yang terdiri dari konversi citra RGB ke Grayscale, Histogram Equalization dan Otsu's Thresholding. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu eksekusi perintah diagnosis penyakit diabetes melitus. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Eksekusi Program Diagnosis Diabetes

Akuisisi Citra ke-	Konversi RGB ke Grayscale (ms)	Histogram Equalization (ms)	Otsu Thresholding (ms)
1	5.756	25.802	393.098
2	7.749	8.164	369.256
3	16.659	7.878	235.437
4	7.288	6.362	262.347
5	7.582	7.329	232.935

Tabel 4 (lanjutan)

Akuisisi Citra ke-	Konversi RGB ke Grayscale (ms)	Histogram Equalization (ms)	Otsu Thresholding (ms)
6	6.241	6.469	230.653
7	9.291	11.74	333.612
8	8.27	9.918	342.613
9	8.396	9.36	437.988
10	8.379	9.661	343.339
11	24.344	38.193	341.091
12	11.38	14.035	245.336
13	14.24	20.909	333.598
14	11.177	13.932	343.319
15	10.353	14.629	236.236
16	10.277	14.323	353.027
17	18.514	27.52	369.627
18	46.933	73.148	445.982
19	37.677	62.217	442.798
20	41.884	43.116	441.559
Rata-rata	8.5611	10.2684	318.1278

Pengujian ini menghasilkan rata-rata waktu untuk eksekusi perintah RGB to Grayscale ialah 8.5611 ms, sedangkan rata-rata waktu untuk eksekusi perintah Histogram Equalization ialah 10.2684 ms dan rata-rata waktu untuk perintah Otsu's Thresholding ialah 318.1278 ms. Pada perintah Otsu's Thresholding memiliki rata-rata yang lebih tinggi karena perintah Otsu's Thresholding memiliki perhitungan yang lebih banyak dibandingkan perintah RGB to Grayscale dan Histogram Equalization.

4 PENUTUP

Sistem diagnosis penyakit diabetes melitus warna lidah dengan menggunakan metode Otsu's Thresholding dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, terbukti dengan sistem dapat mendiagnosis penyakit dibetes melitus dan dan non-diabetes melitus. Diagnosis penyakit diabetes melitus terhadap lidah penderita diabetes melitus dan lidah non penderita diabetes melitus memperoleh hasil akurasi sebesar 85%. Waktu eksekusi program mendiagnosis penyakit diabetes terhadap lidah penderita diabetes dan lidah non penderita diabetes rata-rata waktu 8.5611 ms, program Histogram Equalization

memiliki rata-rata waktu eksekusi sebesar 373.5569 ms.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk penelitian selanjutnya, saran pengembangan ialah akuisisi citra lidah dibuat dengan kondisi tertutup sehingga kondisi tiap-tiap citra mendapat perlakuan yang sama terutama dari segi pencahayaan. Sistem juga dikembangkan dengan menggunakan metode jaringan syaraf untuk membandingkan metode manakah yang mempunyai tingkat keakuratan yang lebih tinggi.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Baynest, Habtamu. 2015. Classification, Pathophysiology, Diagnosis and Management of Diabetes Melitus. *Journal of Diabetes and Metabolism*. University of Gondhar.
- CNN Indonesia. 2017. Studi Ungkap Kesalahan Diagnosis Penderita Diabetes Tipe 3 (*online*), (cnnindonesia.com/gaya-hidup/20171031112425-255252373/studi-ungkap-kesalahan-diagnosis-penderita-diabetes-tipe-3, diakses 26 November 2018).
- Hamdy, 2016. *Bone Mineral Density and Fractures*. Journal of Clinical Densitometry. (Diterima untuk publikasi Mei 2016).
- InfoDATIN, Kementerian Kesehatan, 2014, *Situasi dan Analisis Diabetes*. Jakarta: Kemetrian Kesehatan RI Pusat Data dan Informasi.
- Nabella, dkk., 2013. *Analisis Citra Sinar-X Tulang Tangan Menggunakan Metode Thresholding Otsu Untuk Identifikasi Osteoporosis*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Notosiswoyo dan Suswanti, 2004. *Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI) Sebagai Sarana Diagnosa Pasien*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Ramadhani, Putri, 2006. *Elektronika Kedokteran "CT Scanner"*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Universitas Gunadarma.
- Zhang, Bob, 2014. *Detecting Diabetes Mellitus and Nonproliferative Diabetic Retinopathy sing Tongue Color, Texture, and Geometry*. IEEE.
- Sumijan 2014 Analisis Citra CT SCAN/MRI Untuk Prediksi Jenis Cedera Otak Dengan Metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) Depok: