

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Supian Sauri
NIM : 20140120094
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul Skirpsi : Analisis Perhitungan Efisiensi Mesin Turbin Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica Sub-Unit PLTA Wonogiri.

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang saya susun ini benar-benar murni hasil karya tulis sendiri dan tidak terdapat kata-kata penjiplakan atau penyalinan data orang lain. Karya tulis yang saya buat murni hasil penelitian langsung dilapangan dan disusun sesuai dengan aturan etika penulisan karya ilmiah yang ada. Terkecuali landasan teori yang dirujuk dari beberapa penelitian dicantumkan dalam naskah penulisan dan sumber disebutkan pada daftar pustaka tugas akhir ini. Akhir kata dari saya, sekian pernyataan yang dibuat ini benar-benar murni dituliskan secara sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 21 April 2018

Yang Membuat Pernyataan


Supian Sauri

LEMBAR PENGESAHAN I

Tugas Akhir

**Analisis Perhitungan Efisiensi Mesin Turbin Pada Sistem Pembangkit
Listrik Tenaga Air (PLTA) Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica
Sub-Unit PLTA Wonogiri.**

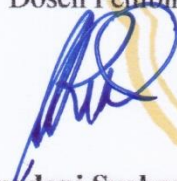
Disusun Oleh:
Supian Sauri
20140120094

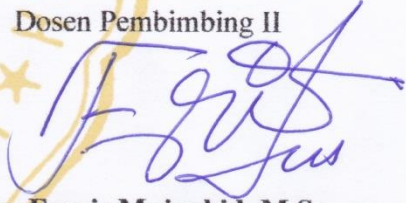


Memeriksa dan Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056


Ing. Faaris Mujaahid, M.Sc
NIK. 19870718201704123101

Menyetujui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056

LEMBAR PENGESAHAN II

Tugas Akhir


**Analisis Perhitungan Efisiensi Mesin Turbin Pada Sistem Pembangkit
Listrik Tenaga Air (PLTA) Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica
Sub-Unit PLTA Wonogiri.**

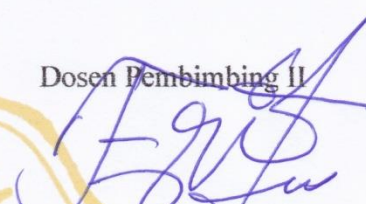
Tugas akhir ini telah dipertanggungjawabkan dan disahkan di depan penguji pada
tanggal 27 April 2018

Yang terdiri dari :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T.
NIK. 19741010201010123056



Ing. Faaris Mujaahid, M.Sc
NIK. 19870718201704123101

Penguji,


Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng.
NIK. 19861017201504123070

Tugas Akhir Ini Disahkan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Gelar Sarjana S-1

Telah Disahkan Oleh,
Ketua Prodi Teknik Elektro


Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T.
NIK. 19741010201010123056

MOTTO

“ISEN MULANG”

(Artinya Pantang Mundur)

“Mara Hadep Itah Menang, Mara Likut Itah Kalah”

(Artinya kedepan kita pasti menang, kebelakang kita pasti kalah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, terucap beribu-ribu kata syukur yang hamba panjatkan kepada engkau ya Allah SWT. Atas rahmat dan kasih sayangmu hamba bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Sebuah karya tulis ini saya persembahkan untuk keluarga kecil saya yaitu untuk ayah dan ibu serta adik laki-laki satu-satunya yang saya punya. Pertama saya mohon ampun dan meminta maaf jika selama ini saya banyak berbuat salah terhadap kalian ibu dan ayah. Terimakasih kepada ibu tercinta yang telah melahirkan saya dengan mempertaruhkan nyawanya agar anakmu ini bisa lahir ke dunia ini. Terimakasih ayah dan ibu atas kasih sayang dan perhatian kalian selama ini telah merawat anakmu ini dari kecil sampai besar, terimakasih atas doa dan dukungan kalian berdua, terimakasih atas pendidikan yang kalian kasih keanakmu ini, anakmu ini selalu bersyukur mempunyai kedua orangtua yang hebat seperti ayah dan ibu. Alhamdulillah tugas dan tanggungan kuliah anakmu ini sudah terselesaikan tepat waktu sesuai dengan harapan ayah dan ibu. Kedua untuk adik kaka, kaka persembahkan tugas akhir ini sebagai bukti kaka bisa lulus kuliah. Semoga dengan hasil ini adik bisa termotivasi dan mempunyai keinginan untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya bahkan bisa melampaui kaka.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini dengan lancar. Tugas Akhir yang diteliti oleh penulis berjudul **“Analisis Perhitungan Efisiensi Mesin Turbin Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica Sub-Unit PLTA Wonogiri”**.

Tugas Akhir merupakan tugas tingkatan akhir dikuliah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Program Studi-S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan penulisan tugas akhir ini diharapkan penulis bisa menyelesaikan tugas secara baik dan lancar. Penulis mendapatkan banyak sekali manfaat dari penelitian untuk penulisan tugas akhir ini, baik dari segi akademik maupun pengalaman yang penulis dapatkan dilapangan secara langsung.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali bantuan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T, M.T., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis, memberikan ilmunya, memberikan arahan dan masukan, revisian dalam penyusunan tugas akhir sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini sampai selesai secara baik dan lancar.
4. Bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan perbaikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Ayah dan Ibu saya, yaitu Bapak Akhmad Subairi dan Ibu Taniah atas dukungan, do'a kalian, saran/masukan, perhatian dan kasih sayang kalian kepada anak mu ini. Sehingga anak mu ini dapat menyelesaikan Tugas akhir dari kuliah ini.
6. Adik saya yang bernama Supriyadi Saputra yang telah menjadi penyemangat dan motivasi demi mencapai kesuksesan untuk keluarga kita bersama.
7. Bapak Rama Okta Wiyagi S.T., M.Eng. Selaku Dosen Penguji yang sudah berkenan menguji penulis dalam pengujian Tugas Akhir ini.
8. Bapak Anang selaku Supervisor Senior PLTA Wonogiri yang telah berkenan membantu penulis dalam menyediakan bahan-bahan dan data untuk proses penelitian.
9. Bapak Aris Widhiatmaka, Bapak Solikhin, Bapak Pungki, Bapak Erik selaku pegawai PLTA Wonogiri yang telah membantu dan memotivasi pada saat penelitian sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar.
10. Pak Miftahudin, Ibu Itiqosah, Pak Warto, Bu Ropini, Mbah Wakini yang menerima baik saya ketika saya berkunjung kerumahnya, saya sudah menganggap mereka seperti orangtua saya sendiri yang selalu memberikan semangat, motivasi, masukan dan arahan.
11. Pak Sentot Wibowo dan Ibu Sumirah yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan menerima baik saya, saya sudah menganggap seperti keluarga saya sendiri di Yogyakarta ini.
12. Adik keponakan saya yaitu Nurmulyawati dan Ulfah yang selalu memberikan dorongan, do'a dan semangat untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Munjib, Hasan, Calista, Ade, Aziz, Zayyin, Faqih, Nurdi, Kaka Yulita, Kaka Mina, selaku sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah mendukung, memotivasi, memberikan semangat, membantu saya saat membutuhkan bantuan sampai tersusunnya Tugas Akhir ini.

14. Mas Kamrrol, Mas Udin, Mas Yani, Mas Usuf, Aldi, Fahri dan keluarga besar daerah seruyan yaitu IKPM Seruyan yang telah memberikan dukungan masukan, motivasi dan memberikan wadah/tempat dimana pertama kalinya saya datang ke Yogyakarta hingga saya bisa berkuliah dan mengenal kota istimewa ini.
15. Teman-teman Teknik Elektro 2014 Kelas B atas kerjasamanya, dukungannya, motivasi, kerukunannya, dan semangatnya mendorong saya agar cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
16. Semua pihak dan teman-teman yang tidak bisa saya ucapkan satu-persatu , terimakasih atas dukungannya dan motivasinya yang diberikan kepada saya.

Penulis berharap dengan adanya penulisan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat yang lebih untuk pembaca. Penulis pun menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk melengkapi Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir yang penulis susun memberikan banyak manfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 21 April 2018

Supian Sauri
(20140120094)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air).....	9
2.2.2 Bagian-Bagian atau Komponen Utama PLTA	10
2.2.3 Generator	17
2.2.4 Transformator	22
2.2.5 <i>Govenor</i> (Pengendali Turbin)	25
2.2.6 Turbin	26

2.2.7 Energi Potensial	36
2.2.8 Energi Kinetik	36
2.2.9 Hukum Kekekalan Energi	37
2.2.10 Daya Turbin	37
2.2.11 Efisiensi Turbin	38
2.2.12 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	39
2.2.13 NCF (<i>Net Capacity Factor</i>).....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1 Profil Tempat Penelitian	42
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.3 Diagram Alir Penelitian/ <i>Flowchart</i> Penelitian	44
3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian	48
3.5 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Data-Data Pembangkitan PLTA Wonogiri.....	50
4.2 Data Laporan Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri.....	50
4.3 Perhitungan Nilai Efisiensi Turbin dan Hasil Analisis.....	61
4.4 Gambaran Grafik Nilai Efisiensi Turbin.....	74
4.5 Perhitungan NCF (<i>Net Capacity Factor</i>).....	77
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air	10
Gambar 2.2 Waduk Gajah Mungkur	11
Gambar 2.3 Bendungan Utama	12
Gambar 2.4 <i>Main Spillway</i> Bendungan Gajah Mungkur	16
Gambar 2.5 Generator sinkron unit 1 dan unit 2 PLTA Wonogiri	22
Gambar 2.6 Transformator	25
Gambar 2.7 Mekanik <i>Governor dan Electro Hydraulic governor</i>	26
Gambar 2.8 Bentuk <i>Runner</i> dari Turbin Reaksi (Kaplan)	28
Gambar 2.9 Bentuk <i>Runner</i> dari Turbin Reaksi (Francis)	29
Gambar 2.10 Bentuk <i>Runner</i> dari Turbin Impulse (Pelton).....	30
Gambar 2.11 Aliran Pendorong Air Pada Turbin Air	32
Gambar 2.12 Bagian-Bagian Utama Turbin Kaplan/ <i>Propeller</i>	34
Gambar 2.13 Prinsip Kerja PLTA	40
Gambar 3.1 Peta Lokasi PLTA Wonogiri	43
Gambar 3.2 Diagram alir/ <i>Flowchart</i> Penelitian	44
Gambar 3.3 <i>Software Skop V3.10</i> PLTA Wonogiri	44
Gambar 4.1 Grafik Batang Nilai Efisiensi Mesin Unit 1 dan Unit 2 Pada Tahun 2017.....	75
Gambar 4.2 Kurva Garis Nilai Efisiensi Mesin Unit 1 dan Unit 2 Pada Tahun 2017.....	75

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Teknis Waduk Gajah Mungkur	11
Tabel 2.2 Data Teknis Bendungan Utama	13
Tabel 2.3 Data Teknis Terowongan Pengambilan Air	13
Tabel 2.4 Data Teknis Power Intake PLTA Wonogiri	14
Tabel 2.5 Data Spesifikasi Generator Sinkron PLTA Wonogiri	22
Tabel 2.6 Data Teknis Transformator PLTA Wonogiri	24
Tabel 2.7 Data Teknis Turbin PLTA Wonogiri	27
Tabel 2.8 <i>Rating Turbin</i> PLTA Wonogiri	27
Tabel 2.9 Jenis Turbin dan Spesifikasinya.....	30
Tabel 2.10 Hubungan antara putaran turbin dan putaran spesifikasi terhadap jumlah <i>turbine blades/sudu</i>	31
Tabel 2.11 Jenis Turbin dan Keadaan Beban Untuk Menentukan Kisaran Nilai Efisiensi Turbin.....	39
Tabel 3.1 Rancangan Jadwal Kegiatan Penulisan Tugas Akhir.....	48
Tabel 4.1 Data Pembangkitan Energi Listrik Pada PLTA Wonogiri.....	50
Tabel 4.1 Data Pembangkitan Energi Listrik Pada PLTA Wonogiri.....	50
Tabel 4.2 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Januari 2017	51
Tabel 4.3 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Februari 2017	52
Tabel 4.4 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Maret 2017	53
Tabel 4.5 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan April 2017	54
Tabel 4.6 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Mei 2017	55
Tabel 4.7 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Juni 2017	56
Tabel 4.8 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Juli 2017	57
Tabel 4.9 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Agustus 2017.....	58
Tabel 4.10 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Sept 2017.....	59
Tabel 4.11 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Nov 2017.....	59
Tabel 4.12 Kondisi Pembangkitan PLTA Wonogiri Dibulan Des 2017.....	60

Tabel 4.13	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Januari 2017	61
Tabel 4.14	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Februari 2017	61
Tabel 4.15	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Maret 2017	61
Tabel 4.16	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan April 2017.....	62
Tabel 4.17	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Mei 2017.....	62
Tabel 4.18	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Juni 2017	62
Tabel 4.19	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Juli 2017	63
Tabel 4.20	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Agustus 2017	63
Tabel 4.21	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan September 2017.....	63
Tabel 4.22	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan November 2017	64
Tabel 4.23	Total dan Rata-Rata Pembangkitan Bulan Desember 2017.....	64
Tabel 4.24	Nilai Efisiensi Mesin Turbin Unit 1 dan Unit 2 Tahun 2017.....	74
Tabel 4.25	Data Total Produksi Energi PLTA Wonogiri Ditahun 2017.....	78
Tabel 4.26	Total Hasil Perhitungan NCF dan CF Ditahun 2017	80

DAFTAR RUMUS

Halaman

Rumus (2.1) $GGL = -\frac{d}{dt} \int_s B \cdot ds$	18
Rumus (2.2) $f = \frac{P}{2} \times \frac{n}{60}$ (Hertz)	19
Rumus (2.3) $P = V \cdot I \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}$	19
Rumus (2.4) $\frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s}$	23
Rumus (2.5) $E_p = m \cdot g \cdot h$ atau $E_p = m \cdot g \cdot \Delta z$	36
Rumus (2.6) $m = Q \cdot \rho$	36
Rumus (2.7) $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	36
Rumus (2.8) $E_m = E_p = E_k$	37
Rumus (2.9) Daya Turbin (P_t) = $\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$	37
Rumus (2.10) $P_w = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$	38
Rumus (2.11) Efisiensi Turbin (η_T) = $\frac{P_t}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}$	38
Rumus (2.12) $H = \text{Elevasi Intake (mdpl)} - \text{Elevasi Tailrace (mdpl)}$	38
Rumus (2.13) $NCF = \frac{\text{Produksi Netto}}{\text{Daya Mampu Netto} \times \text{Period Hours}} \times 100\%$	41
Rumus (2.14) $CF = \frac{\text{Produksi Bruto}}{\text{Daya Mampu Netto} \times \text{Period Hours}} \times 100\%$	41
Rumus (2.14) Efisiensi Turbin (η_T) = $\frac{P_t}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}$	65
Rumus (2.15) $H = \text{Elevasi Intake (mdpl)} - \text{Elevasi Tailrace (mdpl)}$	65
Rumus (2.16) $NCF = \frac{\text{Produksi Netto}}{\text{Daya Mampu Netto} \times \text{Period Hours}} \times 100\%$	78
Rumus (2.17) $CF = \frac{\text{Produksi Bruto}}{\text{Daya Mampu Netto} \times \text{Period Hours}} \times 100\%$	78