

**KARAKTERISTIK TURBIN PELTON  
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : Bambang Tetuko**

**NIM : 1911139**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**KARAKTERISTIK TURBIN PELTON  
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : Bambang Tetuko**

**NIM : 1911139**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Skripsi yang berjudul :

**KARAKTERSITIK TURBIN PELTON  
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**



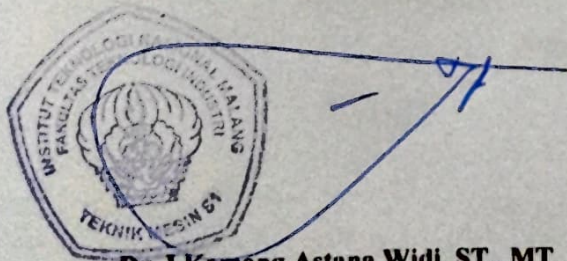
**Disusun Oleh :**

**Nama : Bambang Tetuko**  
**NIM : 1911139**  
**Program Studi : Teknik Mesin S-1**

Malang, 21 Agustus 2023

Mengetahui,  
Ka.Prodi Teknik Mesin S1

Disetujui dan diperiksa,  
Dosen Pembimbing



**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.**  
**NIP.Y. 1030400405**

**Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.**  
**NIP. P. 1031400477**



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

---

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : BAMBANG TETUKO  
NIM : 1911139  
Program Studi / Bidang : TEKNIK MESIN S-1  
Judul Skripsi : **KARAKTERISTIK TURBIN PELTON  
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA AIR**

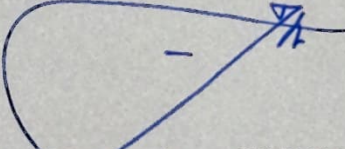
Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari / Tanggal : Rabu, 9 Agustus 2023

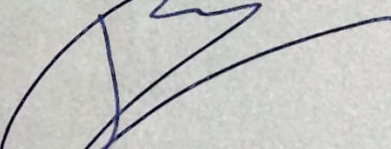
Dengan Nilai : ..... *80,75 (A)* .....

**Panitia Penguji Skripsi**

**Ketua**

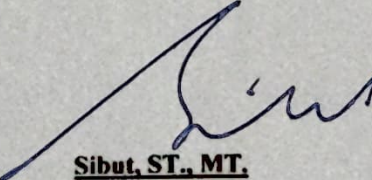
  
**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.**  
NIP.Y.1030400405

**Sekretaris**

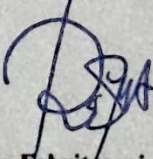
  
**Febi Rahmadiano, ST., MT.**  
NIP.P.1031500490

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

  
**Sibut, ST., MT.**  
NIP.Y. 1030300379

**Penguji II**

  
**Rosadila Febritasari, ST., MT.**  
NIP.P. 1032200602

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bambang Tetuko

NIM : 1911139

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.













Malang, 21 Juni 2023



**Bambang Tetuko**  
**NIM. 1911139**

### LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

**Nama** : Bambang Tetuko  
**NIM** : 1911139  
**Program Studi** : TEKNIK MESIN S-1  
**Judul Skripsi** : Karakteristik Turbin Pelton Sebagai  
 Pembangkit Listrik Tenaga Air  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST.,MT,

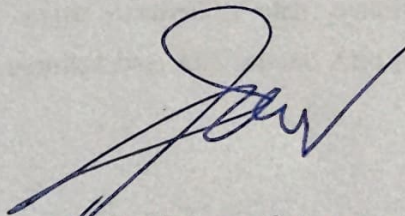
| No. | Materi Bimbingan                 | Waktu Bimbingan           | Paraf Dosen Pembimbing  |
|-----|----------------------------------|---------------------------|---|
| 1.  | Penentuan judul skripsi          | Kamis, 2 Maret 2023       |     |
| 2.  | ACC Judul Skripsi                | Kamis, 9 Maret 2023       |    |
| 3.  | Konsultasi BAB I                 | Jumat, 10 Maret 2023      |     |
| 4.  | Konsultasi BAB I-II              | Kamis, 16 Maret 2023      |    |
| 5.  | Konsultasi BAB I-III             | Senin, 27 Maret 2023      |    |
| 6.  | Seminar Proposal                 | Jumat, 14 April 2023      |  |
| 7.  | Konsultasi Pengambilan Data      | Selasa, 4 Juli 2023       |   |
| 8.  | Konsultasi BAB IV-V              | Kamis, 20 Juli 2023       |  |
| 9.  | Seminar Hasil                    | Selasa, 25 Juli 2023      |   |
| 10  | Ujian Skripsi                    | Rabu, 9 Agustus 2023      |  |
| 11. | Konsultasi dan Revisi<br>BAB I-V | Jumat, 11 Agustus<br>2023 |   |
| 12. | ACC Laporan Skripsi              | Senin, 14 Agustus 2023    |  |

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bambang Tetuko  
NIM : 1911139  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institut : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul Skripsi : Karakteristik Turbin Pelton Sebagai  
Pembangkit Listrik Tenaga Air  
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST.,MT,

Tanggal Pengajuan Skripsi : Kamis, 2 Maret 2023  
Tanggal Penyelesaian Skripsi : Rabu, 9 Agustus 2023  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 80

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing



**Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.**  
NIP. P. 1031400477

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian untuk memenuhi persyaratan dalam perkuliahan pada Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang terhormat:

1. Dr. I Komang Astana Widi, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
2. Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., M.T., selaku Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, dan juga sebagai dosen pembimbing skripsi.
3. Asisten Laboratorium Energi Alternatif Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membantu dalam proses pembuatan alat uji.
4. Kedua orang tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
6. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis selalu menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Malang, 31 Juni 2023

Penulis



# KARAKTERISTIK TURBIN PELTON SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR

**Bambang Tetuko<sup>1</sup>, Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST.,MT,<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang  
Jln. Raya Karanglo Km.2 Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia.

Email : [bams192@gmail.com](mailto:bams192@gmail.com)

## ABSTRAK

Saat ini kita sangat bergantung pada energi yang berasal dari bahan bakar fosil, dimana energi tersebut akan semakin berkurang seiring penggunaannya yang terus-menerus. Untuk mengatasi masalah pasokan energi di Indonesia berarti memanfaatkan seluruh potensi energi terbarukan. Salah satunya yaitu turbin air, turbin air yang dapat dijadikan pembangkit listrik tenaga air skala kecil yaitu jenis turbin pelton. Daya turbin air bergantung pada ketinggian air terjunan (*head*), kapasitas aliran air dan putaran turbin. Pada turbin Pelton, air menumbuk sudu-sudu turbin membuat roda berputar sehingga menghasilkan torsi dan tenaga melalui runner untuk memutar alternator/generator pada kecepatan tertentu sehingga dapat menghasilkan tegangan listrik. Metode penelitian ini yang dilakukan adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan memvariasikan jumlah *nozzle*. Semakin bertambahnya jumlah *nozzle*, semakin bertambah pula kecepatan turbin yang dapat diartikan bahwa jumlah *nozzle* berbanding lurus dengan kecepatan turbin dan semakin bertambahnya jumlah *Nozzle* maka daya generator semakin besar. Dan semakin besar torsi yang dihasilkan, kecepatan putaran turbin semakin mengecil yang artinya hubungan torsi dengan kecepatan turbin berbanding terbalik. Daya turbin terbesar dihasilkan dari penggunaan 3 *nozzle* sebesar 20.30 Watt dengan kecepatan putaran 722.89 RPM. Untuk rerata daya generator terbesar dihasilkan dari penggunaan 3 *nozzle* sebesar 2.65 Watt. Besar nilai efisiensi yang dihasilkan pada penggunaan 1 *nozzle* sebesar 17.70%, penggunaan 2 *nozzle* sebesar 11.57% dan untuk penggunaan 3 *nozzle* nilai efisiensi tertingginya hanya sebesar 8.61%.

Kata Kunci : Jumlah *Nozzle*, Turbin Pelton, Daya, Efisiensi

## **KARAKTERISTIK TURBIN PELTON SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**

**Bambang Tetuko<sup>1</sup>, Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST.,MT,<sup>2</sup>**

Department of Mechanical Engineering, National Institute Technology Nasional Malang

Jln. Raya Karanglo Km.2 Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia.

Email : [bams192@gmail.com](mailto:bams192@gmail.com)

### **ABSTRACK**

*At present we are very dependent on energy derived from fossil fuels, where this energy will decrease with continuous use. To solve the problem of energy supply in Indonesia means to take full advantage of the potential of renewable energy. One of them is a water turbine, a water turbine that can be used as a small-scale hydroelectric power plant, namely the Pelton turbine type. The power of the water turbine depends on the height of the waterfall (head), the capacity of the water flow and the rotation of the turbine. In the Pelton turbine, water hits the turbine blades making the wheels rotate so as to generate torque and power through the runners to rotate the ac alternator/generator at a certain speed so that it can produce an electric voltage. The research method used is a true experimental research by varying the number of nozzles. The more nozzles are added, the turbine speed increases, which means that the number of nozzles is directly proportional to the turbine speed and the more nozzles, the greater the generator power. And the greater the torque generated, the smaller the rotational speed of the turbine, which means that the relationship between torque and turbine speed is inversely proportional. The biggest turbine power is generated from the use of 3 nozzles of 20.30 Watt with a rotational speed of 722.89 RPM. For the largest average generator power resulting from the use of 3 nozzles of 2.65 Watt. The efficiency value generated when using 1 nozzle is 17.18%, for using 2 nozzles is 11.57% and for using 3 nozzles the highest efficiency value is only 8.61%.*

*Keywords: Number of Nozzles, Pelton Turbine, Power, Efficiency*

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN .....                        | iii  |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....                 | iv   |
| PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....               | v    |
| LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....          | vi   |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....                   | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                            | viii |
| ABSTRAK.....                                    | ix   |
| DAFTAR ISI.....                                 | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | xiv  |
| DAFTAR TABEL.....                               | xv   |
| DAFTAR GRAFIK.....                              | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                          | 1    |
| 1.1. Latar Belakang.....                        | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                      | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah.....                       | 2    |
| 1.4. Tujuan Penelitian.....                     | 2    |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                    | 3    |
| 1.6. Metodologi Penelitian .....                | 3    |
| 1.7. Sistematika Penulisan.....                 | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                    | 5    |
| 2.1. Penelitian Terdahulu.....                  | 5    |
| 2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....  | 6    |
| 2.2.1. Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air..... | 6    |
| 2.3. Turbin Air.....                            | 7    |
| 2.3.1. Jenis Turbin Air .....                   | 7    |
| 2.4. Turbin Pelton.....                         | 12   |
| 2.4.1. Cara Kerja Turbin Pelton .....           | 13   |
| 2.4.2. Tipe Turbin Pelton .....                 | 14   |
| 2.4.3. Komponen Turbin Pelton.....              | 15   |
| 2.5. <i>Pulley</i> .....                        | 20   |
| 2.6. <i>Sabuk/Belt</i> .....                    | 20   |

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| 2.7.                              | Generator .....  | 21 |
| 2.8.                              | <i>Prony Brake</i> .....   | 22 |
| 2.9.                              | Perhitungan Pada Turbin Pelton.....  | 22 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....   |  | 25 |
| 3.1.                              | Diagram Alir.....  | 25 |
| 3.2.                              | Metode Penelitian.....   | 26 |
| 3.4.                              | Alat dan Bahan .....   | 27 |
| 3.2.1.                            | Alat Penelitian.....   | 29 |
| 3.2.2.                            | Bahan Penelitian.....  | 31 |
| 3.5.                              | Waktu dan Tempat penelitian.....   | 31 |
| 3.3.1.                            | Waktu Penelitian .....   | 31 |
| 3.3.2.                            | Tempat Penelitian .....  | 31 |
| 3.7.                              | Variabel Penelitian .....  | 32 |
| 3.8.                              | Perancangan Turbin Pelton dan <i>Nozzle</i> .....                              | 32 |
| 3.5.1.                            | Perancangan Turbin Pelton .....  | 32 |
| 3.5.2.                            | Perancangan <i>Nozzle</i> .....  | 34 |
| 3.9.                              | Prosedur Pengoperasian.....  | 35 |
| 3.6.1.                            | Pelton Turbin menggunakan 1 <i>Nozzle</i> .....                                | 35 |
| 3.6.2.                            | Pelton Turbin menggunakan 2 <i>Nozzle</i> .....                                | 39 |
| 3.6.3.                            | Pelton Turbin menggunakan 3 <i>Nozzle</i> .....                                | 43 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | 49 |
| 4.1.                              | Analisa Pengujian Pelton Turbin dengan Variasi Jumlah <i>Nozzle</i> .....      | 49 |
| 4.1.1.                            | Data Hasil Pengujian Pelton Turbin Menggunakan 1 <i>Nozzle</i> .....           | 49 |
| 4.1.2.                            | Data Hasil Pengujian Pelton Turbin Menggunakan 2 <i>Nozzle</i> .....           | 54 |
| 4.1.3.                            | Data Hasil Pengujian Pelton Turbin Menggunakan 3 <i>Nozzle</i> .....           | 59 |
| 4.2.                              | Analisa dan Pembahasan Pelton Turbin dengan Variasi Jumlah <i>Nozzle</i> ..... | 64 |
| 4.2.1.                            | Grafik Hubungan Antara Beban Terhadap Efisiensi .....                          | 64 |
| 4.2.2.                            | Grafik Hubungan Antara Torsi Terhadap Kecepatan Putaran .....                  | 65 |
| 4.2.3.                            | Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putaran Terhadap Daya Turbin<br>66            |    |
| 4.2.4.                            | Grafik Hubungan Antara Torsi Terhadap Daya Turbin.....                         | 67 |
| 4.2.5.                            | Grafik Hubungan Antara Jumlah <i>Nozzle</i> Terhadap Daya Generator<br>68      |    |
| BAB V PENUTUP.....                |  | 69 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan..... | 69 |
| 5.2. Saran.....      | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 70 |
| LAMPIRAN.....        | 73 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 <i>Turbine Application Chart</i> .....   | 7  |
| Gambar 2.2 Turbin Implus .....  | 8  |
| Gambar 2.3 Turbin Reaksi .....  | 8  |
| Gambar 2.4 Turbin Pelton .....  | 9  |
| Gambar 2.5 Turbin Turgo .....   | 10 |
| Gambar 2.6 Turbin Banki .....   | 11 |
| Gambar 2.7 Turbin Francis .....   | 11 |
| Gambar 2.8 Turbin Kaplan .....  | 12 |
| Gambar 2.9 Turbin Pelton .....  | 12 |
| Gambar 2.10 Interaksi aliran dan konversi energi antara jet dan mangkok yang bergerak lurus ..... | 14 |
| Gambar 2.11 Turbin Pelton poros horizontal .....  | 14 |
| Gambar 2.12 Turbin Pelton poros vertikal .....  | 15 |
| Gambar 2.13 Pipa saluran dan <i>Nozzle</i> .....  | 16 |
| Gambar 2.14 Sudu Turbin .....   | 16 |
| Gambar 2.15 <i>Runner</i> .....   | 17 |
| Gambar 2.16 Poros Turbin .....  | 17 |
| Gambar 2.17 Pulley .....  | 18 |
| Gambar 2.18 Pompa Air .....   | 18 |
| Gambar 2.19 Rumah Turbin .....  | 19 |
| Gambar 2.20 <i>Reservoir</i> /Bak Penyimpanan .....   | 19 |
| Gambar 2.21 Sabuk bergerigi .....   | 21 |
| Gambar 2.22 Generator .....   | 21 |
| Gambar 2.23 <i>Prony Brake</i> .....  | 22 |
| Gambar 2.24 Sketsa dimensi turbin .....   | 32 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir .....   | 25 |
| Gambar 3.2 Turbin Pelton Skala Laboratorium .....   | 26 |
| Gambar 3.3 Aliran Fluida Turbin Pelton .....  | 27 |
| Gambar 3.4 Skema Turbin Pelton .....  | 28 |
| Gambar 3.5 Rangkaian Turbin Pelton .....  | 29 |
| Gambar 3.6 (A) Desain Sudu, (B) Desain <i>Runner</i> dan (C) <i>Assembly</i> Turbin Pelton .....  | 33 |
| Gambar 3.7 Desain <i>Nozzle</i> .....   | 34 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Jenis pembangkit listrik tenaga air berdasarkan kapasitas yang dihasilkan ..... | 6  |
| Tabel 2.2 Penggunaan turbin berdasarkan tinggi head .....                                 | 9  |
| Tabel 3.1 Parameter Turbin Pelton .....   | 34 |
| Tabel 3.2 Parameter Nozzle .....  | 34 |
| Tabel 4.1 Pengujian menggunakan 1 Nozzle.....   | 49 |
| Tabel 4.2 Pengujian menggunakan 2 Nozzle.....   | 54 |
| Tabel 4.3 Pengujian menggunakan 3 Nozzle.....   | 59 |

## DAFTAR GRAFIK

|   |    |
|---|----|
| Grafik 4.1 Grafik Hubungan Antara Beban Terhadap Efisiensi .....          | 64 |
| Grafik 4.2 Grafik Hubungan Antara Torsi Terhadap Kecepatan Putaran.....   | 65 |
| Grafik 4.3 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putaran Terhadap Daya Turbin. | 66 |
| Grafik 4.4 Grafik Hubungan Antara Torsi Terhadap Daya Turbin .....        | 67 |
| Grafik 4.5 Grafik Hubungan Antara Jumlah Nozzle Terhadap Daya Generator.. | 68 |