

## DAFTAR ISI

|                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                 | i     |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                    | ii    |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                    | iii   |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                    | iv    |
| ABSTRAK .....                                                           | v     |
| ABSTRACT .....                                                          | vi    |
| KATA PENGANTAR .....                                                    | vii   |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....                                               | viii  |
| DAFTAR ISI .....                                                        | x     |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                     | xiv   |
| DAFTAR TABEL .....                                                      | xvii  |
| DAFTAR SINGKATAN .....                                                  | xviii |
| BAB I USULAN GAGASAN .....                                              | 1     |
| 1.1. Deskripsi Umum Masalah .....                                       | 1     |
| 1.1.1. Latar Belakang Masalah .....                                     | 1     |
| 1.1.2. Analisis Masalah .....                                           | 2     |
| 1.1.3. Tujuan <i>Capstone</i> .....                                     | 3     |
| 1.2. Analisa Masalah .....                                              | 3     |
| 1.2.1. Aspek Kesehatan .....                                            | 3     |
| 1.2.2. Aspek Keselamatan .....                                          | 4     |
| 1.2.3. Aspek Lingkungan .....                                           | 5     |
| 1.3. Analisa Solusi yang Ada .....                                      | 6     |
| 1.3.1. Portable Handheld Sensor .....                                   | 6     |
| 1.3.2. <i>Wireless Sensor</i> atau <i>Wireless Sensor Network</i> ..... | 7     |
| 1.3.3. <i>Remote Controlled Robot</i> .....                             | 8     |

|                                        |                                                                  |    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.4.                                 | <i>Sole Autonomous UGV</i> .....                                 | 9  |
| 1.3.5.                                 | <i>Sole Autonomous UAV</i> .....                                 | 9  |
| 1.3.6.                                 | <i>Multiple Autonomous Robot</i> .....                           | 10 |
| 1.4.                                   | Kesimpulan dan Ringkasan CD-1 .....                              | 11 |
| BAB II DESAIN KONSEP SOLUSI.....       |                                                                  | 6  |
| 2.1.                                   | Dasar Penentuan Spesifikasi .....                                | 6  |
| 2.2.                                   | Batasan dan Spesifikasi .....                                    | 7  |
| 2.2.1.                                 | <i>Autonomous Indoor</i> .....                                   | 8  |
| 2.2.2.                                 | <i>Real-time data</i> .....                                      | 9  |
| 2.2.3.                                 | Efektif.....                                                     | 9  |
| 2.2.4.                                 | Pengukuran yang terintegrasi.....                                | 10 |
| 2.2.5.                                 | Ketahanan pengukuran.....                                        | 10 |
| 2.3.                                   | Pengukuran/verifikasi Spesifikasi .....                          | 11 |
| 2.3.1.                                 | Verifikasi Spesifikasi 1 .....                                   | 11 |
| 2.3.2.                                 | Verifikasi Spesifikasi 2 .....                                   | 12 |
| 2.3.3.                                 | Verifikasi Spesifikasi 3 .....                                   | 13 |
| 2.3.4.                                 | Verifikasi Spesifikasi 4 .....                                   | 14 |
| 2.3.5.                                 | Verifikasi Spesifikasi 5 .....                                   | 14 |
| 2.4.                                   | Kesimpulan CD-2.....                                             | 15 |
| BAB III DESAIN PERANCANGAN SOLUSI..... |                                                                  | 16 |
| 3.1.                                   | Alternatif Usulan Solusi .....                                   | 16 |
| 3.1.1.                                 | <i>Handheld sensor</i> .....                                     | 16 |
| 3.1.2.                                 | <i>Wireless sensor</i> atau <i>wireless sensor network</i> ..... | 17 |
| 3.1.3.                                 | Penggunaan Robot .....                                           | 18 |
| 3.2.                                   | Analisis dan Pemilihan Solusi .....                              | 20 |
| 3.2.1.                                 | Perangkat.....                                                   | 20 |

|                              |                                                             |    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2.                       | Platform.....                                               | 27 |
| 3.2.3.                       | Algoritma Navigasi .....                                    | 30 |
| 3.3.                         | Desain Solusi Terpilih .....                                | 33 |
| 3.3.1.                       | Diagram Blok Sistem .....                                   | 34 |
| 3.3.2.                       | <i>Flowchart</i> sistem.....                                | 38 |
| 3.3.3.                       | <i>Sequence</i> diagram.....                                | 39 |
| 3.3.4.                       | <i>Activity</i> diagram .....                               | 40 |
| 3.3.5.                       | Diagram sistem sederhana.....                               | 41 |
| 3.4.                         | Jadwal dan Anggaran .....                                   | 44 |
| BAB IV IMPLEMENTASI .....    |                                                             | 47 |
| 4.1.                         | Deskripsi Umum Implementasi.....                            | 47 |
| 4.2.                         | Desain Implementasi Perangkat Keras .....                   | 48 |
| 4.2.1.                       | Crazyflie .....                                             | 48 |
| 4.2.2.                       | TurtleBot3 .....                                            | 53 |
| 4.3.                         | Desain Implementasi Perangkat Lunak .....                   | 57 |
| 4.3.1.                       | <i>Robot Operating System</i> (ROS) .....                   | 57 |
| 4.3.2.                       | Crazyflie 2.1 .....                                         | 58 |
| 4.3.3.                       | TurtleBot3 .....                                            | 62 |
| 4.3.4.                       | Surfer.....                                                 | 66 |
| 4.4.                         | Pengujian Implementasi .....                                | 68 |
| 4.4.1.                       | Kemampuan Operasi <i>Autonomous</i> .....                   | 69 |
| 4.4.2.                       | Metode Pengukuran Terintegrasi .....                        | 71 |
| 4.4.3.                       | Normalisasi Nilai Pembacaan Sensor MQ 135 dan TGS 8100..... | 73 |
| 4.4.4.                       | Daya Tahan Baterai.....                                     | 74 |
| 4.4.5.                       | Akses Data Secara Langsung .....                            | 76 |
| BAB V PENGUJIAN SISTEM ..... |                                                             | 78 |

|        |                                                                                             |            |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1.   | Skenario Pengujian.....                                                                     | 78         |
| 5.1.1. | Tujuan Pengujian .....                                                                      | 78         |
| 5.1.2. | Daftar Pengujian.....                                                                       | 78         |
| 5.1.3. | Lingkungan Pengujian .....                                                                  | 79         |
| 5.2.   | Hasil Pengujian.....                                                                        | 82         |
| 5.2.1. | Simulasi Pengujian Menggunakan Dua UGV.....                                                 | 82         |
| 5.2.2. | Simulasi Pengujian Menggunakan Dua UAV.....                                                 | 83         |
| 5.2.3. | Simulasi Pengujian Menggunakan UAV dan UGV.....                                             | 86         |
| 5.2.4. | Pemetaan dengan UAV dan UGV dengan Navigasi <i>Lawnmowing</i> . 88                          |            |
| 5.2.5. | Pemetaan dengan UAV dan UGV dengan Wilayah Kerja yang<br>Dibagi Dua.....                    | 92         |
| 5.2.6. | Pemetaan dengan UAV dan UGV dengan UAV Menuju Rintangan,<br>UGV Mengelilingi Rintangan..... | 96         |
| 5.2.7. | Pemetaan Menggunakan UAV saja .....                                                         | 100        |
| 5.2.8. | Pemetaan Menggunakan UGV saja .....                                                         | 103        |
| 5.2.9. | Pemetaan UAV dan UGV dengan batasan waktu dan gerak acak                                    | 106        |
| 5.3.   | Analisis Akurasi Peta Berdasarkan Penggunaan Dua Robot .....                                | 109        |
| 5.4.   | Analisis pemetaan cepat menggunakan UAV dan UGV.....                                        | 113        |
| 5.5.   | Kesimpulan.....                                                                             | 114        |
| 5.6.   | Saran.....                                                                                  | 117        |
|        | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                                  | <b>118</b> |
|        | <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                        | <b>122</b> |