

Analisis Pengaruh Jumlah Baling-Baling terhadap Kinerja Kincir Air

Oleh:

Adam Raihan Hafi Hardiyanto(221020200028)

Dr. Eng. Rachmat Firdaus, S.T., M.T .

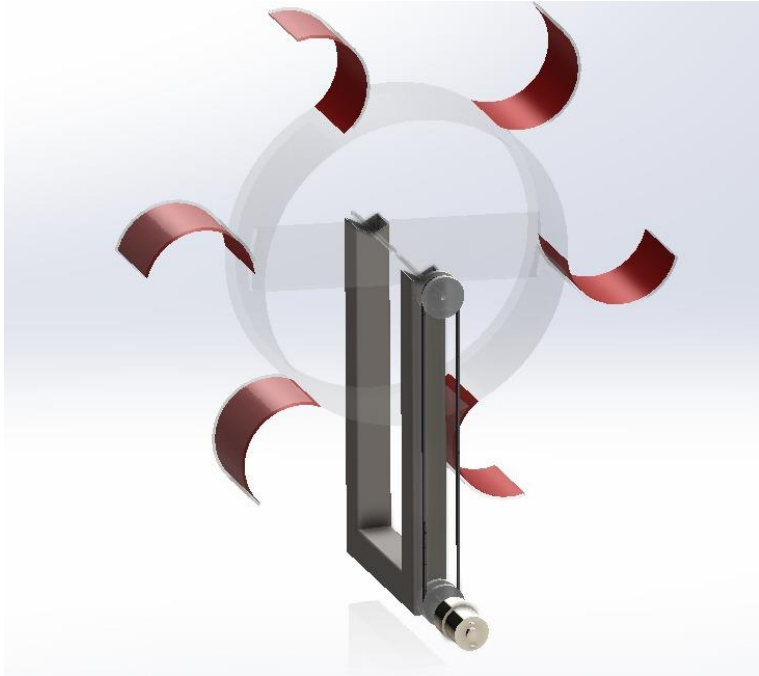
Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juni, 2026



Pendahuluan



Pada zaman modern ini hampir seluruh aktivitas sehari-hari bergantung pada energi listrik yang berasal dari jaringan PLN. Hal ini menjadi tantangan dalam penyediaan energi listrik yang efisien. Ketika air menabrak baling-baling maka gaya dorong dari air menyebabkan putaran yang menghasilkan energi kinetik yang disalurkan menjadi energi mekanik lalu konversi menjadi listrik. Jumlah baling-baling mempengaruhi kecepatan putaran dan efisiensi kincir air. Analisis diperlukan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah baling-baling terhadap kecepatan putaran kincir air yang efisien.

Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi jumlah baling-baling terhadap unjuk kerja kincir air?

Apakah penambahan jumlah baling-baling dapat meningkatkan performa, atau justru menurunkan performa?

Bagaimana perbandingan hasil pengujian kecepatan putar pada setiap variasi jumlah baling-baling menggunakan metode simulasi dan pengujian langsung?

Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh variasi jumlah baling-baling terhadap unjuk kerja kincir air.

1

2

Mengetahui apakah penambahan baling-baling dapat meningkatkan performa atau justru dapat menurunkan performa.

Mengetahui hasil pengujian kecepatan putar pada setiap variasi jumlah baling-baling menggunakan metode simulasi dan pengujian langsung.

3

Diagram Alir Penelitian

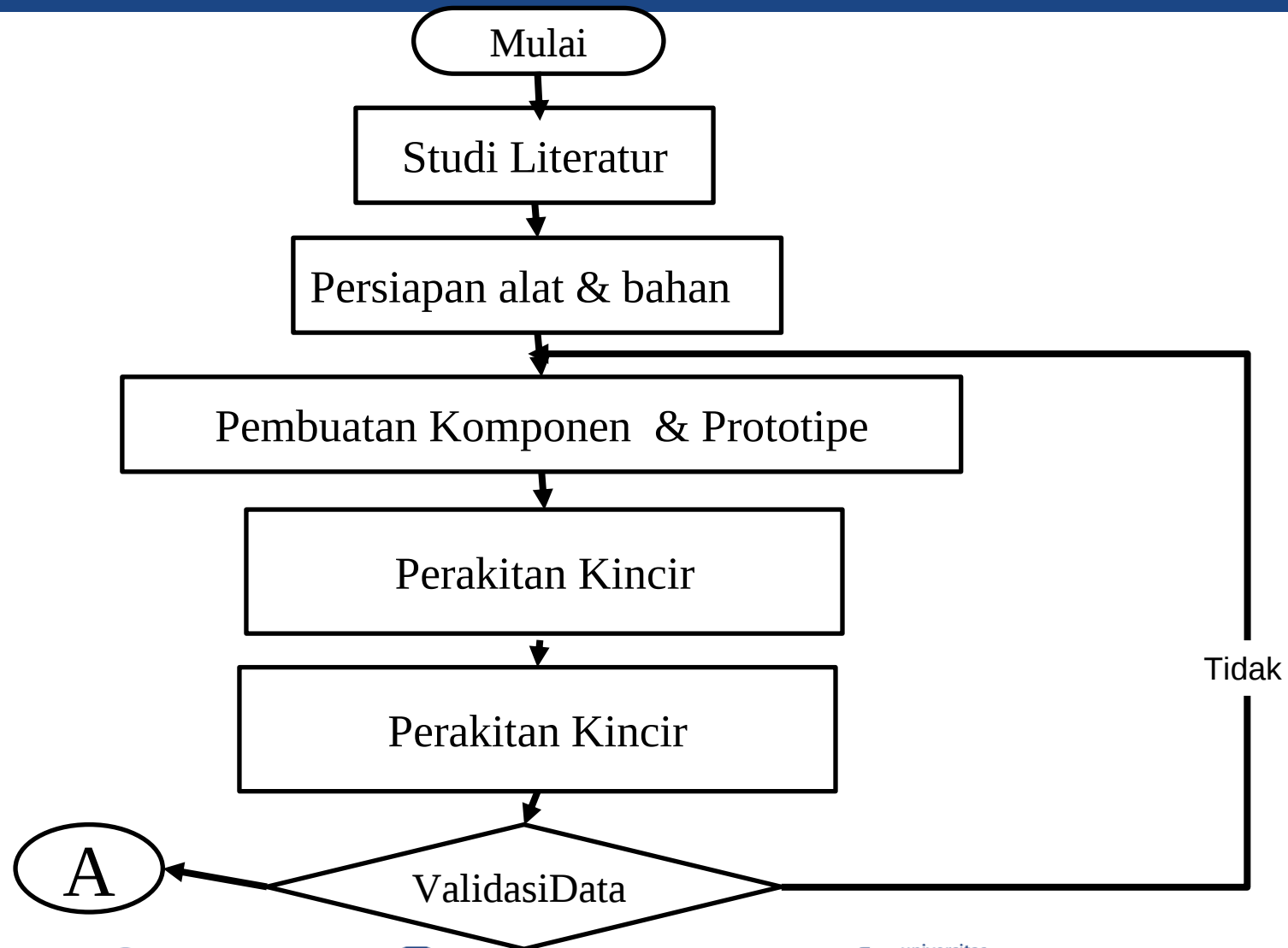
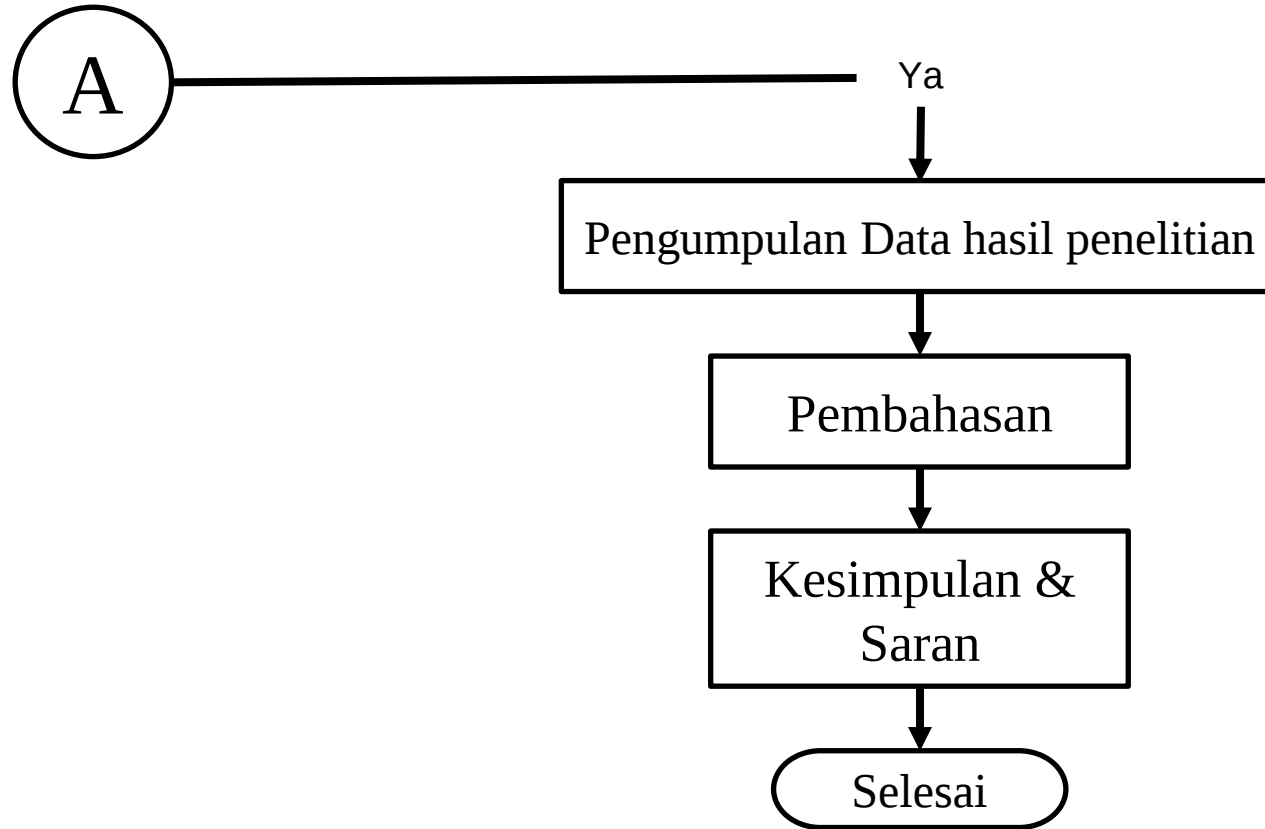
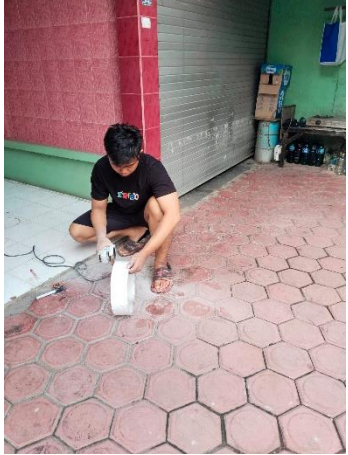


Diagram Alir Penelitian



Metodologi Penelitian



Proses pemotongan pipa utama



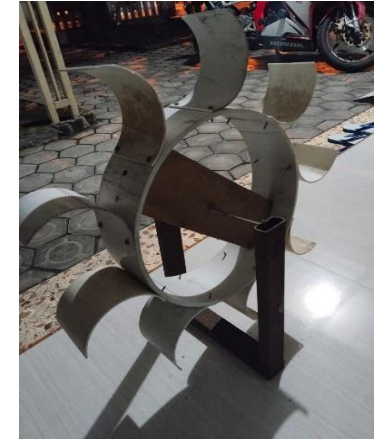
Pemotongan paralon untuk baling - baling



Perakitan Baling - Baling



Perakitan Poros ke Piringan



Pemasangan Kincir pada Rangka

Pengujian Awal



Pengujian awal secara visual, apakah baling-baling berputar seimbang.



Pengujian kincir air aliran air untuk mengetahui kinerja kincir ketika menerima gaya dorong dari aliran air secara langsung. Kincir air dipasang pada rangka lalu diberi aliran air, amati posisi kincir dan pemerataan aliran air pada setiap baling-baling. Jika ada baling-baling yang tidak terkena aliran secara optimal, torsi akan berkurang dan putaran menjadi tidak stabil yang akan menyebabkan performa tidak maksimal.

Rumus Pengujian Kincir Air

Rumus Aliran Air

- Kecepatan Aliran

$$v = \frac{l}{t}$$

di mana:

v = Kecepatan aliran irigasi (m/s)

l = jarak tempuh pelampung (m)

t = waktu tempuh pelampung (s)

- Debit

$$Q = V \cdot t$$

Keterangan:

(Q) = debit (m³/s)

(A) = luas penampang aliran air (m²)

(v) = kecepatan aliran air (m/s)

Rumus Pengujian Kincir Air

Reaksi Kincir Air Terhadap Aliran Air

- Daya air (Ph)

$$Ph = (\rho) \cdot (Q) \cdot (v^2)$$

Keterangan:

Ph = Daya air (Watt)

ρ = Densitas air (1000 kg/m³)

Q = Debit (m³/s)

v = kecepatan air (m/s)

- Torsi

$$T = \rho \times Q \times v \times r$$

Keterangan :

T = torsi kincir (Nm)

r = jari-jari kincir (m)

F = gaya fluida yang mengenai sudut

Kecepatan Putaran Kincir (RPM)

- Kecepatan Angular/Sudut (ω)

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

Keterangan :

ω : kecepatan angular (rad/s)

n : putaran (Rpm)

π : konstanta Lingkaran (3,14)

- Daya mekanis roda air ($Pout$)

$$Pout = \tau \cdot \omega$$

Keterangan :

$Pout$ = daya mekanis roda air (Watt)

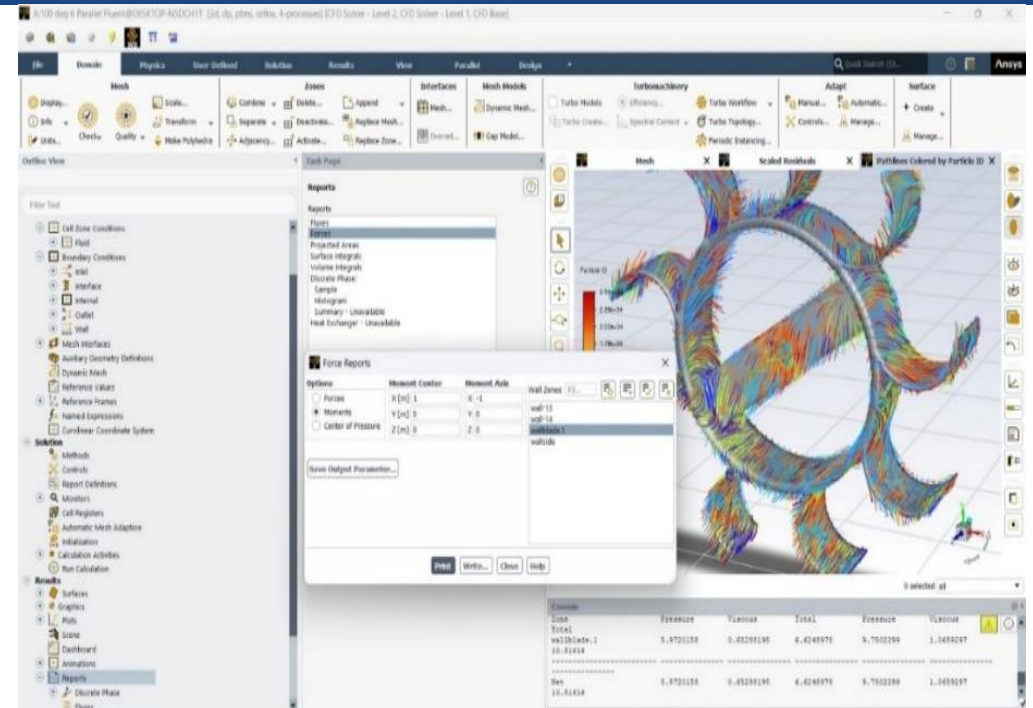
τ = torsi (Nm)

ω = kecepatan angular(rad/s)

Hasil dan Pembahasan



Pengujian Aktual dengan menggunakan tachometer digital



Pengujian Menggunakan Simulasi Ansys Fluent

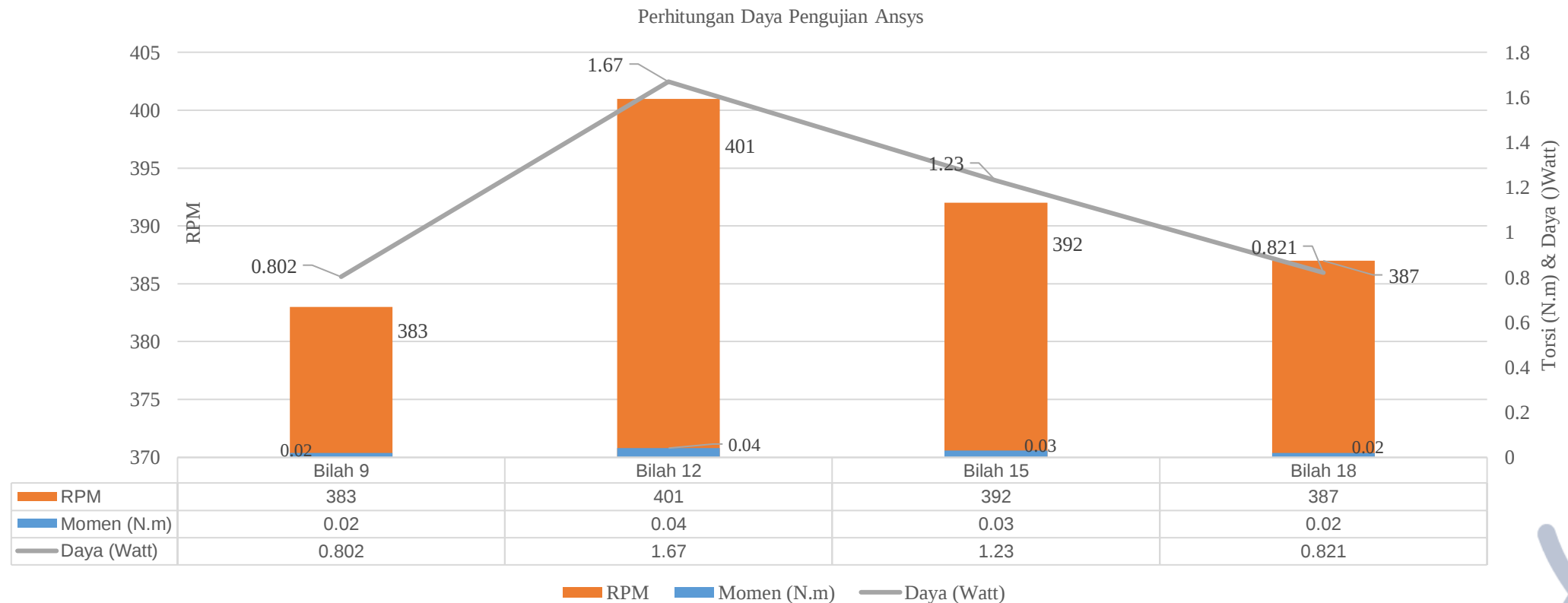
Hasil dan Pembahasan

- Tabel Hasil Pengujian dengan Ansys Fluent

No	Jumlah Bilah	Sudut Bilah	Debit	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
1.	9	120°	0,000404 m ³ /s	383	12 V	90 mA	0,802 watt
2.	12	120°	0,000404 m ³ /s	401	12 V	130 mA	1,67 watt
3.	15	120°	0,000404 m ³ /s	392	12 V	110 mA	1,23 watt
4.	18	120°	0,000404 m ³ /s	387	12 V	100 mA	0,821 watt

Hasil Analisis Percobaan

- Grafik Daya Pengujian Ansys Fluent



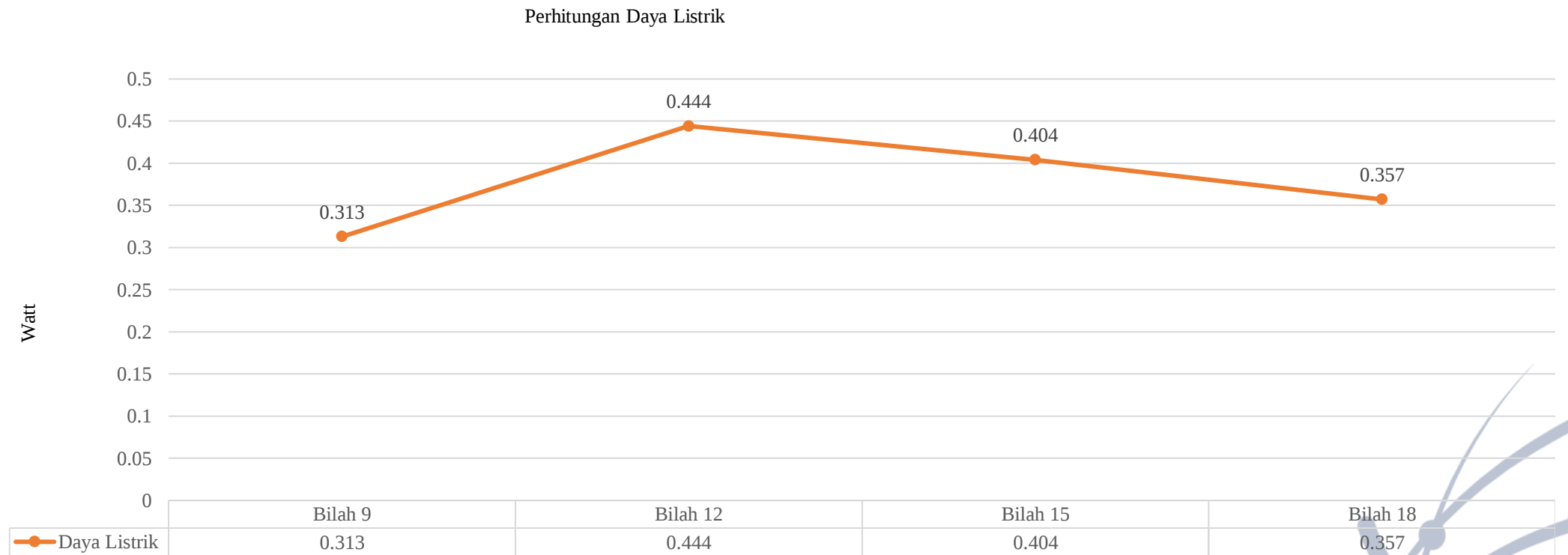
Hasil dan Pembahasan

- Pengujian Aktual

No	Jumlah Bilah	Sudut Bilah (°)	Debit (m ³ /s)	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (Watt)
1.	9	120°	0,000404 m ³ /s	319	3,92 V	80 mA	0,313 watt
2.	12	120°	0,000404 m ³ /s	367	4,04V	110 mA	0,444 watt
3.	15	120°	0,000404 m ³ /s	344	4.00 V	100 mA	0,404 watt
4.	18	120°	0,000404 m ³ /s	341	3,97 V	90 mA	0,357 watt

Hasil Analisis Percobaan

- Grafik Daya Pengujian Aktual



Hasil dan Pembahasan

- Validasi Hasil Simulasi *Ansys* terhadap Data Aktual

No	Jumlah Bilah	Daya Ansys (Watt)	Daya Aktual (Watt)	Selisih (W)	Error (%)
1	9	0,802	0,313	0,48	15
2	12	1,67	0,444	1,22	27
3	15	1,23	0,404	0,81	20
4	18	0,821	0,357	0,46	13

Kesimpulan

Hasil pengujian dan analisis kinerja kincir air, jumlah baling-baling memiliki pengaruh signifikan terhadap kecepatan putar, efisiensi, dan performa sistem secara keseluruhan. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *Ansys Fluent* dan pengujian aktual pada turbin air dengan variasi jumlah bilah 9, 12, 15, dan 18 bilah, diperoleh bahwa jumlah bilah berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan turbin. Hasil simulasi menunjukkan daya tertinggi diperoleh pada variasi 12 bilah sebesar 1,67 W, sedangkan hasil pengujian aktual menunjukkan daya tertinggi diperoleh pada variasi 12 bilah sebesar 0,444 W. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh kondisi simulasi menggunakan *ansys* yang menggunakan daya langsung dari kincir, sedangkan pada pengujian actual daya yang di hitung dari generator. Selain itu, faktor gesekan, turbulensi, kerugian mekanis, dan efisiensi sistem pada kondisi nyata juga mempengaruhi hasil pengujian. Pada pengujian ini, penambahan jumlah baling-baling dari 9 ke 12 terbukti meningkatkan performa, ditunjukkan oleh kenaikan debit, RPM, momen, arus, dan daya. Namun, secara teoritis penambahan baling-baling yang berlebihan juga dapat menurunkan performa apabila menyebabkan hambatan aliran atau beban putar terlalu besar.

