

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| HALAMAN TUGAS | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| HALAMAN MOTTO | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN | xvii |
| INTISARI | xx |
| ABSTRACT | xxi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Perumusan Masalah | 2 |
| I.3. Batasan Masalah | 3 |
| I.4. Tujuan | 3 |
| I.5. Manfaat | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| II.1. Temperatur Kulit untuk Mempelajari Sistem Termoregulasi | 5 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| II.2. | Penggunaan Kamera Termal untuk Mengukur Temperatur Kulit . . . | 6 |
| II.3. | Potensi Pengembangan | 7 |
| III. | DASAR TEORI | 10 |
| III.1. | Lingkungan Termal pada Bangunan | 10 |
| III.2. | Sensasi dan Kenyamanan Termal | 11 |
| III.3. | Perpindahan Kalor antara Manusia dan Lingkungan | 12 |
| III.4. | Sistem Termoregulasi Tubuh Manusia terkait dengan Lingkungan . | 14 |
| III.5. | Temperatur Kulit | 15 |
| III.6. | Kalibrasi | 16 |
| III.7. | <i>Thermocouple</i> | 18 |
| III.8. | Kamera Termal | 19 |
| III.9. | Pengolahan Data Statistik | 19 |
| III.9.1. | Rata-Rata | 19 |
| III.9.2. | Standar Deviasi | 20 |
| III.9.3. | Pengujian Hipotesis | 21 |
| III.9.4. | Uji Normalitas | 22 |
| III.9.5. | Regresi | 23 |
| III.9.6. | <i>T Test</i> dengan Satu Sampel | 25 |
| III.9.7. | <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i> | 25 |
| III.9.8. | <i>Root Mean-Squared Error</i> | 26 |
| IV. | PELAKSANAAN PENELITIAN | 27 |
| IV.1. | Alat dan Bahan Penelitian | 27 |
| IV.2. | Tata Laksana Penelitian | 27 |
| IV.2.1. | Studi Literatur | 28 |
| IV.2.2. | Persiapan Alat Ukur | 29 |

| | |
|--|-----------|
| IV.2.3. Pengambilan Data | 30 |
| IV.2.4. Pengolahan Data | 34 |
| IV.2.5. Analisis Hasil | 35 |
| IV.2.6. Penulisan Laporan | 37 |
| V. HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| V.1. Persiapan Alat Ukur | 38 |
| V.1.1. Persiapan <i>Thermocouple</i> | 38 |
| V.1.2. Persiapan Kamera Termal | 39 |
| V.2. Analisis Hasil | 40 |
| V.2.1. Hubungan antara <i>Mean Skin Temperature</i> dan Stimulus Lingkungan | 40 |
| V.2.2. Hubungan antara Pengukuran <i>Thermocouple</i> di Wajah dan Pengukuran Kamera Termal di wajah | 44 |
| V.2.3. Hubungan Pengukuran Kamera Termal dan MST | 55 |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 58 |
| VI.1. Kesimpulan | 58 |
| VI.2. Saran | 59 |
| LAMPIRAN | |
| A. Hasil Pengukuran | 63 |
| A.1. Responden 1 | 63 |
| A.2. Responden 2 | 65 |
| A.3. Responden 3 | 67 |
| A.4. Responden 4 | 69 |
| A.5. Responden 5 | 70 |

| | | |
|-------|------------------------|----|
| A.6. | Responden 6 | 72 |
| A.7. | Responden 7 | 74 |
| A.8. | Responden 8 | 75 |
| A.9. | Responden 9 | 77 |
| A.10. | Responden 10 | 79 |
| A.11. | Responden 11 | 80 |
| A.12. | Responden 12 | 82 |
| A.13. | Responden 13 | 84 |
| A.14. | Responden 14 | 85 |
| A.15. | Responden 15 | 87 |
| A.16. | Responden 16 | 89 |
| A.17. | Responden 17 | 90 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| 2.1. Rangkuman Studi Pustaka dan Posisi Penelitian | 9 |
| 4.1. Bahan penelitian | 27 |
| 4.2. Alat penelitian | 27 |
| 4.3. Pengaturan perangkat pengkondisian lingkungan | 32 |
| 5.1. Fungsi transfer kalibrasi <i>thermocouple</i> | 38 |
| 5.2. Data responden | 41 |
| 5.3. Regresi antara MST dan <i>operative temperature</i> | 45 |
| 5.4. Pengujian sensitivitas dari hasil regresi antara MST dan <i>operative temperature</i> | 46 |
| 5.5. Regresi antara hasil pengukuran temperatur kulit terhadap <i>operative temperature</i> pada dahi | 47 |
| 5.6. Regresi antara hasil pengukuran temperatur kulit terhadap <i>operative temperature</i> pada hidung | 48 |
| 5.7. Regresi antara hasil pengukuran temperatur kulit terhadap <i>operative temperature</i> pada pipi | 48 |
| 5.8. Regresi antara hasil pengukuran temperatur kulit terhadap <i>operative temperature</i> pada dagu | 50 |
| 5.9. Pengujian karakteristik | 51 |
| 5.10. Hasil regresi hasil pengukuran kamera termal hasil <i>thermocouple</i> pada dahi | 52 |
| 5.11. Hasil regresi hasil pengukuran kamera termal hasil <i>thermocouple</i> pada hidung | 53 |
| 5.12. Hasil regresi hasil pengukuran kamera termal hasil <i>thermocouple</i> pada pipi | 53 |

| | |
|--|----|
| 5.13. Hasil regresi hasil pengukuran kamera termal hasil <i>thermocouple</i> pada dagu | 54 |
| 5.14. Pengujian korelasi antara kamera termal dengan <i>thermocouple</i> | 54 |
| 5.15. Hasil multivariabel regresion | 56 |
| A.1. Hasil Pengukuran pada Responden Pertama | 63 |
| A.2. Hasil Pengukuran pada Responden Kedua | 65 |
| A.3. Hasil Pengukuran pada Responden Ketiga | 67 |
| A.4. Hasil Pengukuran pada Responden Keempat | 69 |
| A.5. Hasil Pengukuran pada Responden Kelima | 71 |
| A.6. Hasil Pengukuran pada Responden Keenam | 72 |
| A.7. Hasil Pengukuran pada Responden Ketujuh | 74 |
| A.8. Hasil Pengukuran pada Responden Kedelapan | 76 |
| A.9. Hasil Pengukuran pada Responden Kesembilan | 77 |
| A.10. Hasil Pengukuran pada Responden Kesepuluh | 79 |
| A.11. Hasil Pengukuran pada Responden Kesebelas | 81 |
| A.12. Hasil Pengukuran pada Responden Keduabelas | 82 |
| A.13. Hasil Pengukuran pada Responden Ketigabelas | 84 |
| A.14. Hasil Pengukuran pada Responden Keempatbelas | 85 |
| A.15. Hasil Pengukuran pada Responden Kelimabelas | 87 |
| A.16. Hasil Pengukuran pada Responden Keenambelas | 89 |
| A.17. Hasil Pengukuran pada Responden Ketujuhbelas | 91 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------|--|----|
| 2.1. | Kerangka penelitian | 8 |
| 3.1. | Proses perpindahan kalor pada bangunan [12]. | 10 |
| 3.2. | Sistem termoregulasi pada manusia [14]. | 15 |
| 3.3. | Titik pengukuran menggunakan metode Ramanathan [7]. | 16 |
| 3.4. | Blok diagram cara kerja <i>thermocouple</i> [15]. | 18 |
| 3.5. | Blok diagram prinsip kerja kamera termal [17]. | 19 |
| 4.1. | Diagram alir penelitian | 28 |
| 4.2. | Pengambilan data untuk karakterisasi kamera termal | 30 |
| 4.3. | Kalibrasi <i>thermocouple</i> | 30 |
| 4.4. | Diagram alir pengambilan data | 31 |
| 4.5. | Titik biru menunjukkan titik pengukuran <i>thermocouple</i> dan titik merah menunjukkan titik pengukuran kamera termal | 34 |
| 4.6. | Pengubahan parameter pada FLIR One Tools | 34 |
| 5.1. | Hasil pengukuran sensor (a) <i>thermocouple</i> 1, (b) <i>thermocouple</i> 2, (c) <i>thermocouple</i> 3, (d) <i>thermocouple</i> 4, (e) <i>thermocouple</i> 5, (f) <i>thermocouple</i> 6, (g) <i>thermocouple</i> 7, dan (h) <i>thermocouple</i> 8 | 39 |
| 5.2. | Hasil pengukuran kamera termal (a) 20 menit dan (b) dari 17 menit sampai 20 menit | 40 |
| 5.3. | (a) <i>null hypothesis</i> dan (b) <i>alternative hypothesis</i>) | 42 |
| 5.4. | Hasil regresi (a) pemanasan dan (b) pendinginan) | 44 |
| 5.5. | (a) <i>null hypothesis</i> dan (b) <i>alternative hypothesis</i>) | 46 |
| 5.6. | Hasil pengujian (a) dahi, (b) hidung, (c) pipi, dan (d) dagu | 49 |
| 5.7. | (a) <i>null hypothesis</i> dan (b) <i>alternative hypothesis</i>) | 51 |

| | |
|---|----|
| 5.8. Hasil pengujian (a) dahi, (b) hidung, (c) pipi, dan (d) dagu | 55 |
| 5.9. Hasil Pengujian regresi MST terhadap temperatur pembobotan | 57 |
| 5.10. <i>Residual error</i> | 57 |