



UM Surabaya

**RANCANG BANGUN ALAT UJI BANDUL
MATEMATIS DAN FISIS BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3
SKRIPSI**

Oleh:

FARID

NIM. 20151331008

Dosen Pembimbing:

HADI KUSNANTO, ST., MT

NIDN. 0717107701

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN ALAT UJI BANDUL MATEMATIS
DAN FISIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO R3



Oleh : Farid

NIM : 20151331008

PROGRAM STUDI TEKNIK
MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2020

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Farid
NIM : 20151331008
Tempat, Tanggal Lahir : Surabaya, 19 Juli 1992
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan Dengan Sesungguhnya

Bahwa Skripsi yang Berjudul “**RANCANG BANGUN ALAT UJI BANDUL MATEMATIS DAN FISIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3**” adalah benar hasil karya sendiri di bawah bimbingan Dosen Hadi Kusnanto, S.T.,M.T.

Demikian lembar pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya siap menerima konsekuensi apabila terbukti bahwa Skripsi ini bukan hasil karya sendiri.

Surabaya, 15 Desember 2019

Yang Menyatakan,



Farid
NIM. 20151331008

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN ALAT UJI BANDUL MATEMATIS
DAN FISIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO R3**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:



Farid

(NIM 20151331008)

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Hadi Kusnanto, S.T., M.T.

(NIDN : 0717107701)

LEMBAR PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

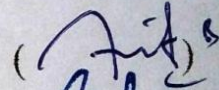
Tanggal Ujian Skripsi : 12 Januari 2020

Dosen Penguji :

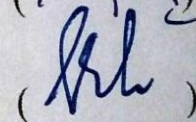
1. Ir. Suhariyanto, M.T.



2. M. Arif Batutah, S.T., M.T.



3. Hadi Kusnanto, S.T., M.T.

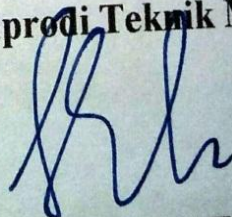


Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Gunawan, M.T.
(NIDN. 0707085902)

Menyetujui
Kaprosdi Teknik Mesin



Hadi Kusnanto, S.T., M.T.
(NIDN.0717107701)

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Farid
NIM : 20151331008
Program Studi : Teknik Mesin

Judul : “Rancang Bangun Alat Uji Bandul Matematis Dan Fisis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3”

Tanggal Pengajuan Tugas Akhir : 12 Mei 2019

Tanggal Selesai Tugas Akhir : 17 Desember 2019

No	Tgl	Materi	Paraf Pembimbing I	Paraf Mahasiswa
1	12-05-19	Bab 1 dan paragraf 72	[Signature]	[Signature]
2	20-05-19	Bab 2	[Signature]	[Signature]
3	04-12-19	Bab III dan tabelan data	[Signature]	[Signature]
4	27-0-19	Acc Niat	[Signature]	[Signature]
5	15-11-19	Asistensi alat, ganti sensor	[Signature]	[Signature]
6	23-11-19	Uji kerja alat	[Signature]	[Signature]
7	26-11-19	Uji kerja alat	[Signature]	[Signature]
8	07-12-19	Revisi bab 15	[Signature]	[Signature]
9	19-12-19	Tambah pendahuluan dan bab 16 dan 17	[Signature]	[Signature]
10				
11				

Menyetujui
Pembimbing dan Kaprodi Teknik Mesin

Hadi Kusnanto, S.T., M.T.
(NIDN : 0717107701)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wata'ala, atas segala rahmat dan juga kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan segala kekurangannya. Dengan rasa syukur dan terima kasih, penulis persembahkan karya ini untuk :

1. Bapak Sahid dan Ibu Fatima tercinta dan tersayang, pengorbanan yang tak terhingga dan do'a yang selalu terucap untuk keberhasilan anaknya.
2. Istriku Agustina tercinta yang senantiasa memberi semangat dan motivasi.
3. Untuk Bapak Hadi Kurnanto yang tidak henti-hentinya membimbing dan meluangkan waktu selama ini.
4. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberi saran yang berguna untuk karya tulis ini.
5. Keluarga besar Fakultas Teknik Mesin Universitas Surabaya.
6. Orang-orang yang secara tidak langsung telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsin ini.

Untuk semua pihak yang penulis sebutkan, terima kasih atas semuanya. Semoga Allah senantiasa membalas senantiasa membalas setiap kebaikan kalian. Serta kehidupan kalian semua juga dimudahkan dan diberkahi selalu oleh Allah Subhanahu wata'ala.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Sallallahu'alaihi Wasallam yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Alat Uji Bandul Matematis dan Fisis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3". Adapun penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya. Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada :

1. Kedua orang tua, Bapak Sahid dan Ibu Fatima tercinta yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Istriku Agustina tersayang yang telah membantu dan memberikan semangat setiap harinya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Sukadiono, M.M selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
4. Bapak I.r. Gunawan M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

5. Bapak Hadi Kusnanto S.T.,M.T selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya dan juga selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman seangkatan, terutama mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2015 yang telah membantu dalam belajar mengajar dan yang selalu mengisi hari-hari menjadi sangat menyenangkan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang teknik.

Surabaya, 30 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT ..	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Teori Pendukung Penelitian	11
2.2.1 Bandul	13
2.2.1.1 Bandul Matematis	14
2.2.1.2 Bandul Fisis	15

2.2.2	Mikrokontroler.....	19
2.2.3	Arduino Uno	22
2.2.3.1	Kelebihan Arduino.....	23
2.2.3.2	Hardware Arduino Uno R3.....	24
2.2.4	Komunikasi I ² C (Inter-Integrated-Circuit)..	26
2.2.5	Liquid Crystal Display (LCD)	29
2.2.6	Light Sensor Module	31
2.2.7	Laser Dioda	32
2.2.8	Perhitungan Ralat	33
2.2.8.1	Ralat Sistematis	34
2.2.1.2	Ralat Kebetulan	35
BAB III METODE PENELITIAN		39
3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	39
3.2	Blok Diagram Sistem.....	40
3.3	Tempat Pelaksanaan.....	41
3.4	Variabel Penelitian.....	41
3.5	Peralatan dan Bahan Penelitian.....	41
3.5.1	Peralatan Utama dan Bahan.....	41
3.5.2	Peralatan Bantu.....	42
3.6	Metode Perancangan.....	43
3.6.1	Perancangan Hardware	43
3.6.2	Perancangan Wiring Alat Uji.....	43
3.6.3	Perancangan Software dan Program.....	45
3.6.4	Pengujian Sensor Program Alat Uji	47
3.6.5	Penggunaan Alat Uji.....	47
3.6.6	Kesimpulan dan Saran Hasil Rancang Bangun Alat Uji Bandul Matematis dan Fisis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3.....	47

3.6.7	Daftar Pustaka.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Wiring Diagram Alat Uji	49
4.2	Hasil Pemrograman Sensor LDR dan Data Logger PLQ-DAQ.....	52
4.3	Pengujian Alat Uji.....	55
4.3.1	Hasil Pengujian Bandul Matematis	56
4.3.2	Hasil Pengujian Bandul Fisis.....	60
4.4	Ralat Perhitungan dan Standar Deviasi.....	64
BAB V PENUTUP		87
5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA		89



DAFTAR GAMBAR

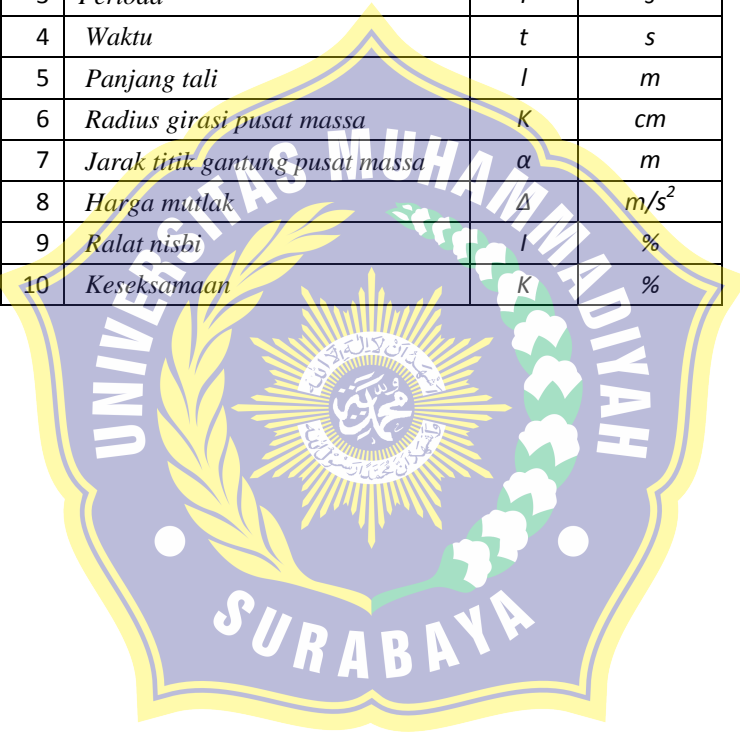
1. Gambar 2.1 Sistem bandul.....	12
2. Gambar 2.2 Bandul matematis.....	15
3. Gambar 2.3 Bandul fisis	18
4. Gambar 2.4 Diagram blok rangkaian internal mikrokontroler	20
5. Gambar 2.5 Arduino Uno R3.....	25
6. Gambar 2.6 Protokol Komunikasi I ² C.....	27
7. Gambar 2.7 LCD M1632.....	30
8. Gambar 2.8 Modul LDR.....	32
9. Gambar 2.9 Laser dioda.....	33
10. Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian.....	39
11. Gambar 3.2 Blok diagram sistem	40
12. Gambar 3.3 Skema perancangan <i>hardware</i>	44
13. Gambar 3.4 <i>Wiring board fritzing</i> alat uji bandul	44
14. Gambar 3.5 Aplikasi PLQ-DAQ	46
15. Gambar 4.1 Rangkaian <i>wiring</i> diagram alat uji bandul matematis dan fisis.....	50
16. Gambar 4.2 Skematik <i>wiring</i> diagram alat uji bandul matematis dan fisis.....	51
17. Gambar 4.3 <i>Sketch</i> pemrograman sensor LDR.....	52
18. Gambar 4.4 Serial monitor komputer/laptop	53
19. Gambar 4.5 Tampilan di LCD 16x2	53
20. Gambar 4.6 Data logger PLQ-DAQ	54
21. Gambar 4.7 Pengujian alat uji bandul matematis dan fisis berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3.....	55

DAFTAR TABEL

1.	Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3	25
2.	Tabel 2.2 Pengiriman satu bit data pada transisi PC	27
3.	Tabel 2.3 Deskripsi pin out LCD.....	30
4.	Tabel 4.1 Pengujian bandul matematis menggunakan alat uji dan secara manual.....	56
5.	Tabel 4.2 Penentuan nilai percepatan gravitasi (g) bandul matematis.....	57
6.	Tabel 4.3 Perbandingan nilai percepatan gravitasi bandul matematis hasil percobaan dan teori	58
7.	Tabel 4.4 Pengujian bandul fisis menggunakan alat uji dan secara manual.....	60
8.	Tabel 4.5 Penentuan nilai percepatan gravitasi (g) bandul fisis.....	61
9.	Tabel 4.6 Perbandingan nilai percepatan gravitasi bandul fisis hasil percobaan dan teori.....	62
10.	Tabel 4.7 Ketelitian alat uji bandul matematis	74
11.	Tabel 4.8 Ketelitian alat uji bandul fisis	85

DAFTAR SIMBOL

No	Nama Simbol	Simbol	Satuan
1	<i>Gravitasi</i>	g	m/s^2
2	<i>Gravitasi rata-rata</i>	\bar{g}	m/s^2
3	<i>Periode</i>	T	s
4	<i>Waktu</i>	t	s
5	<i>Panjang tali</i>	l	m
6	<i>Radius girasi pusat massa</i>	K	cm
7	<i>Jarak titik gantung pusat massa</i>	α	m
8	<i>Harga mutlak</i>	Δ	m/s^2
9	<i>Ralat nisbi</i>	l	%
10	<i>Keseeksamaan</i>	K	%



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Sketch Alat Uji..... 91
2. Lampiran 2 Surat Keterangan Bukti Bebas Plagiasi
..... 92
3. Lampiran 3 Endorsement Letter 93



DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, Muhammad. 2014. **Teori Ralat**. *Praktikum Fisika Dasar*.
- Arie, Cahyo U., Budiono, Suwarsono. 2018. **Rancang Bangun Sistem Akuisi Data Untuk Pengukuran Gravitasi Bumi Pada Praktikum Bandul Sederhana Berbasis Mikrokontroler**. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, pp.55-60.
- Bejo, Agus. 2008. **C & AVR Rahasia Kemudahan Dalam Mikrokontroler ATmega8535**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fendik, D., Dzulkifli. 2019. **Rancang Bangun Percobaan Bandul Fisis Berbasis Mikrokontroler Untuk Menentukan Periode Minimum**. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, Vol. 8, No. 01, pp.1-4.
- Galih, S., Suparwoto. **Modifikasi Alat Ukur Gravitasi Bumi Model Ayunan Matematis Dengan Sensor Optocoupler**. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains*, No. 5, pp.1-7.

Giancoli, Douglas C. 2001. **Fisika Edisi Kelima Jilid I**.
Jakarta: Erlangga.

[https://carasiiumi.com/cara -menghitung-standar-deviasi/#](https://carasiiumi.com/cara-menghitung-standar-deviasi/#).
Diakses pada 15 Januari 2020.

<https://github.com/rambo/I2C>. Diakses pada tanggal 27
Oktober 2019.

[https://nofgipiston.wordpress.com/2017/10/15/tutorial-
membuat-alat-penghitung-barang-otomatis-
menggunakan-arduino-dan-sensor-jarak-
inframerah/](https://nofgipiston.wordpress.com/2017/10/15/tutorial-membuat-alat-penghitung-barang-otomatis-menggunakan-arduino-dan-sensor-jarak-inframerah/). Diakses pada tanggal 27 Oktober
2019.

[https://robojax.com/learn/arduino/?vid=robojax-laser-
sensor](https://robojax.com/learn/arduino/?vid=robojax-laser-sensor). Diakses pada tanggal 27 Oktober 2019.

Ni Made Susita, P. 2010. **Ayunan Dan Percepatan
Gravitasi**. *Laporan Praktikum Fisika Dasar I*.
Univ. Udayana.

Torzo, G., Paolo Peranzoni. 2009. **The Real Pendulum:
Theory, Simulation, Experiment**. *Physics
Education*. Vol. 3, No. 2, pp.221-228.

Tripler, Paul A. 1991. **Fisika Untuk Sains dan Teknik
Edisi Ketiga Jilid 2**. Jakarta: Erlangga.