

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....   | ii      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....  | iii     |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK<br/>KEPENTINGAN AKADEMIS</b> ..... | iv      |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....  | v       |
| <b>ABSTRAK</b> .....   | vii     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | viii    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | xi      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | xiv     |
| <b>BAB 1</b> .....   | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....  | 1       |
| <b>1.2 Identifikasi Masalah</b> .....  | 8       |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....   | 8       |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....  | 8       |
| <b>1.5 Ruang Lingkup</b> .....   | 9       |
| <b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....   | 9       |
| <b>BAB 2</b> .....   | 11      |
| <b>2.1 Diabetes Melitus</b> .....  | 11      |
| <b>2.2 Retinopati Diabetik</b> .....   | 12      |
| <b>2.3 Kecerdasan Buatan</b> .....   | 14      |
| <b>2.4 <i>Machine Learning</i></b> .....   | 16      |
| <b>2.4.1 <i>Supervised Learning</i></b> .....  | 17      |
| <b>2.4.2 <i>Unsupervised Learning</i></b> .....  | 18      |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.4.3 | <i>Reinforcement Learning</i> .....                                    | 18 |
| 2.5   | <i>Neural Network</i> .....  | 19 |
| 2.6   | <i>Deep Learning</i> .....   | 20 |
| 2.7   | <i>Convolutional Neural Network</i> .....                              | 21 |
| 2.7.1 | <b>Layer Konvolusi</b> .....   | 24 |
| 2.7.2 | <i>Pooling Layer</i> .....   | 27 |
| 2.7.3 | <i>Batch Normalization</i> .....                                       | 28 |
| 2.7.4 | <i>Activation Layer</i> .....  | 28 |
| 2.7.5 | <i>Fully Connected Layer</i> .....                                     | 28 |
| 2.7.6 | <i>Epoch</i> .....   | 29 |
| 2.7.7 | <i>Softmax</i> .....   | 29 |
| 2.7.8 | <i>Loss Function</i> .....   | 29 |
| 2.7.9 | <i>Confussion Matrix</i> .....   | 30 |
| 2.8   | <i>Arsitektur Residual Network</i> .....                               | 32 |
| 2.9   | <b>Metode Pengembangan Sistem: Rapid Application Development</b> ..... | 34 |
| BAB 3 | .....  | 36 |
| 3.1   | <b>Jenis Penelitian</b> .....  | 36 |
| 3.2   | <b>Jenis Data Penelitian</b> .....                                     | 36 |
| 3.3   | <b>Tahapan Penelitian</b> .....  | 37 |
| 3.4   | <b>Kerangka Berpikir</b> .....   | 40 |
| 3.5   | <b>Jadwal Penelitian</b> .....   | 42 |
| 3.6   | <b>Perancangan Sistem</b> .....  | 44 |
| 3.6.1 | <b>Fase 1: Pembuatan Use Case Diagram</b> .....                        | 44 |
| 3.6.2 | <b>Fase 2: Pembuatan Activity Diagram</b> .....                        | 45 |
| 3.6.3 | <b>Fase 3: Pembuatan Class Diagram</b> .....                           | 46 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.6.4 Fase 4: Pembuatan Deployment Diagram.....          | 47         |
| 3.6.5 Fase 5: Perancangan User Interface .....           | 47         |
| 3.7 Perancangan Arsitektur ResNet .....                  | 48         |
| 3.8 Confussion Matrix Penelitian.....                    | 57         |
| <b>BAB 4.....</b>  | <b>61</b>  |
| 4.1 Pelatihan Model.....                                 | 61         |
| 4.1.1 <i>Pre-processing</i> .....                        | 61         |
| 4.1.2 Pelatihan Model ResNet.....                        | 65         |
| 4.1.3 Proses Pelatihan Model ResNet.....                 | 70         |
| 4.1.4 Hasil Pelatihan Model ResNet.....                  | 82         |
| 4.2 Pengujian Model.....                                 | 87         |
| 4.3 Prototipe Sistem Pendeteksi Retinopati Diabetik..... | 92         |
| <b>BAB 5.....</b>  | <b>101</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                     | 101        |
| 5.2 Saran.....   | 101        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                               | <b>103</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 Efek Pengaruh Diabetes Pada Penglihatan.....  | 1  |
| Gambar 2.1 Retina Mata .....   | 12 |
| Gambar 2.2 Fase Perubahan Bagi Penderita Retinopati Diabetik.....  | 13 |
| Gambar 2.3 Sejarah Perkembangan Kecerdasan Buatan.....   | 14 |
| Gambar 2.4 Hubungan Kecerdasan Buatan, <i>Machine Learning</i> , <i>Neural Network</i><br>dan <i>Deep Learning</i> ..... | 15 |
| Gambar 2.5 Metode <i>Machine Learning</i> .....  | 17 |
| Gambar 2.6 Ilustrasi <i>Neural Network</i> .....   | 19 |
| Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Deep Learning</i> .....  | 20 |
| Gambar 2.8 Ilustrasi Layer Konvolusi .....   | 21 |
| Gambar 2.9 Input Gambar pada ilustrasi CNN .....   | 22 |
| Gambar 2.10 <i>Neural Network</i> Terkecil .....   | 22 |
| Gambar 2.11 Gambar Disimpan kedalam <i>Array</i> .....   | 23 |
| Gambar 2.12 Ilustrasi Arsitektur dari CNN .....  | 24 |
| Gambar 2.13 Ilustrasi Layer Konvolusi .....  | 25 |
| Gambar 2.14 Ilustrasi Perhitungan Pada Layer Konvolusi .....   | 26 |
| Gambar 2.15 Hasil Layer Konvolusi .....  | 26 |
| Gambar 2.16 Ilustrasi perhitungan pada <i>Pooling Layer</i> .....  | 27 |
| Gambar 2.17 blok <i>skip connection</i> pada ResNet .....  | 32 |
| Gambar 2.18 Arsitektur ResNet .....  | 33 |
| Gambar 2.19 Tahapan Model RAD .....  | 34 |
| Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....  | 39 |
| Gambar 3.2 Use Case Diagram.....   | 44 |
| Gambar 3.3 Activity Diagram.....   | 45 |
| Gambar 3.4 Class Diagram .....   | 46 |
| Gambar 3.5 Deployment Diagram .....  | 47 |
| Gambar 3.6 User Interface Sistem .....   | 47 |
| Gambar 3.7 Arsitektur Layer ResNet .....   | 48 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.8 Blok ResNet-18 .....                          | 49 |
| Gambar 3.9 Blok ResNet-34 .....                          | 51 |
| Gambar 3.10 Blok ResNet-50 .....                         | 52 |
| Gambar 3.11 Blok ResNet-101 .....                        | 54 |
| Gambar 3.12 Blok ResNet-152 .....                        | 55 |
| Gambar 4.1 Pembagian Dataset Data Latih .....            | 62 |
| Gambar 4.2 Contoh Gambar Retina Pada Data Latih .....    | 63 |
| Gambar 4.3 Pembagian Dataset Data Validasi .....         | 64 |
| Gambar 4.4 Contoh Gambar Retina Pada Data Validasi ..... | 65 |
| Gambar 4.5 summary model ResNet-18 .....                 | 66 |
| Gambar 4.6 summary model ResNet-34 .....                 | 67 |
| Gambar 4.7 summary model ResNet-50 .....                 | 68 |
| Gambar 4.8 summary model ResNet-101 .....                | 69 |
| Gambar 4.9 summary model ResNet-152 .....                | 70 |
| Gambar 4.10 Hasil feature map pada tahap 1 .....         | 72 |
| Gambar 4.11 Hasil feature map pada tahap 2 .....         | 73 |
| Gambar 4.12 Hasil feature map pada tahap 3 .....         | 76 |
| Gambar 4.13 Hasil feature map pada tahap 4 .....         | 78 |
| Gambar 4.14 Hasil feature map pada tahap 5 .....         | 80 |
| Gambar 4.15 hasil pelatihan model ResNet-18 .....        | 82 |
| Gambar 4.16 hasil pelatihan model ResNet-34 .....        | 83 |
| Gambar 4.17 hasil pelatihan model ResNet-50 .....        | 84 |
| Gambar 4.18 hasil pelatihan model ResNet-101 .....       | 85 |
| Gambar 4.19 hasil pelatihan model ResNet-152 .....       | 86 |
| Gambar 4.20 Pembagian Dataset Data Pengujian .....       | 87 |
| Gambar 4.21 Confussion Matriks Pengujian .....           | 88 |
| Gambar 4.22 Halaman Awal Prototipe Aplikasi .....        | 93 |
| Gambar 4.23 Halaman Utama .....                          | 94 |
| Gambar 4.24 Hasil Klasifikasi Menyatakan Normal .....    | 95 |
| Gambar 4.25 Hasil Klasifikasi Menyatakan Mild .....      | 96 |
| Gambar 4.26 Hasil Klasifikasi Menyatakan Moderate .....  | 97 |

Gambar 4.27 Hasil Klasifikasi Menyatakan Severe .....98

Gambar 4.28 Hasil Klasifikasi Menyatakan Proliferative .....99

**DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 <i>Hyperparameter</i> pada layer konvolusi ..... | 25 |
| Table 2.2. <i>Confussion Matrix</i> .....                  | 30 |
| Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....                           | 42 |
| Tabel 3.2 <i>Confussion Matrix</i> Penelitian.....         | 57 |
| Tabel 4.1 Hasil Summary Pelatihan Model Resnet .....       | 86 |
| Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Pengujian Model.....              | 92 |
| Tabel 4.3 Perbandingan Lama Waktu Identifikasi.....        | 92 |