

JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK MENDETEKSI ANEMIA MELALUI KONJUNGTIVA PADA MATA BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION FOR DETECTING ANEMIA THROUGH CONJUNCTIVA ON EYES BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING

Rezki Ariz Rahadian¹, Ir. Rita Magdalena, M.T.², R Yunendah Nur Fu'adah, S.T.,M.T.³

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

¹rezkirahadian@student.telkomuniversity.ac.id, ²ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id,

³yunendah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Memeriksa kadar hemoglobin pada darah merupakan salah satu cara untuk mengetahui bila seseorang memiliki penyakit anemia. Umumnya, untuk mendeteksi anemia dibutuhkan sampel darah. Namun, cara tersebut bersifat *invasive* karena menggunakan jarum suntik. Terdapat cara *non-invasive* sebagai alternatif untuk mendeteksi anemia, yaitu memeriksa tingkat kepucatan konjungtiva pada mata.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada tugas akhir ini penulis akan melakukan pengolahan citra digital untuk mendeteksi kepucatan konjungtiva pada mata. Hal ini dilakukan dengan menguji citra *Red Green Blue (RGB)*, *Hue Saturation Value (HSV)* dan *grayscale* menggunakan metode ciri statistik orde satu. Hasil dari ekstraksi ciri diklasifikasikan menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan – *Backpropagation (JST-BP)*.

Dengan menggunakan metode tersebut, sistem untuk mendeteksi anemia mempunyai performansi dengan tingkat akurasi terbesar 70% dengan waktu komputasi 8,56 detik dengan menggunakan 40 sampel citra latih dan 40 citra uji. Dengan adanya sistem ini dapat menjadi pembanding dengan pendeteksian anemia secara *invasive* dan dapat bermanfaat untuk kesehatan masyarakat.

Kata kunci: Hemoglobin; Konjungtiva; Anemia; Citra; Jaringan Saraf Tiruan

Abstract

Checking the hemoglobin level in the blood is one way to know if someone has anemia. Generally, to detect anemia requires blood samples. However, the method is invasive because it uses a syringe. There is a non-invasive way as alternative to detect anemia, such as checking the conjunctival pallor level of the eye.

Based on these problems, in this thesis the author will perform digital image processing to detect the conjunctival pallor level of the eye. This is done by testing Red Green Blue (RGB), Hue Saturation Value (HSV) and grayscale using first order of statistical feature methods. The results of feature extraction are classified using the Artificial Neural Network method - Backpropagation (JST-BP).

Using this method, the system for detecting anemia has performance with the greatest accuracy of 70% with computation time of 8.56 seconds using 40 sample of training image and 40 test images. With this system can be a comparison with invasive anemia detection and can be beneficial to public health.

Keywords: Hemoglobin; Conjunctiva; Anemia; Image; Artificial Neural Network

1. Pendahuluan

Anemia merupakan penyakit yang dapat dialami oleh tubuh manusia dimana kadar hemoglobin pada darah lebih rendah dari batas normal [1]. Kurangnya hemoglobin pada tubuh manusia menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen ke seluruh tubuh. Jika penyakit anemia ini dibiarkan maka akan mengganggu fungsi dari organ-organ penting yang dapat menimbulkan berbagai penyakit lainnya [1].

Penyakit anemia dapat dicegah dengan memeriksa tingkat hemoglobin pada tubuh. Pada umumnya, pemeriksaan yang dilakukan bersifat *invasive*, yaitu dengan cara mengambil sampel darah dengan jarum suntik khusus untuk ujung jari tangan. Namun, terdapat pemeriksaan yang bersifat *non-invasive* sebagai alternatifnya, yaitu pengujian yang dilakukan dengan melihat kepucatan konjungtiva pada mata. Tetapi, penilaian dari mata manusia bersifat subjektif karena kemampuan penilaian setiap orang berbeda-beda [2].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pada tugas akhir ini penulis akan melakukan pengolahan citra digital untuk membantu deteksi anemia. Hal ini dilakukan dengan menguji citra RGB, HSV dan *grayscale* menggunakan metode ekstraksi ciri orde satu. Hasil dari ekstraksi ciri diklasifikasikan menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan – *Backpropagation (JST-BP)*. *Backpropagation* merupakan salah satu model jaringan yang populer pada JST karena kemampuannya dalam penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, dan pengenalan pola secara adaptif serta kebal terhadap kesalahan (*fault tolerance*).

2. Tinjauan Teori

2.1 Darah

Darah merupakan cairan di dalam tubuh yang berfungsi untuk mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan untuk mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit [3].

Darah manusia berwarna merah, antara merah terang jika terkandung banyak oksigen sampai merah tua jika kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, yang merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen. Darah juga mengangkut bahan-bahan sisa metabolisme, obat-obatan dan bahan kimia asing ke hati untuk diuraikan dan dibawa ke ginjal untuk dibuang sebagai air seni [3].

2.2 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan sebuah *biomolekul* yang terkandung dalam sel darah merah (eritrosit). Sel darah merah merupakan jenis sel darah yang kuantitasnya paling banyak dan berfungsi sebagai pembawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Selain pembawa oksigen ke seluruh tubuh, hemoglobin juga membantu dalam mengangkut karbondioksida kembali menuju paru-paru untuk dihembuskan keluar tubuh. Hemoglobin akan tampak kemerahan ketika dikombinasikan dengan oksigen dan tampak kebiruan pada saat *deoxygenated* [1].

2.3 Anemia

Anemia merupakan penyakit yang dapat dialami oleh tubuh manusia dimana kadar hemoglobin pada darah lebih rendah dari batas normal. Kurangnya hemoglobin pada tubuh manusia menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen ke seluruh tubuh. Keadaan tersebut dapat terjadi jika mengalami kerusakan sel darah merah akibat kekurangan gizi seperti vitamin B12, zat besi, dan asam folat.

Pada umumnya, anemia ringan tidak membahayakan kesehatan. Namun, jika anemia dibiarkan akan berdampak buruk dan akan mengganggu kegiatan sehari-hari, seperti kondisi fisik yang lemah, tidak dapat beraktivitas secara maksimal, mudah terjatuh saat berjalan, dan yang terburuk ialah kematian [4].

Menurut *World Health Organization* (WHO), anemia dapat diidentifikasi dengan menghitung kadar hemoglobin, dimana batasan kadarnya dapat dilihat pada Tabel 2.1. [5]

Tabel 2.1. Parameter Hemoglobin untuk Deteksi Anemia [5]

Umur dan Jenis Kelamin	Batas Kadar Hemoglobin (g/dL)
Anak-anak (0,5 – 4,99 tahun)	11,0
Anak-anak (5 – 11,99 tahun)	11,5
Anak-anak (12 – 14,99 tahun)	12,0
Wanita tidak hamil ($\geq 15,00$ tahun)	12,0
Wanita hamil	11,0
Pria ($\geq 15,00$ tahun)	13,0

2.4 Konjungtiva

Konjungtiva merupakan lapisan tipis yang berada di mata yang berguna untuk melindungi permukaan posterior kelopak mata (*palpebral conjunctiva*) dan permukaan anterior sklera (*bulbar conjunctiva*). Sel pada konjungtiva akan memproduksi cairan yang akan melubrikasi kornea sehingga tidak kering [6]. Konjungtiva merupakan membran tipis dan transparan yang memiliki banyak pembuluh darah sehingga memungkinkan untuk melihat aliran darah dengan sangat jelas, dan juga memiliki kontras yang tinggi antara darah merah (*vessels*) dan bagian putih mata (*sclera*). Jika jumlah eritrosit yang mengalir dalam tubuh berkurang, maka konjungtiva akan berwarna pucat dan menunjukkan gejala anemia.

2.5 Citra Digital

Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x, y)$. Apabila nilai x , y , dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (finite) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut citra digital [7].

a. Ruang Warna RGB

Ruang warna RGB terdiri dari tiga komponen dasar yaitu *Red*, *Green* dan *Blue*, dimana setiap pikselnya dibentuk oleh ketiga komponen tersebut. Jika masing-masing warna memiliki *range* 0-255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada suatu gambar. RGB biasa digunakan karena kemudahan dalam perancangan suatu perangkat, tetapi tidak ideal untuk beberapa aplikasi. Mengingat warna merah, hijau, dan biru sesungguhnya berkorelasi erat, sangat sulit untuk beberapa algoritma pengolahan citra.

b. Ruang Warna *Grayscale*

Tiap piksel pada citra digital *grayscale* mempunyai warna gradasi mulai dari putih sampai hitam. Rentang tersebut menandakan bahwa setiap piksel dapat diwakili oleh 8 bit, atau 1 byte. Rentang warna pada *grayscale* sangat cocok digunakan untuk pengolahan citra.

c. Ruang Warna HSV

Ruang warna HSV merepresentasikan warna seperti yang dilihat oleh mata manusia. *Hue* memiliki nilai dari 0 hingga 1 yang sesuai dengan posisi warna pada roda warna. Ketika *hue* meningkat dari 0 ke 1, warna berubah dari merah menjadi oranye, kuning, hijau, cyan, biru, magenta dan akhirnya kembali menjadi merah. *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian warna atau seberapa banyak cahaya putih yang tercampur dengan *hue*. Dengan kata lain, suatu warna murni yang bercampur dengan cahaya putih memiliki saturasi antara 0% dan 100%. *Value* menyatakan nilai maksimum diantara komponen merah, hijau dan biru dari warna tertentu.

2.6 Ciri Statistik Orde Satu

Ciri statistik orde satu merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat piksel pada citra. Dari nilai histogram tersebut, dapat dihitung beberapa parameter ciri orde satu antara lain [8]:

a. *Mean* (μ)

Mean menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra, dengan persamaan:

$$\mu = \sum_n f_n \times p(f_n) \quad (2.1)$$

dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas, dan $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogramnya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra).

b. *Variance* (σ^2)

Variance menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra, dengan persamaan:

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 \cdot p(f_n) \quad (2.2)$$

c. *Standard Deviation* (σ)

Standard Deviation menunjukkan ukuran sebaran data nilai histogram, dengan persamaan:

$$\sigma = \sqrt{\sum_n (f_n - \mu)^2 \cdot p(f_n)} \quad (2.3)$$

d. *Skewness* (α_3)

Skewness menunjukkan tingkat kemencengan relatif kurva histogram dari suatu citra, dengan persamaan:

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 \cdot p(f_n) \quad (2.4)$$

e. *Kurtosis* (α_4)

Kurtosis menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra, dengan persamaan:

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 \cdot p(f_n) - 3 \quad (2.5)$$

f. *Entropy* (H)

Entropy menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra, dengan persamaan:

$$H = -\sum_n p(f_n) \cdot \log_2 p(f_n) \quad (2.6)$$

2.7 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan jaringan yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. JST dapat memecahkan masalah berdasarkan informasi yang mengalir melalui jaringan tersebut. JST ditentukan oleh 3 hal, yaitu arsitektur jaringan, metode pelatihan dan fungsi aktivasi [9].

JST memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi, antara lain:

a. *Single Layer Network*

Single layer network terdiri dari unit *input* dan unit *output*. Semua unit *input* dihubungkan dengan semua unit *output*, meskipun dengan bobot yang berbeda-beda.

b. *Multi Layer Network*

Multi layer network terdiri dari unit *input*, unit *output*, dan *hidden layer*. Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan *single layer network*, meskipun proses pelatihan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Ciri utama JST terletak pada proses pembelajarannya, terlihat dari proses perbaikan arsitektur jaringan dan bobot koneksi. Metode pembelajaran JST meliputi [9]:

a. *Supervised Learning*

Pada proses pembelajaran ini, suatu *input* diberikan ke jaringan untuk diproses dan mengeluarkan *output* jaringan. Selisih antara *output* jaringan dengan target (*output* yang diinginkan) merupakan kesalahan yang terjadi (*error*). Jaringan akan memodifikasi bobot sesuai dengan kesalahan tersebut.

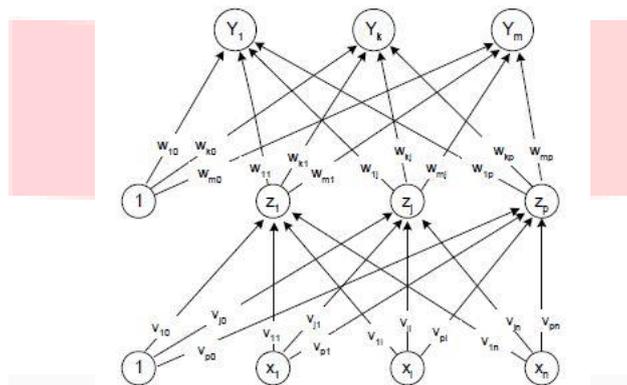
b. Unsupervised Learning

Dalam proses pembelajaran ini tidak memerlukan target. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu tergantung dari nilai input yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu.

2.8 Backpropagation

Backpropagation melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan [10].

Backpropagation menggunakan *supervised learning* untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan *output* jaringan dan target yang diinginkan. Backpropagation termasuk *multi layer network* karena setiap unit yang berada di *input layer* terhubung dengan setiap unit yang ada di *hidden layer*, dan setiap unit yang ada di *hidden layer* terhubung dengan setiap unit yang ada di *output layer*. Backpropagation memiliki arsitektur jaringan seperti pada Gambar 2.1.



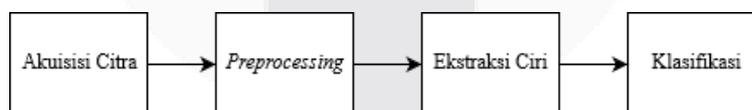
Gambar 2.1. Arsitektur Jaringan Backpropagation [10]

Pelatihan BP terdiri dari 3 fase, yaitu fase propagasi maju (*feedforward*), fase propagasi mundur (*backpropagation*), dan fase modifikasi bobot. Ketiga fase tersebut diulang-ulang hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang ditetapkan.

3. Perancangan Model dan Sistem

3.1 Perancangan Sistem

Dalam merealisasikan suatu sistem, diagram blok dibutuhkan dalam mempresentasikan sistem secara umum. Setiap blok sistem memiliki fungsinya masing-masing. Sistem yang dirancang pada tugas akhir ini memiliki tahap-tahap yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



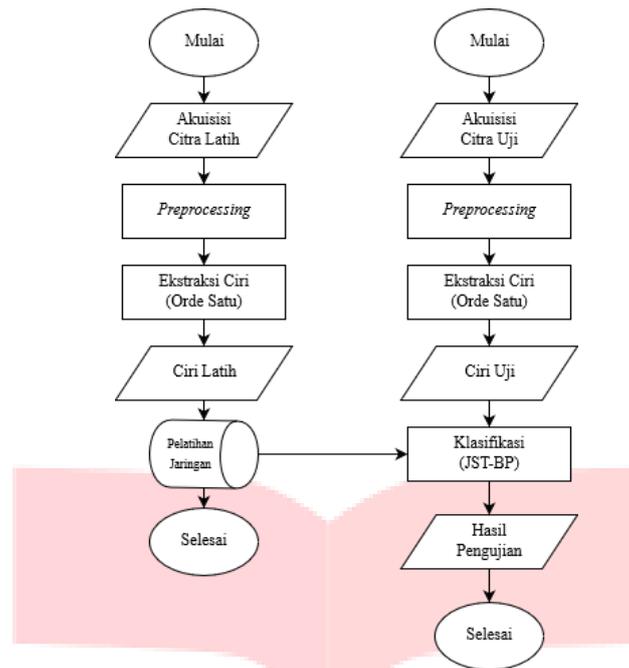
Gambar 3.1. Desain Model Sistem

3.2 Diagram Alir Rancangan Sistem

Pada penelitian ini, sistem yang akan dirancang terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Untuk melatih dan menguji citra yang akan diteliti, sistem ini menggunakan metode ekstraksi ciri orde satu dan metode klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan – *Backpropagation*.

Proses yang dilakukan pada tahap pelatihan diantaranya akuisisi citra latih, preprocessing untuk citra latih yang dimasukkan, kemudian melakukan ekstraksi ciri dari setiap citra. Ekstraksi ciri digunakan untuk melatih citra sehingga diperoleh beberapa fitur dari citra latih yang akan dijadikan *database* untuk tahapan klasifikasi saat tahap pengujian.

Tahap pengujian digunakan untuk menguji citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh perangkat lunak. Proses yang dilakukan pada tahap pengujian diantaranya akuisisi citra uji, preprocessing untuk citra uji yang dimasukkan, kemudian melakukan ekstraksi ciri dari setiap citra. Dari ekstraksi ciri didapatkan vektor ciri yang selanjutnya menjadi masukan untuk tahap klasifikasi sehingga didapatkan hasil identifikasi dari sistem.



Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Latih dan Proses Uji

4. Pengujian Sistem dan Analisis

Pengujian sistem dilakukan menggunakan ukuran citra 172x172 piksel dengan parameter yang telah ditentukan untuk mendapatkan nilai akurasi dan waktu komputasi yang dihasilkan oleh sistem.

4.1 Pengujian Layer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *layer* yang paling sesuai dengan sistem dilihat dari nilai akurasi. Pengujian pada tahap ini menggunakan seluruh layer RGB, HSV dan *grayscale*, kombinasi 6 fitur dari ciri statistik orde satu, *default epoch* (1000), dan *default hidden layer* (10).

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Layer

Layer	Akurasi (%)
Red	65
Green	65
Blue	60
Hue	62,5
Saturation	62,5
Value	67,5
Grayscale	65

Berdasarkan Tabel 4.1, akurasi pengujian terbesar didapatkan pada saat menggunakan *layer Value*, yaitu sebesar 67,5%. Dengan menggunakan *layer Value*, nilai akan menunjukkan hasil maksimum pada komponen warna kemerahan konjungtiva.

4.2 Pengujian Ciri Statistik Orde Satu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ciri statistik orde satu terhadap akurasi dan waktu komputasi. Pengujian pada tahap ini menggunakan *layer Value*, *default epoch* (1000), dan *default hidden layer* (10).

Tabel 4.2. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 1 Parameter

Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
Mean	70	8,56
Variance	62,5	8,68
Standard Deviation	67,5	7,98
Skewness	65	6,35
Kurtosis	57,5	9,95
Entropy	62,5	8,75

Tabel 4.3. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 2 Parameter

Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
<i>Mean, Variance</i>	62,5	6,81
<i>Mean, Std. Deviation</i>	57,5	15,02
<i>Mean, Skewness</i>	62,5	7,08
<i>Mean, Kurtosis</i>	67,5	5,32
<i>Mean, Entropy</i>	57,5	5,77

Tabel 4.4. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 3 Parameter

Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
<i>Mean, Kurtosis, Variance</i>	62,5	7,36
<i>Mean, Kurtosis, Std. Deviation</i>	62,5	5,83
<i>Mean, Kurtosis, Skewness</i>	65	9,86
<i>Mean, Kurtosis, Entropy</i>	62,5	5,7

Tabel 4.5. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 4 Parameter

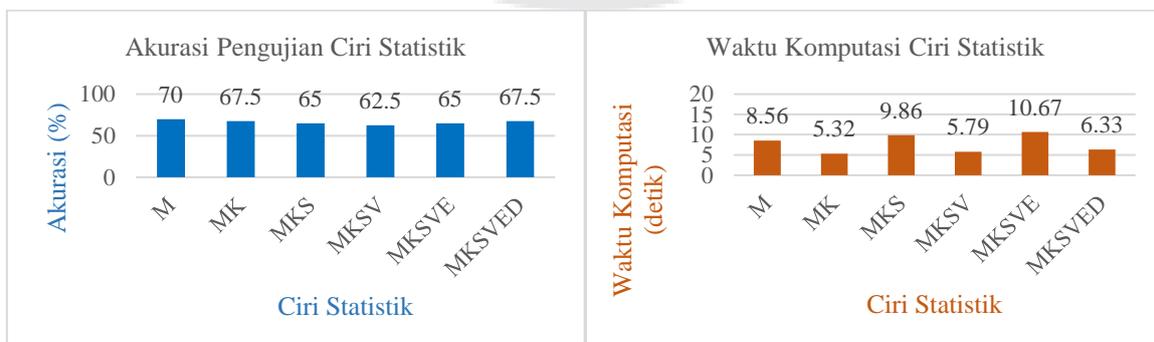
Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Variance</i>	62,5	5,79
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Std. Deviation</i>	60	12,42
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Entropy</i>	57,5	5,9

Tabel 4.6. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 5 Parameter

Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Variance, Std. Deviation</i>	57,5	14,03
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Variance, Entropy</i>	65	10,67

Tabel 4.7. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 6 Parameter

Ciri Statistik	Akurasi (%)	Waktu Komputasi
<i>Mean, Kurtosis, Skewness, Variance, Entropy, Std. Deviation</i>	67,5	6,33



Gambar 4.1. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi 6 Parameter

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan seluruh kombinasi fitur pada *layer Value*, akurasi tertinggi yang didapatkan yaitu 70% menggunakan 1 parameter, yaitu fitur *Mean*. Hasil ini didapatkan karena semakin sedikit fitur pada ciri statistik orde satu yang digunakan, semakin sedikit pula ciri yang didapat, sehingga sistem pembelajaran oleh algoritma *Backpropagation* lebih mudah untuk mengidentifikasi suatu citra.

4.3 Pengujian Epoch

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *epoch* dalam *Backpropagation* terhadap akurasi dan waktu komputasi. Parameter *epoch* terdiri dari nilai 100, 250, 500, 750, dan 1000. Pengujian pada tahap ini menggunakan *layer Value*, fitur *Mean*, dan *default hidden layer* (10).



Gambar 4.1. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi Epoch

Berdasarkan Gambar 4.7, akurasi terbesar didapatkan pada saat nilai *epoch* 1000, yaitu 70% dengan waktu komputasi 8,56 detik. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi *epoch*, maka semakin banyak pengulangan yang dilakukan, sehingga sistem mempelajari identitas citra lebih tepat.

4.4 Pengujian Hidden Layer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *hidden layer* dalam *Backpropagation* terhadap akurasi dan waktu komputasi. Parameter *hidden layer* terdiri dari nilai 1, 5, 10, 15, dan 20. Pengujian pada tahap ini menggunakan *layer Value*, fitur *Mean*, dan *epoch* bernilai 1000.



Gambar 4.2. Akurasi Pengujian dan Waktu Komputasi Hidden Layer

Berdasarkan Gambar 4.8, akurasi terbesar didapatkan pada saat *hidden layer* bernilai 10, yaitu 70% dengan waktu komputasi 8,56 detik. Hal ini disebabkan karena pada *hidden layer* bernilai 10 sudah mencapai titik stabil atau *overfitting*, dimana *hidden layer* yang nilainya kurang atau lebih dari titik tersebut mengalami kejenuhan dalam pengujian.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada sistem identifikasi dan klasifikasi anemia melalui konjungtiva pada mata berbasis pengolahan citra digital, dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem ini mampu mengidentifikasi anemia menggunakan metode ciri statistik orde satu dan Jaringan Saraf Tiruan – *Backpropagation*.
- Akurasi sistem yang paling baik didapatkan sebesar 70% dengan waktu komputasi 8,86 detik.
- Akurasi tersebut diperoleh saat nilai dari masing-masing parameter sistem yaitu dengan *layer Value*, fitur *Mean*, *epoch* = 1000 dan *hidden layer* = 10.
- Tingkat kemiripan warna antara konjungtiva bagi yang anemia dengan konjungtiva bagi yang non-anemia menyebabkan kesulitan dalam pembelajaran suatu citra yang dilakukan oleh sistem.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, sistem ini masih dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan lebih akurat dalam mengidentifikasi anemia. Adapun saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Memperbaiki kualitas citra dengan cara mengakuisisi citra dengan lebih baik lagi agar sistem dapat mengidentifikasi citra dengan baik.
- b. Membuat aplikasi di sistem Android.
- c. Menambahkan jumlah kelas untuk membedakan anemia pria dan wanita.

Daftar Referensi

- [1] H. Ranganathan and N. Gunasekaran, "Simple method for estimation of hemoglobin in human blood using color analysis," *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, vol. 10, no. 4, pp. 657–662, 2006.
- [2] Y. M. Chen, S. G. Miaou, and H. Bian, "Examining palpebral conjunctiva for anemia assessment with image processing methods," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 137, pp. 125–135, 2016.
- [3] C. F. Doeller, C. Barry, and N. Burgess, "From Cells to Systems," *Neurosci.*, vol. 18, no. 6, pp. 556–566, 2012.
- [4] E. A. Price, R. Mehra, T. H. Holmes, and S. L. Schrier, "Anemia in older persons: Etiology and evaluation," *Blood Cells, Mol. Dis.*, vol. 46, no. 2, pp. 159–165, 2011.
- [5] E. McLean, M. Cogswell, I. Egli, D. Wojdyla, and B. de Benoist, "Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005," *Public Heal. Nutr.*, vol. 12, no. 4, pp. 444–454, 2009.
- [6] L. A. Remington, *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System, Third Edition*. 2011.
- [7] R. D. Kusumanto and A. N. Tompunu, "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB," *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. Terap. 2011*, vol. 2011, no. Semantik, pp. 1–7, 2011.
- [8] O. D. Nurhayati, "Sistem Analisis Tekstur Secara Statistik Orde Pertama Untuk Mengenali Jenis Telur Ayam Biasa dan Telur Ayam Omega-3," *J. Sist. Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 5–8, 2015.
- [9] R. N. Hidayat, R. R. Isnanto, and O. D. Nurhayati, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik untuk Memprediksi Harga Logam Mulia Emas Menggunakan Algoritma Lavenberg Marquardt," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 49–55, 2013.
- [10] N. Ginanto, "Backpropagation," pp. 1–8, 2012.