

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Proyek Akhir | 3 |
| 1.5 Manfaat Proyek Akhir | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 7 |
| 2.2.1 Fleksibilitas..... | 7 |
| 2.2.2 <i>Card Bend Testing Machine</i> | 7 |
| 2.2.3 Motor DC Encoder | 8 |
| 2.2.4 Proportional Integral Derivative (PID)..... | 9 |
| 2.2.5 Transformasi Diskret | 13 |
| 2.2.6 Mikrokontroler | 14 |
| 2.2.7 STM32F103..... | 15 |
| 2.2.8 ESP32-WROOM32 | 15 |
| 2.2.9 <i>Driver</i> Motor | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.10 TFT LCD | 17 |
| 2.2.11 Sensor <i>Time-of Flight</i> | 18 |
| 2.2.12 Kalman Filter | 18 |
| 2.2.13 Sensor DHT 11 | 19 |
| BAB III METODE PROYEK AKHIR | 21 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 21 |
| 3.2 Bahan | 21 |
| 3.3 Peralatan | 23 |
| 3.4 Tahapan Proyek Akhir | 24 |
| 3.4.1 Pra-penelitian..... | 25 |
| 3.4.2 Perancangan alat dan sistem | 25 |
| 3.4.3 Pengerjaan Alat..... | 26 |
| 3.4.4 Pengujian dan pengambilan data | 26 |
| 3.4.5 Evaluasi dan Perbaikan..... | 26 |
| 3.4.6 Penyusunan Laporan Akhir | 26 |
| 3.5 Perancangan Sistem | 27 |
| 3.6 Perancangan Mekanik Sistem | 28 |
| 3.6.1 Pemodelan Matematis Motor DC | 28 |
| 3.6.2 Perancangan Mekanik Alat | 29 |
| 3.7 Perancangan Elektronik Sistem | 31 |
| 3.7.1 <i>Main Board</i> sistem..... | 31 |
| 3.7.2 ESP2-WROOM32 | 34 |
| 3.7.3 Driver Motor..... | 37 |
| 3.7.4 <i>Front Panel</i> | 38 |
| 3.7.5 <i>Programmer board</i> | 39 |
| 3.7.6 Limit switch..... | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 3.8 Perancangan Perangkat Lunak..... | 42 |
| 3.8.1 Perancangan PID Diskret..... | 44 |
| 3.8.2 Uji Sistem dengan PID | 48 |
| 3.8.3 Komunikasi STM32 dengan ESP32 | 52 |
| 3.9 Perhitungan nilai sensor <i>time-of-flight</i> | 54 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 55 |
| 4.1 Hasil Perancangan Purwarupa | 55 |
| 4.1.1 Perancangan Mekanik | 55 |
| 4.1.2 <i>Main Board</i> | 56 |
| 4.1.3 ESP32 | 57 |
| 4.1.4 Driver Motor..... | 58 |
| 4.1.5 <i>Front Panel</i> | 58 |
| 4.1.6 <i>Programmer board</i> | 59 |
| 4.1.7 <i>Limit Switch</i> | 60 |
| 4.2 Hasil Perancangan PID | 61 |
| 4.3 Hasil Pengujian Kontrol Manual | 66 |
| 4.4 Hasil Pengujian Kontrol Otomatis Tanpa Beban | 67 |
| 4.5 Hasil Pengujian Kontrol Otomatis dengan Beban | 70 |
| 4.6 Pengujian Sensor <i>Time of Flight</i> VL53L1X | 71 |
| 4.7 Pengujian Kelengkungan Kartu | 73 |
| BAB V PENUTUP..... | 77 |
| 5.1 Kesimpulan | 77 |
| 5.2 Saran..... | 77 |
| DAFTAR PUSTAKA | 78 |
| LAMPIRAN | 83 |