



LAPORAN SKRIPSI

**PEMBUATAN *PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK*
TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN TIPE
TURBIN SPIRAL SUMBU HORIZONTAL**

**MOHAMAD BA'ATUL HUDA IFANDA
NIM. 201654010**

**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

PEMBUATAN **PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK** **TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN TIPE TURBIN** **SPIRAL SUMBU HORIZONTAL**

MOHAMAD BA'ATUL HUDA IFANDA

NIM. 201654010

Kudus, 20 Maret 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

PEMBUATAN **PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK** **TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN TIPE TURBIN** **SPIRAL SUMBU HORIZONTAL**

MOHAMAD BA'ATUL HUDA IFANDA

NIM. 201654010

Kudus, 20 Maret 2020

Menyetujui,

Ketua Penguji,

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

Anggota Penguji I,

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

Anggota Penguji II,

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

Mengetahui,



Mohammad Dahlan, 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 di bawah ini :

Nama : Mohamad Ba'atul Huda Ifanda
NIM : 201654010
Tempat & Tanggal Lahir : Kudus, 24 April 1996
Judul Skripsi : Pembuatan *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan Tipe Turbin Spiral Sumbu Horizontal

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi 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, 20 Maret 2020

Yang memberi pernyataan,



Mohamad Ba'atul Huda I.
NIM. 201654010

PEMBUATAN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN TIPE TURBIN SPIRAL SUMBU HORIZONTAL

Nama Mahasiswa : Mohamad Ba'atul Huda Ifanda

NIM : 201654010

Pembimbing :

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

RINGKASAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan suatu sistem pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan air sebagai tenaga penggeraknya. Dalam merancang sistem PLTMH diperlukan suatu turbin air sebagai komponen utamanya. Pada penelitian ini menggunakan turbin air spiral horizontal 3 sudut. Untuk mendapatkan kajian eksperimental hasil *output* maksimal yang dihasilkan turbin spiral horizontal pada sebuah PLTMH, maka penelitian sulit diterapkan pada kondisi yang nyata. Oleh sebab itu, perlu adanya ketersediaan *prototype*. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat *prototype* PLTMH dengan turbin spiral horizontal berskala laboratorium.

Metode dalam pembuatan *prototype* PLTMH dengan tipe turbin spiral horizontal ini diawali dengan proses perencanaan, pembuatan, dan pengujian penggunaan *prototype*. Tahapan dalam pembuatan *prototype* mencakup pekerjaan antara lain : gambar kerja, pemotongan bahan sesuai gambar, pembubutan, penyambungan, pengeboran, perakitan (*assembly*), *finishing*, analisis biaya, dan pengujian unjuk kerja mesin/alat untuk mengetahui hasil dari pembuatan mesin/alat.

Hasil yang dicapai adalah membuat *prototype* PLTMH turbin spiral horizontal yang dapat bekerja sesuai fungsionalnya dengan *output* yang berupa nilai kecepatan putaran (rpm) dan torsi yang dihasilkan turbin serta mesin/alat tersebut dapat digunakan sebagai pelengkap sarana praktikum di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muria Kudus. Dari hasil pengujian didapatkan data yaitu pada debit air terukur $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai kecepatan putaran rata-rata yaitu 88,2 rpm menghasilkan torsi sebesar $0,93220 \text{ N.m}$. Pada debit air terukur $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai kecepatan putaran rata-rata yaitu 133,7 rpm menghasilkan torsi sebesar $0,93423 \text{ N.m}$. Pada debit air terukur $0,003 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai kecepatan putaran rata-rata yaitu 173,6 rpm menghasilkan torsi sebesar $1,01506 \text{ N.m}$. Dari data yang diperoleh dalam pengujian memperlihatkan nilai kecepatan putaran dan torsi maksimum terjadi pada variasi debit air $0,003 \text{ m}^3/\text{s}$ serta nilai daya maksimum yang dihasilkan sebesar 18,4 Watt.

Kata kunci : *prototype*, PLTMH, turbin spiral horizontal, putaran, torsi

MANUFACTURING PROTOTYPE MICRO HYDRO POWER PLANT (MHPP) WITH TYPE HORIZONTAL AXIS SPIRAL TURBINE

Student Name : Mohamad Ba'atul Huda Ifanda

Student Identity Number : 201654010

Supervisor :

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

ABSTRACT

Micro Hydro Power Plant (MHPP) is a small-scale power generation system that uses water as its driving force. In designing the MHPP system, a water turbine is needed as the main component. In this study, a 3-blade horizontal spiral water turbine was used. To get an experimental study of the maximum output results from a horizontal spiral turbine in a MHPP, the research is difficult to apply to real conditions. Therefore, it is necessary to have a prototype available. The purpose of this research is to make a laboratory-scale prototype MHPP with horizontal spiral turbines.

The method in making the MHPP prototype with this horizontal spiral turbine type begins with a process of planning, manufacturing, and testing the use of the prototype. The stages in making a prototype include work, including: working drawings, cutting materials according to drawings, turning, joining, drilling, assembling (assembly), finishing, cost analysis, and testing the performance of machines/tools to find out the results of making machines/tools.

The result achieved is to make a prototype of MHPP horizontal spiral turbine that can work according to its function with the output in the form of the value of rotation speed (rpm) and torque produced by the turbine and the machine/tool can be used as a complement to practicum facilities in the Mechanical Engineering Laboratory of Muria Kudus University. From the test results obtained data, namely the measured water flow rate of 0,001 m³/s, the average rotation speed value of 88,2 rpm resulting in a torque of 0,93220 N.m. At a water flow rate of 0,002 m³/s, the average rotation speed of 133,7 rpm produces a torque of 0,93423 N.m. At a water flow rate of 0,003 m³/s, the average rotation speed of 173,6 rpm produces a torque of 1,01506 N.m. From the data obtained in the test, it shows that the maximum rotation speed and torque values occur at the water discharge variation of 0,003 m³/s and the maximum power value generated is 18,4 Watt.

Keywords : prototype, MHPP, horizontal spiral turbine, rotation, torque

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir ini, yang berjudul "Pembuatan *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan Tipe Turbin Spiral Sumbu Horizontal".

Penyusunan Skripsi/Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST). Pelaksanaan Skripsi/Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak, untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, do'a, nasehat, motivasi, dan semangat sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. dan Bapak Rianto Wibowo, S.T., M.Eng. selaku pembimbing yang memberikan motivasi, nasehat, dan mencari solusi-solusi terbaik dalam penyelesaian Skripsi ini.
4. Kepada tim penguji Bapak Taufiq Hidayat, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Akhmad Zidni H., S.T., M.Eng. yang telah banyak membantu dalam pemahaman dan tambahan-tambahan pada Skripsi ini.
5. Teman-teman seangkatan yang selalu memberi motivasi dan bimbingan.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan Skripsi/Tugas Akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 20 Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| RINGKASAN | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR SIMBOL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan..... | 4 |
| 1.5 Manfaat..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pengertian <i>Prototype</i> | 5 |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) | 5 |
| 2.3 Turbin Air..... | 6 |
| 2.4 Turbin Spiral Horizontal | 9 |
| 2.5 <i>Output</i> Turbin Air..... | 10 |
| 2.5.1 Debit Aliran Air..... | 10 |
| 2.5.2 Kecepatan Putaran Turbin | 10 |
| 2.5.3 Torsi..... | 11 |
| 2.6 Dasar Proses Manufaktur | 12 |
| 2.6.1 Pengertian Manufaktur | 12 |
| 2.6.2 Proses-proses Manufaktur | 12 |
| 2.7 Identifikasi Alat Perkakas yang Digunakan | 13 |
| 2.7.1 Pengukuran | 14 |
| 2.7.2 Pemotongan | 17 |
| 2.7.3 Penyambungan | 20 |
| 2.7.4 Pembubutan | 25 |
| 2.7.5 Pengeboran | 27 |
| BAB III METODOLOGI | |
| 3.1 Pengumpulan Data | 29 |
| 3.2 Desain Manufaktur | 31 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1 | Perancangan Manufaktur..... | 35 |
| 4.1.1 | Kebutuhan Alat dan Bahan..... | 37 |
| 4.1.2 | Pemilihan Proses Pembuatan <i>Prototype</i> PLTMH Turbin Spiral Horizontal | 42 |
| 4.1.3 | Proses <i>Assembly</i> (Perakitan)..... | 42 |
| 4.1.4 | Proses <i>Finishing</i> | 42 |
| 4.2 | Proses Pembuatan <i>Prototype</i> PLTMH Turbin Spiral Horizontal..... | 43 |
| 4.2.1 | Pembuatan Rangka | 43 |
| 4.2.2 | Pembuatan Rumah Turbin..... | 61 |
| 4.2.3 | Pembuatan Bak Penampung (<i>Reservoir</i>)..... | 77 |
| 4.2.4 | Pembuatan Dudukan Turbin..... | 89 |
| 4.2.5 | Pembuatan Dudukan Cakram | 99 |
| 4.2.6 | Pembuatan Turbin Spiral Horizontal..... | 108 |
| 4.2.7 | Pembuatan Poros Penghubung | 120 |
| 4.2.8 | Pembuatan Instalasi Pipa Penyalur..... | 127 |
| 4.3 | Proses <i>Assembly</i> (Perakitan)..... | 133 |
| 4.4 | Proses <i>Finishing</i> | 136 |
| 4.5 | Biaya Pembuatan Mesin/Alat..... | 137 |
| 4.5.1 | Biaya Pembelian Bahan..... | 137 |
| 4.5.2 | Biaya Pemesinan dan Pengerjaan | 140 |
| 4.5.3 | Total Biaya | 141 |
| 4.6 | Hasil Pengujian Mesin/Alat | 142 |

BAB V PENUTUP

| | | |
|-----|-----------------|-----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 147 |
| 5.2 | Saran | 147 |

DAFTAR PUSTAKA 148

LAMPIRAN..... 150

BIODATA PENULIS..... 179

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Sketsa instalasi PLTMH | 6 |
| Gambar 2.2 | Turbin pelton | 7 |
| Gambar 2.3 | Turbin <i>crossflow</i> | 7 |
| Gambar 2.4 | Turbin <i>archimedes screw</i> | 8 |
| Gambar 2.5 | Turbin spiral | 9 |
| Gambar 2.6 | Turbin spiral 3 sudu..... | 10 |
| Gambar 2.7 | Dinamometer tipe cakram | 11 |
| Gambar 2.8 | Mistar baja | 14 |
| Gambar 2.9 | Siku-siku..... | 14 |
| Gambar 2.10 | Jangka | 15 |
| Gambar 2.11 | Mistar gulung..... | 15 |
| Gambar 2.12 | Jangka sorong | 15 |
| Gambar 2.13 | Bevel <i>protractor</i> | 16 |
| Gambar 2.14 | Penitik..... | 16 |
| Gambar 2.15 | Penggores | 17 |
| Gambar 2.16 | Gunting pelat | 17 |
| Gambar 2.17 | Mesin gerinda tangan | 18 |
| Gambar 2.18 | Mesin gerinda potong | 18 |
| Gambar 2.19 | Brander potong | 19 |
| Gambar 2.20 | Proses las <i>SMAW</i> | 23 |
| Gambar 2.21 | Bentuk paku <i>rivet</i> | 23 |
| Gambar 2.22 | Parameter pada proses bubut | 25 |
| Gambar 2.23 | Mesin bubut..... | 27 |
| Gambar 2.24 | Mesin bor..... | 27 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian | 29 |
| Gambar 3.2 | Desain <i>prototype</i> PLTMH turbin spiral horizontal | 31 |
| Gambar 3.3 | Skema pengujian <i>prototype</i> PLTMH turbin spiral horizontal | 34 |
| Gambar 4.1 | <i>Layout workshop</i> proses pembuatan <i>prototype</i> PLTMH turbin spiral horizontal | 38 |
| Gambar 4.2 | Desain rangka utama | 43 |
| Gambar 4.3 | Desain rangka <i>stand cakram</i> | 44 |
| Gambar 4.4 | Desain rangka pompa | 44 |
| Gambar 4.5 | Pemotongan besi <i>hollow</i> (40x40x2 mm)..... | 47 |
| Gambar 4.6 | Pemotongan besi L (40x40x4 mm) | 48 |
| Gambar 4.7 | Pemotongan pipa besi 2” | 48 |
| Gambar 4.8 | Pemotongan pipa besi 2 1/2” | 49 |
| Gambar 4.9 | Pengeboran untuk dudukan sensor <i>encoder</i> | 55 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.10 | Pengeboran untuk dudukan cakram..... | 56 |
| Gambar 4.11 | Pengeboran untuk dudukan turbin..... | 58 |
| Gambar 4.12 | Pengeboran untuk dudukan pompa | 59 |
| Gambar 4.13 | Hasil pembuatan rangka | 61 |
| Gambar 4.14 | Desain rumah turbin | 62 |
| Gambar 4.15 | Pemotongan lis siku <i>stainless steel</i> (15x15x1 mm)..... | 64 |
| Gambar 4.16 | Posisi antar bidang rumah turbin tegak lurus 90° | 66 |
| Gambar 4.17 | Pengeboran untuk tempat engsel | 68 |
| Gambar 4.18 | Pengeboran bidang rumah turbin untuk pembuang air..... | 70 |
| Gambar 4.19 | Pengeboran bidang rumah turbin sisi kanan..... | 71 |
| Gambar 4.20 | Pengeboran bidang rumah turbin sisi kiri..... | 75 |
| Gambar 4.21 | Hasil pembuatan rumah turbin | 77 |
| Gambar 4.22 | Desain bak penampung (<i>reservoir</i>) | 77 |
| Gambar 4.23 | Pemotongan lis siku <i>stainless steel</i> (15x15x1 mm)..... | 80 |
| Gambar 4.24 | Posisi antar bidang <i>reservoir</i> tegak lurus 90° | 82 |
| Gambar 4.25 | Pengeboran bidang <i>reservoir</i> untuk pembuang air..... | 84 |
| Gambar 4.26 | Pengeboran bidang <i>reservoir</i> bagian kiri | 85 |
| Gambar 4.27 | Pengeboran bidang <i>reservoir</i> bagian kanan | 87 |
| Gambar 4.28 | Hasil pembuatan bak penampung (<i>reservoir</i>) | 89 |
| Gambar 4.29 | Desain dudukan turbin..... | 89 |
| Gambar 4.30 | Pemotongan besi <i>hollow</i> (40x40x2 mm)..... | 91 |
| Gambar 4.31 | Pemotongan besi L (40x40x4 mm) | 92 |
| Gambar 4.32 | Pemotongan pipa <i>stainless steel</i> 3/4” | 92 |
| Gambar 4.33 | Pemotongan pipa besi 1 1/2” | 93 |
| Gambar 4.34 | Pengeboran untuk perakitan ke rangka..... | 97 |
| Gambar 4.35 | Hasil pembuatan dudukan turbin..... | 99 |
| Gambar 4.36 | Desain dudukan cakram | 99 |
| Gambar 4.37 | Pemotongan besi L (40x40x4 mm) | 102 |
| Gambar 4.38 | Pengeboran untuk perakitan ke meja <i>stand</i> cakram | 105 |
| Gambar 4.39 | Pengeboran untuk tempat <i>bearing</i> | 106 |
| Gambar 4.40 | Hasil pembuatan dudukan cakram..... | 108 |
| Gambar 4.41 | Desain turbin spiral horizontal | 109 |
| Gambar 4.42 | Pemotongan pipa <i>Al</i> untuk poros turbin | 111 |
| Gambar 4.43 | Pemotongan pipa <i>Al</i> untuk tempat <i>bearing</i> | 112 |
| Gambar 4.44 | Daun spiral untuk pembentukan <i>pitch</i> | 113 |
| Gambar 4.45 | Penyambungan daun spiral turbin | 118 |
| Gambar 4.46 | Penyambungan sudu spiral ke poros | 119 |
| Gambar 4.47 | Hasil pembuatan turbin spiral horizontal | 120 |
| Gambar 4.48 | Desain poros penghubung | 121 |
| Gambar 4.49 | Pemotongan pipa <i>Al</i> untuk poros penghubung..... | 122 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.50 | Hasil pembuatan poros penghubung | 127 |
| Gambar 4.51 | Desain instalasi pipa penyalur | 128 |
| Gambar 4.52 | Pemotongan pipa PVC 2” | 130 |
| Gambar 4.53 | Pemotongan pipa PVC 2 1/2” | 131 |
| Gambar 4.54 | Hasil pembuatan instalasi pipa penyalur | 133 |
| Gambar 4.55 | Diagram pohon perakitan <i>prototype</i> PLTMH turbin spiral | 133 |
| Gambar 4.56 | Skema <i>assembly prototype</i> PLTMH turbin spiral horizontal | 134 |
| Gambar 4.57 | <i>Prototype</i> PLTMH turbin spiral horizontal | 135 |
| Gambar 4.58 | Grafik hubungan RPM dan torsi dengan variasi debit air | 144 |
| Gambar 4.59 | Grafik hubungan massa dan torsi | 145 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 2.1 | Klasifikasi tenaga air berdasarkan <i>output</i> | 5 |
| Tabel 2.2 | Alat perkakas yang digunakan..... | 13 |
| Tabel 2.3 | Klasifikasi diameter elektroda | 21 |
| Tabel 2.4 | Klasifikasi tebal bahan, diameter elektroda, dan arus | 21 |
| Tabel 2.5 | Klasifikasi elektroda terhadap kekuatan tarik..... | 22 |
| Tabel 2.6 | Dimensi spesial <i>blind rivet</i> | 24 |
| Tabel 4.1 | Urutan penggerjaan rangka | 38 |
| Tabel 4.2 | Urutan penggerjaan rumah turbin | 39 |
| Tabel 4.3 | Urutan penggerjaan bak penampung (<i>reservoir</i>) | 39 |
| Tabel 4.4 | Urutan penggerjaan dudukan turbin | 40 |
| Tabel 4.5 | Urutan penggerjaan dudukan cakram | 40 |
| Tabel 4.6 | Urutan penggerjaan turbin spiral horizontal | 41 |
| Tabel 4.7 | Urutan penggerjaan poros penghubung | 41 |
| Tabel 4.8 | Urutan penggerjaan instalasi pipa penyalur..... | 42 |
| Tabel 4.9 | Waktu pemotongan | 51 |
| Tabel 4.10 | Waktu penyambungan | 54 |
| Tabel 4.11 | Waktu pengeboran | 61 |
| Tabel 4.12 | Waktu pemotongan | 65 |
| Tabel 4.13 | Waktu penyambungan | 68 |
| Tabel 4.14 | Waktu pengeboran | 77 |
| Tabel 4.15 | Waktu pemotongan | 81 |
| Tabel 4.16 | Waktu penyambungan | 83 |
| Tabel 4.17 | Waktu pengeboran | 88 |
| Tabel 4.18 | Waktu pemotongan | 94 |
| Tabel 4.19 | Waktu penyambungan | 96 |
| Tabel 4.20 | Waktu pengeboran | 98 |
| Tabel 4.21 | Waktu pemotongan | 103 |
| Tabel 4.22 | Waktu penyambungan | 104 |
| Tabel 4.23 | Waktu pengeboran | 108 |
| Tabel 4.24 | Waktu pemotongan | 113 |
| Tabel 4.25 | Waktu pengeboran | 115 |
| Tabel 4.26 | Waktu pembubutan | 117 |
| Tabel 4.27 | Waktu penyambungan | 120 |
| Tabel 4.28 | Waktu pemotongan | 123 |
| Tabel 4.29 | Waktu pembubutan | 127 |
| Tabel 4.30 | Waktu pemotongan | 131 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.31 | Waktu penyambungan | 132 |
| Tabel 4.32 | Biaya pembelian bahan | 137 |
| Tabel 4.33 | Biaya pemesinan dan penggerjaan..... | 140 |
| Tabel 4.34 | Total biaya yang dibutuhkan..... | 141 |
| Tabel 4.35 | Hasil pengujian kecepatan putaran turbin dan torsi pada debit air 0,001 m ³ /s | 143 |
| Tabel 4.36 | Hasil pengujian kecepatan putaran turbin dan torsi pada debit air 0,002 m ³ /s | 143 |
| Tabel 4.37 | Hasil pengujian kecepatan putaran turbin dan torsi pada debit air 0,003 m ³ /s | 144 |
| Tabel 4.38 | Hasil pengujian rata-rata kecepatan putaran turbin dan torsi dengan variasi debit air | 144 |



DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan | Satuan | Nomor Persamaan |
|---------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| Q | Debit air | m^3/s | 1 |
| A | Luas penampang pipa air | m^2 | 1 |
| V | Kecepatan aliran air rata-rata | m/s | 1 |
| ω | Kecepatan anguler | rad/s | 2 |
| n | Putaran turbin | rpm | 2 |
| T | Torsi | N.m | 3 |
| F | Gaya | N | 3 |
| m | Massa pembebatan rem cakram | kg | 3 |
| g | Gaya grafitasi | m/s^2 | 3 |
| r | Jari-jari cakram | m | 3 |
| n | Kecepatan putar | rpm | 5 |
| V_c | Kecepatan potong | m/menit | 5 |
| d | Diameter batu gerinda | mm | 5 |
| t_c | Waktu pemotongan | menit | 6 |
| l_t | Panjang pemotongan | mm | 6 |
| V_f | Kecepatan makan | mm/menit | 6 |
| f | Gerak makan | mm/putaran | 6 |
| A | Luas lasan | m^2 | 7 |
| a | Tebal pelat yang paling tipis | mm | 7 |
| l | Panjang kampuh | mm | 7 |
| V | Kecepatan potong | m/menit | 10 |
| d | Diameter benda kerja | mm | 10 |
| n | Putaran poros utama | putaran/menit | 10 |
| V_f | Kecepatan makan | mm/menit | 10 |
| a | Kedalaman potong | mm | 12 |
| d_0 | Diameter mula-mula | mm | 12 |
| d_m | Diameter akhir | mm | 12 |
| V_c | Kecepatan potong | m/menit | 14 |
| d | Diameter mata bor | mm | 14 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 1 | Gambar teknik <i>prototype</i> PLTMH dengan tipe turbin spiral horizontal..... | 150 |
| Lampiran 2 | Proses manufaktur <i>prototype</i> PLTMH dengan tipe turbin spiral horizontal..... | 163 |
| Lampiran 3 | <i>Prototype</i> PLTMH dengan tipe turbin spiral horizontal..... | 164 |
| Lampiran 4 | Data hasil pengujian kecepatan putaran turbin dan torsi..... | 165 |
| Lampiran 5 | Kecepatan potong pengeboran | 166 |
| Lampiran 6 | Kecepatan potong beberapa jenis bahan untuk proses pembubutan | 167 |
| Lampiran 7 | Kecepatan putar mesin bubut | 168 |
| Lampiran 8 | Karakteristik <i>aluminium alloy</i> 6061 | 167 |
| Lampiran 9 | Lembar revisi ujian tugas akhir | 170 |
| Lampiran 10 | Catatan bimbingan dan konsultasi..... | 172 |
| Lampiran 11 | Turnitin..... | 177 |



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

| | |
|------------------|--|
| ESDM | : Energi dan Sumber Daya Mineral |
| MW | : <i>Mega Watt</i> |
| kW | : <i>Kilo Watt</i> |
| <i>Prototype</i> | : Prototipe atau Purwarupa |
| PLTMH | : Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro |
| <i>Head</i> | : Tinggi Aliran |
| <i>Output</i> | : Keluaran |
| <i>RPM</i> | : <i>Revolution Per Minute</i> |
| <i>SMAW</i> | : <i>Shield Metal Arc Welding</i> |
| AWS | : <i>America Welding Society</i> |
| ASTM | : <i>America Society for Testing Materials</i> |
| AC | : <i>Alternating Current</i> |
| DC | : <i>Dirrect Current</i> |
| PVC | : <i>Polyvinyl Chloride</i> |
| LCD | : <i>Liquid Crystal Display</i> |