

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| ABSTRAKSI..... | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Pembatasan Masalah | 2 |
| 1.4. Tujuan | 3 |
| 1.5. Kontribusi..... | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | 6 |
| 2.1. Kontroler PID (Proporsional, Integral, Derivatif)..... | 6 |
| 2.1.1. Tuning PID..... | 8 |
| 2.2. Mikrokontroler ATmega32..... | 11 |
| 2.2.1. Fungsi-fungsi pin pada ATmega32..... | 15 |
| 2.2.2. USART | 17 |
| 2.3. Modul Komunikasi <i>Wireless</i> 802.15.4 Xbee-Pro | 19 |
| 2.3.1. <i>Command Mode</i> | 22 |
| 2.3.2. <i>AT Command</i> | 22 |
| 2.3.3. Pengoperasian Xbee-Pro | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.4. Pengalamatan(<i>Addressing</i>) Xbee-Pro | 26 |
| 2.4. Motor DC | 28 |
| 2.5. Joystick..... | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 32 |
| 3.1. Perancangan Perangkat Keras | 35 |
| 3.1.1. Perancangan Mekanik Robot | 35 |
| 3.1.2. Perancangan Minimum Sistem | 36 |
| 3.1.3. Minimum Sistem Transmitter | 38 |
| 3.1.4. Minimum Sistem Receiver..... | 39 |
| 3.1.5. <i>Downloader</i> | 41 |
| 3.1.6. Kontroler PID(<i>Proportional-Integral-Derivative</i>).... | 43 |
| 3.1.7. Xbee-Pro Tx & Rx | 45 |
| 3.1.8. Driver Modul Xbee-Pro | 46 |
| 3.1.9. Konfigurasi Pin Xbee-Pro | 46 |
| 3.1.10. <i>Joystick</i> | 48 |
| 3.2. Perancangan Perangkat Lunak | 49 |
| 3.2.1. Konfigurasi Parameter Xbee-Pro Tx & Rx..... | 49 |
| 3.2.2. Program <i>Microcontroller</i> | 54 |
| BAB IV PENGUJIAN SISTEM..... | 60 |
| 4.1. Pengujian Minimum system <i>Transmitter & Receiver</i> | 60 |
| 4.1.1. Tujuan | 60 |
| 4.1.2. Alat yang Digunakan..... | 60 |
| 4.1.3. Prosedur Pengujian..... | 61 |
| 4.1.4. Hasil Pengujian | 61 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.2. | Pengujian Pengiriman data Xbee-pro antar komputer | 62 |
| 4.2.1. | Tujuan | 62 |
| 4.2.2. | Alat yang Digunakan..... | 62 |
| 4.2.3. | Prosedur Pengujian..... | 63 |
| 4.2.4. | Hasil Pengujian | 63 |
| 4.3. | Pengujian Pengiriman data Xbee-pro dari minimum system Tx ke komputer..... | 65 |
| 4.3.1. | Tujuan | 65 |
| 4.3.2. | Alat yang Digunakan..... | 65 |
| 4.3.3. | Prosedur Pengujian..... | 65 |
| 4.3.4. | Hasil Pengujian | 67 |
| 4.4. | Pengujian Pengiriman data Xbee-pro antar minimum Tx dan Rx | 68 |
| 4.4.1. | Tujuan | 68 |
| 4.4.2. | Alat yang Digunakan..... | 68 |
| 4.4.3. | Prosedur Pengujian..... | 69 |
| 4.4.4. | Hasil Pengujian | 71 |
| 4.5. | Pengujian jarak maksimal kemampuan pengiriman data Xbee-Pro | 72 |
| 4.5.1. | Tujuan | 72 |
| 4.5.2. | Alat yang Digunakan..... | 72 |
| 4.5.3. | Prosedur Pengujian..... | 72 |
| 4.5.4. | Hasil Pengujian | 73 |
| 4.6. | Pengujian penentuan nilai konstanta P, I & D | 74 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.6.1. Tujuan | 74 |
| 4.6.2. Alat yang Digunakan..... | 74 |
| 4.6.3. Prosedur Pengujian..... | 74 |
| 4.6.4. Hasil Pengujian | 76 |
| 4.7. Pengujian kontroler PID..... | 78 |
| 4.7.1. Tujuan | 78 |
| 4.7.2. Alat yang Digunakan..... | 78 |
| 4.7.3. Prosedur Pengujian..... | 78 |
| 4.7.4. Hasil Pengujian | 79 |
| BAB V PENUTUP..... | 85 |
| 5.1. Simpulan | 85 |
| 5.2. Saran..... | 86 |
| DAFTAR PUSTAKA | 87 |
| LAMPIRAN..... | 88 |

STIKOM SURABAYA

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Penalaan parameter PID dengan metode kurva reaksi..... | 10 |
| Tabel 2.2. Penalaan parameter PID dengan metode Cohen-Coon..... | 11 |
| Tabel 2.3. Fungsi alternatif <i>Port B</i> | 15 |
| Tabel 2.4. Fungsi alternatif <i>Port C</i> | 15 |
| Tabel 2.5. Fungsi alternatif <i>Port D</i> | 16 |
| Tabel 2.6. Spesifikasi Xbee-Pro..... | 21 |
| Tabel 2.7. Konfigurasi Pemrograman X-CTU Metode 1..... | 23 |
| Tabel 2.8. Konfigurasi Pemrograman X-CTU Metode 2..... | 24 |
| Tabel.3.1. Pengaturan input pada Mikrokontroler ATMega32 sisi <i>transmitter</i> | 39 |
| Tabel 3.2. Hubungan antara modul pin pada Xbee-Pro & ATMega32 | 39 |
| Tabel.3.3 Pengaturan output pada Mikrokontroler ATMega32 <i>receiver</i> | 40 |
| Tabel 3.4 Hubungan antara modul pin pada Xbee-Pro & ATMega32 | 40 |
| Tabel 3.5 Keterangan <i>pinout</i> AVR USB ISP | 41 |
| Tabel 3.6. Hubungan antara modul pin pada Xbee-Pro & ATMega32 | 46 |
| Tabel 3.7 Konfigurasi pin Xbee-Pro | 47 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Xbee-Pro..... | 48 |
| Tabel 4.1. Hasil pengamatan komunikasi data pada Xbee Pro dalam kondisi di luar ruangan (<i>Outdoor Area</i>)..... | 73 |
| Tabel 4.2. Hasil pengamatan komunikasi data pada Xbee Pro dalam kondisi di luar ruangan (<i>Indoor Area</i>) | 73 |
| Tabel 4.3. Hasil pengujian kontroler P..... | 79 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.4. Hasil pengujian kontroler PI | 80 |
| Tabel 4.5. Hasil pengujian kontroler PD..... | 82 |
| Tabel 4.6. Hasil pengujian kontroler PID | 83 |

STIKOM SURABAYA

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Kurva respon berbentuk S | 9 |
| Gambar 2.2. Kurva respon <i>quarter amplitude decay</i> | 10 |
| Gambar 2.3. Blok Diagram ATmega 32 | 14 |
| Gambar 2.4. Konfigurasi pin ATmega32..... | 14 |
| Gambar 2.5. Koneksi AVCC dengan VCC melalui <i>low-pass filter</i> | 17 |
| Gambar 2.6. Arah komunikasi serial..... | 18 |
| Gambar 2.7. <i>Pinout</i> konektor DB25 | 19 |
| Gambar 2.8. <i>Pinout</i> konektor DB9 | 19 |
| Gambar 2.9. Modul Xbee Pro | 20 |
| Gambar 2.10. Dimensi Xbee-Pro | 21 |
| Gambar 2.11. Struktur pemrograman pada <i>AT Command</i> | 22 |
| Gambar 2.12. Tampilan untuk setting konfigurasi alamat pada X-CTU | 23 |
| Gambar 2.13. Diagram sistem aliran data pada XBee | 25 |
| Gambar 2.14. Contoh format pengiriman data..... | 25 |
| Gambar 2.15. Bagian-bagian motor DC | 29 |
| Gambar 2.16. Detail Motor DC..... | 30 |
| Gambar 2.17. Cara kerja <i>push button</i> | 31 |
| Gambar 3.1. Blok diagram alat | 33 |
| Gambar 3.2 Minimum sistem ATmega 32 & Rangkaian Xbee-Pro Tx & Rx .. | 37 |
| Gambar 3.3. Blok diagram <i>minimum sistem transmitter</i> | 38 |
| Gambar 3.4. Blok diagram <i>Minimum sistem receiver</i> | 40 |
| Gambar 3.5. <i>Pinout</i> AVR USB ISP (INNOVATIVE ELECTRONICS, 2009) . | 41 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.6. Pemilihan <i>Programmer</i> pada menu <i>Setting</i> di <i>Code Vision AVR</i> | 42 |
| Gambar 3.7. <i>Window Programmer Setting</i> pada <i>Code Vision AVR</i> | 42 |
| Gambar 3.8. <i>Device Manager</i> | 43 |
| Gambar 3.9 Diagram blok implementasi PID..... | 44 |
| Gambar 3.10 Modul Xbee-Pro & Dimensi Xbee-Pro..... | 47 |
| Gambar 3.11 Tampilan untuk setting konfigurasi parameter pada X-CTU..... | 50 |
| Gambar 3.12 Informasi Xbee-Pro setelah berhasil terhubung dengan XCTU... | 50 |
| Gambar 3.13 Parameter yang disetting pada Xbee-Pro sisi <i>Transmitter</i> (Tx).. | 52 |
| Gambar 3.14 Parameter yang disetting pada Xbee-Pro sisi <i>Receiver</i> (Rx) | 53 |
| Gambar 3.15 Diagram alir program penerimaan data dari minimum sistem Tx | 54 |
| Gambar 3.16 Diagram alir program pengiriman data ke minimum sistem <i>receiver</i> | 57 |
| Gambar 4.1. Tampilan <i>Chip Signature</i> | 62 |
| Gambar 4.2. Tampilan <i>Download Program</i> | 62 |
| Gambar 4.3 Pengiriman data karakter dari PC 1..... | 64 |
| Gambar 4.4 Hasil kiriman data yang tampil di PC 2 | 64 |
| Gambar 4.5 Rangkaian minimum sistem ATmega 32, Xbee-Pro <i>transmitter</i> & <i>keypad</i> | 67 |
| Gambar 4.6 Hasil pengiriman data secara serial dari minimum sistem ATmega 32 dan Xbee-Pro <i>transmitter</i> | 68 |
| Gambar 4.7 Rangkaian minimum sistem ATmega 32, Xbee-Pro <i>transmitter</i> & <i>keypad</i> | 71 |
| Gambar 4.8 Hasil pengiriman data yg diterima mikrokontroler Rx yang ditampilkan LCD..... | 72 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.9 Pengujian Konstanta P dengan nilai = 2..... | 76 |
| Gambar 4.10 Pengujian Konstanta I dengan nilai = 0,00005 | 76 |
| Gambar 4.11 Pengujian Konstanta P dengan nilai = 0,00003..... | 77 |
| Gambar 4.12 Hasil pengujian kontroler P dengan nilai set point : 105 | 80 |
| Gambar 4.13 Hasil pengujian kontroler P dengan nilai set point : 200 | 80 |
| Gambar 4.14 Hasil pengujian kontroler PI dengan nilai set point : 105 | 81 |
| Gambar 4.15 Hasil pengujian kontroler PI dengan nilai set point : 200..... | 81 |
| Gambar 4.16 Hasil pengujian kontroler PD dengan nilai set point : 105 | 82 |
| Gambar 4.17 Hasil pengujian kontroler PD dengan nilai set point : 200 | 83 |
| Gambar 4.18 Hasil pengujian kontroler PID dengan nilai set point : 105 | 84 |
| Gambar 4.19 Hasil pengujian kontroler PID dengan nilai set point : 200..... | 84 |

STIKOM SURABAYA