

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
BUKTI BEBAS PLAGIASI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
CATATAN REVISI DOKUMEN	xi
INTISARI	xii
BAB 1 PENGANTAR	1
BAB 2 DASAR TEORI PENDUKUNG	4
2.1 Kontrol Kereta Api Indonesia	4
2.1.1 Centralized Traffic Control	4
2.1.2 Pengatur Perjalanan Kereta Api	4
2.2 Signalling Kereta Api di Indonesia	5
2.3 Digital command control	6
2.3.1 Kontrol Kereta Api menggunakan Digital command control	8
2.3.2 Dekoder DCC	8
2.3.3 Dekoder MultiFungsi	8
2.3.4 Fitur Dekoder Multifungsi	10
2.3.5 DCC Enkoder	11
2.4 Protokol DCC	12
2.4.1 Teknik Enkode Bits DCC	12
2.4.2 Format Umum Data DCC	13
2.4.3 Paket Baseline DCC	15
2.4.4 Timing Data DCC	16
2.5 Raspberry Pi	18
2.6 Persinyalan Kereta Api	21
2.6.1 Fixed Block Signalling	22
2.6.2 Manual Signaling	23
2.7 Pendeteksian Atribut Kereta Api	24
2.7.1 Hall effect Sensor	24
2.7.2 Sistem Blok Kereta	25
BAB 3 ANALISIS STUDI PUSTAKA KUNCI DAN PEMILIHAN METODE	27

3.1	Analisis Pemilihan Metode	27
3.1.1	Pemilihan Sinyal Elektrik Miniatur Kereta	27
3.1.2	Pemilihan Perangkat Keras untuk <i>Web-server</i> dan Kontrol Lokomotif	28
3.1.3	Pemilihan Jenis Skala Miniatur Kereta	31
3.1.4	Pemilihan Sensor pada Deteksi Atribut	32
3.2	Pemilihan Metode	32
3.2.1	ALAT	32
3.2.2	BAHAN	33
3.2.3	Block Diagram Perancangan	35
3.2.4	Pembahasan Metodologi	37
BAB 4	DETAIL IMPLEMENTASI	38
4.1	Luaran <i>Capstone Project</i> beserta Spesifikasinya	38
4.1.1	Spesifikasi Luaran	39
4.2	Batasan Masalah	39
4.3	Detail Rancangan	40
4.4	<i>Interfacing</i> Kontroler menggunakan HTML	43
4.4.1	Register	44
4.4.2	Unregister	45
4.4.3	<i>Train Front Light</i>	46
4.4.4	<i>Track Power</i>	46
4.4.5	<i>Train Direction</i>	47
4.4.6	Kontrol Kecepatan Lokomotif	47
4.4.7	Komunikasi <i>Interface</i> dengan <i>Command Station</i>	48
4.5	<i>Command Station</i> dengan Menggunakan <i>Go-Language</i> (Golang)	48
4.5.1	Aplikasi (Server) dengan Golang	49
4.5.2	Aplikasi (<i>command station</i>) dengan Golang	52
4.5.3	Aplikasi (Deteksi Posisi) dengan Sensor Hall dan Python	55
BAB 5	PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	59
5.1	Antarmuka Masinis dengan HTML dan Python	59
5.1.1	Fungsi Register pada Antarmuka	60
5.1.2	Fungsi Unregister pada Antarmuka	60
5.1.3	Fungsi <i>Train Front Light</i> pada Antarmuka	61
5.1.4	Fungsi <i>Track Power</i> pada Antarmuka	62
5.1.5	Fungsi <i>Train Direction</i> pada Antarmuka	63

5.1.6	Fungsi <i>Train Speed Controller</i> pada Antarmuka	65
5.2	Deteksi Posisi	66
5.2.1	Lokomotif Berjalan Maju	66
5.3	Pengujian Sensor Hall dan Timing	68
5.3.1	Pengujian Timing Sensor Hall	68
5.3.2	Pengujian Keberhasilan Sensor	70
5.4	Pengujian Perangkat Lunak dan Perangkat Keras Secara Keseluruhan	70
5.4.1	Pengujian Kecepatan Lokomotif	71
5.4.2	Pengujian Perangkat Lunak dan Perangkat Keras	72
BAB 6	ANALISIS MENGENAI PENGARUH SOLUSI ENGINEERING DESIGN	73
6.1	Dampak Lingkungan	73
6.2	Dampak Ekonomi	73
6.3	Dampak Sosial	74
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	75
7.1	Kesimpulan	75
7.2	Saran	75
Referensi		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Visualisasi Monitor PPKA [11].....	5
Gambar 2.2 <i>Fixed Block Signalling Two Block Signalling</i> [13].	5
Gambar 2.3 Susunan Perangkat Miniatur Lokomotif DCC	6
Gambar 2.4 Alur Sistem Kerja DCC.....	8
Gambar 2.5 Dekoder Multifungsi buatan TAMS [17]	9
Gambar 2.6 Dekoder Blok Diagram [17].....	9
Gambar 2.7 Dekoder yang dipasang pada lokomotif skala HO [17]	10
Gambar 2.8 DCC <i>Control Unit</i> Hornby R8213	12
Gambar 2.9 <i>Bit</i> Enkoding DCC [20].....	13
Gambar 2.10 Konstruksi Sinyal Paket pada DCC [16].....	13
Gambar 2.11 Contoh paket <i>data</i> yang dikirimkan [21].	14
Gambar 2.12 Frame Format standar paket DCC [21].	15
Gambar 2.13 Relasi antara bentuk gelombang dan ketentuannya [15].....	17
Gambar 2.14 <i>Raspberry Pi 3 Model B +</i> [22].....	18
Gambar 2.15 Gambar A Rel Kosong, Gambar B Rel Dengan Kereta [24]	21
Gambar 2.16 Model Pengeraman pada Kereta Api dengan sinyal tertentu [25].....	22
Gambar 2.17 Ilustrasi Sinyal Kereta Api apabila tidak ada kereta api	22
Gambar 2.18 Ilustrasi Sinyal Kereta Api apabila ada kereta api	23
Gambar 2.19 Phone Block System.....	24
Gambar 2.20 <i>Hall effect</i> Conductive Sheet (a, b) Modul Sensor Hall (c).....	25
Gambar 2.21 Cara Kerja Blok Sistem dalam Perkeretaapian	25
Gambar 2.22 <i>Axle Counter Working Principle</i>	26
Gambar 3.1 Sinyal elektrik PWM dengan berbagai <i>duty cycle</i>	27
Gambar 3.2 Arduino UNO R3 dan ESP32.....	29
Gambar 3.3 <i>Raspberry Pi</i> Board Beserta Layoutnya	30
Gambar 3.4 Ukuran umum miniatur kereta api.....	31
Gambar 3.5 Modul <i>Hall-effect</i> sensor	32
Gambar 3.6 Block Diagram Perancangan Kendali Miniatur Kereta Api Menggunakan Mikro Komputer Dengan Protokol Komunikasi <i>Digital command control</i>	35
Gambar 3.7 Sekuensial Diagram Perancangan Kendali Miniatur Kereta Api Menggunakan Mikro Komputer Dengan Protokol Komunikasi <i>Digital command control</i>	36
Gambar 4.1 Alur Rancangan Sinyal DCC	40

Gambar 4.2	<i>Interface</i> kontroler yang menggunakan HTML	44
Gambar 4.3	Pilihan Register pada <i>Interface</i> Kontroler	45
Gambar 4.4	Unregister <i>Interface</i> Kontroler	45
Gambar 4.5	Kontroler Lampu Lokomotif	46
Gambar 4.6	Power ke Rel	46
Gambar 4.7	Kontrol Arah Lokomotif	47
Gambar 4.8	Kontrol Kecepatan Lokomotif.....	47
Gambar 4.9	Ilustrasi Komunikasi <i>Interface</i> dengan <i>command station</i>	48
Gambar 4.10	Diagram Sekuensial Aplikasi dalam <i>Command Station</i>	49
Gambar 4.11	Handler Aplikasi Server	49
Gambar 4.12	Respon pada GET <i>/train</i>	50
Gambar 4.13	JSON File Penyimpan <i>Data</i> Lokomotif	50
Gambar 4.14	Contoh POST request pada alamat <i>/instruct</i>	51
Gambar 4.15	Text file <i>instruction.txt</i>	51
Gambar 4.16	Aplikasi (<i>command station</i>) <i>Idle</i>	51
Gambar 4.17	Modifikasi pembacaan perintah	52
Gambar 4.18	Case untuk Intruksi <i>Valid</i>	53
Gambar 4.19	<i>Output</i> Pin Pada Proyek <i>Capstone</i>	54
Gambar 4.20	Wiring <i>Raspberry Pi</i> dengan <i>Booster</i>	54
Gambar 4.21	DCC Sinyal Terlihat pada Oscilloscope.....	55
Gambar 4.22	Layout Rel Miniatur Kereta	56
Gambar 4.23	Inisialisasi Pin GPIO	57
Gambar 4.24	Source Code Deteksi Sensor	58
Gambar 5.1	Pilihan Kontrol yang Dimiliki oleh Masinis	59
Gambar 5.2	Lokomotif Aktif Pada Rel	60
Gambar 5.3	Lokomotif Tidak Digunakan	61
Gambar 5.4	Lokomotif dengan Lampu Menyala	61
Gambar 5.5	Lokomotif tanpa Lampu Depan	62
Gambar 5.6	Osiloskop Disambungkan ke Rel	63
Gambar 5.7	Pembacaan Osiloskop Digital Sebuah Sinyal DCC	63
Gambar 5.8	Lokomotif Bergerak ke Depan	64
Gambar 5.9	Lokomotif Bergerak ke Belakang	64
Gambar 5.10	(a)(b)(c) Perbandingan Sinyal DCC Ketiga Kecepatan	65
Gambar 5.11	Sensor X1 Aktif dan Antarmuka Berubah	66



**PERANCANGAN KENDALI MINIATUR KERETA API MENGGUNAKAN MIKRO KOMPUTER DENGAN
PROTOKOL DIGITAL COMMAND
CONTROL**

IRVINE AFRI DWICAHYA, Dr. Ir. Risanuri Hidayat, M.Sc.; Addin Suwastono, S.T., M.Eng.

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Gambar 5.12 Sensor X2 Aktif dan Antarmuka Berubah	67
Gambar 5.13 Gambar sensor hall mendeteksi lokomotif.	68
Gambar 5.14 Gambar perubahan <i>state</i> pada antarmuka.	69
Gambar 5.15 Susunan Rel Miniatur Kereta	71
Gambar 5.16 Error antarmuka yang terjadi	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Terminologi dalam DCC [15].	7
Tabel 2.2 Digital <i>decoder speed step</i> paket data [21].	16
Tabel 2.3 <i>Timing bit</i> dari paket DCC [15].	17
Tabel 2.4 Spesifikasi Perangkat Keras [23]	18
Tabel 2.5 Jenis Pin GPIO pada <i>Raspberry Pi 3</i> [23].	19
Tabel 3.1 Tabel Alat Proyek <i>Capstone</i>	32
Tabel 3.2 Tabel Bahan Proyek <i>Capstone</i>	33
Tabel 4.1 Jenius Luaran yang Dihasilkan	38
Tabel 4.2 Fitur yang ada pada Luaran <i>Capstone</i>	38
Tabel 4.3 Spesifikasi Luaran	39
Tabel 4.4 Pin GPIO <i>Raspberry Pi</i> untuk Sensor Hall	56
Tabel 5.1 Tabel pengamatan sensor	69
Tabel 5.2 Tabel Pengujian Kecepatan	71