

ANALISIS KORELASI KEMERAHAN WARNA CITRA KELOPAK MATA DALAM BAGIAN BAWAH DENGAN HEMOGLOBIN DARAH

THE CORRELATION ANALYSIS BETWEEN REDNESS INSIDE-LOWER EYELID IMAGE AND THE AMOUNT OF HEMOGLOBIN IN THE BLOOD

¹Anak Agung Gede Mahendra Kusuma ²Iwan Iwut ³Hilman Fauzi

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹gungmahendra@students.telkomuniversity.ac.id ²iww@telkomuniversity.ac.id ³hif@gmail.com

ABSTRAK

Banyak orang memiliki kemungkinan menderita anemia atau bahkan sedang dalam kondisi anemia namun tidak menyadarinya. Hal ini mungkin karena dampak-dampak awal gejala anemia yang dianggap remeh atau mungkin karena tidak sempat memeriksakan diri ke dokter. Anemia harus segera dicegah atau diatasi agar tidak semakin parah dan memberi dampak yang fatal. Saat ini pendeteksian anemia banyak dilakukan melalui uji lab yang bersifat invasive. Hal ini tentunya menyakitkan saat pengambilan sample darah. Adapun cara lain untuk mendeteksi anemia yang bersifat non-invasive, yaitu dengan melihat kemerahan warna dari bagian dalam kelopak mata bawah. Apabila kemerahannya kurang dan terlihat berwarna pucat maka itu berarti anemia. Cara seperti ini sudah banyak dilakukan oleh praktisi kesehatan pada umumnya, namun dalam kenyataannya penilaian dengan cara melihat seperti itu tentu bersifat subjektif karena kemampuan pengelihatannya dan penilaian setiap orang berbeda-beda. Pada tugas akhir ini penulis akan melakukan analisis tentang hubungan antara kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah pada seseorang. Berdasarkan hasil analisis, kemudian dibuat suatu sistem pengukur kadar hemoglobin darah melalui citra kelopak mata dalam bagian bawah berbasis pengolahan citra digital. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat menghitung jumlah hemoglobin dalam darah seseorang melalui citra kelopak mata dalam bagian bawah dengan rata-rata akurasi sebesar 46,25%, serta dapat menentukan normal atau tidaknya kadar hemoglobin yang terdapat dalam darah seseorang dengan rata-rata akurasi sebesar 83,75%.

Kata kunci : hemoglobin, korelasi, non-invasive.

ABSTRACT

Many people have a possibility to suffer from anemia or even already anemic but not realize it. This may be due to the effects of early symptoms of anemia are taken for granted or perhaps because they have no time to go to the doctor. Anemia should be prevented or overcome in order not getting worse and make a fatal impact. Nowadays the detection of anemia is mostly done through invasive lab tests. This is certainly hurts when taking a blood sample. There is another way to detect anemia which is non-invasive, it's to look at the reddish color of the inside-lower eyelid. If the reddish less and look pale then it means anemia. This is already done by many health practitioners in general, but in reality the assessment by looking would be subjective because the assessment capability by looking of each person is different. In this final project the author will analyze the correlation between the reddish color of the inside-lower eyelid with the amount of hemoglobin in a person's blood. Based on the analysis, and then the author will create a system of measuring blood hemoglobin levels through the inside-lower eyelid image based on digital image processing. From the testing results, it can be concluded that the system can calculate the amount of hemoglobin in the blood through the inside-lower eyelid image with an average accuracy of 46,25%, and can determine whether normal or not the levels of hemoglobin that contained in the person's blood with an average accuracy of 83,75%.

Keywords: anemia, hemoglobin, non-invasive

1. Pendahuluan

Anemia merupakan suatu kondisi saat jumlah sel darah merah atau jumlah hemoglobin darah (protein pembawa oksigen) dalam sel darah merah berada di bawah normal. Saat ini pendeteksian anemia banyak dilakukan melalui uji lab yang bersifat invasive yaitu dengan pengambilan sample darah kemudian ditentukan jumlah hemoglobinnnya. Hal ini tentunya menyakitkan saat pengambilan sample darah. Adapun cara mudah untuk mendeteksi anemia yaitu dengan melihat kemerahan warna dari bagian dalam kelopak mata bawah. Apabila kemerahannya kurang dan terlihat pucat maka itu berarti anemia. Cara seperti ini sudah banyak dilakukan oleh praktisi kesehatan pada umumnya, namun dalam kenyataannya penilaian dengan cara melihat seperti itu tentu bersifat subjektif karena kemampuan pengelihatannya dan penilaian setiap orang berbeda-beda.

Berdasarkan pada permasalahan tersebut penulis akan melakukan analisis tentang hubungan antara kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah. Hasil dari penelitian ini

diharapkan dapat dimanfaatkan oleh semua orang khususnya dibidang kesehatan untuk dapat mendeteksi hemoglobin dalam darah yang bersifat non-invasive. Berdasarkan pada hal tersebut maka dirumuskan beberapa permasalahan yaitu Bagaimana melakukan analisis korelasi antara kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah? Apakah ada hubungan yang kuat antara kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah? Apakah cara mendeteksi anemia dengan melihat kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah cukup baik dan akurat untuk diimplementasikan? serta bagaimana cara menentukan jumlah hemoglobin melalui citra kelopak mata dalam bagian bawah?

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1 Darah

Darah adalah organ khusus yang berbeda dengan organ lain karena berbentuk cairan. Darah beredar dalam system vascular, mengangkut oksigen dari paru dan nutrient dari saluran cerna ke jaringan lain di seluruh tubuh. Darah juga membawa Karbondioksida dari jaringan ke paru dan limbah bernitrogen ke ginjal untuk dikeluarkan dari tubuh. Salah satu bagian darah adalah eritrosit yang mengandung hemoglobin. Hemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen, satu gram hemoglobin akan bergabung dengan 1,34 ml oksigen. Oksihemoglobin merupakan hemoglobin yang berkombinasi/berikatan dengan oksigen. Tugas akhir dari hemoglobin adalah menyerap karbondioksida dan ion hydrogen serta membawanya ke paru tempat zat-zat tersebut dilepaskan dari hemoglobin. [2,3]

2.1.2 Anemia

Anemia adalah kondisi dimana konsentrasi hemoglobin atau massa sel darah merah berada di bawah normal. Anemia menyebabkan penurunan kapasitas pengangkutan oksigen oleh darah dan berkurangnya supply oksigen ke jaringan tubuh. Penyebab anemia yaitu peningkatan kehilangan atau kerusakan sel darah merah, atau penurunan tingkat produksi sel darah merah yang signifikan. [4-6]

2.2 Teori Dasar Citra Digital

Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red (R)*, *green (G)*, dan *blue (B)*. Ketiga warna tersebut dinamakan **warna pokok (primaries)**, dan sering disingkat sebagai warna dasar *RGB*. [7,9]

Model HSV menunjukkan ruang warna dalam bentuk tiga komponen utama yaitu *hue*, *saturation* dan *value* (atau disebut juga *brightness*). *Hue* menunjukkan jenis warna (seperti merah, biru, atau kuning). Saturasi (*saturation*) adalah ukuran seberapa besar kemurnian dari warna tersebut. Sebagai contoh suatu warna yang semuanya merah tanpa putih adalah saturasi penuh. Jika ditambahkan putih ke merah, hasilnya menjadi lebih berwarna-warni dan warna digeser dari merah ke merah muda (*pink*). Komponen ketiga dari HSV adalah *value* yaitu ukuran seberapa besar kecerahan dari suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna. [8]

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai baguan RED=GREEN=BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan, dan putih. Tingkatan keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra *grayscale* berikut memiliki kedalaman warna 8bit (256 kombinasi warna keabuan). [8]

Citra biner (*binary image*) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. *Pixel-pixel* objek bernilai 1 dan *pixel-pixel* latar belakang bernilai 0. Pada waktu menampilkan gambar, 0 adalah putih dan 1 adalah hitam. Jadi, pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan objek berwarna hitam. [7]

2.2 Analisis Korelasi, Regresi dan Scatter Diagram

Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih, yang ditemukan oleh Karl Pearson pada awal 1900. Oleh sebab itu terkenal dengan sebutan Kolerasi *Pearson Product Moment (PPM)*. Korelasi merupakan suatu hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

Cara untuk menghitung nilai koefisien korelasi (*r*) adalah :

$$r = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{\sum x_i^2} \cdot \sqrt{\sum y_i^2}} ; x_i = X_i - \bar{X} ; y_i = Y_i - \bar{Y} \quad (1)$$

atau

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 (\sum x)^2 - \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (2)$$

Kedua rumus ini disebut **Koefisien korelasi Pearson**.

Setelah melakukan analisis korelasi, tahap selanjutnya adalah menggunakan grafik untuk menempatkan data yang tersedia. Grafik ini disebut **Diagram Pencar** (atau ada juga yang menyebutnya Diagram Tebaran), yang menunjukkan titik-titik tertentu. Setiap titik memperlihatkan suatu hasil yang kita nilai sebagai variabel tak bebas (dependent) maupun bebas (independent). **Diagram Pencar ini memberi 2 manfaat** yaitu : (1) Membantu menunjukkan apakah terdapat hubungan yang bermanfaat antara kedua variabel, (2) Membantu menetapkan tipe persamaan yang menunjukkan hubungan antara kedua variabel tersebut.

Apabila dua variabel X dan Y mempunyai hubungan, maka nilai variabel X yang sudah diketahui dapat dipergunakan untuk memperkirakan/menaksir atau meramalkan Y. Analisis regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih atau mendapatkan pengaruh antara variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya atau meramalkan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya.

Langkah-langkah menghitung persamaan regresi : [10,11]

1. Hitung b dan a dengan rumus

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (4)$$

atau

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (5)$$

2. Masukkan nilai a dan b ke dalam persamaan regresi

$$Y = a + bX \quad (6)$$

2.4 Gambaran Umum

Secara umum proses kerja pada penelitian ini dibagi menjadi lima, yaitu proses pertama melakukan pengumpulan data di laboratorium IMV Universitas Telkom. Proses kedua yaitu proses pengolahan data citra untuk mendapatkan output berupa tingkat kemerahan warna kelopak mata dalam bagian bawah. Proses ketiga yaitu melakukan analisis korelasi antara kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah. Selanjutnya proses keempat dilakukan perancangan dan implementasi sistem. Dan terakhir proses kelima akan dilakukan proses pengujian sistem. Proses kerja pada penelitian ini secara umum dapat digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut :



Gambar 1. Blok diagram gambaran umum penelitian

2.5 Pengumpulan Data

Adapun data yang dikumpulkan yaitu berupa :

1. Sample darah responden
2. Foto kelopak mata dalam bagian bawah responden

Tata laksana pengambilan data :

1. Mengambil sample darah responden dan menghitung jumlah hemoglobinnya dengan menggunakan alat *Hb Hemoglobin Testing System*.
2. Mengambil foto kelopak mata dalam bagian bawah dengan menggunakan kamera mikroskop digital. Dalam pengambilan foto kelopak mata dalam bagian bawah, sebelumnya telah diatur susunan alat dan ditetapkan beberapa hal sebagai berikut.
 - Dengan menggunakan Lux meter digital , intensitas cahaya dalam ruangan diukur dan diatur sebesar 750 lux. Selanjutnya kondisi ini ditetapkan selama pengumpulan data foto kelopak mata dalam bagian bawah.
 - Posisi kamera mikroskop diatur sedemikian rupa dengan bantuan *holder* untuk memegang kamera dengan ketinggian serta jarak tertentu. Posisi ini selanjutnya ditetapkan selama pengumpulan data foto kelopak mata dalam bagian bawah.
 - Foto kelopak mata dalam bagian bawah diambil dari depan dengan jarak fokus kamera mikroskop 10-15 cm.

Kondisi-kondisi tersebut dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut.

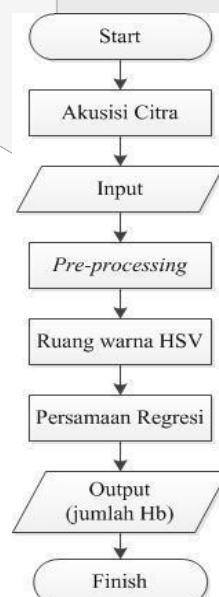


Gambar 2. kondisi-kondisi tetapan dalam pengambilan citra

2.6 Perancangan Sistem

Berdasarkan pada hasil analisis korelasi dan regresi kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dan jumlah hemoglobin darah, dilakukan perancangan suatu sistem untuk mengukur kadar hemoglobin dalam darah seseorang melalui foto kelopak mata dalam bagian bawahnya.

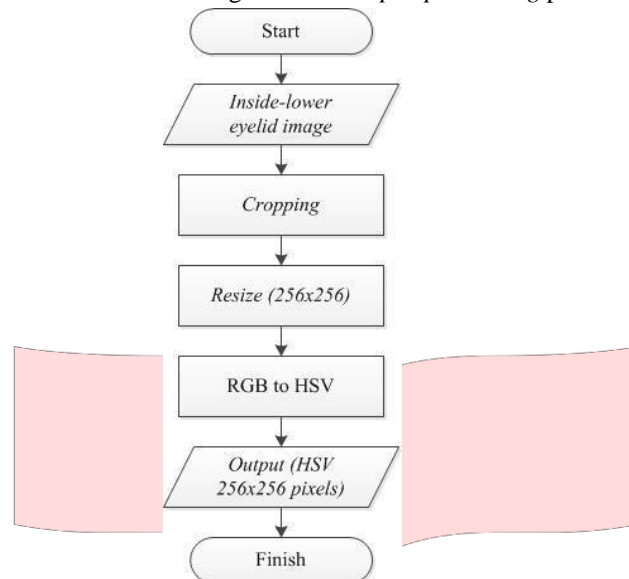
Dalam perancangan sistem, dijelaskan alur pembuatan program dan penjelasan detail pada setiap tahapannya untuk memberikan batasan yang jelas dan lebih terarah. Secara umum tahap perancangan sistem dapat digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut :



Gambar 3. Blok diagram perancangan sistem secara umum

2.6.1 Pre-processing

Pre-processing merupakan proses awal yang dilakukan pada suatu citra digital sebelum dilakukan pemrosesan citra selanjutnya. Berikut ini adalah diagram alir dari *pre-processing* pada citra :



Gambar 4. Blok diagram proses *pre-processing* citra

Pada tahap *pre-processing*, dengan memanfaatkan 3 layer citra RGB dilakukan *thresholding*, kemudian citra RGB dirubah ke dalam bentuk citra biner dan selanjutnya dilakukan *cropping*. Dalam tahap *pre-processing* digunakan dua jenis metode *cropping* yaitu *manual cropping* dan *auto cropping*. Setelah di *crop*, selanjutnya dilakukan *resizing* citra hasil *cropping* dengan ukuran 256x256 piksel bertujuan untuk menyeragamkan citra hasil *cropping* untuk lebih mempermudah proses selanjutnya. Selanjutnya dikonversikan ke dalam bentuk HSV.

2.6.2 Ruang Warna HSV

Dengan memanfaatkan ruang warna HSV, setiap data citra yang sebelumnya telah mengalami tahap *pre-processing* selanjutnya akan dihitung nilai rata-rata dari *Hue*, *saturation*, dan *value*-nya. Nilai rata-rata *Hue*, *saturation*, dan *value* yang didapat selanjutnya akan memiliki dua fungsi yaitu :

1. Sebagai variabel bebas yang akan dibandingkan dengan variabel tak bebas yaitu nilai Hemoglobin untuk dilakukan analisis korelasi.
2. Sebagai nilai penentu dalam sistem pengukur kadar hemoglobin melalui kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah.

2.6.3 Persamaan Regresi

Dari hasil analisis korelasi kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah, didapatkan nilai koefisien korelasi, persamaan regresi, serta grafik regresi liniernya. Persamaan regresi akan digunakan dalam perancangan sistem untuk melakukan kalkulasi terhadap nilai rata-rata HSV sehingga dihasilkan output berupa nilai jumlah hemoglobin darah.

2.6.4 Output Sistem

Hasil akhir dari sistem ini adalah nilai Hb berdasarkan pada citra kelopak mata dalam bagian bawah sesuai dengan persamaan regresi yang telah didapatkan, serta kondisi normal atau tidaknya jumlah Hb tersebut.

3. Pengujian Sistem dan Analisis

3.1 Analisis Korelasi dan Regresi

Dari data yang telah dikumpulkan yaitu jumlah hemoglobin darah dan citra kelopak mata dalam bagian bawah, dilakukan analisis korelasi dua variabel dengan menggunakan rumus perhitungan *Pearson* dengan jumlah hemoglobin sebagai variabel bebas dan citra kelopak mata dalam bagian bawah sebagai variabel tak bebas. Dalam analisis korelasi ini didapatkan nilai koefisien korelasi, persamaan regresi, serta grafik regresi linier sebagai berikut :

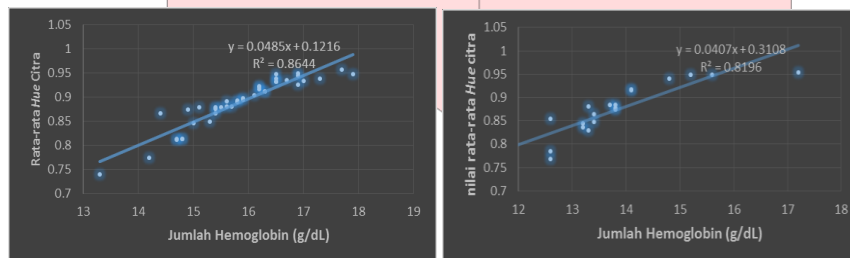
Tabel 1. Hasil analisis korelasi kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dan jumlah Hemoglobin darah

| Jenis Kelamin | Koefisien Korelasi (r) | (r ²) | Persamaan regresi |
|---------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| Pria | 0.93 | 0.86 | Y = 0.0485X + 0.1216 |
| Wanita | 0.90 | 0.81 | Y = 0.0429X + 0.278 |

Berdasarkan pada table 1, terlihat bahwa terdapat hubungan (korelasi) yang sangat kuat dan positif antara kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah, dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,93 untuk pria dan 0,90 untuk wanita. Korelasi yang sangat kuat dan positif, maksudnya kenaikan jumlah Hb dalam darah seseorang umumnya menaikkan tingkat kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah orang tersebut.

Untuk data pria $r = 0,93 \rightarrow KP = r^2 = (0,93)^2 = 0,86 (= 86\%)$, artinya besarnya kontribusi variabel X (jumlah Hb) terhadap naik turunnya variabel Y (tingkat kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah) adalah 86%, sedangkan 14% disebabkan oleh faktor lainnya.

Korelasi antara kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dan jumlah hemoglobin darah dapat digambarkan dengan *scatter diagram* sebagai berikut:



Gambar 5. Scatter Diagram regresi linier data Pria dan Wanita

1.1.1 Analisis Hasil Pengujian Standar Deviasi Sistem

Dengan inputan 80 citra uji ke dalam sistem (terdiri dari 40 citra kelopak mata dalam bagian bawah pria dan 40 citra kelopak mata dalam bagian bawah wanita yang masing-masingnya dengan beragam kondisi yaitu hemoglobin normal, rendah, dan tinggi sesuai dengan jumlah hemoglobin yang terukur menggunakan alat *Hb Testing System*). Nilai Hb hasil keluaran sistem dibandingkan dengan jumlah Hb yang terhitung dengan menggunakan alat *Hb Testing System*, kemudian dihitung nilai simpangan bakunya (standar deviasi). Standar Deviasi dari alat *Hemoglobin Testing System* adalah 0,26. Jadi, sistem dapat dikatakan bagus jika nilai Hb yang dihasilkan menghasilkan standar deviasi yang tidak lebih dari 0,26.

Tabel 2. Hasil pengujian berdasarkan Standar Deviasi dengan dua jenis cropping

| Jenis Kelamin | Rata-rata Standar Deviasi | |
|---------------|---------------------------|--------------|
| | Manual Cropping | Autocropping |
| Pria | 0.22 | 0.67 |
| Wanita | 0.38 | 0.58 |
| Rata-rata | 0.30 | 0.625 |

Dari hasil pengujian sistem dengan dua jenis metode cropping yaitu *manual cropping* dan *autocropping* (lihat tabel 2), dapat dilihat bahwa nilai standar deviasi yang lebih bagus dihasilkan oleh metode *manual cropping* yaitu dengan rata-rata standar deviasi data pria dan wanita sebesar 0,30 dibandingkan dengan rata-rata standar deviasi data pria dan wanita yang dihasilkan oleh metode *autocropping* yaitu sebesar 0,625. Namun nilai standar deviasi dari sistem baik dengan metode *manual cropping* ataupun *autocropping* masih belum lebih bagus dibandingkan dengan alat *Hemoglobin Testing System* dengan standar deviasi 0,26.

1.1.2 Pengaruh Metode Cropping terhadap Akurasi Sistem

Akurasi sistem dalam menghasilkan keluaran berupa jumlah Hb dihitung dengan cara membandingkan jumlah Hb hasil keluaran sistem dan jumlah Hb yang terhitung dengan menggunakan alat *Hb Testing System* dengan mempertimbangkan toleransi *error* dari alat *Hb Testing System* yaitu sebesar 1,7%.

Tabel 3. Akurasi sistem dalam menghitung Hb darah dengan *manual cropping* dan *autocropping*

| Jenis Kelamin | Akurasi Jumlah Hb | |
|---------------|-------------------|--------------|
| | Manual Cropping | Autocropping |
| Pria | 62.50% | 20.00% |
| Wanita | 30.00% | 25.00% |

Selain itu dihitung juga tingkat akurasi sistem dalam menghasilkan keluaran berupa normal atau tidaknya jumlah Hb yang terkandung dalam darah seseorang. Hasil perhitungan akurasi sistem dengan membandingkan dua metode *cropping* yang berbeda yaitu *manual cropping* dan *autocropping* dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 4. Akurasi sistem dalam menentukan normal atau tidaknya jumlah Hb yang terkandung dalam darah seseorang

| Jenis Kelamin | Akurasi Kondisi Normal/Tidak | |
|---------------|------------------------------|--------------|
| | Manual Cropping | Autocropping |
| Pria | 92.50% | 87.50% |
| Wanita | 75.00% | 85.00% |

Dari tabel 3 dan tabel 4 dapat dilihat bahwa Akurasi Sistem cenderung lebih tinggi ketika menggunakan metode *cropping manual* baik bagi data pria ataupun wanita. Akurasi tertinggi sistem adalah akurasi sistem dalam menentukan normal atau tidaknya kandungan Hb dalam darah seseorang ketika menggunakan metode *cropping manual* yaitu sebesar 92,5% untuk data pria.

1.1.3 Waktu Komputasi Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem untuk menjalankan suatu proses, dalam sistem ini yaitu waktu proses *cropping image* baik *manual cropping* ataupun *autocropping*, serta waktu proses kalkulasi sampai dihasilkan keluaran sistem. Waktu yang diambil adalah waktu rata-rata dari 10 kali percobaan terhadap citra kelopak mata dalam bagian bawah. Nilai rata-rata waktu komputasi dari hasil pengujian dengan 10 kali percobaan, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Total rata-rata waktu komputasi sistem dengan metode *manual cropping* dan *autocropping*

| Proses | Rata-rata waktu komputasi sistem | |
|-----------|----------------------------------|--------------|
| | Manual Cropping | Autocropping |
| Cropping | 3.57 s | 0.27 s |
| Kalkulasi | 0.04 s | 0.0065 s |
| Jumlah | 3.61 s | 0.2765 s |

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh tabel 5 dapat dilihat bahwa waktu komputasi banyak dibutuhkan ketika melakukan proses *cropping image* yaitu 3,57 detik untuk *manual cropping* dan 0,27 detik untuk *autocropping*. Sedangkan untuk proses kalkulasi membutuhkan waktu komputasi 0,04 detik untuk *manual cropping* dan 0,0065 detik untuk *autocropping*. Rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan sistem untuk menjalankan proses dimulai dari *cropping* sampai kalkulasi, metode *manual cropping* membutuhkan waktu komputasi yang lebih banyak yaitu 3,61 detik sedangkan dengan metode *autocropping* membutuhkan waktu komputasi sebesar 0.2765 detik.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

1. Terdapat korelasi yang sangat kuat dan positif antara kemerahan warna citra kelopak mata dalam bagian bawah dengan jumlah hemoglobin darah yaitu dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,93 dan Koefisien

Penentuan (r^2) 86% pada data pria, dan nilai koefisien korelasi 0,90 dan Koefisien Penentuan (r^2) 81% pada data wanita.

2. Tingkat akurasi sistem untuk mengukur jumlah hemoglobin dalam darah yaitu 62,5% untuk data pria dan 30% untuk data wanita ketika menggunakan metode *manual cropping*, serta 20% untuk data pria dan 25% untuk data wanita ketika menggunakan metode *autocropping*.
3. Tingkat akurasi sistem untuk menentukan kondisi normal atau tidaknya jumlah hemoglobin dalam darah mencapai 92,5% untuk data pria dan 75% untuk data wanita ketika menggunakan metode *manual cropping*, serta 87,5% untuk data pria dan 85% untuk data wanita ketika menggunakan metode *autocropping*.
4. Secara umum metode *autocropping* masih menghasilkan tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *manual cropping*, baik dalam pengukuran jumlah Hb darah ataupun dalam penentuan kondisi normal atau tidaknya jumlah Hb dalam darah.
5. Rata-rata waktu komputasi sistem yang dibutuhkan dengan metode *autocropping* (0,2765s) jauh lebih rendah dibandingkan metode *manual cropping* (3,61s).

4.2 Saran

1. Kembangkan lagi metode untuk melakukan analisis korelasi agar didapatkan range nilai Hb yang terhitung lebih banyak sehingga keluaran sistem akan lebih tepat dan akurat.
2. Kembangkan lagi metode *autocropping* agar data yang ingin diteliti lebih tepat terdeteksi sehingga menghasilkan keluaran yang lebih akurat.
3. Perbanyak variasi data yang digunakan untuk analisis korelasi maupun pengujian sistem. Variasi dari segi kondisi jumlah Hb, variasi pencahayaan, dan variasi kamera yang digunakan dalam pengambilan gambar (dapat menggunakan kamera *smartphone*)
4. Kembangkan aplikasi pengukur jumlah Hb darah di dalam aplikasi android agar lebih bermanfaat untuk umum, bahkan kembangkan sampai pendeteksian anemia jika memungkinkan.

REFERENSI

- [1] Sinaga, Tommy Anugrah (2013, 27 maret). <http://lampost.co/berita/prevalensi-anemia-di-indonesia-tinggi>. Retrieved from Lampost.co:
- [2] Handayani, W., & Haribowo, A. S. (2008). *Asuhan Keperawatan pada klien dengan gangguan system Hematologi*. Jakarta: Salemba Medika.
- [3] Bloom; Fawcet. (2002). *Buku Ajar Histologi Edisi 12*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- [4] A Hastings, Caroline; C Torkildson, Joseph; K Agrawal, Anugrag. (2002). *Handbook of Pediatric Hematology and Oncology second edision*. Oakland calif: Children's Hospital & Research Center.
- [5] WHO. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, World Health Organization, 2011 (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1) (<http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>, accessed [26 juni 2015]).
- [6] Duench, S., Trefford, S., Jones, L. W., Flanagan, J. G., & Desmond, F. (2007). Assessment of Variation in Bulbar Conjunctival Redness, Temperature, and Blood Flow. *OPTOMETRY AND VISION SCIENCE*.
- [7] Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- [8] Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- [9] Basuki, A. (2005). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Supranto J. (2008). *STATISTIK TEORI DAN APLIKASI Edisi Ketujuh*. Jakarta: ERLANGGA.
- [11] Nur I.S., Meilia. (2010). *Statistika Deskriptif & Induktif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12] Beutler, E., & Waalen, J. (2006). The definition of anemia: what is the lower limit of normal of the blood hemoglobin concentration? *The American Society of Hematology*.
- [13] Stoltzfus RJ, Edward-Raj A, Dreyfuss ML, Albonico M, Montresor A, Dhoj Thapa M, et al. Clinical pallor is useful to detect severe anaemia in populations where anaemia is prevalent and severe. *J Nutr* 1999; 129: 1675-81.
- [14] Butt, Z., Ashfaq, U., Furqan Haider Sherazi, S., Ullah Jan, N., & Shahbaz, U. (2010). Diagnostic accuracy of "pallor" for detecting mild and severe anaemia in hospitalized patients. *JPMA*.
- [15] N Sneth, T., K Choudhry, N., Bowes, M., & Detsky, A. S. (1997). The Relation of Conjunctival Pallor to The Presence of Anemia. *J Gen Intern Med*, 102-106.
- [16] Karnath, B. M. (2004). Anemia in the Adult Patient. *Hospital Physician*.