

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR
UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE
*CHEBYSHEV***

***IMPLEMENTATION OF DIGITAL FILTER ON INERTIAL
SENSOR FOR GAIT ANALYSIS USING THE CHEBYSHEV
METHOD***



Disusun oleh

**RAUFINA RIAN AURELIA
20101050**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR
UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE
*CHEBYSHEV***

***IMPLEMENTATION OF DIGITAL FILTER ON INERTIAL
SENSOR FOR GAIT ANALYSIS USING THE CHEBYSHEV
METHOD***



Disusun oleh

**RAUFINA RIAN AURELIA
20101050**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

**IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR
UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE
*CHEBYSHEV***

***IMPLEMENTATION OF DIGITAL FILTER ON INERTIAL
SENSOR FOR GAIT ANALYSIS USING THE CHEBYSHEV
METHOD***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2024**

Disusun oleh

**RAUFINA RIAN AURELIA
20101050**

DOSEN PEMBIMBING

**Sevia Indah Purnama, S.ST., M.T.
Mas Aly Afandi, S.ST., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024


HALAMAN PENGESAHAN
IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR
UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE
CHEBYSHEV


*IMPLEMENTATION OF DIGITAL FILTER ON INERTIAL
SENSOR FOR GAIT ANALYSIS USING THE CHEBYSHEV
METHOD*

Disusun oleh
RAUFINA RIAN AURELIA
20101050

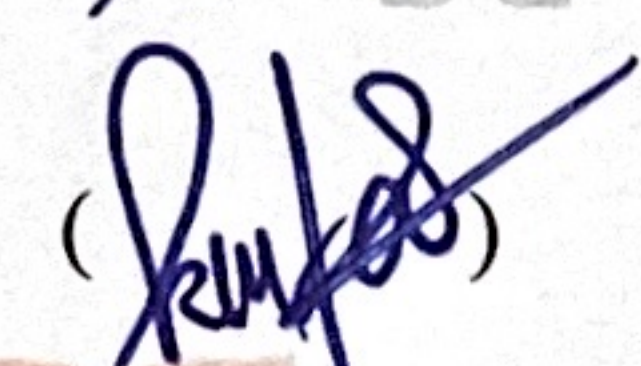
Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 11 Juli 2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Sevia Indah Purnama, S.S.T., M.T. ()
NIDN. 0626098903

Pembimbing Pendamping : Mas Aly Afandi, S.S.T., M.T. ()
NIDN. 0617059302

Penguji 1 : Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng. ()
NIDN. 0619028701

Penguji 2 : Khoirun Ni'amah, S.T., M.T. ()
NIDN. 0619129301

Mengetahui,

Ketua Program Studi ST Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Prasetyo Mullanoro, S.T., M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, RAUFINA RIAN AURELIA, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE *CHEBYSHEV*” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 27 Juni 2024

Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink is written over a yellow 1000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '1000', 'METERAI TEMPEL', and 'F2495ALX275330020'.

Raufina Rian Aurelia

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**IMPLEMENTASI FILTER DIGITAL PADA INERSIA SENSOR UNTUK ANALISIS GAYA BERJALAN DENGAN METODE *CHEBYSHEV***”.

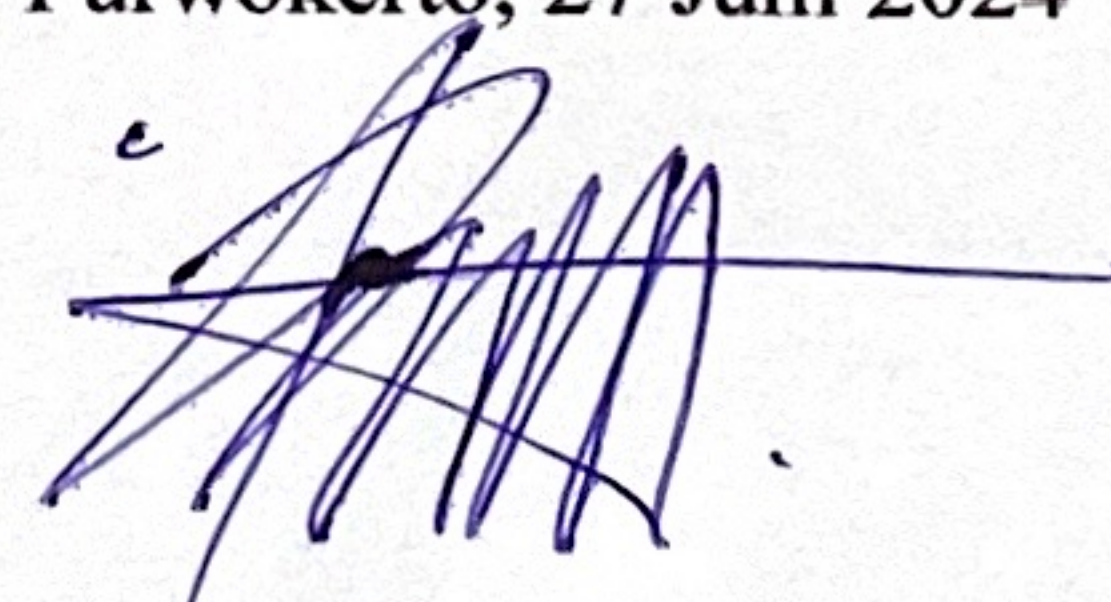
Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Eria dan Ibu Endang, yang penulis sayangi dan cintai, karena telah menjadi motivasi terbesar dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih telah menjadi orang tua yang sabar dan selalu memberikan support terbaik hingga detik ini. Penulis merasa bersyukur telah menjadi anugerah sebagai seorang anak yang dididik oleh orang tua yang hebat dan penuh kasih sayang, penulis dapat mencapai titik ini merupakan hasil dari kesuksesan ribuan doa yang telah dipanjatkan dan usaha terbaik dari kedua orang tua penulis. Penulis akan selalu berdoa dan mengusahakan, semoga segala kesuksesan dan hal baik yang penulis capai membawa keberkahan hidup bagi penulis dan kedua orang tua.
2. Tiga orang kakak, Mba Elis, Mba Hani, Mas Rofi yang penulis sayangi dan cintai. Terimakasih telah menjadi contoh terbaik dalam perjalanan hidup penulis. Penulis merasa bangga dan bersyukur memiliki saudara yang bisa saling membangun dan menguatkan atas segala pencapaian yang sedang penulis jalani. Penulis berdoa semoga hubungan erat kakak beradik selalu terjalin dengan baik, dan selalu menjadi sosok yang saling memberikan dukungan hingga waktu yang tak terbatas, semoga selalu dikelilingi segala hal baik dan keberkahan hidup.

3. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S. Kom., M.T. Selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Bapak Muhammad Panji Kusuma Praja, S.T., M.T. Selaku Dosen Wali S1TT08B yang telah memberikan dukungan kepada para mahasiswa, sehingga dapat melalui perjalanan pendidikan dengan baik.
7. Ibu Sevia Indah Purnama, S.ST., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I terbaik yang telah membimbing penulis dan selalu memberikan support, terimakasih telah memberikan arahan yang baik sehingga penulis merasa mampu dan bisa menyusun skripsi hingga selesai.
8. Bapak Mas Aly Afandi, S.ST., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II terbaik yang telah banyak meluangkan waktu serta memberikan dukungan dan semangat bagi penulis, serta selalu memberikan kepercayaan pada penulis, sehingga penulis merasa mampu dan mau menyelesaikan skripsi dengan baik.
9. Seluruh Dosen Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
10. Sahabat terbaik Iparosa, Nanda, Catur, Amara, Tiara, dan Dewanda, telah menjadi anugerah luar biasa yang pernah hadir dalam hidup penulis, penulis merasa bersyukur dapat mengenal sosok-sosok yang kuat, terimakasih telah menjadi pembawa keceriaan bagi hidup penulis. Penulis berdoa semoga mereka selalu dikelilingi oleh segala hal baik dan kebahagiaan.

Purwokerto, 27 Juni 2024



Raufina Rian Aurelia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 TUJUAN	3
1.5 MANFAAT	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB 2 DASAR TEORI.....	4
2.1 KAJIAN PUSTAKA	4
2.2 DASAR TEORI.....	7
2.2.1 <i>Wearable device Technology</i>	7
2.2.2 Filter Digital	8
2.2.3 Gaya Berjalan Pada Manusia	9
2.2.3.1 Periode <i>Stance</i>	9
2.2.3.2 Periode <i>Swing</i>	10
2.2.4 <i>Chebyshev</i>	12
2.2.5 Sensor MPU-6050.....	13
2.2.6 Akselerometer	13
2.2.6.1 <i>Micro Electro Mechanical System (MEMS)</i> Akselerometer.....	13
2.2.6.2 Akselerometer Mekanik.....	14
2.2.7 Giroskop GY-521 MPU-6050.....	15

2.2.8	Mikrokontroler	15
2.2.9	Arduino Uno	16
2.2.10	Arduino IDE.....	17
2.2.11	<i>Digital Signal Processing</i> (DSP)	18
2.2.12	<i>Analog to Digital Converter</i> (ADC)	20
2.2.13	<i>Serial Peripheral Interface</i> (SPI).....	21
2.2.14	<i>Universal Asynchronous Receiver and Transmitter</i> (UART).....	22
2.2.15	<i>Inter Integrated Circuit</i> (I2C)	24
2.2.16	<i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	25
2.2.17	<i>Low Pass Filter</i> (LPF).....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		27
3.1	ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN	27
3.2	ALUR PENELITIAN.....	28
3.3	PERANCANGAN ALUR SISTEM	29
3.4	SISTEM PERANGKAT KERAS	30
3.5	SISTEM PERANGKAT LUNAK	32
3.6	<i>DESIGN OF EXPERIMENT</i>	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	PERANCANGAN SISTEM PERANGKAT KERAS	34
4.2	PENERAPAN PERANGKAT KERAS	35
4.3	HASIL ANALISIS	35
4.3.1	Sinyal Sebelum Difilter	36
4.3.2	Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Pitch</i>	41
4.3.3	Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Roll</i>	44
BAB 5 PENUTUP.....		48
5.1	KESIMPULAN	48
5.2	SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Respon Filter Ideal	8
Gambar 2.2 <i>Periode Stance</i>	10
Gambar 2.3 <i>Periode Swing</i>	11
Gambar 2.4 Sensor MPU-6050	13
Gambar 2.5 Skema MEMS Akselerometer Kapasitif	14
Gambar 2.6 Model Akselerometer Mekanik.....	14
Gambar 2.7 Arduino Uno R3	16
Gambar 2.8 Arduino Uno IDE	18
Gambar 2.9 Sistem Pemrosesan Sinyal Digital.....	19
Gambar 2.10 Blok Diagram dari SAR ADC.....	20
Gambar 2.11 Blok Diagram Sinkron dari SPI	21
Gambar 2.12 Serial Data Transmission	23
Gambar 2.13 I2C <i>Multimaster Multislave Configuration</i> dengan <i>Pull UP Resistor</i>	25
Gambar 2.14 <i>Low Pass Filter (LPF)</i>	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Perancangan Alur Sistem	30
Gambar 3.3 Sistem Perangkat Keras.....	30
Gambar 3.4 Diagram Wiring Sistem Perangkat Keras.....	31
Gambar 3.5 Sistem Perangkat Lunak.....	32
Gambar 4.1 Perangkat Keras.....	34
Gambar 4.2 Penerapan Perangkat Keras	35
Gambar 4.3 Sinyal <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i> Dewasa	36
Gambar 4.4 Sinyal <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i> Lansia	36
Gambar 4.5 Sinyal <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i> <i>Stroke</i>	37
Gambar 4.6 Sinyal Sebelum di Filter (Dewasa).....	38
Gambar 4.7 Sinyal Sebelum di Filter (Lansia).....	39
Gambar 4.8 Sinyal Sebelum di Filter (<i>Stroke</i>).....	40
Gambar 4.9 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Pitch</i> (Dewasa).....	41

Gambar 4.10 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Pitch</i> (Lansia).....	42
Gambar 4.11 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Pitch</i> (<i>Stroke</i>)	43
Gambar 4.12 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Roll</i> (Dewasa).....	44
Gambar 4.13 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Roll</i> (Lansia).....	45
Gambar 4.14 Sinyal Setelah di Filter Bagian <i>Roll</i> (<i>Stroke</i>)	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	27
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin	31
Tabel 4.1 Penentuan Frekuensi <i>Cut-off Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	37
Tabel 4.2 Hasil Pembacaan Sinyal Sebelum Difilter (<i>Dewasa</i>)	38
Tabel 4.3 Hasil Pembacaan Sinyal Sebelum Difilter (<i>Lansia</i>).....	39
Tabel 4.4 Hasil Pembacaan Sinyal Sebelum Difilter (<i>Stroke</i>).....	40
Tabel 4.4 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Pitch</i> (<i>Dewasa</i>)	42
Tabel 4.5 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Pitch</i> (<i>Lansia</i>)	43
Tabel 4.6 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Pitch</i> (<i>Stroke</i>).....	44
Tabel 4.8 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Roll</i> (<i>Dewasa</i>).....	45
Tabel 4.9 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Roll</i> (<i>Lansia</i>).....	46
Tabel 4.10 Hasil Pembacaan Sinyal Setelah Difilter Bagian <i>Roll</i> (<i>Stroke</i>)	47