



## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                | <b>i</b>   |
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b> | <b>ii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>           | <b>iii</b> |
| <b>HALAMAN TUGAS .....</b>                | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>               | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                   | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                 | <b>xiv</b> |
| <b>INTISARI .....</b>                     | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                     | <b>iii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>            | <b>1</b>   |
| I.1. Latar Belakang .....                 | 1          |
| I.2. Perumusan Masalah .....              | 4          |
| I.3. Tujuan Penelitian .....              | 4          |
| I.4. Manfaat Penelitian .....             | 4          |
| <b>BAB II TINJUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>5</b>   |
| <b>BAB III DASAR TEORI .....</b>          | <b>7</b>   |
| III.1. Kamera Termal .....                | 8          |



|   |    |
|---|----|
| III.1.1. Cara Kerja Kamera Termal .....           | 9  |
| III.1.2. Sensor Detektor pada Kamera Termal ..... | 10 |
| III.1.3. FOV ( <i>Focus Of View</i> ) .....       | 12 |
| III.2. Prinsip Radiasi Termal .....               | 14 |
| III.2.1. Hukum <i>Stefan Boltzmann</i> .....      | 15 |
| III.2.2. Hukum <i>Inverse Square Law</i> .....    | 16 |
| III.3. Pengertian Citra.....                      | 16 |
| III.4. Jenis Citra .....                          | 17 |
| III.4.1. Citra Biner.....                         | 17 |
| III.4.2. Citra <i>Grayscale</i> .....             | 18 |
| III.4.3. Citra Warna .....                        | 18 |
| III.5. Model Warna .....                          | 19 |
| III.5.1. Model Warna RGB .....                    | 19 |
| III.5.2. Model Warna CMYK .....                   | 20 |
| III.5.3. Model Warna HSV .....                    | 21 |
| III.6. Metode Viola Jones .....                   | 22 |
| III.6.1. <i>Haar Like Feature</i> .....           | 22 |
| III.6.2. Integral Image .....                     | 23 |
| III.6.3. <i>Adaboost</i> .....                    | 24 |
| III.6.4. <i>Cascade Classifier</i> .....          | 24 |
| III.7. Pengolahan Citra .....                     | 26 |



|   |           |
|---|-----------|
| III.8. Ekualisasi Histogram.....          | 26        |
| III.9. <i>Inpainting</i> .....            | 27        |
| III.10. <i>Cropping</i> .....             | 28        |
| III.11. <i>Gamma Correction</i> .....     | 29        |
| <b>BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....</b> | <b>30</b> |
| IV.1. Alat dan Bahan Penelitian.....      | 30        |
| IV.1.1. Alat Penelitian .....             | 30        |
| IV.1.2. Bahan Penelitian .....            | 31        |
| IV.2. Tata Laksana Penelitian .....       | 31        |
| IV.2.1. Studi Pustaka dan Literatur.....  | 32        |
| IV.2.2. Pengambilan Data.....             | 33        |
| IV.2.3 Perancangan Algoritma.....         | 36        |
| IV.2.3.1. Konversi ke Frame .....         | 37        |
| IV.2.3.2. <i>Preprocessing</i> Citra..... | 37        |
| IV.2.3.4. Deteksi <i>UpperBody</i> .....  | 41        |
| IV.2.4. Penyusunan Program .....          | 43        |
| IV.2.5. Pengujian .....                   | 46        |
| IV.2.6. Analisis Pembahasan .....         | 46        |
| IV.2.7. Penulisan Laporan .....           | 48        |
| <b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>    | <b>49</b> |
| V.1. Hasil Persiapan Perangkat Keras..... | 49        |



|   |    |
|---|----|
| V.2. Hasil Pengambilan Data .....                   | 50 |
| V.2.1. Hasil Variasi Jarak dan Sudut .....          | 51 |
| V.2.2. Hasil Variasi Pencahayaan .....              | 53 |
| V.2.3. Hasil Variasi Jumlah Obyek .....             | 54 |
| V.2.4. Hasil Variasi Latar .....                    | 54 |
| V.3. Hasil Rancang Bangun Program .....             | 57 |
| V.3.1. Pembacaan Frame .....                        | 57 |
| V.3.2. <i>Preprocessing</i> .....                   | 58 |
| V.3.2.1. Pengkonversian Model Warna .....           | 58 |
| V.3.2.2. <i>Inpainting</i> .....                    | 60 |
| V.3.2.3. <i>Cropping</i> .....                      | 62 |
| V.3.2.4. Ekualisasi Histogram .....                 | 62 |
| V.3.2.5. <i>Gamma Correction</i> .....              | 63 |
| V.3.3. Deteksi <i>Upperbody</i> .....               | 64 |
| V.4. Analisa Perangkat Lunak .....                  | 66 |
| V.4.1. Analisis Deteksi <i>Upperbody</i> .....      | 68 |
| V.4.2. Analisis Pengaruh Ekualisasi Histogram ..... | 70 |
| V.4.3. Analisis Pengaruh Pengujian Data .....       | 72 |
| V.5. Analisis Hasil Pengujian Data .....            | 75 |
| V.5.1. Hasil Deteksi dengan Variasi Jarak .....     | 76 |
| V.5.2. Hasil Deteksi dengan Variasi Sudut .....     | 80 |



|   |           |
|---|-----------|
| V.5.3. Hasil Deteksi dengan Variasi Pencahayaan ..... | 82        |
| V.5.4. Hasil Deteksi dengan Variasi Jumlah Obyek..... | 82        |
| V.5.5. Hasil Deteksi dengan Variasi Latar.....        | 84        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>               | <b>88</b> |
| VI.1. Kesimpulan .....                                | 88        |
| VI.2. Saran .....                                     | 89        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                           | <b>90</b> |
| <b>LAMPIRAN A .....</b>                               | <b>92</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 1.1.</b> Perbedaan citra pada kamera visual dengan citra pada kamera termal..... | 3  |
| <b>Gambar 3.1.</b> Spektrum diagram gelombang elektromagnetik .....                        | 7  |
| <b>Gambar 3.2.</b> Kurva jendela atmosferik.....   | 9  |
| <b>Gambar 3.3.</b> Ilustrasi pengambilan gambar menggunakan kamera inframerah              | 10 |
| <b>Gambar 3.4.</b> Kurva sensitifitas deteksi dari kamera inframerah .....                 | 12 |
| <b>Gambar 3.5.</b> Ilustrasi (a)Field Of View dan (b) Sudut bukaan kamera.....             | 13 |
| <b>Gambar 3.6.</b> Ilustrasi Penyebaran dan Intensitas Cahaya.....                         | 16 |
| <b>Gambar 3.7.</b> Citra biner .....   | 18 |
| <b>Gambar 3.8.</b> Citra <i>grayscale</i> .....  | 18 |
| <b>Gambar 3.9.</b> Citra warna.....  | 19 |
| <b>Gambar 3.10.</b> Model warna RGB .....  | 20 |
| <b>Gambar 3.11.</b> Model warna CMYK .....   | 20 |
| <b>Gambar 3.12.</b> Model warna HSV .....  | 21 |
| <b>Gambar 3.13.</b> Contoh <i>Haar like Feature</i> .....                                  | 22 |
| <b>Gambar 3.14.</b> Hasil perhitungan <i>integral image</i> .....                          | 23 |
| <b>Gambar 3.15.</b> Perhitungan <i>integral image</i> (Viola-Jones,2001) .....             | 24 |
| <b>Gambar 3.16.</b> <i>Cascade classifier</i> .....  | 26 |



|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 3.17.</b> Hasil Equalisasi Histogram suatu Citra .....   | 27 |
| <b>Gambar 3.18.</b> Contoh proses pengisian daerah target menggunakan metode<br><i>inpainting</i> .....  | 28 |
| <b>Gambar 3.19.</b> Ilustrasi proses <i>cropping</i> .....   | 29 |
| <b>Gambar 4.1.</b> Diagram alir pelaksanaan penelitian.....  | 32 |
| <b>Gambar 4.2.</b> Bentuk Set-up dari Pengambilan Video dengan Variasi Jarak dan<br>Sudut .....  | 34 |
| <b>Gambar 4.3.</b> Bentuk set-up dari pengambilan video dengan variasi jumlah obyek:<br>(a) depan belakang, (b) bersampingan, dan (c) bertumpuk.....                                   | 35 |
| <b>Gambar 4.4.</b> Algoritma Perancangan Sistem Perangkat Lunak .....  | 36 |
| <b>Gambar 4.5.</b> Citra output dari kamera termal dengan penunjukan waktu<br>RGB .....  | 38 |
| <b>Gambar 4.6.</b> Label Waktu, Tanggal dan brand Flir.....  | 39 |
| <b>Gambar 4.7.</b> Citra dengan <i>Gamma correction</i> .....  | 41 |
| <b>Gambar 4.8.</b> Hasil pengolahan citra visual menggunakan <i>cascade classifier</i> :<br>(a) <i>haarcascade_upperbody.xml</i> dan<br>(b) <i>haarcascade_mcs_upperbody.xml</i> ..... | 43 |
| <b>Gambar 4.9.</b> <i>Myform Design</i> .....  | 44 |
| <b>Gambar 5.1.</b> Pengaturan : (a) kamera termal, dan (b) kamera visual .....   | 50 |
| <b>Gambar 5.2.</b> Contoh cuplikan frame citra termal .....  | 58 |
| <b>Gambar 5.3.</b> Citra kamera termal (a) Sebelum dilakukan <i>inpainting</i> dan   |    |



|   |    |
|---|----|
| (b) setelah dilakukan <i>inpainting</i> .....   | 61 |
| <b>Gambar 5.4.</b> Citra Kamera Termal (a) Sebelum dilakukan Cropping dan<br>(b) Setelah dilakukan Cropping .....   | 62 |
| <b>Gambar 5.5.</b> Citra dan Histogram Citra (a) Tanpa Ekualisasi Histogram dan<br>(b) dengan Ekualisasi Histogram .....  | 63 |
| <b>Gambar 5.6.</b> Citra hasil pengolahan gamma correction (a) $\gamma = 0,5$ (b) $\gamma = 1$<br>dan (c) $\gamma = 2,2$ .....  | 64 |
| <b>Gambar 5.7.</b> Menunjukkan citra hasil konversi citra RGB 3 bit menjadi Citra<br><i>Grayscale</i> 1 bit .....   | 67 |
| <b>Gambar 5.8.</b> Blok diagram deteksi citra tanpa pengaturan kontras.....   | 69 |
| <b>Gambar 5.9.</b> Blok diagram deteksi citra menggunakan ekualisasi histogram  | 71 |
| <b>Gambar 5.10.</b> Blok diagram deteksi citra menggunakan <i>gamma correction</i> .  | 73 |
| <b>Gambar 5.11.</b> Grafik dari hasil deteksi ketiga obyek dengan variasi jarak ....  | 76 |
| <b>Gambar 5.12.</b> Perbedaan latar berdasarkan jarak (a) 12m dan (b) 36m .....   | 77 |
| <b>Gambar 5.13.</b> Grafik dari hasil deteksi ketiga obyek dengan variasi sudut ...   | 81 |
| <b>Gambar 5.14.</b> Grafik dari hasil deteksi ketiga obyek dengan variasi<br>pencahayaan .....  | 82 |
| <b>Gambar 5.15.</b> Grafik hasil deteksi pada variasi jumlah obyek.....   | 83 |
| <b>Gambar 5.16.</b> Kesalahan deteksi pada (a) latar berupa tembok, (b) latar berupa<br>kaca, (c) latar berupa pohon dan (d) latar berupa<br>lingkungan outdoor ..... | 6  |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 3.1.</b> Jenis operasi dan temperatur pengoperasian berdasarkan tipe<br>detektor .....                                      | 11 |
| <b>Tabel 4.1.</b> Kategori hasil pendeteksian obyek.....   | 47 |
| <b>Tabel 5.1.</b> Variasi Jarak dan Sudut.....   | 51 |
| <b>Tabel 5.2.</b> Variasi pencahayaan.....   | 53 |
| <b>Tabel 5.3.</b> Variasi jumlah obyek yang dideteksi .....  | 54 |
| <b>Tabel 5.4.</b> Variasi latar obyek yang dideteksi pada siang hari .....   | 55 |
| <b>Tabel 5.5.</b> Variasi latar obyek yang dideteksi pada malam hari.....  | 56 |
| <b>Tabel 5.6.</b> Hasil konversi model warna dan citra setiap kanalnya .....   | 59 |
| <b>Tabel 5.7.</b> Hasil deteksi dengan menggunakan <i>haarcascade</i> .....  | 65 |
| <b>Tabel 5.8.</b> Output citra hasil deteksi citra dengan tanpa inpainting dan<br>cropping, dengan inpainting, dengan cropping. .... | 68 |
| <b>Tabel 5.9.</b> Tabel hasil deteksi <i>upperbody</i> .....   | 69 |
| <b>Tabel 5.10.</b> Tabel hasil deteksi <i>upperbody</i> dengan ekualisasi histogram.....   | 71 |
| <b>Tabel 5.11.</b> Hasil deteksi dengan <i>gamma correction 0,5</i> .....  | 73 |
| <b>Tabel 5.12.</b> Hasil deteksi dengan <i>gamma correction 2,2</i> .....  | 74 |
| <b>Tabel 5.13.</b> Hasil deteksi bayangan obyek yang terbentuk pada kamera<br>termal.....  | 78 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 5.14.</b> Hasil deteksi pada variasi jumlah obyek .....    | 82 |
| <b>Tabel 5.15.</b> Hasil deteksi dengan latar pada siang hari ..... | 83 |
| <b>Tabel 5.16.</b> Hasil deteksi dengan latar pada malam hari.....  | 85 |