



LAPORAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR TORSI DAN RPM
PADA *PROTOTYPE* PLTMH DENGAN TIPE TURBIN
SPIRAL BERBASIS KONTROL ARDUINO UNO**

**MUHAMMAD ALIFIN SETIAJI
NIM. 201654023**

DOSEN PEMBIMBING

**Rochmad Winarso, S.T., M.T.
Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR TORSI DAN RPM PADA PROTOTYPE PLTMH DENGAN TIPE TURBIN SPIRAL BERBASIS KONTROL ARDUINO UNO

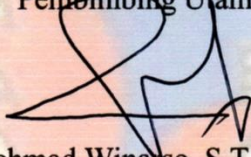
MUHAMMAD ALIFIN SETIAJI

NIM. 201654023

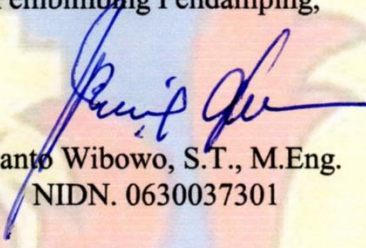
Kudus, 31 Agustus 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Rochmad Winarso, S.T., M.T.
NIDN. 0612037201

Pembimbing Pendamping,


Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.
NIDN. 0630037301

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir


Taufiq Hidayat, S.T., M.T.
NIDN. 0023017901

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR TORSI DAN RPM PADA PROTOTYPE PLTMH DENGAN TIPE TURBIN SPIRAL BERBASIS KONTROL ARDUINO UNO

MUHAMMAD ALIFIN SETIAJI

NIM. 201654023

Kudus, 31 Agustus 2020

Menyetujui,

Ketua Penguji,



Taufiq Hidayat, S.T., M.T.
NIDN. 0023017901

Anggota Penguji I,



Dr. Akhmad Zidni H, M.Eng.
NIDN. 0021087301

Anggota Penguji II,



Rochmad Winarso, S.T., M.T.
NIDN. 0612037201

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Mohammad Dalilan, S.T., M.T.
NIDN. 0601076901

Ketua Program Studi Teknik

Mesin



Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.
NIDN. 0630037301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alifin Setiaji
NIM : 201654023
Tempat & Tanggal Lahir : Kudus, 1 Maret 1998
Judul Skripsi/Tugas Akhir* : Rancang Bangun Alat Ukur Torsi dan RPM Pada *Prototype* PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.


Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 31 Agustus 2020

Yang memberi pernyataan,




Muhammad Alifin Setiaji
NIM. 201654023

RANCANG BANGUN ALAT UKUR TORSI DAN RPM PADA PROTOTYPE PLTMH DENGAN TIPE TURBIN SPIRAL BERBASIS KONTROL ARDUINO UNO

Nama mahasiswa : Muhammad Alifin Setiaji

NIM : 201654023

Pembimbing :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.

RINGKASAN

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) salah satu alternatif pembangkit listrik ramah lingkungan dan bermanfaat di daerah berpotensi untuk dibangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) terutama masyarakat pedalaman dengan memanfaatkan potensi air memproduksi listrik sendiri. Daerah pedalaman dan pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai yang konstan untuk membangkitkan listrik sebesar di bawah 100 kW. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan pembangkit listrik sebagai tenaga pemutar turbin air di saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan memanfaatkan *head* dan debit air. Sebelum diaplikasikan langsung di aliran sungai yang konstan perlu adanya pengujian di laboratorium dengan merancang bangun *prototype* pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dengan menggunakan tipe turbin spiral, untuk memutar turbin spiral pada *prototype* pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dengan menyempotkan air di turbin spiral sebagai pengganti aliran irigasi sungai.

Dari hasil rancang bangun alat ukur torsi dan rpm pada *prototype* PLTMH dengan tipe turbin spiral berbasis kontrol arduino uno telah berhasil dibuat dengan hasil dan spesifikasi adalah piringan cakram menggunakan diameter 160 mm (jari – jari 80 mm), sensor *loadcell* jenis *strain gauge* dengan model GUANG CE tipe YZC-1B yang digunakan mengukur massa pembebanan lengan torsi untuk mengetahui torsi dari mekanisme pengereman cakram. tingkat ketelitian pengukuran sensor *loadcell* sebesar 92.11% sampai dengan 92.32%. Massa pembebanan lengan torsi tertinggi yaitu sebesar 1.2934 Kg menghasilkan torsi 1.02 N.m, sensor *rotary encoder* dengan model *Rotary Encoder* 400 PPR NPN digunakan untuk mengukur RPM, tingkat ketelitian pengukuran sensor *rotary encoder* sebesar 96.84% sampai dengan 99.76%. Kecepatan putaran turbin tipe spiral tertinggi dari pengukuran sensor *rotary encoder* sebesar 173.6 RPM terhadap torsi 1.02 N.m, daya turbin tertinggi yang dihasilkan pada turbin spiral 3 sudu sebesar 18.53 watt.

Kata kunci : sensor *loadcell*, torsi, *rotary encoder*, rpm

**DESIGN OF TORQUE AND RPM MEASUREMENT IN PLTMH
PROTOTYPE WITH SPIRAL TURBINE TYPE BASED ON ARDUINO UNO
CONTROL**

Student Name : Muhammad Alifin Setiaji

Student Identity Number : 201654023

Supervisor :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Micro hydro power plant (PLTMH) is an alternative to environmentally friendly and useful power plants in areas with the potential to build a micro hydro power plant (PLTMH), especially in rural communities by utilizing the potential for water to produce their own electricity. Inland and rural areas in Indonesia are close to constant river flow to generate electricity of below 100 kW. Micro hydro power plant is a power plant as a power to rotate water turbines in irrigation channels, rivers or natural waterfalls by utilizing water heads and discharge. Before being applied directly to a constant river flow, testing is needed in the laboratory by designing a prototype micro hydro power plant (PLTMH) using a spiral turbine type, to turn a spiral turbine on a prototype micro hydro power plant (PLTMH) by spraying water in the turbine. spiral instead of river irrigation.

From the design of the torque and rpm measuring instrument on the PLTMH prototype with the spiral turbine type based on the Arduino Uno control, the results and specifications were a disc using a diameter of 160 mm (radius 80 mm), a strain gauge load cell sensor with the GUANG model. CE type YZC-1B is used to measure the load mass of the torque arm to determine the torque of the disc braking mechanism. the level of accuracy of load cell sensor measurements is 92.11% to 92.32%. The highest loading mass of the torsion arm is 1.2934 Kg which produces a torque of 1.02 N.m, the rotary encoder sensor with the Rotary Encoder 400 PPR NPN model is used to measure the RPM, the accuracy of the rotary encoder sensor measurement is 96.84% to 99.76%. The highest rotation speed of the spiral type turbine from the rotary encoder sensor measurement is 173.6 RPM against a torque of 1.02 N.m, the highest turbine power generated in the 3-blade spiral turbine is 18.53 watts.

Keywords : loadcell sensor, torque, rotary encoder, rpm

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi dengan judul skripsi “Rancang Bangun Alat Ukur Torsi dan RPM Pada *Prototype* PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno”. Laporan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya laporan skripsi ini tanpa ada kesulitan apapun, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih yang kepada:

1. Keluarga tercinta Bapak Tariyo, Ibu Mualifah, Adek Kirana Eva Fitriana dan Karissa Evi Fitriani yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat dan memberikan kasih sayang yang tak terbatas.
2. Bapak Mohamad Dahlan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
3. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang sudah mendukung, memberikan saran dan gagasan pada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
4. Bapak Rianto Wibowo, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang sudah mendukung, memberikan saran dan gagasan pada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
5. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Bapak Rianto Wibowo, S.T., M.Eng. selaku ketua program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
7. Segenap Dosen dan Tenaga Laboran Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan motivasi, dukungan dan bekal ilmu pengetahuan dalam setiap perkuliahan.

8. Tim PLTMH Turbin Spiral (Mohamad Ba'atul Huda Ifanda, Zaenal Abdul Koliq, Edy Suryono, Arif Yulianto) yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan dan saran.
9. Rekan – Rekan Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2016 sepejuangan yang telah memberikan dukungan hingga banyak membantu sehingga tersusunlah laporan skripsi ini.
10. Keluarga Besar UKM Racana Muria Wira Shima Universitas Muria Kudus yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan.
11. Rekan-Rekan Angkatan 2016 UKM Racana Muria Wira Shima Universitas Muria Kudus yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan.
12. Rekan-Rekan Ex KPUM Universitas Muria Kudus tahun 2019 yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan.
13. Rekan-Rekan Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan.
14. Rekan-Rekan FRPB BPBD Kab. Kudus yang telah memberikan semangat, dukungan, motivasi hingga memberikan kenyamanan.
15. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karenanya penulis mengharap kritik serta saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Kudus, 29 Juni 2020

Muhammad Alifin Setiaji

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	5
2.2. Turbin Air	5
2.3. Torsi	8
2.4. Kecepatan Putaran Turbin	8
2.5. Debit Aliran dan Kecepatan Aliran Air	9
2.6. Sistem Kontrol	10
2.7. Sensor <i>Loadcell</i>	11
2.8. Sensor <i>Rotary Encoder</i>	14
2.9. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	15
2.10. Arduino	16
2.11. <i>Software IDE</i> Arduino	18
2.12. Pompa Air	19
BAB III METODOLOGI	
3.1. Alur Perancangan	20
3.2. Studi Pustaka	21
3.3. Proses Perancangan Alat Ukur Torsi dan RPM	22
3.3.1. Alat dan Bahan	22
3.3.2. Desain <i>Wiring Control</i>	27
3.4. Pembuatan Program Alat Ukur Torsi dan RPM Dengan <i>Software IDE</i> Arduino	30
3.5. Implementasi Alat Ukur Torsi dan RPM Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno	30
3.6. Pengujian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Perancangan dan Pembuatan Program Alat Ukur Torsi dan RPM	32
4.1.1.	Perakitan Alat Ukur Torsi dan RPM Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral	39
4.1.2.	Pembuatan Program Alat Ukur Torsi dan RPM Dengan <i>Software IDE</i> Arduino	41
4.2.	Kelebihan Alat Ukur Torsi dan RPM Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno	42
4.3.	Pengujian Alat Ukur Torsi dan RPM Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno	43
4.3.1.	Hasil Pengujian Sensor <i>Loadcell</i>	43
4.3.2.	Hasil Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	46
4.3.3.	Daya Turbin Tipe Spiral Pada <i>Prototype</i> PLTMH	50

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	52
5.2.	Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	----

LAMPIRAN 1	56
-------------------------	----

LAMPIRAN 2	57
-------------------------	----

LAMPIRAN 3	58
-------------------------	----

LAMPIRAN 4	61
-------------------------	----

LAMPIRAN 5	62
-------------------------	----

LAMPIRAN 6	67
-------------------------	----

LAMPIRAN 7	69
-------------------------	----

BIODATA PENULIS	70
------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem PLTMH	5
Gambar 2.2	Titik Seimbang Jembatan <i>Weaststone</i>	12
Gambar 2.3	Modul HX711	13
Gambar 2.4	Sensor <i>Loadcell</i> Jenis <i>Strain Gauge</i>	14
Gambar 2.5	Sensor <i>Rotary Encoder</i>	14
Gambar 2.6	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	15
Gambar 2.7	<i>Board</i> Arduino Uno Atmega 328	16
Gambar 2.8	Tampilan Awal Pada <i>Software</i> IDE Arduino	18
Gambar 2.9	Contoh Program Mengontrol <i>Solenoid Valve</i> di <i>Software</i> IDE Arduino	18
Gambar 2.10	Pompa Air	19
Gambar 3.1	Diagram Alir	20
Gambar 3.2	Obeng Plus dan Minus (+ -)	23
Gambar 3.3	Tang Potong Kabel	23
Gambar 3.4	Tang Kupas Kabel	23
Gambar 3.5	<i>Testpen</i>	24
Gambar 3.6	Meteran	24
Gambar 3.7	Mur dan Baut	24
Gambar 3.8	Solder	25
Gambar 3.9	Timah Solder	25
Gambar 3.10	Multimeter	25
Gambar 3.11	Gunting	26
Gambar 3.12	Isolasi	26
Gambar 3.13	Desain <i>Wiring Control</i> Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral Berbasis Kontrol Arduino Uno	27
Gambar 3.14	Desain Alat Ukur RPM Menggunakan <i>Rotary Encoder</i>	28
Gambar 3.15	Desain Alat Ukur Torsi Menggunakan Sensor <i>Loadcell</i> Dan Mekanisme Pengereman Cakram	28
Gambar 4.1	Perancangan Alat Ukur Torsi dan RPM	32
Gambar 4.2	Arduino Uno Atmega 328	33
Gambar 4.3	Sensor <i>Loadcell Strain Gauge</i> dan Modul HX711	35
Gambar 4.4	Sensor <i>Rotary Encoder</i> 400 PPR NPN	36
Gambar 4.5	LCD 4x20 dan Modul I2C	37
Gambar 4.6	Pompa Air Tipe Jet300	38
Gambar 4.7	Laptop	38
Gambar 4.8	Pembuatan Alat Ukur Torsi	39
Gambar 4.9	Pembuatan Alat Ukur RPM Pada PLTMH Turbin Spiral	40

Gambar 4.10	Pembuatan Alat Ukur Torsi dan RPM Berbasis Kontrol Arduino Uno	40
Gambar 4.11	Pengkabelan/ <i>Wiring</i> Alat Ukur Torsi dan RPM Berbasis Kontrol Arduino Uno	41
Gambar 4.12	Grafik Variasi Debit Terhadap RPM	48
Gambar 4.13	Grafik Torsi Terhadap RPM	48



DAFTAR TABEL

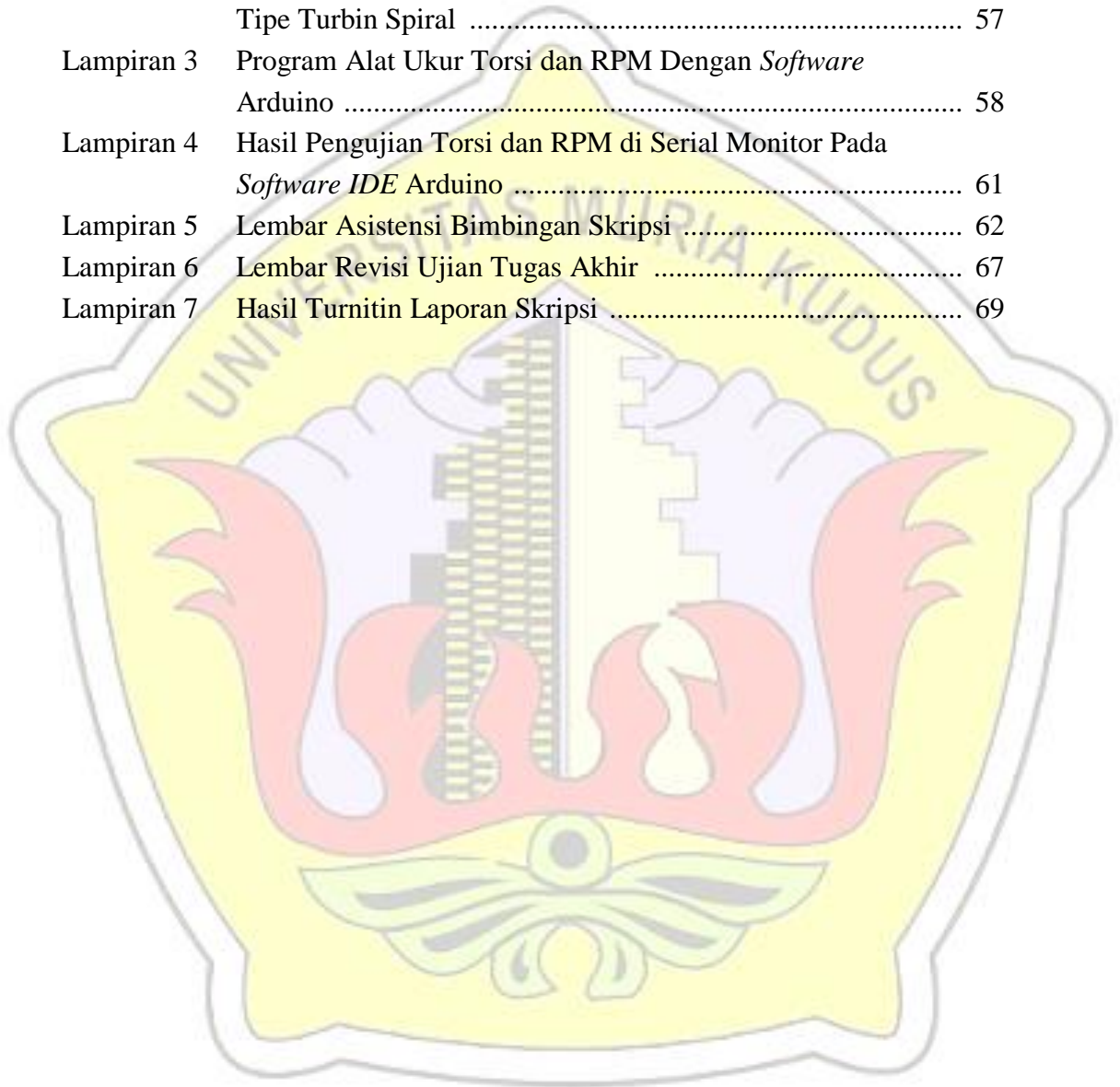
Tabel 2.1	Karakteristik Sensor <i>Loadcell</i>	12
Tabel 2.2	Spesifikasi Fitur Pada Modul HX711	13
Tabel 2.3	Spesifikasi LCD 4 x 20	15
Tabel 2.4	Konfigurasi dan Deskripsi Pin Pada LCD	15
Tabel 2.5	Deskripsi Arduino Uno	17
Tabel 3.1	Hasil Pengujian Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral	31
Tabel 4.1	Spesifikasi Arduino Uno Atmega 328	33
Tabel 4.2	Spesifikasi Sensor <i>Loadcell Strain Gauge</i>	34
Tabel 4.3	Spesifikasi Modul HX711	35
Tabel 4.4	Spesifikasi LCD 4x20	36
Tabel 4.5	Spesifikasi Pompa Air Jet300	37
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Sensor <i>Loadcell</i>	43
Tabel 4.7	Keberhasilan Ketelitian Pengukuran dan Tingkat Error Ketelitian Pengukuran Pada Sensor <i>Loadcell</i>	46
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Sensor <i>Rotaryy Encoder</i>	47
Tabel 4.9	Keberhasilan Ketelitian Pengukuran dan Tingkat Error Ketelitian Pengukuran Pada Sensor <i>Rotary Encoder</i>	50
Tabel 4.10	Hasil Daya Turbin Spiral Pada Alat Ukur Torsi dan RPM	51

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
g	Gaya grafitasi	m/s^2	1, 5, 7
Q	Debit aliran air	m^3/s	3, 4
T	Torsi	N.m	1, 5, 7
m	Massa penekanan rem hidrolik cakram	Kg	1, 5, 7
r	Jari - jari cakram	M	1, 5, 7
ω	Kecepatan anguler	rad/s	2, 6
n	Putaran turbin	RPM	2, 6
π	3,14 atau $\frac{22}{7}$		2, 6
A	Luas penampang pipa air	m^2	3, 4
v	Kecepatan aliran	m/s	3, 4

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Prototype</i> Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Tipe Turbin Spiral	56
Lampiran 2	Pengkabelan Alat Ukur Torsi dan RPM Berbasis Kontrol Arduino Uno Pada <i>Prototype</i> PLTMH Dengan Tipe Turbin Spiral	57
Lampiran 3	Program Alat Ukur Torsi dan RPM Dengan <i>Software</i> Arduino	58
Lampiran 4	Hasil Pengujian Torsi dan RPM di Serial Monitor Pada <i>Software IDE</i> Arduino	61
Lampiran 5	Lembar Asistensi Bimbingan Skripsi	62
Lampiran 6	Lembar Revisi Ujian Tugas Akhir	67
Lampiran 7	Hasil Turnitin Laporan Skripsi	69



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

GWH	: <i>Giga Watt Hour</i>
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
MW	: <i>Mega Watt</i>
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
kW	: <i>Kilo Watt</i>
RPM	: Rotasi Per Menit
Kg	: Kilogram
CFD	: <i>Computational Fluid Dynamic</i>
SI	: Satuan Internasional
ADC	: <i>Analog to Digital</i>
VDC	: <i>Volt Direct Current</i>
Head	: Tinggi aliran
Prototype	: Prototipe atau purwarupa
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
Output	: Keluaran
Board	: Papan
Wiring	: Rangkaian pengkabelan
Control	: Kontrol