

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN	i
SURAT PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penelitian Terkait.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
1.6 Batasan Masalah	7
1.7 Kerangka Berpikir.....	7
1.8 Sistematika Penulisan	8
BAB II DASAR TEORI	10
2.1 Rel Kereta Api	10
2.2 Deformasi.....	11
2.3 Sensor <i>Strain Gauge</i>	12
2.4 <i>Y3 Weighing Amplifier Module</i>	14
2.5 <i>Random Forest Regressor</i>	15
2.6 <i>Soft Sensor</i>	16
2.7 <i>Dataset</i>	17
2.8 Kalibrasi.....	18
2.9 <i>Website</i>	18
	vii

2.10	<i>Flask API</i>	19
2.11	Metrik Evaluasi.....	20
2.11.1	R^2 Score	20
2.11.2	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	21
2.12	Sensor Suhu NTC	21
2.13	Sensor Suhu DHT	23
2.14	Baterai 18650.....	24
2.15	<i>Holder Case</i> Baterai.....	24
2.16	ESP32 <i>Module</i>	25
2.17	<i>Terminal Adapter for ESP32 30 Pin</i>	26
2.18	Sakelar	26
2.19	TP4056 5V <i>Charger</i>	27
2.20	<i>Step-up Module MT3608</i>	27
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Studi Literatur	28
3.2	Identifikasi Masalah.....	29
3.3	Analisis Kebutuhan.....	29
3.3.1	Kebutuhan Fungsional	29
3.3.2	Kebutuhan Non-fungsional	30
3.4	Perancangan Sistem.....	30
3.5	Implementasi Sistem.....	31
3.6	Analisis Hasil.....	31
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI		32
4.1	Perancangan	32
4.1.1	Perancangan Perangkat Keras Sistem <i>Monitoring</i>	32
4.2	Implementasi.....	35
4.2.1	Implementasi <i>Hardware</i>	35
4.2.2	Implementasi Sistem Akuisisi Data	38
4.2.3	Implementasi Kompensasi Temperatur pada Sensor <i>Strain Gauge</i>	39
4.2.4	Implementasi Akuisisi Data	40

4.2.5	Implementasi Model <i>Random Forest Regressor</i>	41
4.2.6	Implementasi <i>Website</i>	43
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS		44
5.1	Pengujian	44
5.1.1	Pengujian dan Kalibrasi NTC <i>Glass</i>	44
5.1.2	Pengujian dan Kalibrasi DHT22	45
5.1.3	Pengujian Akurasi Hasil Prediksi Dengan <i>Dataset</i>	46
5.1.4	Pengujian Prediksi Deformasi Pada Lingkungan Nyata	47
5.2	Analisis	49
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN		59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Hubungan Penelitian Terkait.....	5
Gambar 1. 2 Kerangka berpikir penelitian.....	8
Gambar 2. 1 Strain Gauge.....	12
Gambar 2. 2 Y3 Module Amplifier.....	14
Gambar 2. 3 NTC 10k Glass.....	22
Gambar 2. 4 Rangkaian Voltage Divider.....	23
Gambar 2. 5 DHT22.....	24
Gambar 2. 6 Baterai 18650.....	24
Gambar 2. 7 Holder Case Baterai 18650.....	25
Gambar 2. 8 ESP32 Module.....	25
Gambar 2. 9 Terminal Adapter for ESP32 30 Pin.....	26
Gambar 2. 10 Sakelar.....	26
Gambar 2. 11 TP4056 5V Charger.....	27
Gambar 2. 12 Step-up Module MT3608.....	27
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Blok diagram sistem.....	32
Gambar 4. 2 Blok diagram perangkat keras sistem.....	33
Gambar 4. 3 Perangkat keras tampak depan.....	36
Gambar 4. 4 Perangkat keras tampak samping.....	36
Gambar 4. 5 Perangkat keras tampak dalam (1).....	37
Gambar 4. 6 Perangkat keras tampak dalam (2).....	37
Gambar 4. 7 Blok diagram alur data akuisisi.....	38
Gambar 4. 8 Performa model <i>Random Forest Regressor</i>	42
Gambar 4. 9 Grafik visualisasi antara nilai Aktual vs Prediksi.....	42
Gambar 4. 10 <i>Dashboard monitoring</i>	43
Gambar 5. 1 Pengujian prediksi deformasi di lingkungan nyata.....	47
Gambar 5. 2 Riwayat data pengujian di lingkungan nyata.....	48
Gambar 5. 3 Visualisasi data terbaca dan grafik pada antarmuka web.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terkait	2
Tabel 4. 1 Hasil kompensasi <i>strain gauge</i> BF350	39
Tabel 4. 2 Keseluruhan hasil eksperimen <i>computational compensation</i>	40



DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Gambar Lampiran 2. 1 Kompensasi <i>strain gauge</i> BF350.....	71
Gambar Lampiran 2. 2 Suhu setrika dinaikkan secara berkala.....	72
Gambar Lampiran 2. 3 Proses kompensasi <i>strain gauge</i>	72
Gambar Lampiran 2. 4 Instalasi perangkat keras pada batang rel	73
Gambar Lampiran 2. 5 Lokasi akuisisi data.....	74
Gambar Lampiran 2. 6 Data terakuisisi	74
Gambar Lampiran 2. 7 Pembacaan nilai oleh NTC 10k <i>glass</i> (Percobaan 1).....	75
Gambar Lampiran 2. 8 Pembacaan nilai oleh <i>Thermo-Gun</i> (Percobaan 1)	75
Gambar Lampiran 2. 9 Pembacaan nilai oleh NTC 10k <i>glass</i> (Percobaan 2).....	76
Gambar Lampiran 2. 10 Pembacaan nilai oleh <i>Thermo-Gun</i> (Percobaan 2)	76
Gambar Lampiran 2. 11 Pembacaan nilai oleh NTC 10k <i>glass</i> (Percobaan 3).....	77
Gambar Lampiran 2. 12 Pembacaan nilai oleh <i>Thermo-Gun</i> (Percobaan 3)	77
Gambar Lampiran 2. 13 Pembacaan nilai oleh DHT22 (Percobaan 1).....	78
Gambar Lampiran 2. 14 Pembacaan nilai <i>Thermo-Hygrometer</i> (Percobaan 1)....	78
Gambar Lampiran 2. 15 Pembacaan Nilai oleh DHT22 (Percobaan 2).....	79
Gambar Lampiran 2. 16 Pembacaan nilai <i>Thermo-Hygrometer</i> (Percobaan 2)....	79
Gambar Lampiran 2. 18 Pembacaan nilai <i>Thermo-Hygrometer</i> (Percobaan 1)....	80
Gambar Lampiran 2. 17 Pembacaan Nilai oleh DHT22 (Percobaan 3).....	80
Gambar Lampiran 2. 20 Prediksi deformasi oleh model (Percobaan ke-1).....	81
Gambar Lampiran 2. 19 Sampel data (Percobaan ke-1)	81
Gambar Lampiran 2. 21 Sampel data (Percobaan ke-2)	82
Gambar Lampiran 2. 22 Prediksi deformasi oleh model (Percobaan ke-2).....	82
Gambar Lampiran 2. 24 Prediksi deformasi oleh model (Percobaan ke-3).....	82
Gambar Lampiran 2. 23 Sampel data (Percobaan ke-3)	82
Gambar Lampiran 2. 25 Sampel data (Percobaan ke-4)	83
Gambar Lampiran 2. 26 Prediksi deformasi oleh model (Percobaan ke-4).....	83
Gambar Lampiran 2. 27 Sampel data (Percobaan ke-5)	83
Gambar Lampiran 2. 28 Prediksi deformasi oleh model (Percobaan ke-5).....	83