HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM INSTRUMENTASI KEMIRINGAN MENGGUNAKAN ACCELEROMETER DAN GYROSCOPE TERINTEGRASI

FAJRULLAH HATTA
220180029

Telah dipertahankan di depan Komisi Penguji Ujian Skripsi pada tanggal 13 September 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Komisi Penguji

Hj. A. Irmayani Pawelloi, S.T., M.T. (Ketua) (.....)

Alauddin Y., S.T., M.Kom. (Sekretaris) (.....)

Ir. Syahirun Alam, S.T., M.T., IPM. (Anggota) (.....)

Asrul, S.T., M.T. (Anggota) (.....)

Mengetahui:

Plt. Ketua Program Studi	Dekan
Alauddin Y., S.T., M.Kom.	**Dr. Ir. H. Hakzah, S.T., M. T.**
NBM. 1140 376	NBM. 938 317

HALAMAN PERSETUJUAN

SISTEM INSTRUMENTASI KEMIRINGAN MENGGUNAKAN ACCELEROMETER DAN GYROSCOPE TERINTEGRASI

FAJRULLAH HATTA
220 180 029

Telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tutup

Parepare, 20 Agustus 2025
Komisi pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
A. Irmayani Pawelloi, ST., MT.	**Alauddin Y., ST., M.Kom.**
NBM. 859 497	NBM. 1140 376

Mengetahui
Wakil Dekan I

Dr. Jasman, ST., MT.
NBM. 933 289

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama	:	**Fajrullah Hatta**
NIM	:	**220180029**
Program Studi	:	Teknik Elektro
Fakultas	:	Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare
Judul Skripsi	:	Sistem Instrumentasi Kemiringan Menggunakan Accelerometer Dan Gyroscope Terintegrasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Parepare, 15 September 2025

Yang menyatakan



Fajrullah Hatta

NIM. **221190117**

وَلَا تَقْفُ مَا لَـيْسَ لَـكَ بِهٖ عِلْمٌۗ اِنَّ السَّمْعَ وَا لْبَصَرَ وَا لْفُؤَادَ كُلُّ اُولٰۤئِكَ كَا نَ عَنْهُ مَسْئُوْلًا

“Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawabannya”

— QS. Al-Isra’ 17 : 36

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Syukur Alhamdulillah kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini.

Adapun judul dari skripsi ini adalah "SISTEM INSTRUMENTASI KEMIRINGAN MENGGUNAKAN ACCELEROMETER DAN GYROSCOPE TERINTEGRASI". Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

Penulis menyadari begitu banyak kendala dan hambatan dalam proses penyelesaian skripsi ini, maka dalam skripsi ini begitu banyak bantuan dan bimbingan serta dorongan moral dan semangat yang penulis terima, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Ayah saya Pakhrul Baharuddin dan Ibu saya Hadiah Wahede tercinta atas jasa-jasanya, kesabaran, do'a yang tidak pernah lelah, mendidik dan memberi cinta yang tulus dan ikhlas kepada penulis semenjak kecil hingga sekarang, Penulis menyadari bahwa tiada kata yang sepenuhnya mampu menggambarkan rasa syukur ini. Dengan hati yang tulus, izinkan penulis berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada kalian selaku orang tua penulis.
2. Bapak Dr. H. Hakzah, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

3. Bapak Ashadi Amir ST., MT selaku Ketua Prodi Teknik Elekto Universitas Muhammadiyah Parepare.
4. Ibu A. Irmayani Pawelloi, ST., MT. selaku Pembimbing I. dan Bapak Alauddin Y., ST., M.Kom. selaku Pembimbing II.
5. Para dosen dan staff Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare yang telah banyak membantu selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kepada saudara-saudara penulis, Kak Abibullah, ST, Adek Fahdullah Hatta, Adek Alif Al-Fatih dengan tulus penulis mengucapkan terima kasih kepada kalian karena telah menjadi penyemangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Saudara-saudara Elektro 020 seperjuangan yang telah banyak memberikan dorongan, semangat dan bantuan demi lancarnya penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena terbatasnya kemampuan, pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga kritik serta saran yang bersifat membangun sangat dibuthkan guna mengerjakan Skripsi selanjutnya.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf apabila dalam penulisan ini terdapat kekeliruan dan kesalahan serta kekhilafan yang semua iu diluar dari ketidaksengajaan penulis.

Parepare, 20 Agustus 2025

Penulis

Fajrullah Hatta
NIM. 220180029

ABSTRAK

FAJRULLAH HATTA. Sistem Instrumentasi Kemiringan Menggunakan Accelerometer Dan Gyroscope Terintegrasi (Dibimbing Oleh A. Irmayani Pawelloi dan Alauddin Y).

Perkembangan teknologi sistem navigasi, robotika, dan pemantauan struktur telah meningkatkan kebutuhan akan instrumen pengukur kemiringan yang akurat, responsif, dan andal. Meskipun accelerometer dan gyroscope merupakan sensor utama dalam deteksi kemiringan, masing-masing memiliki kelemahan inheren: accelerometer rentan terhadap noise dan gangguan getaran, sedangkan gyroscope mengalami drift seiring waktu. Tanpa integrasi yang efektif, pembacaan sudut menjadi tidak stabil dan tidak dapat diandalkan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan algoritma fusi sensor yang efisien guna menggabungkan kelebihan kedua sensor dan meminimalisasi error. Penelitian ini bertujuan untuk merancang metode integrasi dan algoritma pemrosesan sinyal berbasis *complementary filter* untuk menghasilkan pembacaan sudut yang akurat dan stabil, serta mengembangkan sistem akuisisi data dan antarmuka yang mampu mengonversi data mentah menjadi informasi yang presisi, cepat, dan mudah diinterpretasi. Metodologi yang digunakan meliputi pendekatan eksperimental dengan tahapan perancangan sistem (hardware dan software), implementasi prototipe, pengujian performa, dan analisis data, dengan model *prototyping development* sebagai kerangka kerja. Sistem dibangun menggunakan sensor MPU6050, Arduino Nano, LCD 16x2 I2C, dan buzzer, dengan optimasi daya menggunakan baterai 18650. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan pembacaan sudut yang mendekati nilai referensi dengan rata-rata error sebesar 0,33° pada rentang 0°–90°. Sistem juga berhasil menampilkan informasi kemiringan secara real-time dengan indikasi arah miring (menggunakan simbol ^, v, >, <) dan notifikasi suara saat posisi stabil. Dengan demikian, instrumen ini terbukti akurat, responsif, dan user-friendly, serta layak digunakan dalam aplikasi pendidikan, robot balancing, atau pemantauan struktur sederhana.

Kata Kunci: sensor fusion, MPU6050, Arduino Nano, sudut kemiringan, sistem akuisisi data

ABSTRACT

FAJRULLAH HATTA. Instrumentation System of Tilt Measurement Using Integrated Accelerometer and Gyroscope (Supervised by A. Irmayani Pawelloi and Alauddin Y).

The advancement of navigation systems, robotics, and structural monitoring technologies has increased the demand for accurate, responsive, and reliable tilt measurement instruments. Although accelerometers and gyroscopes are the primary sensors used in tilt detection, each has inherent limitations: accelerometers are susceptible to noise and mechanical vibrations, while gyroscopes suffer from drift over time. Without effective integration, angular measurements become unstable and unreliable. Therefore, an efficient sensor fusion algorithm is required to combine the strengths of both sensors and minimize measurement errors. This research aims to design an integration method and signal processing algorithm based on the complementary filter to produce accurate and stable angle readings, as well as to develop a data acquisition system and user interface capable of converting raw sensor data into precise, rapid, and easily interpretable tilt information. The methodology employs an experimental approach consisting of system design (hardware and software), prototype implementation, performance testing, and data analysis, using a prototyping development model as the framework. The system is built using an MPU6050 sensor, Arduino Nano, 16x2 I2C LCD, and a buzzer, with power optimization achieved through an 18650 battery. The test results indicate that the system provides angle measurements close to the reference values, with an average error of 0.33° across the 0°–90° range. The system also successfully displays tilt information in real-time with directional indicators (using symbols ^, v, >, <) and audio feedback when the device is in a stable position. Therefore, this instrument is proven to be accurate, responsive, and user-friendly and suitable for use in educational applications, robot balancing, or simple structure monitoring.

Keywords: sensor fusion, MPU6050, Arduino Nano, tilt angle, data acquisition system

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN INSPIRASI	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Sistem Instrumentasi	5
B. Sensor *Accelerometer*	9

C. Sensor *Gyroscope* 10

D. Teknologi Sensor MPU6050 11

E. Mikrokontroler Arduino Nano 13

F. Arduino IDE 17

G. Penelitian Terdahulu 18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 22

A. Jenis Penelitian 22

B. Waktu dan Tempat Penelitian 22

C. Alat dan Bahan 22

D. Rancangan Sistem 23

E. Teknik Pengumpulan Data 24

F. Diagram Alir Penelitian 27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28

A. Perancangan Perangkat Keras 28

B. Perancangan Perangkat Lunak 33

C. Pengujian 42

BAB V PENUTUP 49

A. Kesimpulan 49

B. Saran 50

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN 54

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1	Pembagian sumbu (x-y-z)	10
Gambar 2. 2	Arah Sumbu Sensor Gyroscope	11
Gambar 2. 3	Sensor MPU-6050	12
Gambar 2. 4	Arduino Nano	14
Gambar 2. 5	Konfigurasi Pin Arduino Nano	15
Gambar 2. 6	ATMega238P Pin Mapping	17
Gambar 2. 7	Tampilan Utama Arduino IDE	18
Gambar 3. 1	Diagram Blok Sistem Kerja	23
Gambar 3. 3	Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 4. 1.	Rangkaian pendeteksi kemiringan	29
Gambar 4. 2	Rangkaian unit pengolahan data	30
Gambar 4. 3.	Rangkaian unit tampilan	31
Gambar 4. 4.	Rangkaian unit notifikasi	32
Gambar 4. 5	Rangkaian sistem keseluruhan	32
Gambar 4. 6	Flowchart instrumen kemiringan	34
Gambar 4. 7	Ilustrasi pengujian instrumen kemiringan pada kemiringan 30°	44

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 2	Spesifikasi Arduino Nano	15
Tabel 3. 1	Daftar Peralatan dan Bahan	22
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Komparatif Instrumen Kemiringan vs Smartphone Android	46
Tabel 4. 2	Perbandingan: Perhitungan Geometri vs Pembacaan Alat	48