

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Nama : Muhammad Lutfi Abdullah  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Progam Studi : Teknik Mesin S1  
NIM : 1811171  
Tempat/Tanggal Lahir : Jember / 24 Agustus 1999  
E-mail : [lutfi.simdig01@gmail.com](mailto:lutfi.simdig01@gmail.com)  
No Telepone / Hp : 0823 9727 7285



### Riwayat Pendidikan

|                            | <b>SD</b>       | <b>SMP</b>          | <b>SMA</b>       | <b>S1</b>                          |
|----------------------------|-----------------|---------------------|------------------|------------------------------------|
| <b>Nama Institusi</b>      | SDN Sumberejo 3 | SMP Negeri 2 Ambulu | SMKN 2 Jember    | Institut Teknologi Nasional Malang |
| <b>Jurusan</b>             | -               | -                   | Teknik Pemesinan | Teknik Mesin S1                    |
| <b>Tahun Masuk - Lulus</b> | 2006 - 2012     | 2012 - 2015         | 2015 - 2018      | 2018 - Sekarang                    |

### Experience

| <b>Tahun</b>       | <b>Keterangan</b>                                 |
|--------------------|---|
| <b>2018 - 2022</b> | Anggota & pengurus UKM Fotografi Mahasiswa Teknik |
| <b>2018</b>        | Panitia Drag Bike - HMM S-1 ITN Malang            |
| <b>2019</b>        | Panitia Modification Contest HMM S-1 ITN Malang   |

Pada akhir masa studi penulis menyusun Skripsi untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pendidikan sarjana di Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dengan mengambil Bidang Konsentrasi Konversi Energi dengan judul “**Analisa**

**Pengaruh Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi Debit Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex Piko hidro”.**

## Lampiran 2. Surat Bimbingan Skripsi



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

Malang, 24 September 2021

Nomor : ITN-27 /I.TA/2021  
Lampiran : .....  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth Sdr. Ir. Mochtar Asroni, MSME  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di MALANG

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara mahasiswa :

Nama : MUHAMMAD LUTFI ABDULLAH  
Nim : 1811171  
Jurusan : Teknik Mesin  
Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara selama 6 (enam) bulan terhitung mulai bulan :

**September 2021 S/d Maret 2022**

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1. Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Mesin S1  
  
Dr. I Komang Astana Widi, ST.MT  
NIP. P 1030400405

Tembusan Kepada Yth :  
1. Bapak/Ibu Dekan FTI ITN Malang  
2. Mahasiswa yang bersangkutan  
3. Arsip

### Lampiran 3. Lembar Pengambilan Data Hasil Pengujian



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

**LABORATORIUM ENERGI ALTERNATIF**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

#### DATA HASI PENGUJIAN TURBIN VORTEK

Nama : Muhammad Lutfi Abdullah

Nim : 1811171

| SUDU       | SUDUT PENYEMPITAN (0°) | PUTARAN n (Rpm) | BEBAN p (Kg) | Debit Q (l/s) | HEAD H (m) |
|------------|------------------------|-----------------|--------------|---------------|------------|
| NACA 6515  | 15                     | 143,6           | 2,775        | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 144,3           | 2,893        | 10            |            |
|            |                        | 139,5           | 2,11         | 11,5          |            |
|            |                        | 140,7           | 2,313        | 10            |            |
|            | 25                     | 136,4           | 1,302        | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 133,2           | 1,311        | 10            |            |
|            |                        | 137,5           | 1,475        | 11,5          |            |
|            |                        | 136,4           | 1,358        | 10            |            |
|            | 35                     | 134,6           | 0,959        | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 133,2           | 0,847        | 10            |            |
|            |                        | 129,6           | 0,617        | 11,5          |            |
|            |                        | 132,7           | 0,702        | 10            |            |
| SUDU LURUS | 15                     | 138,6           | 2,569        | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 138,5           | 2,216        | 10            |            |
|            |                        | 137,5           | 2,06         | 11,5          |            |
|            |                        | 140,3           | 2,395        | 10            |            |
|            | 25                     | 134,4           | 1,39         | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 30,2            | 1,206        | 10            |            |
|            |                        | 132,7           | 1,179        | 11,5          |            |
|            |                        | 131,6           | 1,034        | 10            |            |
|            | 35                     | 130,4           | 0,759        | 10,5          | 0,48       |
|            |                        | 129,3           | 0,732        | 10            |            |
|            |                        | 131,2           | 0,508        | 11,5          |            |
|            |                        | 127,8           | 0,687        | 10            |            |

Malang, januari 2022

Mengetahui

Ka Lab Energi Alternatif



DR. Eko Yohanes Setyawan, ST, MT

Nip.P 1031400477

#### Lampiran 4. Pengolahan Untuk Mengambil Data Rata - rata

- **Debit Air**

Untuk mendapatkan data yang digunakan untuk pengolahan data debit air dibutuhkan volume dan waktu, karena waktu dibuat ketetapan 2 second maka yang diambil adalah data volume. Dari hasil pengujian 4 kali percobaan, dan diambil rata rata dari ke 4 data hasil pengujian, untuk data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

| NO               | Volume ( l ) | Waktu (s) | Debit (l/s) |
|------------------|--------------|-----------|-------------|
| 1                | 21           | 2         | 10,5        |
| 2                | 20           | 2         | 10          |
| 3                | 23           | 2         | 11,5        |
| 4                | 20           | 2         | 10          |
| <b>Rata-Rata</b> |              |           | <b>10,5</b> |

- $$\text{Debit} = \frac{\text{Volume}}{\text{Waktu}} = \frac{21\text{L}}{2\text{s}}$$
$$=10,5 \text{ L/s}$$

- **Putaran Poros Turbin**

| Sudut Penyempitan | Putaran Poros (rpm) |            | Rpm rata-rata |            |
|-------------------|---------------------|------------|---------------|------------|
|                   | Naca 6515           | Sudu Lurus | Naca 6515     | Sudu Lurus |
| 15°               | 143,6               | 138,6      | 142,03        | 138,73     |
|                   | 144,3               | 138,5      |               |            |
|                   | 139,5               | 137,5      |               |            |
|                   | 140,7               | 140,3      |               |            |
| 25°               | 136,4               | 134,4      | 135,88        | 132,23     |
|                   | 133,2               | 130,2      |               |            |
|                   | 137,5               | 132,7      |               |            |

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
|     | 136,4 | 131,6 |        |        |
| 35° | 134,6 | 130,4 | 132,53 | 129,68 |
|     | 133,2 | 129,3 |        |        |
|     | 129,6 | 131,2 |        |        |
|     | 132,7 | 127,8 |        |        |

- **Pembebanan Torsi**

Pembebanan dilakukan hingga putaran poros hampir berhenti sekitar 40 rpm

| Sudut<br>Penyempitan | Pembebanan (Kg) |            | Pembebanan rata rata |            |
|----------------------|-----------------|------------|----------------------|------------|
|                      | NACA 6515       | Sudu Lurus | Naca 6515            | Sudu Lurus |
| 15°                  | 2,775           | 2,569      | 2,523                | 2,310      |
|                      | 2,893           | 2,216      |                      |            |
|                      | 2,110           | 2,060      |                      |            |
|                      | 2,313           | 2,395      |                      |            |
| 25°                  | 1,302           | 1,390      | 1,361                | 1,202      |
|                      | 1,311           | 1,206      |                      |            |
|                      | 1,475           | 1,179      |                      |            |
|                      | 1,358           | 1,034      |                      |            |
| 35°                  | 0,959           | 0,759      | 0,781                | 0,671      |
|                      | 0,847           | 0,732      |                      |            |
|                      | 0,617           | 0,508      |                      |            |
|                      | 0,702           | 0,687      |                      |            |

#### Lampiran 4. Perhitungan dan Hasil Penelitian

##### 1. Perhitungan Torsi Berdasarkan Sudut Penyempitan Aliran

Tabel Hasil Pembebanan Sudu Naca 6515

| No | Sudut Penyempitan Aliran | Beban (kg) |
|----|--------------------------|------------|
| 1  | 15°                      | 2,523      |
| 2  | 25°                      | 1,361      |
| 3  | 35°                      | 0,781      |

Tabel Gaya Beban Sudu Lurus

| No | Sudut Penyempitan Aliran | Beban (kg) |
|----|--------------------------|------------|
| 1  | 15°                      | 2,310      |
| 2  | 25°                      | 1,202      |
| 3  | 35°                      | 0,671      |

Rumus :

$$\text{Gaya poros } F = \Delta m \cdot g$$

$$\text{Torsi } \tau = F \cdot r$$

- Perhitungan torsi untuk sudu NACA 6515

- a. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran 15°

$$F = 2,523 \cdot 9,8$$

$$= 24,7 \text{ N}$$

$$\tau = 24,7 \cdot 0,15$$

$$= 3,70 \text{ N/m}$$

- b. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran 25°

$$F = 1,361 \cdot 9,8$$

$$= 13,33 \text{ N}$$

$$\tau = 13,33 \cdot 0,15$$

$$= 1,99 \text{ N/m}$$

c. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran  $35^\circ$

$$F = 0,781 \cdot 9,8$$

$$= 7,65 \text{ N}$$

$$\tau = 7,65 \cdot 0,15$$

$$= 1,14 \text{ N/m}$$

• Perhitungan torsi untuk sudu Lurus

a. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran  $15^\circ$

$$F = 2,310 \cdot 9,8$$

$$= 22,63 \text{ N}$$

$$\tau = 22,63 \cdot 0,15$$

$$= 3,39 \text{ N/m}$$

b. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran  $25^\circ$

$$F = 1,202 \cdot 9,8$$

$$= 11,77 \text{ N}$$

$$\tau = 11,77 \cdot 0,15$$

$$= 1,76 \text{ N/m}$$

c. Nilai torsi pada sudut penyempitan aliran  $35^\circ$

$$F = 0,761 \cdot 9,8$$

$$= 7,45 \text{ N}$$

$$\tau = 7,45 \cdot 0,15$$

$$= 1,11 \text{ N/m}$$



## 2. Perhitungan Daya Potensi Air

Rumus perhitungan daya potensi air sebagai berikut :

$$\text{Daya Potensi Air} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot Hv$$

Keterangan :

$P_{pt}$  = Daya potensi (Watt)

$\rho$  = Massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$Hv$  = Tinggi jatuh air (m)

$$\begin{aligned} \text{Daya Potensi Air} &= 997 \cdot 9,8 \cdot 10,5 \cdot 0,48 \\ &= 49,24 \text{ watt} \end{aligned}$$

## 3. Perhitungan Daya turbin berdasarkan Sudut Penyempitan Aliran

Tabel pengolahan Torsi (Nm) Sudu Naca 6515

| No | Sudut Penyempitan Aliran | Torsi (Nm) |
|----|--------------------------|------------|
| 1  | 15°                      | 3,70       |
| 2  | 25°                      | 1,99       |
| 3  | 35°                      | 1,14       |

Tabel Pengolahan Torsi (Nm) Sudu Lurus

| No | Sudut Penyempitan Aliran | Torsi (Nm) |
|----|--------------------------|------------|
| 1  | 15°                      | 3,39       |
| 2  | 25°                      | 1,76       |
| 3  | 35°                      | 1,11       |

Rumus perhitungan daya turbin sebagai berikut:

$$\text{Daya Turbin } Pt = 2\pi \cdot N \frac{T}{60}$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

T = Momen gaya (Nm)

N = Putaran turbin (Rpm)

• Perhitungan daya turbin untuk sudu NACA 6515

a. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 15°

$$\begin{aligned} Pt &= 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{3,70}{60} \\ &= 15,53 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 25°

$$\begin{aligned} Pt &= 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{1,99}{60} \\ &= 8,37 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 35°

$$\begin{aligned} Pt &= 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{1,14}{60} \\ &= 9,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

• Perhitungan daya turbin untuk sudu Lurus

a. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 15°

$$\begin{aligned} Pt &= 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{3,39}{60} \\ &= 14,33 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 25 °

$$Pt = 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{1,76}{60}$$
$$= 7,41 \text{ Watt}$$

c. Nilai daya turbin pada sudut penyempitan 35 °

$$Pt = 2\pi \cdot 40 \cdot \frac{1,11}{60}$$
$$= 4,14 \text{ Watt}$$

#### 4. Perhitungan Efisiensi turbin vortex

Efisiensi  $\eta = \frac{P_{eff}}{P_{hid}} \times 100\%$

• Perhitungan efisiensi turbin untuk sudu NACA 6515

a. Nilai efisiensi pada sudut penyempitan 15°

$$\eta = \frac{15,53}{49,24} \times 100\%$$
$$= 31,54 \%$$

b. Nilai efisiensi pada sudut penyempitan 25 °

$$\eta = \frac{8,37}{44,55} \times 100\%$$
$$= 17 \%$$

c. Nilai efisiensi pada sudut penyempitan 35 °

$$\eta = \frac{4,81}{39,86} \times 100\%$$
$$= 9,77 \%$$

• Perhitungan efisiensi turbin untuk sudu lurus

a. Nilai efisiensi pada sudut  $15^\circ$

$$\eta = \frac{14,33}{49,24} \times 100\%$$
$$= 29,10 \%$$

b. Nilai efisiensi pada sudut  $25^\circ$

$$\eta = \frac{7,41}{44,55} \times 100\%$$
$$= 15,05 \%$$

c. Nilai efisiensi pada sudut  $35^\circ$

$$\eta = \frac{4,14}{39,86} \times 100\%$$
$$= 8,41 \%$$

| Sudut<br>(°) | Debit<br>(l/s) | Daya<br>Air<br>(watt) | putaran turbin<br>(rpm) |               | Torsi (Nm)   |               | Daya Turbin<br>(watt) |               | Efisiensi (%) |               |
|--------------|----------------|-----------------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
|              |                |                       | Naca<br>6512            | Sudu<br>Lurus | Naca<br>6512 | Sudu<br>Lurus | Naca<br>6512          | Sudu<br>Lurus | Naca<br>6512  | Sudu<br>Lurus |
| 15           | 10,5           | 49,24                 | 142,03                  | 138,6         | 3,70         | 3,39          | 15,53                 | 14,33         | 31,54         | 29,10         |
| 25           | 10,5           | 49,24                 | 135,88                  | 132,23        | 1,99         | 1,76          | 8,37                  | 7,41          | 17,00         | 15,05         |
| 35           | 10,5           | 49,24                 | 132,53                  | 129,68        | 1,14         | 1,11          | 4,81                  | 4,14          | 9,77          | 8,41          |

## Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Proses pencocokan mal sudu naca dan pylox pada bagian permukaan



Sudu Naca sebelum di pylox permukaannya



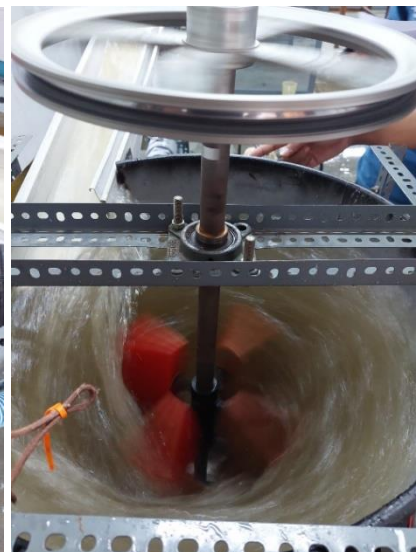
Sudu Naca setelah di pylox permukaannya



Pemasangan sudu naca 6512 dan sudu lurus pada poros turbin



Setting pompa air ke selang dan pipa aliran air



Pengujian aliran vortex



Proses pengambilan data debit air



Pemasangan poros turbin ke rumah turbin



Proses pengambilan data rpm dan pembebanan torsi





Proses pengujian dan pengambilan data