

ABSTRAK

Anemia merupakan salah satu penyakit umum darah yang diakibatkan oleh penyimpangan yang terjadi ketika level sel darah merah sehat (*Red Blood Cells/RBCs*) pasien terlalu rendah. Kondisi ini dapat memicu intelektualitas dan kesehatan para penderitanya menjadi buruk dikarenakan RBCs mengandung hemoglobin yang berfungsi untuk menyalurkan oksigen ke seluruh tubuh manusia (*body's tissues*). Ketika anemia menyerang seseorang, penyakit ini dapat menyebabkan mereka dapat menjadi cepat lelah dikarenakan kurangnya asupan oksigen pada tubuh mereka. Pada dasarnya terdapat berbagai alasan yang dapat menyebabkan seseorang menderita anemia, namun salah satu penyebab utamanya adalah kurangnya asupan zat besi pada makanan yang mereka konsumsi sehari-hari. Sistem yang akan dirancang pada Tugas Akhir ini merupakan prototipe sistem pendeteksi anemia sederhana yang dapat mendeteksi apakah seseorang menderita anemia atau tidak melalui diagnosa yang dilakukan terhadap kadar warna yang terdapat pada lapisan *conjunctiva* mata. Semakin pucat warna *conjunctiva* mata seseorang, maka semakin besar pula kemungkinan orang yang bersangkutan terserang penyakit anemia. Metode identifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat keras *webcam* serta perangkat lunak berbasis *desktop* yang dilengkapi dengan kecerdasan buatan jaringan saraf tiruan untuk memproses citra *conjunctiva* mata pasien. Sistem yang akan dirancang juga dapat menyarankan obat apa saja yang harus dikonsumsi untuk menangani penyakit tersebut maupun untuk mencegah agar penyakit tersebut tidak menjadi lebih parah.

Kata kunci: anemia, jaringan saraf tiruan, kecerdasan buatan, pemrosesan citra digital.

ABSTRACT

Anemia is a common disease that caused by a deviation of blood that occurs when the level of healthy red blood celss (RBCs) of patients is too low. This condition could trigger intellect and health of the patients become worse since RBCs contain hemoglobin, which serves to distribute oxygen throughout the human body (body's tissues). When someone has anemia, the disease can cause them to become exhausted easily due to lack of oxygen in their bodies. Basically, there are various reasons that could cause a person suffering from anemia, but one of the main cause is lack of iron intake on the food that they consume daily. This final project purpose is to design a system that could detect whether a person has anemia or not through a diagnosis on the conjunctiva color. The more pale color of one's eye conjunctiva, the greater the likelihood the person stricken with anemia. Identification methods will be performed using a webcam hardware and desktop-based system which equipped with artificial neural network to do a series of image processing on patient's conjunctiva image. The system also will be designed to be able to suggest certain medications that must be done to handle patient's disease or prevent the disease from getting worse.

Keywords: *anemia, artificial intelligence, image processing, neural network*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PROGRAM	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Pembahasan	5
BAB II	6
LANDASAN TEORI	6
2.1 Anemia	6
2.2 Kecerdasan Buatan	13
2.3 Jaringan Saraf Tiruan (<i>Neural Networks</i>)	15
2.3.1 <i>Pattern Recognition</i> pada Kecerdasan Buatan Jaringan Saraf Tiruan	17
2.3.2 <i>Medical Imaging</i> pada Kecerdasan Buatan Jaringan Saraf Tiruan	19
2.3.3 Sistem Pembelajaran Kecerdasan Buatan Jaringan Saraf Tiruan	22
2.4 <i>Windows Presentation Foundation</i>	28
BAB III	31
ANALISIS DAN DISAIN	31
3.1 Analisis	31
3.1.1 Tahap <i>Preprocessing</i>	35
3.1.2 Tahap Segmentasi	36
3.1.3 Tahap Rekognisi	37
3.2 Gambaran Keseluruhan	38

3.2.1	Persyaratan Antarmuka Eksternal.....	38
3.2.2	Antarmuka dengan Pengguna	38
3.2.3	Antarmuka Perangkat Keras	39
3.2.4	Antarmuka Perangkat Lunak	39
3.2.5	Fitur-fitur Produk Perangkat Lunak.....	40
3.2.5.1	Fitur <i>log-in</i>	40
3.2.5.1.1	Tujuan	40
3.2.5.1.2	Urutan Stimulus/Respon	40
3.2.5.1.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	41
3.2.5.2	Fitur Menambah Data Pasien.....	41
3.2.5.2.1	Tujuan	41
3.2.5.2.2	Urutan Stimulus/Respon	41
3.2.5.2.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	42
3.2.5.3	Fitur Mengubah Data Pasien.....	43
3.2.5.3.1	Tujuan	43
3.2.5.3.2	Urutan Stimulus/Respon	43
3.2.5.3.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	43
3.2.5.4	Fitur Menghapus Data Pasien	44
3.2.5.4.1	Tujuan	44
3.2.5.4.2	Urutan Stimulus/Respon	44
3.2.5.4.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	45
3.2.5.5	Fitur Mengambil Citra Digital <i>Conjunctiva</i> Mata Pasien	45
3.2.5.5.1	Tujuan	45
3.2.5.5.2	Urutan Stimulus/Respon	46
3.2.5.5.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	46
3.2.5.6	Fitur Menentukan Area Analisis	47
3.2.5.6.1	Tujuan	47
3.2.5.6.2	Urutan Stimulus/Respon	47
3.2.5.6.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	47
3.2.5.7	Fitur Menganalisis Indeks Warna	48
3.2.5.7.1	Tujuan	48
3.2.5.7.2	Urutan Stimulus/Respon	48
3.2.5.7.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan.....	48
3.2.5.8	Fitur Menganalisis Pola Anemia.....	49

3.2.5.8.1	Tujuan	49
3.2.5.8.2	Urutan Stimulus/Respon	49
3.2.5.8.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan	50
3.2.5.9	Fitur Menambah Data Tindakan Perawatan	50
3.2.5.9.1	Tujuan	50
3.2.5.9.2	Urutan Stimulus/Respon	51
3.2.5.9.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan	51
3.2.5.10	Fitur Melihat Statistik Data Tindakan Perawatan	51
3.2.5.10.1	Tujuan	51
3.2.5.10.2	Urutan Stimulus/Respon	51
3.2.5.10.3	Persyaratan Fungsional yang Berhubungan	52
3.3	Disain Perangkat Lunak	52
3.3.1	Pemodelan Perangkat Lunak	52
3.3.1.1	Perancangan Diagram <i>Use-Case</i>	52
3.3.1.2	Perancangan Diagram Aktivitas	59
3.3.2	Disain Penyimpanan Data	61
3.3.3	Disain Penyimpanan Data JST	63
3.3.4	Disain Antarmuka	63
BAB IV		68
PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		68
4.1	Implementasi <i>Class</i>	68
4.1.1	<i>Class Doctor</i>	69
4.1.2	<i>Class Patient</i>	70
4.1.3	<i>Class Drug</i>	73
4.1.4	<i>Class ImageProcessing</i>	75
4.1.5	<i>Class ImageAnalysis</i>	79
4.1.6	<i>Class ActivationSigmoid</i>	81
4.1.7	<i>Class ErrorCalculation</i>	82
4.1.8	<i>Class Backpropagation</i>	83
4.2	Implementasi Penyimpanan Data	85
4.3	Implementasi Penyimpanan Data JST	87
4.4	Implementasi Perangkat Keras <i>Webcam</i>	87
4.5	Implementasi Antarmuka	88
BAB V		101

TESTING DAN EVALUASI SISTEM	101
5.1 Rencana Pengujian.....	101
5.1.1 Tujuan Pengujian	101
5.1.2 Lingkungan pengujian	101
5.1.3 Data Pengujian.....	101
5.1.4 Skenario pengujian	102
5.2 Pelaksanaan Pengujian.....	104
5.2.1 <i>White Box Testing</i>	104
5.2.1.1 Pengujian <i>Class Doctor</i>	105
5.2.1.2 Pengujian <i>Class Patient</i>	106
5.2.1.3 Pengujian <i>Class Drug</i>	108
5.2.1.4 Pengujian <i>Class ImageProcessing</i>	109
5.2.1.5 Pengujian <i>Class ActivationSigmoid</i>	109
5.2.1.6 Pengujian <i>Class ErrorCalculation</i>	110
5.2.2 <i>Black Box Testing</i>	112
5.2.2.1 Pengujian terhadap Keakuratan Analisis JST	112
5.2.2.2 Pengujian terhadap Reaksi Sistem dari Masukan Pengguna.....	114
BAB VI	117
KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
6.1 Kesimpulan	117
6.2 Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	xvii

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jumlah Zat Besi yang Harus Dikonsumsi Setiap Harinya	13
Tabel 2. 2 Definisi Mengenai Kecerdasan Buatan.....	14
Tabel 2. 3 Aplikasi-aplikasi JST dalam Kehidupan Sehari-hari	19
Tabel 2. 4 Perbandingan Jumlah <i>Hidden Layer</i> pada JST serta Kemampuan yang Dimilikinya	25
Tabel 3. 1 Deskripsi Aktor	54
Tabel 3. 2 Deskripsi Entitas Aksi dari Diagram <i>Use-Case</i>	54
Tabel 3. 3 Disain Penyimpanan Data Pasien	61
Tabel 3. 4 Disain Penyimpanan Data Provinsi dan Kota	62
Tabel 3. 5 Disain Penyimpanan Data Obat Anemia dan Routing Tindakan Perawatan	62
Tabel 3. 6 Disain Penyimpanan Data JST.....	63
Tabel 4. 1 Deskripsi <i>Class Doctor</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	69
Tabel 4. 2 Deskripsi <i>Class Patient</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	71
Tabel 4. 3 Deskripsi <i>Class Drug</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	74
Tabel 4. 4 Deskripsi <i>Class ErrorCalculation</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia	75
Tabel 4. 5 Deskripsi <i>Class ImageAnalysis</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia	79
Tabel 4. 6 Deskripsi <i>Class ActivationSigmoid</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	81
Tabel 4. 7 Deskripsi <i>Class ErrorCalculation</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia	82
Tabel 4. 8 Implementasi <i>Method Backpropagation</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	83
Tabel 4. 9 Contoh Implementasi Media Penyimpanan Data Obat Anemia	85
Tabel 4. 10 Contoh Implementasi Data Provinsi dan Kota.....	86
Tabel 4. 11 Contoh Implementasi Media Penyimpanan Data Dokter dan Pasien	86
Tabel 4. 12 Contoh Implementasi Penyimpanan Data JST.....	87
Tabel 5. 1 Implementasi Penanganan Nilai <i>Null</i> pada Menu <i>Log-in</i>	105
Tabel 5. 2 Implementasi <i>Method GetPatientList</i>	106
Tabel 5. 3 Parameter Pengujian Keakuratan JST.....	112
Tabel 5. 4 Pengujian terhadap Keakuratan Analisis JST	112
Tabel 5. 5 Pengujian terhadap Reaksi Sistem dan Masukan Pengguna	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Morfologi Sel Darah Merah pada Berbagai Jenis Penyakit Anemia	9
Gambar 2. 2 Perbedaan Anemia Akut dengan Anemia karena Kekurangan Zat Besi	10
Gambar 2. 3 Perbedaan Hasil Pengujian Zat Besi pada Anemia Akut dengan Anemia karena Kekurangan Zat Besi	11
Gambar 2. 4 Contoh Warna pada <i>Conjunctiva</i> Mata yang Mengindikasikan Kondisi Sehat.....	12
Gambar 2. 5 Contoh Warna pada <i>Conjunctiva</i> Mata yang Mengindikasikan Kondisi Ambang.....	12
Gambar 2. 6 Contoh Warna pada <i>Conjunctiva</i> Mata yang Mengindikasikan Kondisi Terserang Anemia	12
Gambar 2. 7 Saraf dalam Tubuh Manusia	16
Gambar 2. 8 Hasil Penelitian yang Menunjukkan Tingkat Kegunaan JST dalam Rekognisi Pola	18
Gambar 2. 9 Diagram Skematik Metoda yang Sering Digunakan dalam Proses <i>Medical Imaging</i>	20
Gambar 2. 10 Model Pencitraan Dijital Diagnosa Medis dengan JST	22
Gambar 2. 11 Contoh Penerapan JST <i>Backpropagation</i> untuk Segmentasi Arteriogram	22
Gambar 2. 12 Diagram Skematik dari Metoda <i>Backpropagation</i> JST yang Akan Digunakan	23
Gambar 2. 13 Diagram Skematik Sederhana JST <i>Backpropagation</i>	24
Gambar 2. 14 Penerapan <i>Hidden Layer</i> pada Metoda <i>Backpropagation</i>	25
Gambar 2. 15 Pemrosesan Algoritma JST <i>Backpropagation</i> Secara Umum.....	26
Gambar 3. 1 Alat Bantu Pengujian Kadar <i>Hb</i> Darah Pasien (<i>Hb Sahli</i>).....	34
Gambar 3. 2 Diagram <i>Use-Case</i> dari Sistem Pendeteksi Anemia	53
Gambar 3. 3 Diagram Aktivitas Pengelolaan Data Pasien.....	59
Gambar 3. 4 Diagram Aktivitas Diagnosa Medis	60
Gambar 3. 5 Diagram Aktivitas Tindakan Perawatan	61
Gambar 3. 6 Rancangan Menu Awal Sistem Pendeteksi Anemia	65
Gambar 3. 7 Rancangan Menu Utama Sistem Pendeteksi Anemia	65
Gambar 3. 8 Rancangan Panel Analisis Citra <i>Conjunctiva</i> Mata Pasien pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	66
Gambar 3. 9 Rancangan Awal Menu Menambah Data Tindakan Perawatan pada Sistem Pendeteksi Anemia.....	66
Gambar 3. 10 Rancangan Awal Menu Melihat Statistik Data Tindakan Perawatan Pasien	67
Gambar 4. 1 Diagram <i>Class</i> Sistem Pendeteksi Anemia	68
Gambar 4. 2 Kurva ‘S’ Fungsi Sigmoid	81

Gambar 4. 3 Implementasi Penambahan Sirkuit Lampu LED dan Rangka pada Perangkat <i>Webcam</i>	88
Gambar 4. 4 Contoh Penerapan Antarmuka <i>Responsive Disclosure</i>	89
Gambar 4. 5 Contoh Penerapan Antarmuka <i>Responsive Enabling</i>	90
Gambar 4. 6 Tampilan menu awal Sistem Pendeteksi Anemia	91
Gambar 4. 7 Tampilan Menu <i>Log-in</i> pada Sistem Pendeteksi Anemia	92
Gambar 4. 8 Tampilan Notifikasi Sistem Saat Pengguna Gagal <i>Log-in</i>	92
Gambar 4. 9 Tampilan Fitur <i>Recover Password</i>	93
Gambar 4. 10 Tampilan Menu untuk Menambah Data Pengguna.....	93
Gambar 4. 11 Tampilan Menu Utama Sistem Pendeteksi Anemia.....	94
Gambar 4. 12 Tampilan Menu Penambahan Data Pasien pada Sistem Pendeteksi Anemia	94
Gambar 4. 13 Tampilan Menu Pengubahan Data Pasien pada Sistem Pendeteksi Anemia	95
Gambar 4. 14 Tampilan Menu Penghapusan Data Pasien pada Sistem Pendeteksi Anemia	95
Gambar 4. 15 Tampilan Menu Menjalankan Fungsi <i>Webcam</i>	96
Gambar 4. 16 Tampilan Panel Analisis Citra Saat Citra <i>Conjunctiva</i> Telah Direkam/Dimasukkan	96
Gambar 4. 17 Tampilan Panel Analisis Ketika Pengguna Menentukan Area Analisis Citra.....	97
Gambar 4. 18 Tampilan Panel Analisis Saat Sistem Menggambar Garis Koordinat Polygon Berdasar Titik Koordinat	97
Gambar 4. 19 Tampilan Statistik Histogram Citra untuk Citra yang Telah Dianalisis	98
Gambar 4. 20 Tampilan Hasil Diagnosa Anemia	98
Gambar 4. 21 Tampilan Menu Menambah Data Tindakan Perawatan.....	99
Gambar 4. 22 Tampilan Menu Melihat Rekaman Tindakan Perawatan.....	99
Gambar 4. 23 Tampilan Notifikasi <i>Log-off</i> Sistem Pendeteksi Anemia.....	100
Gambar 5. 1 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method ValidateUser</i>	105
Gambar 5. 2 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GetPatientList</i>	106
Gambar 5. 3 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method Delete Patient</i>	107
Gambar 5. 4 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GetGenderList</i>	107
Gambar 5. 5 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GetBloodTypeList</i>	107
Gambar 5. 6 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GetDrugsData</i>	108
Gambar 5. 7 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GetDosageTemplate</i>	108
Gambar 5. 8 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method GrayscaleBT709</i>	109
Gambar 5. 9 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method ActivationFunction</i>	110
Gambar 5. 10 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method DerivativeFunction</i>	110
Gambar 5. 11 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method Reset</i>	111
Gambar 5. 12 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method CalculateRMS</i>	111
Gambar 5. 13 Hasil Pengujian Implementasi <i>Method UpdateError</i>	111

DAFTAR PROGRAM

Program 4. 1 Implementasi <i>Method</i> ValidateUser	69
Program 4. 2 Implementasi <i>Method</i> EncryptPassword	70
Program 4. 3 Implementasi <i>Method</i> GetPatientList	71
Program 4. 4 Implementasi <i>Method</i> DeletePatient	73
Program 4. 5 Implementasi <i>Method</i> GetDrugData	74
Program 4. 6 Implementasi <i>Method</i> GetDosageTemplate	75
Program 4. 7 Implementasi <i>Method</i> GrayscaleBT709	76
Program 4. 8 Implementasi <i>Method</i> Apply	76
Program 4. 9 Implementasi <i>Method</i> CreateGrayscaleImage.....	77
Program 4. 10 Implementasi <i>Method</i> ProcessFilter	77
Program 4. 11 Implementasi <i>Method</i> Base64ToBitmapSource	78
Program 4. 12 Implementasi <i>Method</i> BitmapToBitmapSource	78
Program 4. 13 Implementasi <i>Method</i> Base64ToImage.....	79
Program 4. 14 Implementasi <i>Method</i> GetPixelInformation.....	80
Program 4. 15 Implementasi <i>Method</i> AnalyzeColorIndex	80
Program 4. 16 Implementasi <i>Method</i> ActivationFunction.....	82
Program 4. 17 Implementasi <i>Method</i> DerivativeFunction.....	82
Program 4. 18 Implementasi <i>Method</i> CalculateRMS	83
Program 4. 19 Implementasi <i>Method</i> Iteration	84
Program 4. 20 Implementasi <i>Method</i> ComputeOutputs.....	84
Program 4. 21 Implementasi <i>Method</i> CalculateError	84

DAFTAR RUMUS

Rumus 1. Perhitungan Bobot Koneksi pada Metoda <i>Backpropagation</i>	26
Rumus 2. Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i> yang Akan Digunakan pada <i>Weight Connection</i> Layer <i>JST</i>	27
Rumus 3. Diferensiasi Perhitungan Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i> pada Metoda <i>Backpropagation</i>	27
Rumus 4. Perhitungan Tingkat Kesalahan pada Komputasi JST.....	28
Rumus 5. Modifikasi Perhitungan Tingkat Kesalahan pada Komputasi JST untuk Sistem Pendeteksi Anemia.....	28
Rumus 6. Rumus Federer (Rancangan Acak Lengkap/RAL).....	33
Rumus 7. Perhitungan Jumlah Sampel Data yang Dibutuhkan Sistem Pendeteksi Anemia.....	33
Rumus 8. Perhitungan Konversi Informasi Intensitas Warna Menjadi Citra Keabuan	36

DAFTAR ISTILAH

No.	Nama Istilah	Deskripsi
1	Anemia	Anemia merupakan suatu kondisi dimana terjadi penurunan jumlah sel darah merah pada tubuh sehingga tubuh tidak dapat memenuhi fungsinya untuk membawa oksigen dalam jumlah yang cukup ke jaringan <i>perifer</i> (Garrison, 2009:23).
2	Anoksia	Keadaan dimana tubuh tidak memiliki hemoglobin yang cukup untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.
3	Akut	Suatu kondisi yang terjadi tiba-tiba atau seringkali dalam durasi yang pendek dan dapat menyebabkan rasa sakit yang berlebihan. (Garrison, 2009: 419)
4	<i>Computed Tomography (CT/CAT)</i>	Salah satu jenis x-ray dimana sinar x-ray menembus bagian tubuh tertentu untuk mendeteksi organ-organ di dalam tubuh melalui sensor yang didapat. Informasi yang didapat dari sensor kemudian diproses oleh komputer dan ditampilkan dalam bentuk citra digital (Garrison, 2009: 426).
5	<i>Conjunctiva</i>	Selaput tipis yang menutupi bagian dalam kelopak mata serta lapisan sklera (bagian putih mata) (Garrison, 2009: 426).
6	Depresi	Suatu kondisi yang disertai dengan perasaan sedih, putus asa, dan pesimis yang menyebabkan penurunan aktifitas pada penderitanya (Garrison, 2009: 426).
7	<i>Hematokrit</i>	Jumlah persentase sel darah merah dalam volume darah (Garrison, 2009: 434).
8	<i>Hemoglobin</i>	Protein yang mengandung zat besi di dalam sel darah merah yang berfungsi sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh (Garrison, 2009: 434).
9	<i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	Prosedur diagnosis dimana medan magnet mengelilingi pasien; frekuensi radio yang berinteraksi dengan medan magnet, menyediakan informasi melalui proses yang dilakukan oleh komputer (Garrison, 2009: 440).
12	<i>Postpartum Hemorrhage</i>	Kondisi pendarahan setelah melahirkan yang disebabkan oleh hilangnya 500 ml darah atau lebih melalui vagina pada saat melahirkan, atau 1000 ml darah atau lebih setelah dilakukan bedah cesar. Kondisi ini merupakan penyebab paling umum kematian ibu prenatal di negara, dan merupakan penyebab utama kematian ibu di seluruh dunia (Garrison, 2009:28).
10	<i>Serum Iron</i>	Tes laboratorium untuk mengukur jumlah zat besi yang disalurkan ke tubuh.
12	<i>Ultrasound</i>	Penggunaan suara dengan frekuensi tinggi untuk menghasilkan pencitraan digital atau foto organ tubuh tertentu (Garrison, 2009: 449).