

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>BAB I</b> Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II</b> Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.1.1 Penelitian tentang Sensor Getar dan Kuantifikasi Impuls .....	6
2.1.2 Penelitian Terkait Sistem Pemukul Otomatis dan Gamelan Digital .....	6
2.2 Dasar Teori .....	17
2.2.1 Gamelan .....	17
2.2.2 Gamelan Elektronik (Gameltron) .....	18
2.2.3 Sensor Getar .....	19
2.2.4 Sensor Piezoelektrik .....	19
2.2.5 Sensor SW420.....	20
2.2.6 Sensor SW1801 .....	20
2.2.7 Motor DC PG36.....	21
2.2.8 Pulse Width Modulation (PWM) .....	21
2.2.9 Rotary Encoder .....	22
2.2.10 Revolutions Per Minute (RPM) .....	22
2.2.11 XIAO Seeed nRF52840.....	22
2.2.12 Inertia Measurement Unit (IMU).....	23
2.2.13 Akselerometer pada IMU .....	23
2.2.14 Gyroscope pada IMU .....	23
2.2.15 Arduino Nano .....	24

2.2.16	Filter Digital: <i>Low-Pass Filter</i> .....	24
2.2.17	Konversi ADC (Analog to Digital Converter) .....	24
2.2.18	Karakteristik Dinamis dan Analisis Gelombang Sensor .....	25
2.2.19	Gaya Impuls dan Momentum.....	25
2.2.20	<i>Sound Level Meter</i> .....	26
2.2.21	Intensitas Suara dan <i>Sound Pressure Level (SPL)</i> .....	27
<b>BAB III Metode Penelitian.....</b>		<b>28</b>
3.1	Alat dan Bahan Tugas Akhir .....	28
3.1.1	Alat Tugas Akhir .....	28
3.1.2	Bahan Tugas Akhir.....	29
3.2	Metode yang Digunakan.....	30
3.2.1	Gamelan <i>Beater Machine</i> .....	30
3.2.1.1	Justifikasi Pemilihan Sensor.....	30
3.2.1.2	Perancangan Sistem dan Variasi PWM .....	30
3.2.1.3	Pengambilan <i>Data Baseline</i> (Tanpa Tumbukan) .....	31
3.2.1.4	Eksperimen Utama: Pengujian Tumbukan .....	31
3.2.1.5	Validasi Impuls Tumbukan .....	31
3.2.2	Gameltron dan Sensor Getar.....	32
3.2.2.1	Sistem Akuisisi Data Paralel .....	32
3.2.2.2	Teknik Sampling dan Mode Pengambilan Data .....	33
3.2.2.3	Objek Uji dan Penempatan Alat .....	33
3.2.2.4	Validasi Impuls Tumbukan .....	33
3.2.3	Sensitivitas dan Tegangan <i>Output</i> .....	34
3.2.3.1	Bentuk Gelombang Sinyal .....	34
3.2.3.2	Perhitungan Gaya Impuls dari Data Gyroscope.....	34
3.2.4	Gamelan dan Suara (dB).....	35
3.2.4.1	Alat Pengukuran Suara .....	35
3.2.4.2	Objek Uji dan Penempatan Alat .....	36
3.2.4.3	Prosedur Pengambilan Data .....	36
3.2.5	Metode Kuantifikasi Hubungan Sensor Getar dan Intensitas Suara	37
3.2.5.1	Tujuan Pemrosesan Data .....	37
3.2.5.2	Normalisasi Data (Min-Max Normalization).....	38
3.2.5.3	Simple Moving Average (SMA) .....	39
3.2.5.4	Interpolasi Linear .....	41
3.2.5.5	Regresi Linear .....	42
3.2.5.6	Evaluasi Model Regresi: $R^2$ , MSE, dan RMSE.....	43
3.2.6	Prosedur Pengujian.....	45
3.3	Desain dan Implementasi <i>Beater Machine</i> .....	45
3.3.1	Gambaran Umum Sistem <i>Beater Machine</i> .....	45

3.3.2	Konsep Dasar Impuls Tumbukan .....	46
3.3.2.1	Definisi Impuls .....	46
3.3.2.2	Hubungan Impuls dan Momentum .....	46
3.3.2.3	Impulse Rotasi dan Momen Inersia .....	46
3.3.2.4	Relevansi Impuls dalam Analisis Sensor dan Suara .....	47
3.3.3	Perancangan Mekanik .....	47
3.3.3.1	Desain Mekanik Gamelan <i>Beater Machine</i> .....	47
3.3.3.2	Identifikasi dan Fungsi Komponen Mekanik .....	48
3.3.3.3	Implementasi Fisik .....	50
3.3.3.4	Perbandingan Pulley dan Rasio Transmisi .....	50
3.3.4	Perancangan Elektronik .....	51
3.3.4.1	Rancangan Umum Sistem Elektronik .....	51
3.3.4.2	Diagram Blok Sistem Elektronik .....	52
3.3.4.3	Komponen Elektronik .....	53
3.3.4.4	Perancangan Kendali PWM Motor .....	54
3.3.4.5	Pencatatan Data Sensor .....	54
3.3.4.6	Integrasi Python dan <i>Logging</i> .....	54
3.3.5	Sistem Kendali Motor dan PWM .....	55
3.3.5.1	Prinsip Kerja PWM .....	55
3.3.5.2	Perangkat Keras Penggerak .....	55
3.3.5.3	Logika Sistem dan Aliran Data .....	56
3.3.5.4	Rentang Uji dan Justifikasi .....	57
3.3.5.5	Integrasi sebagai Sistem Eksperimen .....	57
3.3.6	Integrasi Sensor dan <i>Logging</i> .....	58
3.3.6.1	Sistem Sensor Getar (Piezoelektrik) .....	58
3.3.6.2	Sensor Gyroscope dan Estimasi Gaya Tumbukan .....	58
3.3.6.3	<i>Logging</i> Data dan Sinkronisasi Mikrokontroler .....	59
3.3.6.4	Validasi dan Repetisi .....	59
3.4	Alur Tugas Akhir .....	60
3.4.1	Perancangan Gamelan <i>Beater Machine</i> .....	60
3.4.2	Pengambilan Data PWM dan IMU .....	61
3.4.3	Validasi Kelayakan Data .....	61
3.4.4	Normalisasi Data .....	61
3.4.5	Pemrosesan: <i>Smoothing</i> dan Inversi .....	61
3.4.6	Analisis Data: Interpolasi dan Regresi .....	61
3.4.7	Visualisasi Tren Gelombang .....	61
3.4.8	Evaluasi Model .....	62
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....		63
4.1	Gamelan <i>Beater Machine</i> .....	63

4.1.1	Karakteristik Gerakan Sudut Gamelan <i>Beater Machine</i> .....	63
4.1.2	Konversi Kecepatan Sudut ke Radian per Detik .....	64
4.1.3	Perhitungan Gaya Tumbukan .....	65
4.2	Kondisi Gamelan <i>Beater Machine</i> pada Gameltron dan Sensor Getar .....	68
4.2.1	Sensitivitas Sensor terhadap Energi Tumbukan .....	69
4.2.2	Tegangan <i>Output</i> Sensor .....	72
4.2.3	Bentuk Gelombang Rata-rata Sinyal Sensor .....	73
4.3	Kondisi Gamelan <i>Beater Machine</i> terhadap Intensitas Suara Gamelan (dB) .....	78
4.3.1	Hubungan Antara PWM dan Intensitas Suara (dB) .....	78
4.3.2	Gaya Tumbukan terhadap Intensitas Suara (dB) .....	80
4.3.3	Interpretasi Saturasi Akustik pada Gamelan .....	81
4.3.4	Korelasi antara Gaya Tumbukan dan Intensitas Akustik .....	82
4.4	Analisis Hubungan Kuantitatif antara Gaya Tumbukan, Sensor Getar, dan Intensitas Suara .....	82
4.4.1	Sensor Piezoelektrik .....	83
4.4.1.1	Pemrosesan Data Sensor Piezo dan Suara .....	83
4.4.1.2	Model Regresi Linear antara Sensor Piezo dan Suara ...	92
4.4.1.3	Visualisasi Hasil dan Interpretasi .....	94
4.4.2	Sensor SW420 .....	95
4.4.2.1	Pemrosesan Data Sensor SW420 dan Suara .....	95
4.4.2.2	Model Regresi Linear antara Sensor SW420 dan Suara .	102
4.4.2.3	Visualisasi Hasil dan Interpretasi .....	106
4.4.3	Sensor SW1801 .....	107
4.4.3.1	Pemrosesan Data Sensor SW1801 dan Suara .....	107
4.4.3.2	Model Regresi Linear antara Sensor SW1801 dan Suara	119
4.4.3.3	Visualisasi Hasil dan Interpretasi .....	121
BAB V	Kesimpulan dan Saran .....	124
5.1	Kesimpulan .....	124
5.2	Saran .....	125
DAFTAR PUSTAKA	.....	127