

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
MENGUNAKAN TURBIN *CROSS-FLOW* DITINJAU DARI
PENGARUH VARIASI ARAH *NOZZLE* TERHADAP
DAYA YANG DIHASILKAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Tugas Akhir Pendidikan Sarjana Terapan DIV
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

Oleh :

**OSSY DEWINTA PUTRI PERTIWI
061340411656**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
***PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**
MENGGUNAKAN TURBIN *CROSS-FLOW* DITINJAU DARI PENGARUH
VARIASI ARAH *NOZZLE* TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN

Oleh:

OSSY DEWINTA PUTRI PERTIWI
061340411656

Pembimbing I,

Palembang,
Pembimbing II,

Juli 2017

Ir. K.A Ridwan, M.T
NIDN.0025026002

Ir. Erlinawati, M.T
NIDN. 0005076115

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Adi Syakdani, S.T ., M.T
NIP. 196904111992031001

Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 Terapan Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 26 Juli 2017

| Tim Penguji | Tanda Tangan |
|--|---------------------|
| 1. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T NIDN 0011016505 | () |
| 2. Tahdid, S.T., M.T NIDN 0013017203 | () |
| 3. Ir. Arizal Aswan, M.T. NIDN 0024045811 | () |

Palembang, Juli 2017
Mengetahui,
Ketua Program Studi
S1 (Terapan) Teknik Energi

Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIDN 0024045811

Motto :

- **“Hakuna Matata, All is well” – Lion King**
- **“Dont be afraid to have a wish, even if it is just a little wish” – Ossy Dewinta**
- **“Hanya dengan usaha kita mampu menggiring takdir, minimal menentukan arah kemana kapal hidup kita akan berjalan dan berlabuh” – Dewi Nur A.**

Kupersembahkan Untuk :

- ❖ **Allah SWT beserta Rasul-Nya yang selalu menemani setiap langkah kaki ini.**
- ❖ **Kedua orang tua yang telah bersusah payah memberikan yang terbaik untukku dan tanpa lelah selalu mendoakanku.**
- ❖ **Adik ku yang selalu memberiku semangat dan doa**
- ❖ **Semua keluarga besarku yang selalu mendoakanku.**
- ❖ **Kedua pembimbingku Ir. KA Ridwan, M.T dan Ir. Erlinawati, M.T yang tanpa lelah memberikan bimbingan sampai selesainya laporan ini.**
- ❖ **Pak Azharuddin, S.T., M.T yang selalu memberikan saran dan masukan kepada kami.**
- ❖ **Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Beserta Staff di Jurusan Teknik Kimia terutama di DIV Teknik Energi terima kasih atas segala bantuannya.**
- ❖ **Teman Seperjuangan Kelompok PLTMH serta Teman – Teman di DIV Teknik Energi Polsri.**

ABSTRAK

PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO MENGUNAKAN TURBIN *CROSS-FLOW*

(Pengaruh Variasi Arah *Nozzle* Terhadap Daya yang dihasilkan)

(Ossy Dewinta Putri Pertiwi, 2017, 59 Lembar, 12 Tabel, 30 Gambar, 4 Lampiran)

Pemanfaatan air sebagai energi alternatif salah satunya adalah dengan mengubahnya menjadi listrik dengan bantuan alternator pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Selain itu, untuk mengubah air menjadi energi listrik dibutuhkan komponen lainnya seperti pompa, *nozzle*, turbin air, baterai aki serta inverter. *Nozzle* merupakan salah satu komponen penting yang mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan. *Nozzle* yang digunakan dengan diameter 4 mm serta variasi arah *nozzle* pada 5°, 10°, 15° dan 20°. Dari permasalahan tersebut, maka dirancang alat Simulasi *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Tujuan pembuatan alat ini adalah digunakan untuk menghasilkan energi listrik yang efisien dan ramah lingkungan. Dari hasil pengolahan data dan perhitungan, nilai daya yang dihasilkan meningkat seiring dengan semakin kecil arah *nozzle* yang dipakai. Nilai daya dan efisiensi tertinggi diperoleh pada kondisi arah *nozzle* 5°. Daya alternator yang didapat sebesar 86,4 watt dan efisiensi sistem pembangkit sebesar 43 %.

Kata Kunci : Mikro Hidro, Turbin *Cross-flow*, Arah *Nozzle*, Daya, Efisiensi.

ABSTRACT

PROTOTYPE MICRO HYDRO POWER PLANT USING CROSSFLOW TURBINE (The Effect of Nozzle Direction on Cross-Flow Turbine Performance)

(Ossy Dewinta Putri Pertiwi, 2017, 59 Pages, 12 Tables, 30 Pictures, 4 Appendixes)

Utilization of water as an alternative energy one of them is to convert it into electricity with the help of alternator in microhydro power plant. In addition, to convert water into electrical energy required other components such as pumps, nozzles, waterwheels, battery batteries and inverters. Nozzle is one important component that affects the value of power generated. Nozzles is used with 4 mm and variations of nozzle angles at 5°, 10°, 15° dan 20°. From these problems, it is designed Prototype Simulation tool for Microhydro Power Plant. The purpose of making this tool is used to produce electrical energy that is efficient and environmentally friendly. From the results of data processing and calculation, the value of power generated is increases with the smaller nozzles direction are used. The highest value of power and efficiency is obtained at 5° nozzle angle position. From the results it's obtained the generator is obtained the power of 86,4 watts and the efficiency of the generating system 43 %.

Keywords: Micro Hydro, Cross-flow Turbine , Nozzle Direction, Power Efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Turbin *Cross-Flow* Ditinjau Dari Variasi Arah *Nozzle* Terhadap Daya yang Dihasilkan**”.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan April-Juni 2017.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T ., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T ., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Ketua Program studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
5. Ir. KA Ridwan, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Erlinawati, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Jurusan Teknik Kimia terutama di DIV Teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan do'a, restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya selalu penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih kepada Teman Seperjuangan Kelompok PLTMH 2017 atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.

10. Teman-teman 8 EGB dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2013 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada kita, Amin.

Palembang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan | 3 |
| 1.3 Manfaat | 3 |
| 1.4 Perumusan Masalah | 3 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) | 4 |
| 2.2 Turbin Air | 8 |
| 2.3 Klasifikasi Turbin Air | 8 |
| 2.4 Turbin <i>Cross-Flow</i> | 14 |
| 2.5 Jenis Turbin <i>Cross-Flow</i> | 17 |
| 2.6 Teori Turbin <i>Cross-Flow</i> | 19 |
| 2.6 Perencanaan Turbin <i>Cross-Flow</i> | 23 |
| 2.7 <i>Nozzle</i> | 27 |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Pendekatan Desain Fungsional | 30 |
| 3.2 Pendekatan Desain Struktural | 31 |
| 3.3 Pertimbangan Percobaan | 35 |
| 3.4 Prosedur Percobaan | 36 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Hasil | 39 |
| 4.2 Pembahasan | 39 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 44 |
| 5.2 Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| LAMPIRAN | 47 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | | Halaman |
|--------------|--|----------------|
| 2.1 | Potensi Energi Terbarukan (Tenaga Air) di Indonesia..... | 5 |
| 2.2 | Kapasitas Terpasang Pembangkit Tenaga Listrik Nasional | 7 |
| 2.3 | Aplikasi Turbin Mikro Hidro dengan Klasifikasi <i>Head</i> | 9 |
| 4.1 | Data Hasil Penelitian..... | 39 |
| L1.1 | Data Desain PLTMH dengan Turbin <i>Cross-Flow</i> | 47 |
| L1.2 | Data Pengamatan Variasi Arah <i>Nozzle</i> | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1 Skema Diagram PLTMH..... | 7 |
| 2.2 Klasifikasi Turbin Mikro Hidro | 9 |
| 2.3 Turbin <i>Pelton</i> | 10 |
| 2.4 Turbin <i>Cross-Flow</i> | 11 |
| 2.5 Turbin <i>Turgo</i> | 11 |
| 2.6 Turbin <i>Francis</i> | 12 |
| 2.7 Turbin <i>Kaplan</i> | 13 |
| 2.8 Grafik Perbandingan Karakteristik Turbin..... | 14 |
| 2.9 Konstruksi Turbin <i>Cross-Flow</i> | 16 |
| 2.10 Aliran Masuk Turbin <i>Cross-Flow</i> | 17 |
| 2.11 Runner Turbin <i>Cross-Flow</i> | 17 |
| 2.12 Turbin <i>Cross-Flow</i> Kecepatan Redah | 18 |
| 2.13 Turbin <i>Cross-Flow</i> Kecepatan Tinggi | 18 |
| 2.14 Pemilihan Jenis Turbin Bersadaran Aliran Silang Menggunakan Ns & Head..... | 19 |
| 2.15 Alur Air Memintas Turbin | 20 |
| 2.16 Segitiga Kecepatan | 22 |
| 2.14 <i>Nozzle jet</i> | 27 |
| 2.15 Persamaan Kontinuitas | 28 |
| 2.16 Persamaan <i>Bernoulli</i> | 28 |
| 3.1 Desain Turbin <i>Cross-Flow</i> Tampak Atas | 32 |
| 3.2 Desain Turbin <i>Cross-Flow</i> Tampak Samping | 32 |
| 3.3 Desain Turbin <i>Cross-Flow</i> Tampak Keseluruhan | 33 |
| 3.4 Desain <i>Prototype</i> PLTMH Tampak Atas | 33 |
| 3.5 Desain <i>Prototype</i> PLTMH Tampak Samping | 34 |
| 3.6 Desain <i>Prototype</i> PLTMH Tampak Keseluruhan..... | 34 |
| 4.1 Hubungan Variasi Arah <i>Nozzle</i> Terhadap Putaran Turbin | 40 |
| 4.2 Hubungan Variasi Arah <i>Nozzle</i> Terhadap Daya Mekanik Turbin ... | 41 |
| 4.3 Hubungan Variasi Arah <i>Nozzle</i> Terhadap Efisiensi Turbin | 42 |
| 4.4 Hubungan Variasi Arah <i>Nozzle</i> Terhadap Daya Generator | 42 |
| 4.5 Hubungan Variasi Arah <i>Nozzle</i> Terhadap Efisiensi Generator | 43 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--------------------|----------------|
| I. Data-Data | 47 |
| II. Gambar | 49 |