ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN KINETIK TIPE POROS VERTIKAL

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Pada Program Studi Teknik Mesin

OLEH :

BAMBANG KRISTANTO
NPM : 12.1.03.01.0020

FAKULTAS TEKNIK (FT)

UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA

UN PGRI KEDIRI

2016

Skripsi oleh:

BAMBANG KRISTANTO
NPM: 12.1.03.01.0020

Judul:

ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA TUBIN KINETIK TIPE POROS VERTIKAL

Telah Diajukan Kepada
Panitia Ujian / Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin

Tanggal : 01 Agustus 2016

Pembimbing I	Pembimbing II
Irwan Setyowidodo., M.Si	Dr. Suryo Widodo, M. Pd
NIDN : 701098404	NIDN : 0002026403

iii

Skripsi oleh:

BAMBANG KRISTANTO
NPM: 12.1.03.01.0020

Judul:

ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA TUBIN KINETIK TIPE POROS VERTIKAL

Telah Dipertahankan di depan Panitia/ Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada Tanggal : 05 Agustus 2016

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. **Ketua** : Irwan Setyowidodo, S. Pd. M. Si. _____
2. **Penguji I** : Fatkur Rhohman, M. Pd. _____
3. **Penguji II** : Dr. Suryo Widodo. M. Pd. _____

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

UNIVERSITAS NUSANTARA FAKULTAS TEKNIK PGRI KEDIRI

Dr. Suryo Widodo, M. Pd.
NIP : 19640202199103002

iv

ANALISA PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN KINETIK TIPE POROS VERTIKAL

BAMBANG KRISTANTO
NPM : 12.1.03.01.0020
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Bambangkristanto26@gmail.com
Irwan Setyowidodo[1], Suryo Widodo[2]
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi dari ketersediaan energi fosil yang semakin langka dan keadaan energi alternatif yang pemanfaatannya belum maksimal dan disertai dari kinerja sebuah turbin air jenis turbin kinetik poros vertikal sebagai pembangkit listrik. Penggunaan turbin air sebagai pembangkit tenaga listrik menjadi sebuah solusi menghadapi terjadinya krisis energi fosil pada PLTD dan PLTU. Prinsip kerja turbin air adalah mengubah energi air menjadi energi listrik. Penelitian turbin untuk meningkatkan kinerja turbin kinetik terus dilakukan baik penelitian tentang bentuk sudu, sudut sudu, dimensi sudu dengan tujuan untuk mendapatkan kinerja turbin yang optimal, sehingga energi air dapat diubah menjadi energi listrik oleh generator secara maksimal.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jumlah sudu pada turbin kinetik tipe poros vertikal. Sudu turbin dalam penelitian yang dijadikan faktor dalam penelitian adalah jumlah sudu 3, 5 dan 7, serta di kombinasikan dengan debit aliran 17 km^3/jam, 20 km^3/jam; dan 30 km^3/jam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin kinetik tipe poros vertikal. Metode penelitian ini adalah dengan menggunakan metode full faktorial yang menggunakan jumlah faktor yang diuji lebih dari satu, sehingga dengan metode faktorial ini akan terjadi interaksi antara faktor. Dengan metode ini faktor dan level akan terjadi interaksi yang akan mempengaruhi perubahan nilai respon yaitu daya turbin.

Berdasarkan pembahasan dan analisa diperoleh hasil bahwa (1) Jumlah sudu mempengaruhi kinerja dari turbin kinetik dimana jumlah sudu 3 memiliki daya sebesar 0,177 watt, sudu 7 memiliki kinerja lebih tinggi dari jumlah sudu 3 dan 5 terutama pada debit aliran 30 m^3/jam daya yang dihasilkan sebesar 0,227 watt (2) efisiensi tertinggi terjadi pada sudu 5 yaitu sebesar 10,14% pada debit 17 m^3/jam . (3). Daya bertambah pada jumlah sudu 3 sebesar 6,92 watt ke sudu 5 sebesar 10,14 watt yang merupakan daya maksimum, kemudian daya turun pada sudu 7 sebesar 8,62 watt dengan debit aliran17 m^3/jam. Jadi fenomena turunnya sebuah daya terjadi akibat kurangya efektifitas turbin menerima daya air dan sebagian aliran air yang tidak dapat diterima cenderung menjadi faktor kerugian yang menyebabkan beban pada turbin saat sudu yang lain melakukan gerak balik.

Kata kunci *: Turbin air, Jumlah sudu, Daya turbin*

I. LATAR BELAKANG

Energi secara umum diartikan sebagai tenaga, kekuatan atau daya yang dapat menggerakkan atau melakukan suatu kerja. Energi berasal dari bahasa yunani dari kata *"ergon"* yang artinya "kerja". Energi listrik merupakan salah satu energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan menguasai hajat hidup orang banyak dan merupakan cabang produksi penting bagi negara maka dari itu energi listrik di indonesia dikelola oleh negara melalui BUMN PT PLN.

Cadangan minyak bumi pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan atau produksi pada tahun tersebut sedangkan gas akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batu bara 147 tahun (Herlambang, 2013). Sementara itu Kementrian ESDM, (2013) menerangkan keadaan energi lternatif di Indonesia yang dapat mendukung keberadaan energi fosil yang semakin terus berkurang sedangkan keberadaan energi alternatif tersebut belum termanfaatkan secara maksimal. Salah satu energi alternatif terbesar energi air dimana potensial energi alternatif ini sebesar 75.000 MW. Namun sampai saat ini potensi dari energi tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal, sekitar 7.573 MW kapasitas pemasaangan saat ini dengan rasio 10,1% yang baru termanfaatkan.

Pemanfaatan air sebagai pembangkit terus dikembangkan baik skala besar maupun skala sedang dan kecil. Pada pembangkit skala kecil sumber energi air dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin yang memanfaatkan energi dari sebuah aliran air. Turbin kinetik adalah salah satu jenis turbin pembangkit yang memanfaatkan aliran sungai, yang memanfaatkan energi yang tersimpan pada air yang mengalir. Air yang menyimpan energi potensial dan mekanik akan dirubah menjadi energi mekanis oleh turbin.

Pengembangan turbin dalam penelitian-penelitian dengan upaya untuk meningkatkan kinerja turbin terus dilakukan. Menurut kinerjanya turbin di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: kecepatan aliran, sudut sudu, sudu pengarah, dimensi sudu dan jumlah sudu. Jumlah sudu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja turbin, dengan menambah jumlah sudu diasumsikan akan menambah gaya tangensial walaupun akan mengurangi gaya tangensial setiap sudu namun resultan gaya dari total sudu akan lebih besar, sehingga daya dan efisiensi kerja akan meningkat.

Berdasarkan pemaparan tersebut akan dilakukan penelitian pada turbin

kinetik tipe poros vertikal. Difokuskan pada pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin kinetik.

II. METODE

Metode penelitian ini adalah dengan menggunakan metode full faktorial yang menggunakan jumlah faktor yang diuji lebih dari satu, sehingga dengan metode faktorial ini akan terjadi interaksi antara faktor. Dengan metode ini faktor dan level akan terjadi interaksi yang akan mempengaruhi perubahan nilai respon yaitu daya dan efisiensi turbin.

Dalam penelitian ini mengunakan *prototype* dari turbin kinetik poros vertikal yang terdiri dari beberapa turbin yang di variasikan oleh beberapa jumlah sudu, diantaranya turbin dengan jumlah 3, 5 dan 6 sudu serta akan di hadapkan dengan debit aliran yang berbeda yaitu debit aliran sebesar 17 m^3/jam, 20 m^3/jam dan 30 m^3/jam.

Dengan metode faktorial akan didapatkan kombiansi antara jumlah sudu dan debit aliran, dari setting faktor tersebut didapat 9 kombinasi setiap kombinasi akan di ambil 3 kali pengambilan data. Data yang diambil dari penelitian adalah tegangan (V) dan kuat arus (I) yang dihasilkan setiap kombinasi faktor, dari data ini akan dilakukan penghitungan untuk mendapatkan respon penelitian yaitu nilai daya dan efisiensi turbin.

Hasil dari masing-masing respon dari setiap kombinasi tersebut akan di tabelkan dan di grafikkan dan kemudian akan ditarik sebuah kesimpulan

III. HASIL DAN KESIMPULAN

Pelaksanaan eksperimen yang dilakukan pada sebuah *prototype* turbin jenis turbin kinetik dengan menganalisa pengaruh jumlah sudu dan debit aliran. Data hasil eksperimen yang diambil dalam penelitian ini adalah kuat arus dan tegangan yang kemudian akan dihitung untuk menentukan besaran daya yang dikeluarkan oleh generator turbin dan efisiensi turbin.

Rincian tentang kuat arus, tegangan, dan daya dari kinerja turbin kietik dapat dilihat pada lampiran. Hasil eksperimen secara keseluruhan ditunjukan pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Data Hasil Eksperimen

Run	parameter penelitian		Tegangan (V)			Rata-rata (V)	Kuat arus (mA)			Rata-rata Kuat arus (I) (mA)
	Sudu	Q (m^3/jam)	Data ke				Data ke			
			1	2	3		1	2	3	
1	3	17	0,521	0,872	1,892	1,095	94,3	118,4	120,6	111,100
2	3	20	0,875	0,956	1,992	1,274	98,8	111,6	123,7	111,366
3	3	30	0,764	1,865	0,926	1,314	125,1	134,5	146,2	135,266
4	5	17	1,072	1,129	1,157	1,119	156,2	159,5	164,2	159,966
5	5	20	1,23	1,304	1,322	1,285	172,2	171,9	174,2	172,766
6	5	30	1,29	1,359	1,405	1,351	177,4	183,7	184,9	182,000
7	7	17	1,226	1,364	1,159	1,249	122,2	121,5	122,5	122,066
8	7	20	0,976	1,474	1,989	1,479	129,3	130,7	142,3	134,100
9	7	30	0,954	1,881	1,036	1,458	146,5	158,4	162,5	155,800

Hasil data tersebut akan dilakukan penghitungan untuk mendapatkan respon dalam penelitian yaitu daya dan efisiensi kerja.

Contoh perhitungan daya pada kombinasi faktor/Run pertama dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

P = V. I

= 1,095 (V) . 111.100(mA)

= 1,095 (V) . 0,111 (A)

= 0,122 watt

Contoh perhitungan efisiensi pada kombinasi faktor/Run pertama dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_t}{\text{Pa} = \frac{1}{2}.\rho.Q.v} x\ 100\ \%$$

$$= \frac{0.122}{\frac{1}{2}.1000\ .0{,}0047\ .\ 0{,}75} x100\ \%$$

= 6,92 %

Sesuai dengan perhitungan yang dilakukan nilai daya dan efisieansi yang diperoleh masing-masing respon yang diamati disetiap kombinasi faktor ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut :

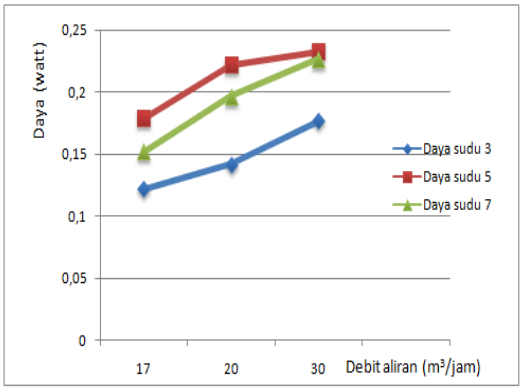
Tabel 3.2 variabel respon untuk nilai daya dan efisiensi turbin

Setting kombinasi faktor ke	tegangan (V)	kuat arus (A)	Daya turbin (watt) V. I	Efisiensi (%) $\eta = \frac{P_t}{Pa}$ x 100 %
1	1,095	0,111	0,122	6,92
2	1,274	0,111	0,142	3,5
3	1,315	0,135	0,177	0,6
4	1,12	0,159	0,179	10,14
5	1,285	0,172	0,222	5,47
6	1,285	0,182	0,233	0,79
7	1,25	0,103	0,152	8,62
8	1,479	0,134	0,197	4,85
9	1,458	0,155	0,227	0,77

Dari tabel 3.2 dapat digambarkan melalui grafik pada gambar 3.1 perbedaan daya yang dihasilkan oleh setiap turbin pada debit tertentu adalah sebagai berikut :

a. Debit Dan Efisiensi (Q – η)

Perubahan daya dari pengaruh jumlah sudu dan debit aliran dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Pengaruh Jumlah Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Daya Turbin

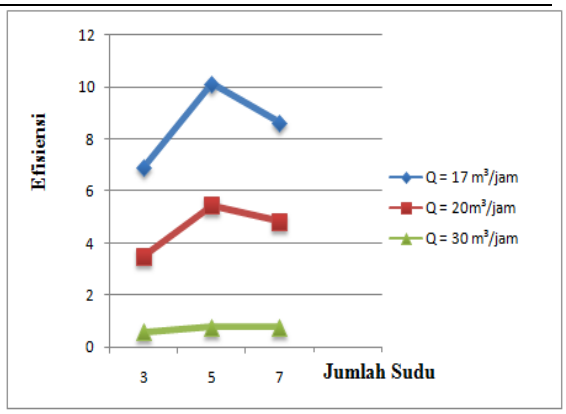
Pada gambar 4.1 ditunjukkan bahwa pada setiap sudu dan debit aliran berpengaruh terhadap daya sebuah turbin. Kinerja turbin pada jumlah sudu 3, 5 dan 7 serta turbin bekerja setiap debit 17 m^3/jam, 20 m^3/jam, 30 m^3/jam disetiap jumlah sudu. Seperti pada

gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwasanya pada debit aliran yang sama sedang jumlah sudu yang berbeda daya yang dihasil daya akan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya debit air.

Pada sudu 3 dengan debit 17 m^3/jam daya yang dihasilkan 0,122 watt sementara daya tertinggi yang dihasilkan terbesar pada 0,177 watt pada debit 30 m^3/jam, pada sudu 5 pada debit 17 m^3/jam daya yang dihasilkan 0,179 watt yang merupakan sementara debit diperbesar menghasilkan daya sebesar 0,233 watt pada debit 30 m^3/jam dan pada sudu 7 dengan debit 17 m^3/jam daya yang dihasilkan sebesar 0,152 watt dan pada debit 30 m^3/jam daya yang dihasilkan adalah 0,227 watt yang merupakan daya maksimum.

b. Debit Dan Efisiensi (Q – η)

Perubahan efisiensi dari pengaruh jumlah sudu dan debit aliran dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 4.1 Pengaruh jumlah sudu pada debit terhadap efisiensi turbin

Pada grafik 4.3 adalah hasil dari debit terhadap efisiesi turbin. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa debit mempengaruhi dari efisiensi dari sebuah turbin, semakin besar debit yang diberikan maka efisiensi turbin yang memiliki jumlah sudu yang sama. Efisiensi terjadi pada debit 17 m^3/ jam sebesar 6,92 % pada sudu 3 sementara pada sudu 5 dengan debit yang sama efisiensi meningkat pada nilai 10,14 %, namun mengalami penurunan ketika debit yang sama bekerja pada sudu 7 dengan nilai efisiensi sebesar 8,62%. Fenomena tersebut terjadi pada setiap sudu didebit yang sama, dikarenakan ada dua hal yang menyebabkan efisiensi yang menurun diantaranya : 1. Kemampuan sudu atau blade menerima debit dalam jumlah yang terlalu besar tidak dapat maksimal karena sebagian debit akan menjadi tumpah dari permukaan sudu dan akan menghalangi

sudu yang lain ketika sudu akan kembali.

2. Berdasarkan persamaan efisiensi turbin, semakin besar debit maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan dan semakin besar debit maka semakin besar kecepatan aliran. Sementara kecepatan dalam persamaan efisiensi menjadi penyebut atau pembagi dari daya yang dihasilkan, karena bertambahnya kecepatan tidak sebanding dengan bertambahnya daya, dikarenakan daya masih dipengaruhi oleh rugi-rugi aliran.

c. Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, maka penelitian turbin yang berjudul Analisa pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin kinetik poros vertikal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jumlah sudu mempengaruhi kinerja dari turbin kinetik dimana pada sudu 7 dengan debit aliran sebesar 30 m^3/jam memiliki daya yang paling tinggi dibanding dengan jumlah sudu 3 dan 5, pengaruh jumlah sudu terjadi pada jumlah sudu 7 yaitu sebesar 0,227 watt.
2. Debit aliran air 17 m^3/jam dengan jumlah sudu 5 merupakan turbin yang mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah sudu 3 dan 7 yakni sudu 5 memiliki efisiensi sebesar 10,14%.
3. Daya bertambah pada jumlah sudu 3 sebesar 6,92 watt ke sudu 5 sebesar 10,14 watt yang merupakan daya maksimum, kemudian daya turun pada sudu 7 sebesar 8,62 watt dengan debit aliran17 m^3/jam. Jadi fenomena turunnya sebuah daya terjadi akibat kurangya efektifitas turbin menerima daya air dan sebagian aliran air yang tidak dapat diterima cenderung menjadi faktor kerugian yang menyebabkan beban pada turbin saat sudu yang lain melakukan gerak balik.

IV. DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. 2004. *Penggerak Mula Turbin*, Edisi Kedua. ITB Bandung.

Bono dan Indarto, 2008. *Karakterisasi Daya Turbin Pelton Dengan Variasi Bentuk Sudu*. Yogyakarta: UGM.

Dietzel, Fritz. 1988. *Turbin Air Dan Kompresor*, Jakarta: Erlangga.

ESDM. 2013, *Indonesia Energy Outlook*. Jakarta. Kementrian Energi Dan Sumberdaya Mineral.

Herlambang, Yusuf Dewantoro. 2013 *Kaji Eksperimental Turbin Angin Multiblade Tipe Sudu Flate Plate Sebagai Penggerak Mula Pompa*

Air. Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Semarang

Hermanto, Agus. 2007. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)* Jurnal Vokasi Vol.4, No. 1 28-36 Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negri Pontianak.

Larasakti, Andi Ade; Syukri Himran, Arifin A. Syamsul. 2012, *Pembuatan Dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Banki Daya 200 Watt.* Jurnal Mekanikal Vol. 3, No, 1 Tahun 2012. Jurusan Teknik Mesin. Univesitas Hasanuddin, Makassar.

Luknanto, Joko, 2007. Diktat Kuliah*: Bangunan Tenaga Air*. Yogyakarta: UGM.

Maidagkay, Andrian; Soenoko, Rudy dan Wahyudi Slamet. 2014, *Pengaruh Sudut Pengarah Dan Jumlah Sudut Radius Berengsel Luar Roda Tunggal Terhadap Kinerja Turbin Kinetik*. ISSN Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.5. No.2, Tahun 2014:149-156. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Montgomery, D. C.,2009. *Design And Analysis Of Eksperimen.* New York. *jont welly & sons Inc*

Muhamammad, Andi Haris; Had, Abdul Latif dan Terti Wayan. 2009, *Studi Eksperimental Perancangan Turbin air terapung Tipe Helical Blade* Jurnal Penelitian Enjiniring Vol. 12, No, 2 Tahun 2009. Program Studi Teknik Sistem Perkapalan. universitas Hasauddin, Makassar.

Richard, Pietersz . 2013, *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal* Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 4, No. 2 93-100, 2013. Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, malang.

Gina, Verrina Putri; Dinar, Dwi dan Sarino. 2013 *Analisa Runoff Pada Sub Das Lematang Hulu* Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Vol. 1 desember 2013. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang.

Sugiyono. 2012. *Statika Untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.

Sudjana. 1985. *Metoda Statistika*, Bandung: Tarsito.