

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Sistem Biner	7
2.2.1.1 Operasi Logika XOR	7
2.2.2 Arduino Mega 2560	8
2.2.3 <i>Interrupt</i>	8
2.2.4 <i>Pulse Width Modulation</i>	8
2.2.5 <i>Timer</i>	9
2.2.5.1 <i>Prescaler</i>	11
2.2.5.2 <i>Resolution</i>	11
2.2.6 <i>Digital Command Control</i>	11
2.2.6.1 <i>Frame Data</i>	12
2.2.6.2 <i>Frame Data Kecepatan Arah Maju</i>	14
2.2.6.3 <i>Frame Data Kecepatan Arah Mundur</i>	14
2.2.6.4 <i>Frame Data aksesoris</i>	15
2.2.6.5 <i>Frame Data Idle</i>	15
2.2.7 <i>Input Pullup</i>	16
2.2.8 <i>Keypad 4x4</i>	16



2.2.9	<i>Module Driver Motor L298P</i>	16
2.2.10	<i>Serial Peripheral Interface</i>	18
2.2.11	<i>General Purpose Input/Output</i>	18
2.2.12	<i>Module Stepdown LM2596</i>	19
2.2.13	<i>LCD TFT Display ST7735S</i>	19
2.2.14	<i>Module 360 Degree Rotary Encoder</i>	20
2.2.15	<i>Encoder</i>	20
2.2.16	<i>Decoder</i>	21
2.2.17	<i>Finite State Machine</i>	21
2.2.18	<i>Graphical User Interface</i>	22
2.2.19	<i>Hardware</i>	22
2.2.20	<i>Firmware</i>	22
2.2.21	Bahasa Pemrograman C	23
2.2.21.1	Variabel	23
2.2.21.2	Array	23
2.2.21.3	Struct	23
BAB III Metode Penelitian		24
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir	24
3.2	Metode yang Digunakan	24
3.3	Alur Penelitian Tugas Akhir	26
3.4	Studi Literatur	27
3.5	Gambaran Umum Sistem	28
3.5.1	Gambaran Umum Perangkat	28
3.5.2	Gambaran Umum <i>Graphical User Interface</i>	29
3.5.3	Gambaran Umum <i>Firmware</i>	29
3.6	Perancangan Perangkat Keras	31
3.7	Perancangan Graphical User Interface	32
3.7.1	Rancangan Firmware GUI	32
3.7.2	Rancangan Input GUI	33
3.8	Perancangan <i>Firmware</i>	35
3.8.1	Rancangan <i>Frame Data</i>	35
3.8.2	Rancangan Timer	36
3.8.3	Rancangan <i>Function Send Packet</i>	37
3.8.4	Rancangan <i>Interrupt Frame Stream</i>	39
3.8.5	<i>Function Change Train</i>	41
3.8.6	<i>Function Change Address</i>	42
3.8.7	<i>Function Accessory</i>	44
3.8.8	<i>Flowchart Firmware</i>	46
BAB IV Hasil dan Pembahasan		47



4.1	Implementasi Perangkat Keras	47
4.1.1	Implementasi <i>Serial Peripheral Interface</i> (SPI)	47
4.1.2	Implementasi <i>General Purpose Input/Output</i>	48
4.1.3	Desain Sirkuit PCB <i>User Interface</i>	50
4.1.4	<i>Routing dan Layouting</i> PCB <i>User Interface</i>	52
4.1.5	Implementasi <i>Enclosure</i> Peranti Kendali DCC	53
4.1.6	<i>Bill of Material</i> (BOM) PCB <i>User Interface</i>	54
4.1.7	Hasil Akhir Perangkat Keras	55
4.2	Implementasi GUI pada LCD TFT ST7735S.....	57
4.3	Implementasi Firmware	59
4.3.1	Implementasi Frame Data	59
4.3.2	Implementasi Timer.....	60
4.3.3	Implementasi Function Send Packet	61
4.3.4	Implementasi <i>Interrupt</i> Frame Stream	64
4.3.5	Implementasi Function Change Train.....	66
4.3.6	Implementasi <i>Function Change Address</i>	67
4.3.7	Implementasi <i>Function Accessory</i>	68
4.4	Pengujian Peranti Kendali DCC.....	70
4.4.1	Persiapan Pengujian.....	71
4.4.1.1	Pengujian Menggunakan Perangkat Osiloskop	71
4.4.1.2	Pengujian Menggunakan <i>Decoder</i> Buatan Berbasis Ardu- ino Uno	71
4.4.2	Pengujian Isyarat Sinyal	72
4.4.2.1	Karakteristik Isyarat Sinyal	72
4.4.2.2	Pengujian Isyarat Bit 1	73
4.4.2.3	Pengujian Isyarat Bit 0	74
4.4.3	Pengujian <i>Frame Idle</i>	75
4.4.4	Pengujian <i>Function Train</i>	76
4.4.5	Pengujian Frame Data Kecepatan Awal (<i>Stop</i>)	76
4.4.5.1	Pengujian <i>Frame Data</i> Kecepatan Arah Maju	77
4.4.5.2	Pengujian <i>Frame Data</i> Kecepatan Arah Mundur	79
4.4.6	Pengujian <i>Function Change Address</i>	81
4.4.6.1	Sebelum Dilakukan Perubahan <i>Address</i> (<i>Address 6</i>).....	81
4.4.6.2	Setelah Dilakukan Perubahan <i>Address</i> (<i>Address 5</i>)	83
4.4.7	Pengujian <i>Function Accessory</i>	84
4.4.7.1	Pengujian <i>Function Accessory 1</i> (<i>Light</i>).....	84
4.4.7.2	Pengujian <i>Function Accessory 2</i>	87
4.4.7.3	Pengujian <i>Function Accessory 3</i>	89
4.4.7.4	Pengujian <i>Function Accessory 4</i>	91



4.4.7.5	Pengujian <i>Function Accessory</i> 5	92
4.5	Pengujian Performa Lokomotif terhadap Perubahan Periode	94
4.6	Pengujian Performa Lokomotif terhadap Perubahan Tegangan Masukan...	95
4.7	Analisis Hasil Implementasi dan Pengujian	96
BAB V	Kesimpulan dan Saran	97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98
L.1	Video Demo Kendali DCC	L-100
L.2	GitHub Decoder Buatan	L-100
L.3	Source Code button.h Kendali DCC	L-100
L.4	Source Code Main Kendali DCC	L-107