

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>          | <b>ii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                 | <b>iii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                      | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                       | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                       | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b>       | <b>xvi</b> |
| <b>INTISARI .....</b>                           | <b>xix</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                           | <b>xx</b>  |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                  | <b>1</b>   |
| I.1. Latar Belakang .....                       | 1          |
| I.2. Perumusan Masalah .....                    | 3          |
| I.2.1. Batasan Masalah.....                     | 3          |
| I.3. Tujuan Penelitian .....                    | 4          |
| I.4. Manfaat Penelitian .....                   | 4          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>             | <b>5</b>   |
| II.1. Tinjauan Pustaka.....                     | 5          |
| II.2. Posisi Penelitian.....                    | 8          |
| <b>BAB III DASAR TEORI .....</b>                | <b>10</b>  |
| III.1. Survei Batimetri .....                   | 10         |
| III.2. Sonar.....                               | 11         |
| III.2.1. Single Beam Echo Sounder (SBES).....   | 14         |
| III.3. Global Positioning System (GPS).....     | 20         |
| III.4. Sistem Akuisisi Data .....               | 22         |
| III.4.1. Sistem Akuisisi Data Multi Kanal ..... | 23         |
| III.5. UART .....                               | 24         |
| III.6. Protokol Komunikasi NMEA-0183.....       | 27         |
| III.7. Analisis Korelasi .....                  | 29         |
| III.8. Analisis Regresi.....                    | 31         |
| III.9. Karakteristik Sensor .....               | 32         |
| III.9.1. Fungsi Transfer .....                  | 32         |
| III.9.2. Akurasi dan Presisi .....              | 33         |



|   |            |
|---|------------|
| III.10. Interpolasi Spasial .....                                     | 35         |
| III.11. Digital Elevation Model (DEM).....                            | 37         |
| III.11.1. Data Raster.....  | 37         |
| III.12. Convex Hull .....   | 38         |
| III.13. Tools yang Digunakan .....                                    | 39         |
| III.13.1. Tiny GPS++ Library .....                                    | 39         |
| III.13.2. NumPy .....   | 40         |
| III.13.4. Pandas .....  | 41         |
| III.13.5. SciPy .....   | 41         |
| III.13.6. Matplotlib.....   | 42         |
| III.13.7. Tkinter.....  | 43         |
| <b>BAB IV TATA LAKSANA PENELITIAN .....</b>                           | <b>44</b>  |
| IV.1. Metode Penelitian.....  | 44         |
| IV.2. Tempat dan Waktu Penelitian .....                               | 45         |
| IV.3. Tata Laksana Penelitian .....                                   | 46         |
| IV.3.1. Studi Pustaka .....   | 48         |
| IV.3.2. Penentuan Tuntutan Perancangan Sistem.....                    | 48         |
| IV.3.3. Perancangan Proses Sistem Survei Batimetri.....               | 50         |
| IV.3.4. Perancangan <i>Behavioral</i> Sistem .....                    | 69         |
| IV.3.5. Perancangan Antarmuka Pengguna Grafis .....                   | 78         |
| IV.3.6. Pembangunan Perangkat Lunak Subsistem Akuisisi Data.....      | 81         |
| IV.3.7. Pembangunan Perangkat Lunak Subsistem Pengolahan Data.....    | 85         |
| IV.3.8. Pengujian Sistem .....  | 99         |
| IV.3.9. Analisis Hasil Pengujian.....                                 | 102        |
| IV.3.10. Integrasi Sistem .....                                       | 102        |
| IV.3.11. Implementasi Sistem.....                                     | 103        |
| IV.3.12. Penulisan Laporan .....                                      | 104        |
| <b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                               | <b>105</b> |
| V.1. Hasil Pembangunan Ekstraksi dan Integrasi Data SBES dan GPS..... | 105        |
| V.1. Hasil Pembangunan Antarmuka Pengguna Grafis .....                | 105        |
| V.1.1. Antarmuka Halaman Utama .....                                  | 106        |
| V.1.2. Antarmuka Halaman Kedua.....                                   | 111        |



|   |            |
|---|------------|
| V.1.3. Antarmuka Halaman Ketiga .....                               | 115        |
| V.3. Hasil Analisis.....  | 120        |
| V.3.1.1 Pengukuran Waktu Siklus Pengiriman Data Akuisisi .....      | 122        |
| V.3.1.2 Pengukuran Waktu Penyimpanan dan Pengolahan Data Akuisisi.. | 123        |
| V.3.1.2 Pengukuran Waktu <i>Delay</i> GPS dan Komputer .....        | 127        |
| V.4. Hasil Implementasi Sistem .....                                | 133        |
| V.4.1. Hasil Perolehan Data Akuisisi .....                          | 135        |
| V.4.2. Hasil Pembentukan Peta Batimetri .....                       | 136        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                             | <b>142</b> |
| VI.1. Kesimpulan .....  | 142        |
| VI.2. Saran.....  | 142        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>144</b> |
| <b>LAMPIRAN A .....</b>   | <b>149</b> |
| <b>LAMPIRAN B .....</b>   | <b>152</b> |
| <b>LAMPIRAN C.....</b>  | <b>153</b> |
| <b>LAMPIRAN D .....</b>   | <b>155</b> |
| <b>LAMPIRAN E .....</b>   | <b>163</b> |
| <b>LAMPIRAN F .....</b>   | <b>208</b> |
| <b>LAMPIRAN G.....</b>  | <b>211</b> |
| <b>LAMPIRAN H.....</b>  | <b>213</b> |
| <b>LAMPIRAN I.....</b>  | <b>216</b> |



## DAFTAR TABEL

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 Tinjauan pustaka yang digunakan.....                           | 8   |
| Tabel 3. 1 Konfigurasi Protokol Komunikasi NMEA-0183 .....                | 27  |
| Tabel 3. 2 Identifier Pembuka Kalimat NMEA-0183 [23] .....                | 28  |
| Tabel 3. 3 Tabel Tipe Metode Interpolasi Spasial .....                    | 36  |
| Tabel 4. 1 Deskripsi use case Simpan Data Akuisisi .....                  | 70  |
| Tabel 4. 2 Deskripsi use case Validasi Data Akuisisi .....                | 71  |
| Tabel 4. 3 Deskripsi use case Plot Peta Batimetri.....                    | 73  |
| Tabel 4. 4 Deskripsi use case Analisis Hasil Survei Batimetri .....       | 73  |
| Tabel 4. 5. Urutan Data Serial Terintegrasi .....                         | 85  |
| Tabel 4. 6 Alat yang digunakan .....                                      | 98  |
| Tabel 4. 7 Bahan yang digunakan .....                                     | 98  |
| Tabel 5. 1. Hasil pengujian pembacaan dan penyimpanan data akuisisi ..... | 129 |
| Tabel 5. 2. Input data proses validasi.....                               | 130 |
| Tabel 5. 3. Data pengukuran kolam renang .....                            | 132 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Gambar 3. 1 Pemanfaatan Berbagai Macam Gelombang Akustik .....  | 12                              |
| Gambar 3. 2 Luas Intensitas Bertambah berbanding Lurus dengan Jarak dari Transduser .....                     | 13                              |
| Gambar 3. 3 Lebar Cakupan Sinyal Akustik Single Beam Echo Sounder .....                                       | 15                              |
| Gambar 3. 4 Ilustrasi waktu lockout dari time gate pada SBES .....  | 17                              |
| Gambar 3. 5 Pergerakan Yang Dapat Terjadi Pada Kapal [16] .....   | 18                              |
| Gambar 3. 6 Pengaruh temperatur terhadap gain kalibrasi echo sounder .....                                    | 19                              |
| Gambar 3. 7 Metode Trilateration Untuk Penentuan Posisi GPS Menggunakan Satelit .....                         | 20                              |
| Gambar 3. 8 Segmen Pada GPS [20] .....  | 22                              |
| Gambar 3. 9 Blok diagram proses akuisisi data .....   | 23                              |
| Gambar 3. 10. Blok Diagram Sistem Akuisisi Data Multi Kanal .....   | 24                              |
| Gambar 3. 11 Transmisi Data Serial UART .....   | 24                              |
| Gambar 3. 12 Konfigurasi Pengiriman Data Asinkron .....   | 25                              |
| Gambar 3. 13. Grafik Perbandingan Nilai Korelasi [25] .....   | 30                              |
| Gambar 3. 14 Ilustrasi Perbandingan Akurasi dan Presisi .....   | 34                              |
| Gambar 3. 15 Ilustrasi interpolasi spasial .....  | 35                              |
| Gambar 3. 16 Perbedaan resolusi dari jumlah grid .....  | 37                              |
| Gambar 3. 17 Contoh perbedaan bidang convex dan non-convex [32] .....   | 38                              |
| Gambar 3. 18 Contoh kode sumber pada TinyGPS++ .....  | 40                              |
| Gambar 4. 1 Pembagian Penelitian Dari Rancang Bangun Sistem Survei Batimetri .....                            | 44                              |
| Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian .....   | Gambar 4. 3 Lokasi Implementasi |
| 46  |                                 |
| Gambar 4. 4 Diagram Alir Tata Laksana Penelitian Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Survei Batimetri ..... | 47                              |
| Gambar 4. 5. Subroutine dari tahapan perancangan, pembangunan, dan pengujian sistem .....                     | 47                              |
| Gambar 4. 6 Blok diagram sistem survei batimetri .....  | 51                              |



|  |     |
|--|-----|
| Gambar 4. 7 Contoh Ekstraksi Data Temperatur Dari Serial Data SDMTW .....                                      | 52  |
| Gambar 4. 8 Contoh Ekstraksi Data Temperatur Dari Serial Data SDMTW .....                                      | 53  |
| Gambar 4. 9 Diagram Alir Ekstraksi Data SBES .....   | 53  |
| Gambar 4. 10 Diagram Alir Ekstraksi Data GPS.....  | 55  |
| Gambar 4. 11 Diagram alir ekstraksi dan integrasi data SBES dan GPS .....                                      | 56  |
| Gambar 4. 12 Diagram Alir Perekaman Data Akuisisi.....   | 59  |
| Gambar 4. 13 Diagram Alir Proses Kalibrasi Data.....   | 60  |
| Gambar 4. 14 Proses dari Subrutin Akuisisi Data Kedalaman .....  | 61  |
| Gambar 4. 15 Diagram Alir Pembentukan Peta Batimetri.....  | 65  |
| Gambar 4. 16 Subrutin Proses Pengolahan Data Mesh dan Grid .....   | 66  |
| Gambar 4. 17 Subrutin proses eliminasi data query .....  | 67  |
| Gambar 4. 18 Subrutin pemilihan plot peta batimetri.....   | 68  |
| Gambar 4. 19 Use case diagram perancangan sistem .....   | 70  |
| Gambar 4. 20 Diagram aktivitas proses akuisisi data .....  | 75  |
| Gambar 4. 21 Diagram aktivitas proses validasi data .....  | 76  |
| Gambar 4. 22 Diagram sequence proses akuisisi data survei batimetri.....                                       | 78  |
| Gambar 4. 23 Wireframe antarmuka aplikasi halaman utama.....   | 79  |
| Gambar 4. 24 Wireframe antarmuka aplikasi halaman kedua .....  | 80  |
| Gambar 4. 25 Wireframe antarmuka halaman ketiga .....  | 81  |
| Gambar 4. 26. Perbedaan String Sebelum dan Sesudah didekode UTF-8.....   | 87  |
| Gambar 4. 27 Perbedaan tipe data Pandas Dataframe dan Numpy Array .....  | 93  |
| Gambar 4. 28. Contoh Hasil Pembentukan Baris Data Linear Space .....   | 94  |
| Gambar 4. 29 Visualisasi data mesh grid.....   | 94  |
| Gambar 4. 30 Titik Pengambilan Data Kedalaman dan Posisi (Sumber peta:<br>Google Maps).....                    | 101 |
| Gambar 4. 31 Dokumentasi proses integrasi perangkat keras dan perangkat lunak<br>sistem survei batimetri ..... | 103 |
| Gambar 4. 32 Dokumentasi setup penempatan perangkat keras pada kapal .....                                     | 104 |
| Gambar 5. 1 Tangkapan layar serial monitor .....   | 105 |
| Gambar 5. 2. Antarmuka Halaman Utama Aplikasi Sistem Survei Batimetri....                                      | 107 |
| Gambar 5. 3 Kotak peringatan gagal terhubung .....   | 108 |



|  |     |
|--|-----|
| Gambar 5. 4. Display data pada saat proses akuisisi data.....  | 109 |
| Gambar 5. 5 Tampilan jendela peta batimetri surface 3D .....   | 110 |
| Gambar 5. 6 Tampilan proyeksi posisi dan jalur survei batimetri pada fitur Map View .....              | 111 |
| Gambar 5. 7 Tampilan antarmuka halaman kedua pada aplikasi.....  | 112 |
| Gambar 5. 8 File dialog yang muncul saat tombol Buka File diklik .....                                 | 113 |
| Gambar 5. 9 Tampilan jendela hasil survei batimetri .....  | 113 |
| Gambar 5. 10 Tampilan titik terdalam dan terendah pada fitur Map View .....                            | 114 |
| Gambar 5. 11 Jendela konfigurasi Plot Peta Batimetri .....   | 114 |
| Gambar 5. 12 Antarmuka halaman ketiga pada aplikasi.....   | 116 |
| Gambar 5. 13 (a) Kotak Pesan Gagal Terhubung, (b) Jendela Konfigurasi Komunikasi Serial.....           | 117 |
| Gambar 5. 14 Serial monitor menampilkan data pengukuran.....   | 118 |
| Gambar 5. 15 Tampilan hasil perhitungan data pengukuran pada treeview .....                            | 118 |
| Gambar 5. 16 Tampilan plot grafik dengan trendline, koefisien korelasi, dan persamaan regresi.....     | 119 |
| Gambar 5. 17 Jendela hasil validasi data akuisisi .....  | 119 |
| Gambar 5. 18 Ilustrasi Timeline Proses Sistem Survei Batimetri.....                                    | 122 |
| Gambar 5. 19 Cuplikan Layar Pengukuran Waktu Siklus Pengiriman Data Akuisisi Pada Serial Monitor ..... | 123 |
| Gambar 5. 20 Grafik pengukuran waktu proses pembacaan dan penyimpanan data akuisisi .....              | 124 |
| Gambar 5. 21 Grafik waktu proses pembentukan peta batimetri 2D.....                                    | 125 |
| Gambar 5. 22 Grafik waktu proses pembentukan peta batimetri 3D.....                                    | 126 |
| Gambar 5. 23 Tangkapan layar terminal data serial .....  | 127 |
| Gambar 5. 24 Tangkapan layar hasil plot grafik pada aplikasi.....                                      | 131 |
| Gambar 5. 25 Tangkapan layar plot pada Microsoft Excel .....   | 131 |
| Gambar 5. 26. Peta Batimetri Kolam Renang Utama Kolam Renang FIK UNY                                   | 133 |
| Gambar 5. 27 Hasil survei batimetri menggunakan fitur pada aplikasi.....                               | 134 |
| Gambar 5. 28 Jalur survei batimetri menggunakan fitur pada aplikasi.....                               | 135 |
| Gambar 5. 29 Tangkapan layar hasil data akuisisi survei batimetri .....                                | 136 |



|   |     |
|---|-----|
| Gambar 5. 30 Peta kontur batimetri .....                                | 137 |
| Gambar 5. 31 Peta kontur batimetri (non-convex area).....               | 138 |
| Gambar 5. 32 Perbandingan Hasil Peta Jalur Kontur dan Peta Kontur ..... | 139 |
| Gambar 5. 33 Peta terrain batimetri .....                               | 140 |
| Gambar 5. 34 Peta surface 3D batimetri .....                            | 141 |

