

# DAFTAR ISI

|   |              |
|---|--------------|
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>  | <b>iii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>  | <b>iv</b>    |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>  | <b>v</b>     |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>  | <b>vi</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>   | <b>vii</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>viii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>  | <b>ix</b>    |
| <b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>  | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>  | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>   | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>  | <b>xxi</b>   |
| <b>TIMELINE REVISI DOKUMEN.....</b>   | <b>xxiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>   | <b>1</b>     |
| 1.1 Deskripsi Umum Masalah.....   | 1            |
| 1.2 Analisis Masalah.....   | 2            |
| 1.2.1 Aspek Teknis.....   | 3            |
| 1.2.2 Aspek Keamanan.....   | 3            |
| 1.2.3 Aspek Kemudahan Pengguna.....   | 3            |
| 1.2.4 Aspek Ekonomi.....  | 4            |
| 1.2.5 Aspek Kesehatan.....  | 4            |
| 1.3 Analisis Solusi Yang Ada.....   | 5            |
| 1.3.1 <i>Baby Monitoring System using Image Processing and IoT.....</i>   | <i>5</i>     |
| 1.3.2 <i>Internet of Things-Based Patient Cradle System with an Android App for Baby Monitoring with Machine Learning.....</i>              | <i>6</i>     |
| 1.3.3 Perancangan <i>Smart Baby Monitor</i> Menggunakan Aplikasi Android dan Web Melalui Internet.....                                      | 6            |
| 1.3.4 <i>A Cost-effective Smart Cradle Baby Monitoring System for Assist the Parents.....</i>   | <i>7</i>     |
| 1.3.5 <i>An Intelligent Baby Monitor with Automatic Sleeping Posture Detection and Notification.....</i>                                    | <i>8</i>     |
| 1.3.6 Perancangan dan Pengontrolan Sistem Kendali Mekanika Keranjang Bayi Pada Sistem <i>Smart Baby Monitoring</i> dengan Raspberry Pi..... | 9            |
| 1.3.7 Analisis Singkat Jurnal.....  | 10           |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.4 Kesimpulan CD-1.....   | 11        |
| <b>BAB II DESAIN KONSEP SOLUSI.....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1 Spesifikasi Produk.....  | 12        |
| 2.2 Batasan dan Spesifikasi.....   | 14        |
| 2.2.1 Sistem Rekaman Bayi Secara <i>Real-Time</i> .....  | 14        |
| 2.2.2 Sistem Deteksi Wajah dan Emosi Tangis Bayi .....   | 15        |
| 2.2.3 Sistem Deteksi Suara Tangisan Bayi.....  | 16        |
| 2.2.4 Sistem Perekaman Suara secara <i>Real-Time</i> .....   | 16        |
| 2.2.5 Sistem Deteksi Suhu Bayi .....   | 17        |
| 2.2.6 Sistem Notifikasi Aplikasi Mobile .....  | 18        |
| 2.3 Batasan Masalah.....   | 18        |
| 2.3.1 Alat Membutuhkan Internet Yang Stabil Untuk Terus Berjalan .....                                       | 19        |
| 2.3.2 <i>Noise</i> Pada Sistem Deteksi Suara Tangis Bayi Tidak Boleh Lebih Besar Dari Suara Tangis Bayi..... | 19        |
| 2.3.3 Alat Membutuhkan Daya Listrik Konstan.....   | 19        |
| 2.3.4 Alat tidak efisien jika bekerja di kondisi minim pencahayaan .....                                     | 20        |
| 2.3.5 Bayi akan dideteksi harus berada didalam keranjang atau berada dalam jarak kamera.....                 | 20        |
| 2.3.6 Umur Bayi Yang Dideteksi berada pada <i>range</i> 0-24 Bulan.....                                      | 20        |
| 2.4 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi .....  | 21        |
| 2.4.1 Perekaman <i>Real-Time</i> .....   | 21        |
| 2.4.2 Sistem Deteksi Wajah dan Emosi Tangis Bayi .....   | 22        |
| 2.4.3 Sistem Deteksi Suara Tangisan Bayi.....  | 23        |
| 2.4.4 Sistem Deteksi Suhu Bayi .....   | 24        |
| 2.4.5 Sistem Notifikasi Aplikasi <i>Mobile</i> .....   | 24        |
| 2.5 Kesimpulan CD-2.....   | 25        |
| <b>BAB III DESAIN RANCANGAN SOLUSI.....</b>  | <b>27</b> |
| 3.1 Alternatif Usulan Solusi .....   | 27        |
| 3.1.1 Sistem Deteksi Emosi Tangis dan Wajah Bayi .....   | 27        |
| 3.1.2 Sistem Deteksi Tangisan Bayi.....  | 29        |
| 3.1.3 Platform Aplikasi Mobile .....   | 30        |
| 3.1.4 Mikrokontroler.....  | 30        |
| 3.1.5 Modul Mic .....  | 31        |
| 3.1.6 Modul Kamera .....   | 32        |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.7 Sensor Suhu .....  | 33 |
| 3.2 Analisis dan Pemilihan Solusi.....                                       | 34 |
| 3.2.1 Algoritma Convolutional Neural Network (CNN).....                      | 34 |
| 3.2.2 Algoritma Recurrent Neural Network .....                               | 37 |
| 3.2.3 Algoritma YOLOv5.....  | 38 |
| 3.2.4 <i>Matrix Scoring</i> Deteksi Wajah Bayi dan Ekspresi Tangis Bayi..... | 41 |
| 3.2.5 Algoritma <i>Hidden Markov Model</i> .....                             | 42 |
| 3.2.6 Algoritma <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....               | 43 |
| 3.2.7 Support Vector Machine.....  | 45 |
| 3.2.8 <i>Matrix Scoring</i> Deteksi Suara Tangis Bayi .....                  | 45 |
| 3.2.9 Raspberry Pi 4 .....   | 46 |
| 3.2.10 Arduino Uno R3 .....  | 47 |
| 3.2.11 Esp32 .....   | 48 |
| 3.2.12 <i>Matrix Scoring</i> Mikrokontroler .....                            | 48 |
| 3.2.13 INMP441 .....   | 49 |
| 3.2.14 External Mic Jete M1 .....  | 50 |
| 3.2.15 <i>Matrix Scoring</i> Modul Mic.....                                  | 50 |
| 3.2.16 Raspberry Pi Camera Module V2.....                                    | 51 |
| 3.2.17 IMX219 Camera Module 160.....   | 51 |
| 3.2.18 Raspberry Pi NoIR Camera Module V2 8MP Cam Module Jetson.....         | 52 |
| 3.2.19 <i>Matrix Scoring</i> Modul Kamera.....                               | 52 |
| 3.2.20 MLX90614 Temperature Sensor Module.....                               | 53 |
| 3.2.21 DHT22 Temperature Sensor Module .....                                 | 54 |
| 3.2.22 TMP36 Temperature Sensor Module .....                                 | 54 |
| 3.2.23 <i>Matrix Scoring</i> Modul Sensor Suhu .....                         | 54 |
| 3.2.24 <i>Framework Aplikasi Mobile</i> .....                                | 55 |
| 3.3 Desain Solusi Terpilih.....  | 56 |
| 3.3.1 Rancangan <i>Hardware</i> .....  | 56 |
| 3.3.2 Block Diagram Sistem.....  | 56 |
| 3.3.3 <i>Flowchart</i> Deteksi Wajah Bayi .....                              | 58 |
| 3.3.4 <i>Flowchart</i> Deteksi Emosi Tangis Bayi.....                        | 59 |
| 3.3.5 <i>Flowchart</i> Deteksi Suara Tangis Bayi.....                        | 60 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.6 <i>Flowchart</i> Deteksi Suhu Bayi.....      | 61        |
| 3.3.7 <i>Flowchart</i> Subsampling.....            | 62        |
| 3.3.8 <i>Activity Diagram</i> .....                | 62        |
| 3.3.9 <i>Sequence Diagram</i> .....                | 63        |
| 3.3.10 Tampilan UI/UX Aplikasi <i>Mobile</i> ..... | 64        |
| 3.3.11 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 0..... | 65        |
| 3.3.12 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD) Level 1..... | 66        |
| 3.3.13 <i>Use Case Diagram</i> Sistem.....         | 66        |
| 3.3.14 <i>Flowchart</i> YOLOv5 .....               | 67        |
| 3.3.15 <i>Flowchart</i> SVM .....                  | 68        |
| 3.4 Anggaran dan Jadwal .....                      | 69        |
| <b>BAB IV IMPLEMENTASI .....</b>                   | <b>73</b> |
| 4.1 Deskripsi Umum Implementasi.....               | 73        |
| 4.1.1 Alat <i>Monitoring</i> Bayi.....             | 73        |
| 4.1.2 Aplikasi <i>Mobile</i> .....                 | 73        |
| 4.1.3 Deteksi Suara Tangis Bayi .....              | 73        |
| 4.1.4 Deteksi Wajah & Ekspresi Tangis Bayi .....   | 74        |
| 4.1.5 Database Pengguna.....                       | 74        |
| 4.1.6 Raspberry Pi 4B 4GB .....                    | 75        |
| 4.1.7 INMP441 .....                                | 75        |
| 4.1.8 Raspberry Pi Camera V2 .....                 | 76        |
| 4.1.9 GY 906/MLX906 .....                          | 76        |
| 4.1.10 Flutter.....                                | 77        |
| 4.1.11 Visual Studio Code.....                     | 77        |
| 4.1.12 Express.js (No SQL).....                    | 78        |
| 4.1.13 Firebase.....                               | 78        |
| 4.1.14 Web Pihak Ketiga.....                       | 79        |
| 4.1.15 Perancangan.....                            | 79        |
| 4.1.16 Pengembangan.....                           | 80        |
| 4.1.17 Integrasi .....                             | 81        |
| 4.2 Detail Implementasi .....                      | 84        |
| 4.2.1 Source Code Aplikasi .....                   | 84        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.2.2 Tampilan Aplikasi .....   | 86         |
| 4.2.3 Source Code Database .....  | 89         |
| 4.2.4 Tampilan Database .....   | 94         |
| 4.2.5 Penggunaan Source Code Eksternal (Training YOLOv5) .....  | 96         |
| 4.3 Solusi Hardware .....   | 96         |
| 4.3.1 Tampilan Alat .....   | 97         |
| 4.3.2 <i>Streaming</i> dan Mengambil Gambar Secara Berkala untuk deteksi <i>Machine Learning</i><br>..... | 97         |
| 4.3.3 Merekam Suara dan Durasi Dapat Diatur Sesuai Yang Diinginkan .....                                  | 100        |
| 4.3.4 Mendeteksi Suhu Pada Bayi .....   | 103        |
| 4.3.5 Implementasi di Lingkungan Nyata .....  | 104        |
| 4.4 Solusi Berbentuk Model <i>Machine Learning</i> .....  | 105        |
| 4.4.1 Deteksi Wajah Bayi .....  | 105        |
| 4.4.2 Deteksi Emosi Tangis Bayi .....   | 106        |
| 4.4.3 Deteksi Suara Tangis Bayi .....   | 107        |
| 4.4.4 Source Code Simulasi Deteksi Wajah Bayi .....   | 107        |
| 4.4.5 Source Code Simulasi Deteksi Ekspresi Sedih Bayi .....  | 109        |
| 4.4.6 Source Code Simulasi Suara Tangis Bayi .....  | 110        |
| 4.5 Prosedur Pengoperasian .....  | 113        |
| 4.5.1 Uji Fitur Suhu Di Perangkat .....   | 115        |
| 4.5.2 Uji Fitur Deteksi Wajah Bayi .....  | 116        |
| 4.5.3 Uji Fitur Deteksi Emosi Tangis Bayi .....   | 118        |
| 4.5.4 Uji Fitur Deteksi Suara Bayi Menangis.....  | 119        |
| 4.5.5 Visual dan Media Pendukung.....   | 121        |
| <b>BAB V PENGUJIAN SISTEM.....</b>  | <b>122</b> |
| 5.1 Skenario Umum Pengujian.....  | 122        |
| 5.1.1 Daftar Pengujian.....   | 122        |
| 5.1.2 Lokasi dan Waktu Pengujian.....   | 122        |
| 5.1.3 Pihak-Pihak yang terlibat.....  | 123        |
| 5.2 Detil Pengujian Deteksi Wajah .....   | 124        |
| 5.2.1 Partisi Data .....  | 126        |
| 5.2.2 <i>Optimizer</i> .....  | 126        |
| 5.2.3 <i>Epoch</i> .....  | 126        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.3 Hasil Pengujian Deteksi Algoritma Wajah dan Emosi Tangis Bayi.....         | 127        |
| 5.3.1 Partisi Data Algoritma Deteksi Wajah Bayi.....                           | 127        |
| 5.3.2 <i>Optimizer</i> Algoritma Deteksi Wajah Bayi.....                       | 129        |
| 5.3.3 <i>Epoch</i> Algoritma Deteksi Wajah Bayi .....                          | 131        |
| 5.3.4 Akurasi Algoritma Deteksi Wajah Bayi.....                                | 135        |
| 5.3.5 Partisi Data Algoritma Deteksi Emosi Tangis Bayi.....                    | 137        |
| 5.3.6 <i>Optimizer</i> Algoritma Deteksi Emosi Tangis Bayi.....                | 138        |
| 5.3.7 <i>Epoch</i> Algoritma Deteksi Emosi Tangis Bayi.....                    | 141        |
| 5.3.8 Akurasi Deteksi Emosi Tangis Bayi.....                                   | 144        |
| 5.4 Detil Pengujian Algoritma Deteksi Suara Tangisan Bayi.....                 | 146        |
| 5.4.1 Kernel .....   | 146        |
| 5.4.2 Ekstraksi Fitur.....   | 147        |
| 5.4.3 Nilai Ekstraksi Fitur.....   | 147        |
| 5.5 Hasil Pengujian Algoritma Suara Tangisan Bayi.....                         | 147        |
| 5.5.1 Kernel .....   | 148        |
| 5.5.2 Ekstraksi Fitur.....   | 151        |
| 5.5.3 Nilai Ekstraksi Fitur.....   | 154        |
| 5.5.4 Akurasi Algoritma Deteksi Tangis Bayi .....                              | 157        |
| 5.6 Pengujian <i>Hardware Monitoring</i> Bayi dan Aplikasi <i>Mobile</i> ..... | 158        |
| 5.6.1 Pengujian Kamera (Deteksi Bayi) .....                                    | 158        |
| 5.6.2 Pengujian Kamera (Deteksi Emosi Tangis Bayi).....                        | 160        |
| 5.6.3 Pengujian Suhu.....  | 161        |
| 5.6.4 <i>User Acceptance Test</i> (UAT) .....                                  | 162        |
| 5.6.5 Uji Lapangan .....   | 166        |
| 5.6.6 Skenario Detail Pengujian <i>Blackbox</i> .....                          | 168        |
| 5.6.7 Hasil Pengujian Aplikasi <i>Blackbox</i> .....                           | 169        |
| 5.6.8 Pengujian Database.....  | 172        |
| 5.7 Analisis Hasil Pengujian .....   | 174        |
| 5.8 Kesimpulan CD-5.....   | 175        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>177</b> |