

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN PROYEK AKHIR</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>INTISARI</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Justifikasi Cara Penyelesaian Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Tujuan Proyek Akhir .....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1 Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga <i>Microhidro</i> (PLTM) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik.....	7
2.1.2 Analisis Efisiensi Turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga <i>Minihidro</i> .....	8
2.1.3 Perbandingan Turbin Francis Dengan Turbin <i>Vortex</i> Secara Efisiensi Performa Turbin .....	9
2.1.4 Analisis Unjuk Kerja Turbin Air Pada Beban Normal dan Beban Puncak.....	10
2.2 Landasan teori .....	12
2.2.1 Pembangkit Listrik .....	12
2.2.2 Energi Minihidro (PLTM).....	14
2.2.3 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM).....	15
2.2.4 Bagian-Bagian Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) .....	17
2.2.5 Turbin Francis PLTM Gunung Wugul .....	17
2.2.6 Komponen Pada Sistem Turbin Francis .....	19

2.2.7 Urutan Menjalankan <i>Guide Vane</i> .....	24
2.2.8 Generator .....	26
2.2.9 Pengaruh <i>Guide Vane</i> Pada Pengeluaran daya Generator.....	27
2.2.10 Karakteristik Turbin Francis .....	31
<b>2.3 Hipotesis .....</b>	<b>35</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Bahan dan Peralatan .....	36
3.2 Variabel Penelitian.....	38
3.3 Tahapan Proyek Akhir.....	40
3.3.1 Beberapa tahap dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut .....	41
3.3.2 Menentukan Studi Potensi PLTM Gunung Wugul .....	42
3.3.3 Identifikasi Masalah.....	43
3.3.4 Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder.....	44
3.4 Metode Analisa.....	48
3.5 Sistematika Perhitungan .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1 Pengujian Fungsional .....	52
4.2 Hasil Data Pengujian .....	53
4.3 Parameter Efisiensi Turbin untuk mengetahui Unjuk kerja sistem pada PLTM.....	54
4.3.1 Penyimpangan Daya ( <i>Error</i> ) .....	57
4.4 Diagram Perbandingan Debit Air Terhadap daya yang Dihasilkan .....	59
4.5 Perhitungan Efisiensi Generator dan Efisiensi Total PLTM.....	61
<b>4.6 Perhitungan Tarif Biaya Kwh Pada PLTM Gunung Wugul.....</b>	<b>62</b>
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambaran Perubahan Energi .....	14
Gambar 2.2. Gambaran Sistem PLTM .....	14
Gambar 2.3 Prinsip Kerja PLTM PT Energy Sakti Sentosa, 2015 .....	16
Sumber : PT Energy Sakti Sentosa, 2015 .....	16
Gambar 2.4. Gambaran Turbin Francis .....	18
Gambar 2.5 Gambaran Sudut Jalan ( <i>Runner</i> ).....	20
Gambar 2.6 Gambaran <i>Guide Vane</i> Pada Turbin Francis.....	21
Gambar 2.7 Gambaran Servomotor Pada Turbin Francis.....	23
Gambar 2.8. Gambaran Sistem Governor Pada Turbin Francis.....	24
Gambar 2.9 Gambaran <i>Main Inlet Valve</i> (MIV).....	25
Gambar 2.10 Gambaran <i>Bypass Valve</i> .....	25
Gambar 2.11 Gambaran <i>Hydraulic Power Unit</i> (HPU).....	26
Gambar 2.12 Gambaran Generator 2100 KVa .....	27
Gambar 2.13 Gambaran Turbin yang Terhubung dengan Generator.....	28
Gambar 3.2 HMI ( <i>Human Machine Interface</i> ) .....	38
Gambar 3. 3 <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian .....	40
Gambar 3.4 Bendungan PLTM Gunung Wugul.....	42
Gambar 3.5 Saluran Pengantar PLTM Gunung Wugul .....	43
Gambar 3.6 Perbedaan Beban Puncak dan Beban Normal PT PLN.....	47
Gambar 3.7 <i>Flow Chart</i> Metode Pengujian.....	49
Gambar 4.1 Peta Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Gunung Wugul 1.5 MW .....	52
Gambar 4.2 Diagram pada beban puncak data daya secara aktual dengan data daya teoritis pada saat kondisi beban puncak didapatkan rata-rata nilai <i>error</i> sebesar 1.74 % .....	59
Gambar 4.3 Diagram pada beban puncak data daya secara aktual dengan data daya teoritis pada saat kondisi beban puncak didapatkan rata-rata nilai <i>error</i> sebesar 1.57 % .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka Penelitian.....	11
Tabel 2.2 Bagian-bagian pada PLTM Gunung Wugul .....	17
Tabel 2.3 Data Spesifikasi Turbin Francis di PLTM Gunung Wugul .....	19
Tabel 2.4 Data <i>Guide Vane</i> Unit 1 <i>Full Open &amp; Close Operation</i> Time di PLTM Gunung Wugul ...	22
Tabel 2.5 Data <i>Guide Vane</i> Unit 1 <i>Full Open &amp; Close Operation</i> Time di PLTM Gunung Wugul....	22
Tabel 2.7 Data Parameter Kinerja Turbin Unit 1 di PLTM Gunung Wugul.....	29
Tabel 2.8 Data Parameter Kinerja Turbin Unit 2 di PLTM Gunung Wugul.....	30
Tabel 3.1 Keunggulan Sistem HMI Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro .....	37
Tabel 3.3 Material dan Ukuran Bendungan PLTM Gunung Wugul.....	42
Tabel 3.4 Spesifikasi Bendungam PLTM Gunung Wugul .....	43
Tabel 3.5 Data Hasil Daya Energi Listrik PLTM Gunung Wugul .....	44
Tabel 3.6 Tarif Daya PLTM Gunung Wugul .....	45
Tabel 3.7 Curah hujan BMKG Banjarnegara.....	46
Tabel 4.1 Data <i>logsheet</i> kondisi beban puncak PLTM Gunung Wugul Unit 1.....	53
Tabel 4.2 Data <i>logsheet</i> kondisi beban normal PLTM Gunung Wugul Unit 1.....	54
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Debit Terhadap Keluaran Daya PLTM Gunung Wugul Pada Beban Puncak .....	56
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Terhadap Keluaran Daya PLTM Gunung Wugul Pada Beban Normal.....	57
Tabel 4.5 Hasil perhitungan penyimpangan daya pada beban puncak PLTM Gunung Wugul Unit 1. ....	58
Tabel 4.6 Hasil perhitungan penyimpangan daya pada beban Normal PLTM Gunung Wugul Unit 1. ....	58
Tabel 4.8 Tarif Aktual dan Teoritis Beban Puncak PLTM Gunung Wugul .....	62
Tabel 4.9 Tarif Aktual dan Teoritis Beban Normal PLTM Gunung Wugul.....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Lampiran Pengambilan Data PLTM Gunung Wugul .....	70
Lampiran 2 PLTM Gunung Wugul .....	71
Lampiran 3 Proses Masuknya Air Sungai Pada Saluran Pengantar.....	72
Lampiran 4 Gambaran Turbin dan generator pada PLTM Gunung Wugul.....	73
Lampiran 5 NamePlat Turbin Francis dan Generator .....	74