



## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....   | ii    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....             | iii   |
| <b>HALAMAN TUGAS</b> .....                  | iv    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                 | viii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                     | xi    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                   | xiv   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                  | xv    |
| <b>INTISARI</b> .....                       | xvii  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                       | xviii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....              | 1     |
| I.1 Latar Belakang .....                    | 1     |
| I.2 Perumusan Masalah .....                 | 3     |
| I.3 Tujuan Penelitian .....                 | 4     |
| I.4 Manfaat .....                           | 5     |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....        | 6     |
| <b>BAB III DASAR TEORI</b> .....            | 17    |
| III.1 Sel Darah Putih .....                 | 17    |
| III.1.1 Karakteristik Sel Darah Putih ..... | 17    |
| III.1.2 <i>White Blood Cell Count</i> ..... | 20    |
| III.2 Citra Digital .....                   | 20    |
| III.2.1 Pengertian Citra Digital .....      | 20    |
| III.2.2 Representasi Citra Digital .....    | 21    |
| III.3 Model Warna .....                     | 24    |
| III.3.1 RGB (Red, Green, Blue) .....        | 24    |
| III.3.2 HSV (Hue, Saturasion, Value) .....  | 25    |
| III.4 Data Latih .....                      | 26    |



|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| III.4.1       | Citra Positif ( <i>Positive Images</i> ) .....           | 27        |
| III.4.2       | Citra Negatif ( <i>Negative Images</i> ) .....           | 27        |
| III.5         | <i>Cascade Classifier</i> .....                          | 28        |
| III.6.        | <i>Haar</i> .....  | 28        |
| III.6.1       | Integral Citra ( <i>Integral Image</i> ).....            | 30        |
| III.7.        | <i>Local Binary Pattern</i> .....                        | 31        |
| III.8         | Titik Tengah.....  | 32        |
| III.9         | <i>Thresholding</i> Kanal Saturasi.....                  | 33        |
| <b>BAB IV</b> | <b>METODE PENELITIAN</b> .....                           | <b>36</b> |
| IV.1          | Alat dan Bahan Penelitian .....                          | 36        |
| IV.1.1        | Alat Penelitian.....                                     | 36        |
| IV.1.2        | Bahan Penelitian.....                                    | 36        |
| IV.2          | Tata Laksana Penelitian.....                             | 37        |
| IV.2.1        | Studi Literatur .....                                    | 38        |
| IV.2.2        | Studi Kepakaran Bidang Kesehatan.....                    | 38        |
| IV.2.3        | Persiapan Data .....                                     | 38        |
| IV.2.4        | Pemodelan .....  | 40        |
| IV.2.5        | Pembuatan <i>Interface</i> Program.....                  | 44        |
| IV.2.6        | Pengujian Program.....                                   | 49        |
| IV.2.7        | Analisis dan Penulisan Laporan .....                     | 55        |
| <b>BAB V</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                        | <b>58</b> |
| V.1           | Pemodelan .....  | 58        |
| V.1.1         | Pengambilan Bahan Data Latih.....                        | 58        |
| V.1.2         | Pelatihan Data Latih .....                               | 60        |
| V.1.3         | Pelatihan <i>Classifier</i> Deteksi Sel Darah Putih..... | 65        |
| V.2           | Pengujian Program .....                                  | 66        |
| V.2.1         | Hasil Perancangan <i>Interface</i> Pertama .....         | 66        |
| V.2.2         | Hasil Perancangan <i>Interface</i> Terakhir .....        | 67        |
| V.3           | Hasil Rancang Bangun Deteksi Sel Darah Putih.....        | 73        |
| V.3.1         | Klasifikasi Data Uji.....                                | 77        |
| V.3.2         | Keberhasilan Program .....                               | 82        |



|  |    |
|--|----|
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> ..... | 84 |
| VI.1 Kesimpulan.....                     | 84 |
| VI.2 Saran .....                         | 84 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....              | 86 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                    | 89 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel II. 1 Rangkuman penelitian rancang bangun sistem deteksi sel darah putih otomatis .....   | 8  |
| Tabel II. 2 Rangkuman penelitian perkembangan ekstraksi fitur <i>Haar</i> .....                 | 13 |
| Tabel II. 3 Rangkuman penelitian perkembangan ekstraksi fitur <i>Local Binary Pattern</i> ..... | 15 |
| Tabel IV. 1 <i>Variant</i> data latihan.....  | 39 |
| Tabel IV. 2 Pustaka nama detektor ( <i>classifier</i> ) latihan.....                            | 51 |
| Tabel IV. 3 Kondisi pengujian keberhasilan sel darah putih .....                                | 55 |
| Tabel V. 1 Hasil deteksi berdasarkan ukuran data latihan.....                                   | 60 |
| Tabel V. 2 Hasil rotasi citra berdasarkan rotasi data latihan .....                             | 62 |
| Tabel V. 3 Perbandingan hasil deteksi jenis ekstraksi fitur <i>Haar</i> dengan LBP .....        | 65 |
| Tabel V. 4 Hasil konversi citra RGB ke <i>grayscale</i> .....                                   | 70 |
| Tabel V. 5 Jenis instruksi deteksi beserta fungsinya.....                                       | 70 |
| Tabel V. 6 Hasil pengujian rancang bangun .....   | 74 |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar III. 1 Penampakan sel darah putih dalam sampel darah.....   | 18 |
| Gambar III. 2 Citra sel darah putih berjenis neutrofil.....  | 18 |
| Gambar III. 3 Citra sel darah putih berjenis limfosit .....  | 19 |
| Gambar III. 4 Citra sel darah putih berjenis monosit.....  | 19 |
| Gambar III. 5 Citra sel darah putih berjenis eosinofil.....  | 20 |
| Gambar III. 6 Koordinat kartesian 2-D citra digital dengan ukuran MxN.....   | 21 |
| Gambar III. 7 Citra digital dalam format citra biner .....   | 22 |
| Gambar III. 8 Citra digital dalam format citra skala keabuan.....  | 23 |
| Gambar III. 9 Citra digital dalam format citra warna .....   | 23 |
| Gambar III. 10 Model warna RGB (a) 2 dimensi (b) 3 dimensi .....   | 25 |
| Gambar III. 11 Representasi model warna HSV .....  | 26 |
| Gambar III. 12 Beberapa contoh <i>positive images</i> .....  | 27 |
| Gambar III. 13 Beberapa contoh <i>negative images</i> .....  | 27 |
| Gambar III. 14 Mekanisme <i>cascade classifier</i> .....   | 28 |
| Gambar III. 15 Contoh fitur pada penelitian <i>ViolaJones</i> . Fitur dengan dua segiempat (A, B), fitur dengan tiga segiempat (C), dan fitur dengan empat segiempat (D) [8] ..... | 29 |
| Gambar III. 16 Contoh fitur <i>haar</i> pada objek sel darah putih yang sudah dalam format <i>grayscale</i> .....  | 29 |
| Gambar III. 17 Ilustrasi Perhitungan <i>Haar feature</i> .....   | 30 |
| Gambar III. 18 Mekanisme penjumlahan dengan integral citra .....   | 30 |
| Gambar III. 19 Penjumlahan nilai piksel daerah D .....   | 31 |
| Gambar III. 20 Contoh proses kalkulasi pada LBP .....  | 32 |
| Gambar III. 21 Ilustrasi kinerja titik tengah.....   | 33 |
| Gambar III. 22 Ilustrasi visual <i>thresholding to zero</i> [22].....  | 34 |
| Gambar IV. 1 <i>Flowchart</i> penelitian .....   | 37 |
| Gambar IV. 2 Diagram alir pemodelan.....   | 40 |
| Gambar IV. 3 Ilustrasi sumbu x, y, z .....   | 42 |



|   |    |
|---|----|
| Gambar IV. 4 Diagram alir fungsi <i>traincascade</i> .....  | 43 |
| Gambar IV. 5 Tampilan program.....  | 44 |
| Gambar IV. 6 <i>Flowchart interface program</i> .....   | 49 |
| Gambar IV. 7 Diagram alir perancangan deteksi sel darah putih .....   | 49 |
| Gambar IV. 8 Diagram alir proses deteksi.....   | 50 |
| Gambar IV. 9 (a) Contoh kondisi pengujian deteksi (2 <i>true positive</i> ) (b) Contoh terdapat kondisi pengujian kegagalan deteksi (2 <i>true positive</i> dan 1 <i>false positive</i> ) ..... | 56 |
| Gambar V. 1 (a) citra sampel sel darah (b) contoh <i>positive images</i> (c) contoh <i>negative images</i> .....  | 59 |
| Gambar V. 2 Tampilan <i>interface</i> awal program .....  | 67 |
| Gambar V. 3 Tampilan <i>interface</i> akhir program.....  | 68 |
| Gambar V. 4 Ilustrasi tampilan nilai saturasi rata-rata hasil deteksi citra.....  | 72 |
| Gambar V. 5 Ilustrasi hasil deteksi melalui proses <i>thresholding</i> pada kanal saturasi .....  | 73 |
| Gambar V. 6 Hasil tingkat persentase <i>precision</i> antar kedua ekstraksi fitur .....   | 76 |
| Gambar V. 7 Hasil tingkat persentase <i>recall</i> antar kedua ekstraksi fitur .....  | 76 |
| Gambar V. 8 (a) Kondisi sel darah merah bertumpuk (b) Kondisi sel darah merah tidak bertumpuk.....  | 78 |
| Gambar V. 9 (a) Kondisi citra bernoda (b) Kondisi citra tidak bernoda.....  | 78 |
| Gambar V. 10 Grafik persentase <i>precision</i> antar ekstraksi fitur pada kondisi sel darah merah saling tertumpuk .....   | 79 |
| Gambar V. 11 Grafik persentase <i>recall</i> antar ekstraksi fitur pada kondisi sel darah merah saling tertumpuk .....  | 80 |
| Gambar V. 12 Grafik persentase <i>precision</i> antar ekstraksi fitur pada kondisi citra bernoda.....   | 81 |
| Gambar V. 13 Grafik persentase <i>recall</i> antar ekstraksi fitur pada kondisi citra bernoda.....  | 82 |