PERANCANGAN VARIASI MATERIAL SUDU PADA TURBIN ANGIN HORISONTAL

Muhammad Irfansyah dan Muhammad Firman
Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan
E-mail : irfanuniska@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi material yang digunakan pada sudu turbin angin horisontal. Material sudu sangat perpengaruh terhadap unjuk kerja turbin angin horisontal. Material sudu yang digunakan terdiri dari bahan kayu meranti, fiberglass, dan pipa PVC. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kegiatan perancangan, pembuatan, dan pengujian sudu turbin. Bahan pembuatan sudu digunakan 3 buah material kayu meranti, fiberglass, dan pipa PVC, dengan ukuran 1300x160x40 mm, dengan jumlah sudu 2 dan 3 buah. Rancangan menggunakan sudut bagian ujung sudu 2°. Variasi kecepatan angin yang digunakan 2, 3, 4, 5, 6 m/s. Alat ukur yang digunakan adalah anemometer dan tachometer digital. Hasil penelitian untuk unjuk kerja putaran poros turbin tertinggi terdapat pada sudu kayu pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 181 rpm, dan pada kecepatan angin 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 390 rpm. Sedangkan unjuk kerja terendah terdapat pada sudu PVC pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 97 rpm, dan pada kecepatan angin 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 251 rpm. Unjuk kerja secara teoritis masih diatas putaran poros turbin yang diperoleh, hal ini dikerenakan oleh pengaruh dari material dan konstruksi sudu tersebut.

Kata kunci : Material, sudu, Turbin Angin, Horisontal.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi yang banyak digunakan saat ini. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan telah mendorong penggunaan tenaga listrik pada semua aspek kehidupan manusia, baik untuk keperluan industri, rumah tangga maupun perkantoran. Selama ini sumber energi listrik banyak didapatkan dari hasil konversi energi fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas. Jumlah energi fosil ini makin lama semakin berkurang dan kecenderungan harganya akan terus naik, sehingga perlu dicarikan sumber energi alternatif untuk membangkitkan energi listrik. Sumber energi terbarukan, seperti tenaga angin, tenaga surya, tenaga ombak, mikrohidro dan biomassa merupakan sumber energi alternatif untuk pembangkit listrik di masa depan.

Energi angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang banyak digunakan secara luas dalam aplikasi skala kecil dan menjanjikan untuk

pengembangan dan penelitian dalam skala besar, sebagai peralatan turbin angin yang dibuat dengan harga yang murah. Pembangkit listrik tenaga angin bekerja dengan cara merubah secara langsung energi angin menjadi listrik. Efek positif dari pembangkit listrik tenaga angin adalah bebas dari polusi lingkungan.

Telah banyak riset yang dilakukan untuk meningkatkan performansi pembangkit listrik tenaga angin. Tulus Setiawan dan Teng Sutrisno (2015), meneliti tentang studi numerik karakteristik axial turbin akibat penambahan tip blade. Idzani Muttaqin dan Budi Hartadi (2015) meneliti tentang perbandingan turbin angin untuk pembangkit listrik dengan kapasitas 450W.

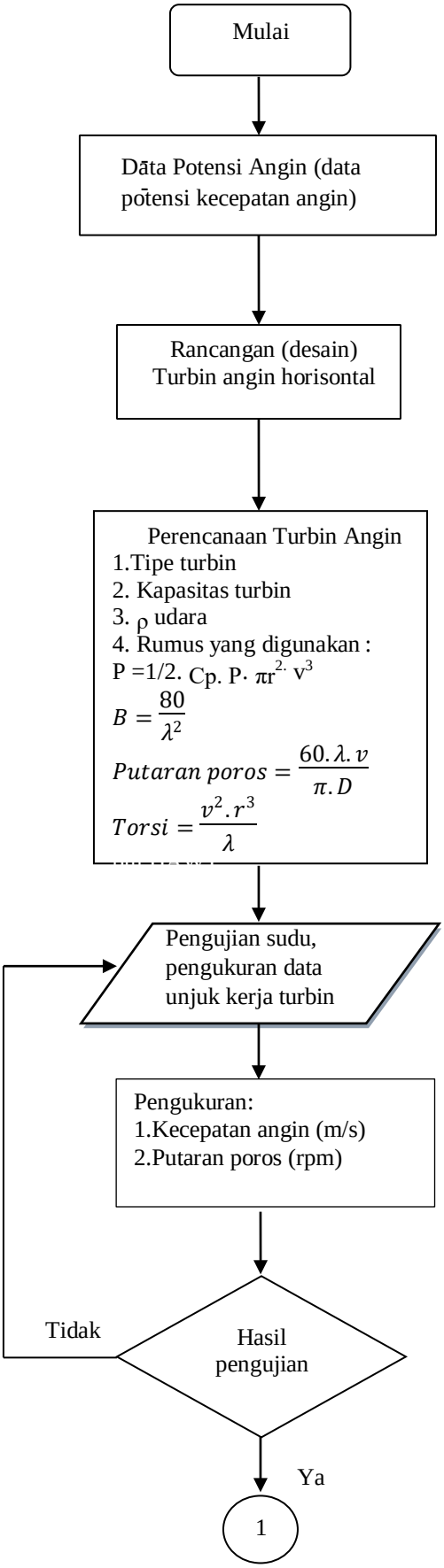
Berdasarkan latar belakang diatas, dipandang perlu untuk meneliti perancangan variasi material sudu turbin angin horisontal. Sehingga pemanfatan turbin angin dapat digunakan secara optimal pada daerah dengan kecepatan angin yang relativ rendah.

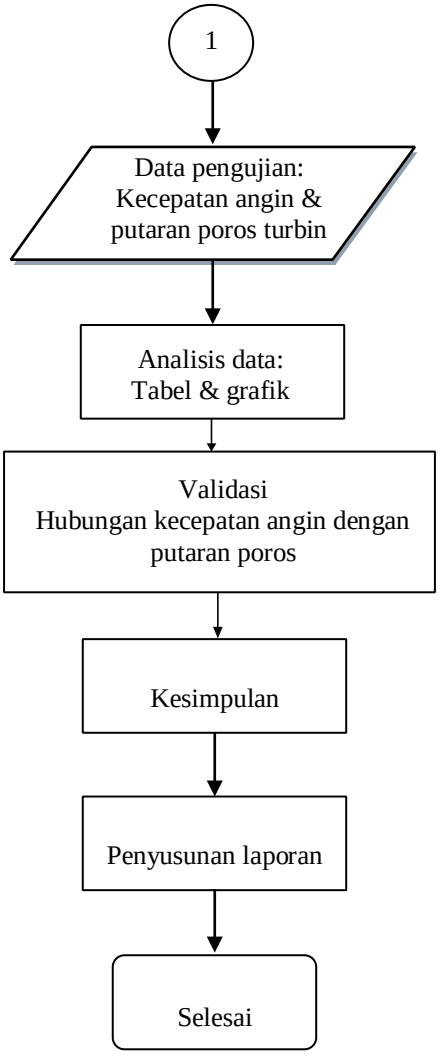
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendukung Rencana Induk Penelitian (RIP) Universital Islam Kalimantan (Uniska) periode 2016-2020. Penelitian ini juga sejalan dengan 5 bidang Riset Unggulan Universitas Islam Kalimantan (Uniska), yaitu bidang energi (diversifikasi dan konservasi energi).

Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah : Melakukan perancangan, pengujian pada variasi material sudu pada turbin angin horisontal. Dan membandingkan hasil pengujian lapangan, denga membandingkan performa turbin angin horisontal.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kegiatan perancangan, pembuatan, dan pengujian variasi material sudu turbin. Bahan pembuatan sudu digunakan 3 buah material kayu meranti, fiberglass, dan pipa PVC, dengan ukuran 1300x160x40 mm. Rancangan menggunakan sudut bagian ujung 2°. Variasi kecepatan angin sebesar 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4 . 5 m/s. Alat ukur yang digunakan adalah anemometer dan tachometer digital. Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap, yaitu: (1). perancangan, (2). pengujian alat, (3) analisis data, (4) kesimpulan hasil penelitian.


Mulai
Dāta Potensi Angin (data potensi kecepatan angin)
Rancangan (desain) Turbin angin horisontal
Perencanaan Turbin Angin
1.Tipe turbin
2. Kapasitas turbin
3. ρ udara
4. Rumus yang digunakan :
P =1/2. Cp. P· πr2. v3
$B = \frac{80}{\lambda^2}$
$Putaran\ poros = \frac{60.\lambda.v}{\pi.D}$
$Torsi = \frac{v^2.r^3}{\lambda}$
Pengujian sudu, pengukuran data unjuk kerja turbin
Pengukuran:
1.Kecepatan angin (m/s)
2.Putaran poros (rpm)
Tidak
Hasil pengujian
Ya
1



Gambar 1. Diagram Alir

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Daya turbin : 300 Watt

Tipe : Horisontal

Jumlah sudu (B) : 3 buah

Material sudu : Kayu, Fiberglass, dan PVC

Kecepatan angina desain (V) : 10 m/s

Kecepatan angin actual (V) : 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 m/s

Koefisien daya (Cp) : 0,59

Massa jenis udara kering (**ρ**) **:** 1,165 kg/m3

Jari-jari Sudu (r) :

$P=0,5.Cp.\ \rho.v^3\ .\pi.r2$

$r^2 = P / 0,5.Cp.\ \rho.v^3.\pi$

$r = \sqrt{(P / 0,5.Cp.\ \rho.v^3.\pi)}$

$r = \sqrt{(300 / 0,5.0,59.\ 1,165.10^3.3,14)}$

r = 0,53 m

Rasio Perbandingan Kecepatan (λ) :

λ ^2 = 80/ B

λ^2 = 80/ 3

$\lambda = \sqrt{80/ 3}$

λ = 5,16

Putaran Poros (SS) :

- SS1 = (60.λ.v1) / (π.D)
  = (60 . 5,16 . 2) / (3,14 . 1,05)
  = 187,8 rpm
- SS2 = (60.λ.v2) / (π.D)
  = (60 . 5,16 . 2,5) / (3,14 . 1,05)
  = 234,7 rpm
- SS3 = (60.λ.v3) / (π.D)
  = (60 . 5,16 . 3) / (3,14 . 1,05)
  = 281,7 rpm
- SS4 = (60.λ.v4) / (π.D)
  = (60 . 5,16 . 3,5) / (3,14 . 1,05)

= 328,6 rpm

- SS5 = (60.λ.v5) / (π.D)

  = (60 . 5,16 . 4) / (3,14 . 1,05)

  = 375,6 rpm

- SS6 = (60.λ.v6) / (π.D)

  = (60 . 5,16 . 4,5) / (3,14 . 1,05)

  = 422,5 rpm

Torsi (T) :

T1 = $(v1^2 . r^3) / \lambda$

= $(2^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,115 N.m

T2 = $(v2^2 . r^3) / \lambda$

= $(2,5^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,180 N.m

T3 = $(v3^2 . r^3) / \lambda$

= $(3^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,259 N.m

T4 = $(v4^2 . r^3) / \lambda$

= $(3,5^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,353 N.m

T5 = $(v5^2 . r^3) / \lambda$

= $(4^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,462 N.m

T6 = $(v6^2 . r^3) / \lambda$

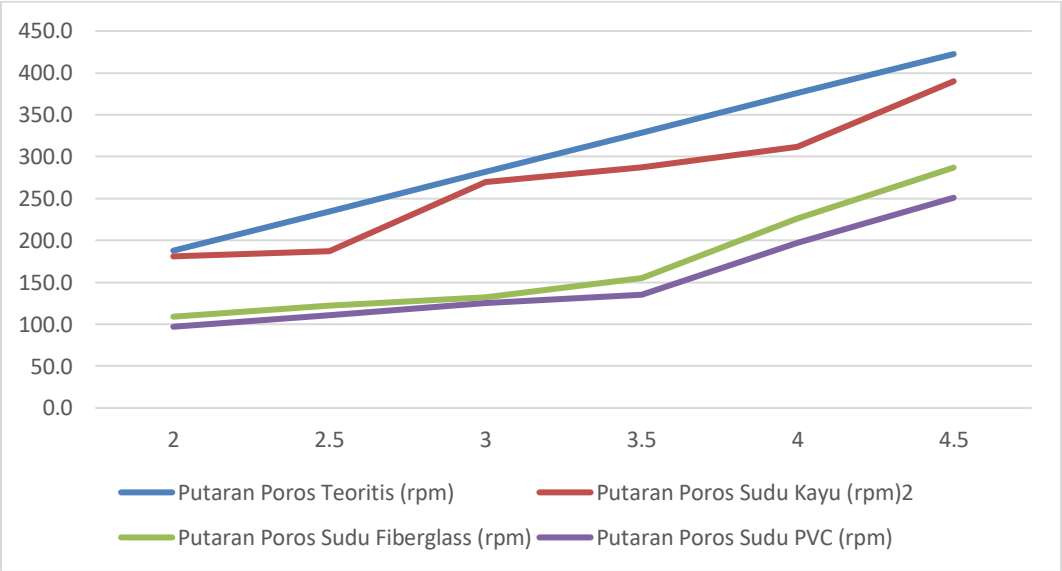
= $(4,5^2 . 0,53^3) / 5,16$

= 0,584 N.m

Tabel 4.1. Data Pengujian Turbin Horisontal 3 Sudu Variasi Material Sudu

Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Poros Teoritis (rpm)	Putaran Poros Sudu Kayu (rpm)	Putaran Poros Sudu Fiberglass (rpm)	Putaran Poros Sudu PVC (rpm)
2,0	187,8	181	109	97
2,5	234,7	187	122	111
3,0	281,7	270	132	125
3,5	328,6	287	155	135
4,0	375,6	312	226	197
4,5	422,5	390	287	251

Grafik 4.1. Hubungan Kecepatan Angin Dengan Putaran Poros Turbin



Berdasarkan grafik 4.1. Hubungan kecepatan angin dengan putaran poros turbin, unjuk kerja putaran poros turbin tertinggi terdapat pada sudu kayu pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 181 rpm, dan pada kecepatan angina 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 390 rpm.

Sedangkan unjuk kerja terendah terdapat pada sudu PVC pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 97 rpm, dan pada kecepatan angin 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 251 rpm.

Unjuk kerja secara teoritis masih diatas putaran poros turbin yang diperoleh, hal ini dikerenakan oleh pengaruh dari material dan konstruksi sudu tersebut.

KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bab IV, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Unjuk kerja putaran poros turbin tertinggi terdapat pada sudu kayu pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 181 rpm, dan pada kecepatan angin 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 390 rpm.
- Sedangkan unjuk kerja terendah terdapat pada sudu PVC pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan putaran 97 rpm, dan pada kecepatan angin 4,5 m/s menghasilkan putaran poros 251 rpm.
- Unjuk kerja secara teoritis masih diatas putaran poros turbin yang diperoleh, hal ini dikerenakan oleh pengaruh dari material dan konstruksi sudu tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

----------, 2015, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin 10, Universitas Kristen Petra Surabaya, BKSTM Indonesia.

Abdul Kadir, 2014, Energi, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta.

Archie W. Culp, 2003, Prinsip-prinsip Konversi Energi, Erlangga, Jakarta.

Francis M. Vanek, 2008, Energy System Engineering : Evaluation & Implementation, Mc Graw Hill, USA.

Gerry Van Klinken, 2001, Energi Dalam Masyarakat Modern, Satya Wacana, Semarang.

Hugh Piggott,1997, Wind power Workshop, Certer for Alternative Publications, British Wind Energy Association, England.

Jurnal Al Ulum, Volume 50 Nomor 4, Oktober 2011, ISSN 1411-1403, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin.

Jurnal Teknologi Dirgantara, Volume 6 No. 2 Desember 2008, ISSN 1412-8063, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta.