

## ABSTRAK

Kepadatan aktivitas sehari-hari membuat sebagian orang tidak memperdulikan kesehatan tubuhnya. Polusi udara perkotaan, tekanan pekerjaan, dan pola makan yang tidak teratur menambah resiko seseorang tersebut untuk terserang penyakit. Padahal, beberapa penyakit justru tidak menimbulkan gejala apapun sebelum sampai pada tingkat yang parah. Contohnya yakni penyakit serangan jantung. Menurut sebuah penelitian yang dilakukan oleh WHO (*World Health Organization*), pada tahun 2030 diperkirakan sebanyak 23 juta jiwa melayang tiap tahunnya akibat penyakit kardiovaskuler. Tidak menutup kemungkinan nilai ini akan terus membesar jika tidak ada solusi tepat yang dijalankan.

Pekatnya kesibukan manusia kemudian diimbangi dengan berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi. Akses informasi teraktual kini dapat dilakukan melalui salah satu perangkat elektronik, ponsel pintar (*smartphone*). Istilah *smartphone* diberikan untuk setiap telepon seluler dengan beberapa fitur unggul yang mampu memudahkan penggunaannya. Dewasa ini hampir seluruh penduduk Indonesia memiliki *smartphone*. Hal ini didukung oleh fakta yang diperoleh dari *US census bureau* mengenai *internet world statistics*. Sebanyak 112% penduduk Indonesia diketahui telah memiliki *smartphone*. Perangkat ringnan mudah dibawa kemana-mana ini lalu diberdayakan untuk meningkatkan kepedulian penggunaannya terhadap kesehatan, terutama kesehatan jantung. Sebuah aplikasi kesehatan dibangun dengan basis sistem operasi *windows phone 8.0*. Aplikasi ini mampu mengetahui jumlah denyut jantung seseorang melalui sensor yang tertanam di sebuah perangkat keras eksternal. Ketidaknormalan jumlah denyut jantung akan diketahui aplikasi sebagai gejala awal gangguan jantung.

## ABSTRACT

*The intensity of daily activities has made some people don't care about their health. Urban air pollution, job stress, and irregular diet increasing that person to be sick. Whereas, some disease aren't showing its symptoms unless it has been already in the severe level. One of the example is heart attack. According to a research by WHO (World Health Organization), in 2030 estimated as many as 23 millions lives were lost caused by the cardiovascular disease. Does not rule out the possibility this value is getting higher due to the bad solutions.*

*Many of human business is now supported by the growth of communication and information technology. The most actual information can be accessed by one electronic device, smartphone. A term "smartphone" is given to every cell phone with some superior feature which can ease the user. Nowadays, almost the entire population of Indonesia has a smartphone. This is supported by the fact that obtained from the US census bureau about the internet world statistics. A total of 112% of Indonesia's population is known to have had a smartphone. This device which is lightweight and easy to carry anywhere is then empowered to increase user awareness on health, especially heart health. A healthcare applications built with base windows phone 8.0 operating system. This application is able to determine the amount of a person's heart rate through sensors embedded in an external hardware. Abnormalities in heart rate will be known by the application as early symptoms of heart problems.*

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>  | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                      | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>  | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                       | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>  | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                   | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang.....   | 1          |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                                  | 3          |
| 1.3 Tujuan.....   | 3          |
| 1.4 Batasan Masalah.....  | 3          |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....                                  | 4          |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>                              | <b>6</b>   |
| 2.1 Mikrokontroler ATmega 16 .....                              | 6          |
| 2.1.1 Arsitektur ATmega 16 .....                                | 6          |
| 2.1.2 Konfigurasi Pin ATmega 16.....                            | 7          |
| 2.1.3 Analog-to-Digital Converter (ADC) .....                   | 10         |
| 2.1.4 Komunikasi Serial dan USART .....                         | 12         |
| 2.2 Sensor Inframerah .....                                     | 14         |
| 2.2.1 Inframerah .....  | 15         |
| 2.2.2 Infrared Light Emitting Diode (LED) .....                 | 15         |
| 2.2.3 Fotodioda.....  | 17         |
| 2.3 Osilator Kristal .....                                      | 19         |
| 2.4 Kapasitor.....  | 20         |
| 2.5 Resistor .....  | 21         |
| 2.6 Sirkuit Terintegrasi 7805 ( <i>Voltage Regulator</i> )..... | 22         |
| 2.7 Sistem Minimum ATmega 16.....                               | 23         |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.8      | Bluetooth .....   | 24 |
| 2.8.1    | Bluetooth DFRobot V3 .....  | 26 |
| 2.9      | USBasp .....  | 27 |
| 2.10     | Code Vision AVR.....  | 27 |
| 2.10.1   | Bahasa C.....   | 28 |
| 2.10.1.1 | Tipe Data.....  | 28 |
| 2.10.1.2 | Variabel.....   | 29 |
| 2.10.1.3 | Komentar .....  | 29 |
| 2.10.1.4 | Fungsi Pustaka .....  | 29 |
| 2.10.1.5 | Pernyataan.....   | 30 |
| 2.10.1.6 | Operator .....  | 31 |
| 2.10.1.7 | Pernyataan If.....  | 33 |
| 2.10.1.8 | Pernyataan While.....   | 34 |
| 2.10.1.9 | Fungsi.....   | 34 |
| 2.11     | Ponsel Pintar <i>Windows Phone</i> .....                          | 36 |
| 2.12     | Sistem Operasi Windows Phone 8.0 .....                            | 38 |
| 2.13     | Visual Studio Express for Windows Phone .....                     | 40 |
| 2.14     | Bahasa Pemrograman XAML .....                                     | 42 |
| 2.14.1   | Elemen Objek pada XAML .....                                      | 43 |
| 2.14.2   | Sintaks Atribut (Properti).....                                   | 44 |
| 2.14.3   | Sintaks Elemen Properti.....                                      | 44 |
| 2.14.4   | Sintaks Koleksi.....  | 45 |
| 2.14.5   | Sintaks Atribut (Events).....                                     | 45 |
| 2.14.6   | Ekstensi <i>Markup</i> .....                                      | 45 |
| 2.14.7   | Konverter Tipe .....  | 46 |
| 2.14.8   | Events dan XAML Code-Behind .....                                 | 47 |
| 2.15     | Bahasa Pemrograman C# .....                                       | 48 |
| 2.15.1   | Karakteristik Pemrograman Berorientasi Objek ( <i>OOP</i> ) ..... | 48 |

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| 2.15.1.1       | Enkapsulasi .....                                     | 48        |
| 2.15.1.2       | Pewarisan .....                                       | 49        |
| 2.15.1.3       | Polimorfisme.....                                     | 50        |
| 2.15.2         | Tipe Data dan Ekspresi .....                          | 50        |
| 2.15.3         | Namespace, Kelas, dan Objek.....                      | 52        |
| 2.15.4         | Access Modifiers.....                                 | 54        |
| 2.15.5         | Method Getter/Setter .....                            | 57        |
| 2.15.6         | Perintah Perulangan .....                             | 58        |
| 2.15.7         | Exception Handling (Try-Catch Statements).....        | 62        |
| 2.16           | Jantung Manusia.....                                  | 63        |
| 2.16.1         | Anatomi Jantung Manusia.....                          | 64        |
| 2.16.2         | Fisiologi Jantung Manusia .....                       | 65        |
| 2.16.3         | Siklus Jantung .....                                  | 66        |
| 2.16.4         | Gangguan Ritme Jantung .....                          | 67        |
| 2.16.5         | Pengukuran Denyut Jantung .....                       | 68        |
| <b>BAB III</b> | <b>PERANCANGAN DAN REALISASI .....</b>                | <b>71</b> |
| 3.1            | Diagram Blok dan Cara Kerja .....                     | 71        |
| 3.2            | Perancangan Perangkat Keras .....                     | 72        |
| 3.2.1          | Perancangan Sistem Minimum ATmega 16.....             | 72        |
| 3.2.2          | Perancangan Rangkaian Catu Daya .....                 | 73        |
| 3.2.3          | Perancangan Sensor dan Modul Bluetooth .....          | 74        |
| 3.2.4          | Realisasi Perangkat Keras Tambahan .....              | 76        |
| 3.3            | Perancangan Perangkat Lunak .....                     | 78        |
| 3.3.1          | Diagram Alir Program Perangkat Keras .....            | 79        |
| 3.3.2          | Diagram Alir subrutin sendData .....                  | 81        |
| 3.3.3          | Diagram Alir Halaman “MainPage” .....                 | 82        |
| 3.3.4          | Diagram Alir Method BluetoothAlert.....               | 84        |
| 3.3.5          | Diagram Alir Method BuildLocalizedApplicationBar..... | 85        |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 3.3.6  | Diagram Alir Tombol CheckAppBar.....                 | 87         |
| 3.3.7  | Diagram Alir Menu Item AboutAppBar .....             | 90         |
| 3.3.8  | Diagram Alir Halaman “HeartbeatPivot” .....          | 90         |
| 3.3.9  | Diagram Alir Method HeartbeatPivot.....              | 92         |
| 3.3.10   | Diagram Alir subrutin OncountdownTimerTick .....     | 94         |
| 3.3.11   | Diagram Alir subrutin OnheartrateTimerTick .....     | 96         |
| 3.3.12   | Diagram Alir Method Conslusion .....                 | 97         |
| 3.3.13   | Diagram Alir Method Connect.....                     | 99         |
| 3.3.14   | Diagram Alir Method ApptoDevice.....                 | 99         |
| 3.3.15   | Diagram Alir Method ReceiveData .....                | 101        |
| 3.3.16   | Diagram Alir Method onNavigatedTo .....              | 103        |
| 3.3.17   | Diagram Alir Tombol StartAppBar .....                | 104        |
| 3.3.18   | Antarmuka Halaman <i>Mainpage</i> .....              | 107        |
| 3.3.19   | Antarmuka Halaman HeartbeatPivot .....               | 109        |
| 3.3.20   | Diagram Skematik Sistem Keseluruhan.....             | 112        |
| <b>BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS .....</b> |  | <b>114</b> |
| 4.1  | Perangkat Keras .....                                | 114        |
| 4.2  | Aplikasi <i>Mobile</i> .....                         | 116        |
| 4.3  | Data Pengamatan Aplikasi .....                       | 119        |
| 4.3.1  | Pengujian Aplikasi Terkait Data (Sebelum Rekam)..... | 119        |
| 4.3.2  | Pengujian Aplikasi Terkait Data (Saat Rekam) .....   | 120        |
| 4.3.3  | Pengujian Aplikasi Terkait Data (Usai Rekam).....    | 121        |
| 4.3.4  | Pengujian Aplikasi Terkait Penanganan Kesalahan..... | 122        |
| 4.3.5  | Data Pengamatan Denyut Jantung .....                 | 124        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                        |  | <b>140</b> |
| 5.1  | Kesimpulan.....                                      | 140        |
| 5.2  | Saran.....   | 140        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      |  | <b>142</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Arsitektur ATMEga 16 .....                  | 7  |
| Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATMEga 16 .....             | 7  |
| Gambar 2.3 ADC Dalam Sebuah Sistem .....               | 11 |
| Gambar 2.4 Konversi Nilai A/D .....                    | 12 |
| Gambar 2.5 Komunikasi Serial Sinkron .....             | 13 |
| Gambar 2.6 Komunikasi Serial Asinkron .....            | 13 |
| Gambar 2.7 Spektrum Gelombang Elektromagnet .....      | 15 |
| Gambar 2.8 Light Emitting Diode .....                  | 16 |
| Gambar 2.9 Hubungan Forward Bias.....                  | 17 |
| Gambar 2.10 Perpindahan Muatan.....                    | 17 |
| Gambar 2.11 Pembawa Minoritas Dalam Dioda .....        | 18 |
| Gambar 2.12 Hubungan Reverse Bias Fotodioda .....      | 19 |
| Gambar 2.13 Osilator Kristal .....                     | 19 |
| Gambar 2.14 Kapasitor .....                            | 20 |
| Gambar 2.15 Simbol Elektronika Kapasitor .....         | 20 |
| Gambar 2.16 Resistor.....                              | 21 |
| Gambar 2.17 Simbol Elektronika Resistor.....           | 21 |
| Gambar 2.18 Pita Warna Resistor .....                  | 22 |
| Gambar 2.19 Diagram Pinout IC 7805 .....               | 22 |
| Gambar 2.20 Sistem Minimum ATMEga 16.....              | 23 |
| Gambar 2.21 Blok fungsional sistem bluetooth.....      | 25 |
| Gambar 2.22 Lapisan Fisik Bluetooth .....              | 26 |
| Gambar 2.23 Konfigurasi Pin Bluetooth DFRobot V3 ..... | 27 |
| Gambar 2.24 Sistem Operasi Pocket PC 2000.....         | 36 |
| Gambar 2.25 Windows Phone 7.....                       | 37 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.26 Windows Phone 8.0.....                                    | 39 |
| Gambar 2.27 Visual Studio Express for Windows Phone .....             | 40 |
| Gambar 2.28 Arsitektur Microsoft.NET Framework.....                   | 48 |
| Gambar 2.29 Diagram Pewarisan dalam OOP.....                          | 50 |
| Gambar 2.30 Ruang Lingkup Access Modifiers.....                       | 56 |
| Gambar 2.31 Letak Jantung Manusia.....                                | 63 |
| Gambar 2.32 Anatomi Jantung Manusia.....                              | 65 |
| Gambar 2.33 Diagram Sistem Sirkulasi Manusia .....                    | 66 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem .....                                  | 71 |
| Gambar 3.2 Sistem Minimum Perangkat Keras Tambahan.....               | 73 |
| Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya.....                                   | 74 |
| Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Inframerah .....                          | 75 |
| Gambar 3.5 Rangkaian Modul Bluetooth .....                            | 76 |
| Gambar 3.6 Diagram Skematik Rangkaian Perangkat Keras .....           | 77 |
| Gambar 3.7 PCB Perangkat Keras .....                                  | 77 |
| Gambar 3.8 Diagram Alir Program Perangkat Keras Bagian I.....         | 80 |
| Gambar 3.9 Diagram Alir Program Perangkat Keras Bagian II .....       | 81 |
| Gambar 3.10 Diagram Alir Subrutin sendData.....                       | 82 |
| Gambar 3.11 Diagram Alir Halaman MainPage.....                        | 83 |
| Gambar 3.12 Diagram Alir Method BluetoothAlert .....                  | 84 |
| Gambar 3.13 Diagram Alir Application Bar Halaman MainPage .....       | 86 |
| Gambar 3.14 Diagram Alir Application Bar Halaman HeartbeatPivot ..... | 87 |
| Gambar 3.15 Diagram Alir CheckAppBar_Click.....                       | 89 |
| Gambar 3.16 Diagram Alir Menu Item AboutAppBar .....                  | 90 |
| Gambar 3.17 Diagram Alir Halaman HeartbeatPivot .....                 | 92 |
| Gambar 3.18 Diagram Alir Method HeartbeatPivot Bagian I .....         | 93 |
| Gambar 3.19 Diagram Alir Method HeartbeatPivot Bagian II .....        | 94 |
| Gambar 3.20 Diagram Alir Subrutin OncountdownTimerTick.....           | 95 |



|   |     |
|---|-----|
| Gambar 3.21 Diagram Alir Subrutin OnheartrateTimerTick..... | 96  |
| Gambar 3.22 Diagram Alir Method Conclusion.....             | 98  |
| Gambar 3.23 Diagram Alir Method Connect.....                | 99  |
| Gambar 3.24 Diagram Alir Method ApptoDevice.....            | 100 |
| Gambar 3.25 Diagram Alir Method ReceiveData.....            | 102 |
| Gambar 3.26 Diagram Alir Method onNavigatedTo .....         | 104 |
| Gambar 3.27 Diagram Alir Tombol StartAppBar.....            | 106 |
| Gambar 3.28 Antarmuka Halaman Mainpage Bagian I.....        | 107 |
| Gambar 3.29 Antarmuka Halaman Mainpage Bagian II .....      | 108 |
| Gambar 3.30 Antarmuka Halaman HeartbeatPivot .....          | 110 |
| Gambar 3.31 Tampilan Output Akhir Aplikasi.....             | 112 |
| Gambar 3.32 Diagram Skematik Sistem Keseluruhan.....        | 112 |
| Gambar 4.1. Perangkat Keras Tambahan.....                   | 114 |
| Gambar 4.2 Printed Circuit Board Utama.....                 | 115 |
| Gambar 4.3 Printed Circuit Board Sensor.....                | 115 |
| Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi “Heartbeat” .....              | 116 |
| Gambar 4.5 Tampilan Notifikasi Peringatan Bluetooth.....    | 117 |
| Gambar 4.6 Tampilan Halaman Pengaturan Bluetooth .....      | 118 |

## DAFTAR TABEL

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 2.1 Fungsi-Fungsi <i>Pin Port B</i> .....                                       | 9   |
| Tabel 2.2 Fungsi-Fungsi <i>Pin Port C</i> .....                                       | 10  |
| Tabel 2.3 Fungsi-Fungsi <i>Pin Port D</i> .....                                       | 10  |
| Tabel 2.4 Deskripsi <i>Pinout IC 7805</i> .....                                       | 23  |
| Tabel 2.5 Fungsi <i>Pin Bluetooth DFRobot V3</i> .....                                | 26  |
| Tabel 2.6 Tipe data pada <i>CodeVisionAVR</i> .....                                   | 28  |
| Tabel 2.7 Operator Aritmatika .....   | 31  |
| Tabel 2.8 Operator Relasional.....  | 32  |
| Tabel 2.9 Operator Logika .....   | 33  |
| Tabel 2.10 Operator Bit.....  | 33  |
| Tabel 2.11 Persyaratan minimal <i>Windows Phone</i> .....                             | 38  |
| Tabel 2.12 Fitur-Fitur <i>Visual Studio Express for Windows Phone Bagian I</i> .....  | 41  |
| Tabel 2.13 Fitur-Fitur <i>Visual Studio Express for Windows Phone Bagian II</i> ..... | 42  |
| Tabel 2.14 Ekspresi Bahasa <i>C#</i> .....  | 51  |
| Tabel 2.15 Tipe data pada <i>C#</i> .....   | 52  |
| Tabel 2.16 <i>Class Diagram Kelas Sapi</i> .....                                      | 53  |
| Tabel 3.1 Keterangan Antarmuka Halaman <i>Mainpage Bagian I</i> .....                 | 108 |
| Tabel 3.2 Keterangan Antarmuka Halaman <i>Mainpage Bagian II</i> .....                | 109 |
| Tabel 3.3 Keterangan Antarmuka Halaman <i>HeartbeatPivot</i> .....                    | 111 |
| Tabel 4.1 Data Pengamatan Aplikasi Terkait Data (Sebelum Rekam) .....                 | 119 |
| Tabel 4.2 Data Pengamatan Aplikasi Terkait Data (Saat Rekam) .....                    | 120 |
| Tabel 4.3 Data Pengamatan Aplikasi Terkait Data (Usai Rekam).....                     | 121 |
| Tabel 4.4 Kasus dan Hasil Uji (Kondisi Benar).....                                    | 122 |
| Tabel 4.5 Kasus dan Hasil Uji (Kondisi Salah) .....                                   | 123 |
| Tabel 4.6 Data Pengamatan <i>Breadboard 1 (Bagian I)</i> .....                        | 124 |
| Tabel 4.7 Data Pengamatan <i>Breadboard 1 (Bagian II)</i> .....                       | 125 |
| Tabel 4.8 Data Pengamatan <i>Breadboard 2 (Bagian I)</i> .....                        | 127 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 4.9 Data Pengamatan Breadboard 2 (Bagian II) .....              | 128 |
| Tabel 4.10 Data Pengamatan PCB (Bagian I).....                        | 130 |
| Tabel 4.11 Data Pengamatan PCB (Bagian II) .....                      | 131 |
| Tabel 4.12 Data Pengamatan Penentuan Nilai Kalibrasi (Bagian I) ..... | 133 |
| Tabel 4.13 Data Pengamatan Penentuan Nilai Kalibrasi (Bagian II)..... | 134 |
| Tabel 4.14 Data Pengamatan Dengan Nilai Kalibrasi (Bagian I) .....    | 136 |
| Tabel 4.16 Data Pengamatan Perbandingan Persentase Kesalahan .....    | 139 |