

KAJI EKSPERIMENTAL TORSI STATIK DAN TORSI DINAMIK TURBIN HIDROKINETIK SAVONIUS *TYPE BACH* TIGA SUDU

Burhan hafid¹, Iwan Kurniawan²

Laboratorium Perawatan, Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹Burhan.hafid4576@student.unri.ac.id, ²iwan.ktm@gmail.com

Abstract

The potential of hydropower energy in Indonesia is very large, the country of Indonesia has small rivers that continuous to flow in the irrigation canal. Hydrokinetic energy can be used in savonius turbines, with the density of water greater than the density of air, the Savonius hydrokinetic turbine can extract sufficient kinetic energy even at low water flow rates. The purpose of this study was to determine the static torque and dynamic torque produced from savonius turbine type of bach three- blades. The hydrokinetic turbines studied were savonius turbine type of bach three- blades with aspect ratio of 1.1, overlap ratio 0.2, rotor height (H) 0.3m, rotor diameter (D) 0.33m, turbine diameter (d) 0, 3m, and with variations in the velocity of water flow (V) 0.3 m / s and 0.65 m / s the test is carried out in a water tunnel. Both of these torsions are obtained in stationary conditions (static torque) for the azimuth each angle and moving conditions (dynamic torque) of no load and until it stops rotating. By utilizing the braking force on pulley with variations in loading. Based on the data obtained, the results of savonius turbine type of bach three- blades. research result in dynamic torque of 0.456 Nm and 0.816 Nm, for the average static torque produced is 0.427 Nm and 0.788 Nm at each azimuth angle.

Keywords : Savonius Turbine, Static Torque, Dynamic Torque

1. Pendahuluan

Potensi sumber energi tenaga air di Indonesia sangat besar, negara Indonesia mempunyai aliran sungai-sungai kecil yang terus mengalir di saluran irigasi. Energi hidrokinetik dapat digunakan pada turbin savonius, dengan massa jenis air lebih besar daripada massa jenis udara maka turbin Savonius hidrokinetik dapat mengekstrak energi kinetik yang cukup bahkan pada kecepatan aliran air yang rendah.

Jenis turbin hidrokinetik mengadopsi desain dari *wind turbine* jenis *horizontal axis* dan *vertical axis*. Turbin *vertical axis* cocok jika digunakan untuk perairan Indonesia karena pada kecepatan aliran yang dimiliki pada kriteria sedang (*low speed*). Turbin Savonius merupakan turbin sumbu vertikal yang dapat beroperasi dengan menggunakan energi hidrokinetik sebagai energi penggerak sudu *blade* pada turbin Savonius.

Keunggulan dari turbin Savonius yaitu dapat beroperasi dengan baik pada kecepatan aliran air rendah. Secara umum kinerja turbin savonius dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pengaruh aspek rasio, end plate, variasi jumlah sudu, jarak tumpang tindih sudu *blade*, pengaruh bentuk *blade*, interperensi poros dan aksesoris.

(U.K.Saha, 2015) melakukan penelitian eksperimen dari beberapa jenis blade Savonius *Wind Turbine* dua blade, yaitu turbin Savonius *type semi-circular*, *type semi-elptic*, *type benesh* dan *type bach*. Dari hasil penelitian turbin Savonius *type bach* menghasilkan koefisien daya dan koefisien torsi yang lebih tinggi dari beberapa tipe tersebut.

Prinsip kerja Savonius rotor didasarkan pada perbedaan gaya drag antara bagian cekung dan cembung dari *blade* ketika berputar di sekitar poros vertikal. koefisien *drag* untuk permukaan cekung lebih besar dari permukaan cembung. Energi hidrokinetik juga dapat digunakan pada turbin savonius, dengan massa jenis fluida air lebih besar daripada massa jenis udara maka turbin Savonius hidrokinetik dapat mengekstrak energi kinetik yang cukup bahkan pada kecepatan aliran air yang rendah.

(N.K.Sarma, 2014) melakukan penelitian eksperimen terhadap turbin savonius hidrokinetik *type eliptical* tiga sudu, dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa turbin savonius hidrokinetik dapat berputar pada kecepatan aliran air 0,3 m/s. Berdasarkan latar belakang dari penelitian terdahulu akan dilakukan penelitian terhadap turbin hidrokinetik Savonius *Type Bach* tiga sudu hidrokinetik.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui torsi statik dan torsi dinamik yang dihasilkan dari turbin savonius *type bach* tiga sudu. Turbin hidrokinetik yang diteliti adalah turbin savonius *type bach* tiga sudu dengan *aspect ratio* adalah 1,1, overlap ratio 0,2, tinggi rotor (H) 0,3m, diameter rotor (D) 0,33m, diameter turbin (d) 0,3m, dan dengan variasi kecepatan aliran air (V) 0,3 m/s dan 0,65 m/s didalam *water tunnel*.

Kedua torsi tersebut didapatkan dalam kondisi diam (torsi statik) untuk setiap sudut azimutnya dan kondisi bergerak (Torsi dinamik) dari tanpa beban dan hingga berhenti berputar. Dengan memanfaatkan gaya pengereman pada pulley dengan variasi pembebanan.

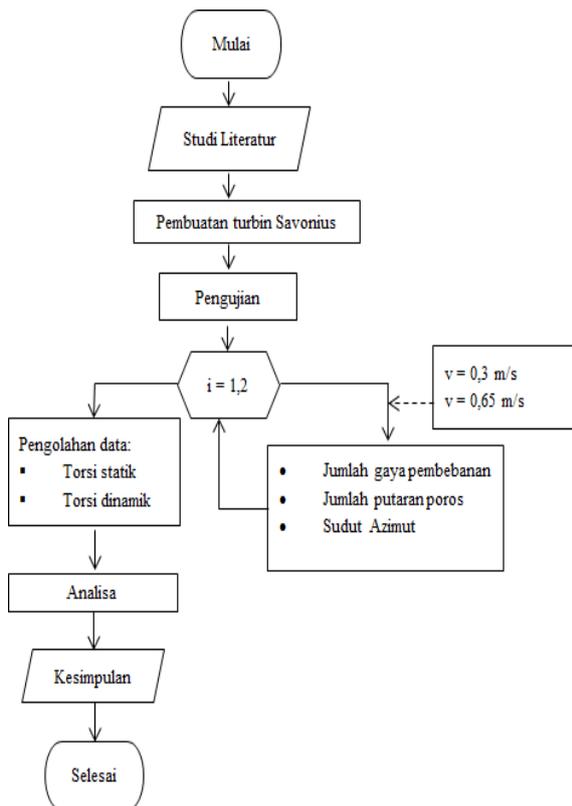
2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Hal ini dilakukan untuk pengujian kinerja dari turbin hidrokinetik Savonius *type bach*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui torsi statik dan torsi dinamik dari turbin hidrokinetik Savonius *type bach* tiga sudu. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kecepatan aliran air antara 0,3 m/s s.d. 0,65 m/s dan variasi penambahan beban dalam proses pengujian.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian dengan judul “Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Hidrokinetik Turbin Savonius *Type Bach* Tiga Sudu” menggunakan diagram alir sebagai acuan. Diagram alir penelitian Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Turbin Hidrokinetik Savonius *Type Bach* Tiga Sudu diperlihatkan pada gambar 1.

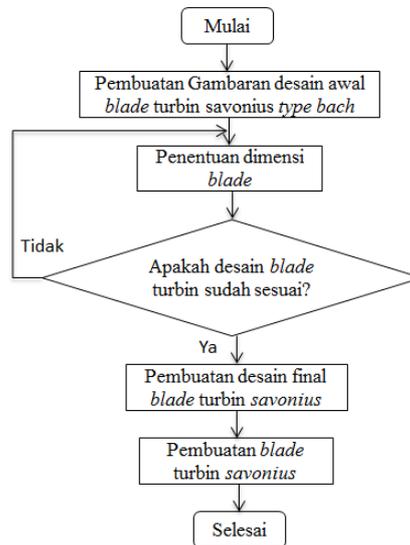


Gambar 1. Diagram Alir Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Turbin Hidrokinetik Savonius *Type Bach* Tiga Sudu

2.2 Pembuatan Alat

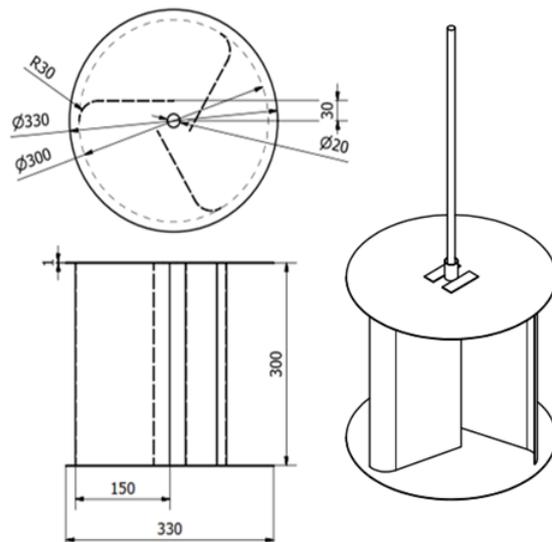
Dalam pelaksanaan pembuatan turbin Savonius *type bach* untuk penelitian dengan judul “Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Turbin Hidrokinetik Savonius *Type Bach* Tiga Sudu”

menggunakan diagram alir sebagai acuan dalam pembuatan turbin Savonius ini. Diagram alir pembuatan turbin Savonius diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Turbin Savonius

Bentuk *blade* yang akan di buat pada dasarnya berdasarkan bentuk *blade* yang terdapat didalam jurnal U.K saha dengan judul “*Wind Tunnel Experiments Of A New Developed Two-Blade Savonius Style Wind Turbine*”. Namun yang membedakannya terletak pada jumlah *blade*, sudut dan diameter lengkungan *blade* turbin. Rancangan desain *blade* turbin savonius dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan desain blade Turbin Savonius *type Bach* tiga sudu

Untuk spesifikasi turbin daat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Turbin hidrokinetik Savonius *type bach*

No	Spesifikasi	Nilai
1	Bahan <i>blade</i>	Aluminium
2	Tinggi <i>blade</i>	300 mm
3	Lebar <i>blade</i>	150 mm
4	Diameter end plate	330 mm
5	Ketebalan <i>blade</i>	1 mm

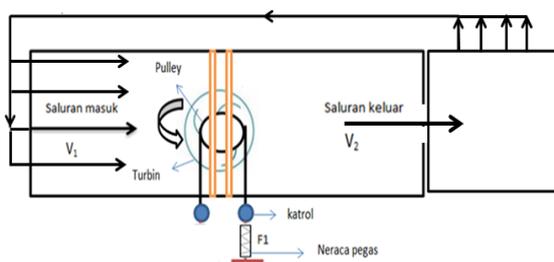
Dari hasil rancangan desain, pembuatan dan perakitan turbin Savonius *type bach* tiga sudu, maka telah dihasilkan bentuk seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pembuatan turbin savonius *type bach* tiga sudu

2.3 Sketsa Pengujian Alat

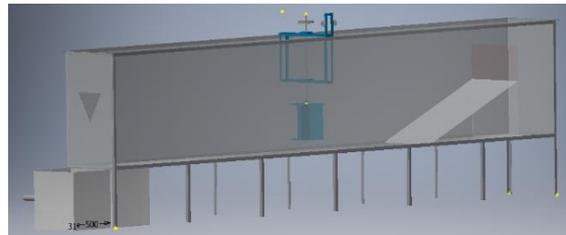
Pengujian turbin Savonius ini akan dilakukan dengan menggunakan sebuah wadah penampungan air (*Water tunnel*), turbin Savonius di tempatkan kedalam sebuah *water tunnel* kemudian dibutuhkan sirkulasi air yang mengalir untuk menggerakkan turbin maka dibutuhkan empat pompa untuk mensirkulasikan air sehingga turbin dapat bergerak. Gambar sketsa pengujian turbin Savonius dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Sketsa pengujian turbin Savonius

Pada gambar sektesa pengujian diatas terlihat turbin akan digerakan oleh empat buah pompa yang mensirkulasikan air didalam *water tunnel*. Saluran air masuk V_1 yang berasal dari pompa akan memutar turbin yang tersambung dengan *pulley* yang digunakan untuk meneruskan gaya putar pada turbin dan neraca pegas *dynamometer newton* untuk

mengukur gaya sentrifugal (gaya gerak melingkar yang berputar menjauhi pusat lingkaran) pada turbin, kemudian saluran keluar V_2 akan mengalir membentuk air terjun melewati *v-notch* yang berada pada *water tunnel* menuju bak penampungan kecil untuk disirkulasikan menggunakan empat buah pompa menuju *water tunnel* kembali. Gambar alat pengujian dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Desain alat pengujian turbin Savonius

Pada pegujian ini ketika turbin berputar akan diberikan gaya sentrifugal dengan mengerem *pulley* menggunakan sebuah tali yang tersambung dengan katrol dan neraca pegas. Dari gaya sentrifugal ini dapat diketahui nilai torsi statik dan torsi dinamik nya. Torsi statik merupakan torsi minimal yang diperlukan agar poros turbin Savonius mulai berputar dari kondisi diamnya, sedangkan torsi dinamik merupakan besar torsi yang dihasilkan sampai poros berhenti berputar.

2.4 Prosedur Pengujian Penelitian

1. Pengujian Kecepatan Air

Metoda ini menggunakan alat bantu suatu benda (terapung) untuk mengetahui kecepatan air yang diukur dalam satu aliran terbuka. Pengukuran dilakukan oleh 3 (tiga) orang yang masing- masing bertugas sebagai pelepas pengapung di titik awal, pengamat di titik akhir lintasan dan pencatat waktu perjalanan alat pengapung dari awal sampai titik akhir.

Pengukuran dilakukan dengan cara menghanyutkan benda terapung dari suatu titik tertentu (start) kemudian dibiarkan mengalir mengikuti kecepatan aliran sampai batas titik tertentu (finish), sehingga diketahui waktu tempuh yang diperlukan benda terapung tersebut pada bentang jarak yang ditentukan tersebut.

2. Pengujian Debit Air

Pengujian debit air dilakukan untuk mengetahui jumlah debit air yang dihasilkan. Metoda yang digunakan dalam pengujian debit air ini adalah metoda tampung. Pada pengujian ini air yang mengalir melewati *water tunnel* akan menuju *V-notch* yang membentuk sebuah pancuran air terjun, kemudian air terjun ini akan ditampung

oleh ember penampung untuk mengukur debit air yang dihasilkan.

3. Pengujian Torsi Dinamik

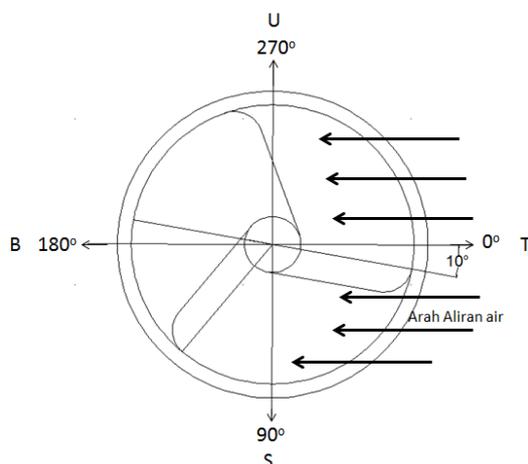
Torsi dinamik merupakan besar torsi yang dihasilkan sampai poros berhenti berputar. Pada pengujian torsi dinamik ini turbin Savonius ketika berputar akan diberikan variasi pembebanan sampai turbin berhenti bergerak.

4. Pengujian Torsi Statik

Torsi statik adalah torsi minimal yang diperlukan agar poros turbin Savonius mulai berputar dari kondisi diamnya.

Pada pengujian torsi statik ini turbin Savonius dalam kondisi diam tidak berputar karena adanya beban yang diberikan, posisi turbin di putar dimulai dengan variasi penambahan sudut azimuth sebesar 10° dari kondisi awal, setelah itu beban dikurangi sampai turbin mulai berputar, kemudian torsi statik dapat dihitung dengan melihat jumlah beban yang dibutuhkan untuk turbin mulai berputar. Pada pengujian torsi statik ini diberikan variasi sudutnya dari 10° - 360° satu putaran penuh.

Azimut ialah sudut yang diukur searah jarum jam dari titik acuan yang dimulai dari timur berputar searah jarum jam ke titik yang dituju. Besarnya azimuth adalah 0° - 360° . Sebagai referensi sudut nol dipakai arah mata angin Timur. Tanda (+) berarti arah putar searah jarum jam dari sudut nol, tanda (-) untuk arah sebaliknya. Sebagai contoh, dari sudut nol ke arah Selatan tepat adalah 90 derajat, dan Utara adalah sudut -90 derajat. Gambar bentuk aliran air pada pengujian torsi statik dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Bentuk Aliran Air Pada Pengujian Torsi Statik

Tujuan dari diberikannya variasi sudut azimuth pada turbin adalah untuk mengetahui pengaruh posisi sudu turbin terhadap aliran air sebagai energi penggerak yang melewati sudu turbin sehingga turbin dapat berputar.

3. Data Hasil Pengujian

Didalam melakukan pengujian dan pengambilan data pengujian turbin hidrokinetik Savonius *type bach* tiga sudu, didapatkan nilai parameter-parameter yang dibutuhkan yaitu variasi kecepatan aliran air, debit air, jumlah putaran poros per menit dan gaya sentrifugal turbin.

3.1 Perhitungan Dan Pengolahan Data

1. Perhitungan torsi statik

Data pengujian torsi statik pada variasi kecepatan aliran air pertama sebesar $v = 0,3$ m/s diperoleh beban gaya sentrifugal sebesar $F = 3,6$ N dengan sudut azimuth 10° , untuk mendapatkan torsi statik dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F = 3,6\text{N} \quad l = 0,12\text{m} \quad v = 0,3\text{m/s} \quad \alpha = 10$$

$$\tau = F.l$$

$$\tau = (3,6\text{N}).(0,12\text{m})$$

$$\tau = 0,432\text{Nm}$$

Untuk data pengujian torsi statik pada variasi kecepatan aliran air kedua sebesar $V = 0,65$ m/s diperoleh beban gaya sentrifugal sebesar $F = 6,6$ N dengan sudut azimuth 10° , untuk mendapatkan torsi statik dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut.

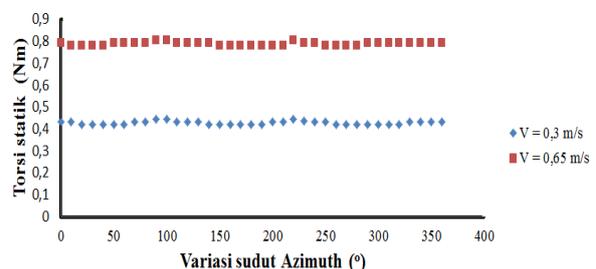
$$F = 6,6\text{N} \quad l = 0,12\text{m} \quad v = 0,65\text{ m/s} \quad \alpha = 10$$

$$\tau = F.l$$

$$\tau = (6,6\text{N}).(0,12\text{m})$$

$$\tau = 0,792\text{Nm}$$

Perhitungan dilakukan sebanyak 37 kali dengan variasi sudut azimuth 0° - 360° . Grafik perbandingan variasi sudut azimuth dengan torsi statik yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Variasi Sudut Azimut Terhadap Torsi Statik

Grafik perbandingan variasi sudut azimuth dengan torsi statik yang dihasilkan diatas dapat dianalisa bahwa terdapat perbedaan torsi statik yang dihasilkan dari dua variasi kecepatan berbeda.

Hasil pengujian torsi statik dengan kecepatan air $0,3$ m/s, menghasilkan torsi statik maksimal sebesar

0,444 Nm dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65m/s menghasilkan torsi statik maksimal sebesar 0,8Nm. Dalam hasil pengujian yang terlihat dari grafik, torsi statik maksimal ini akan menurun menjadi 0,42 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,78 Nm ketika variasi sudut azimuth sebesar 20° - 60°, kemudian pada variasi sudut azimuth 70° - 100° torsi statik akan kembali meningkat menjadi 0,444 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,80 Nm dan pada saat variasi sudut azimuth 110° - 120° torsi statik akan menurun sebesar 0,432 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,79 Nm.

Hal ini terjadi dikarenakan pada sisi cekung sudu *blade* turbin pada variasi sudut azimuth sebesar 20° - 60° menerima energi dari aliran air untuk memutar turbin lebih sedikit daripada sisi cembung *blade* yang lain menerima aliran air yang arahnya melawan putaran turbin, sisi cekung dari *blade* ini yang akan menerima energi dari aliran air untuk memutar rotor turbin sehingga energi yang diterima dari sisi cekung ini berkurang dan menyebabkan torsi statik yang dihasilkan juga berkurang.

2. Perhitungan torsi dinamik

Pada pengujian torsi dinamik dengan kecepatan aliran air pertama $V=0,3$ m/s, diperoleh beban gaya sentrifugal maksimal sebesar $F = 3,8$ N, maka untuk mendapatkan torsi dinamik dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F = 3,8N \quad l = 0,12m \quad v = 0,3m/s \quad n = 0rpm$$

$$\tau = F.l$$

$$\tau = (3,8N).(0,12m)$$

$$\tau = 0,456Nm$$

Pada pengujian torsi dinamik dengan kecepatan aliran air kedua $V= 0,65$ m/s, diperoleh beban gaya sentrifugal maksimal sebesar 6,8N, maka untuk mendapatkan torsi dinamik dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$F = 6,8N \quad l = 0,12m \quad v = 0,65m/s \quad n = 0rpm$$

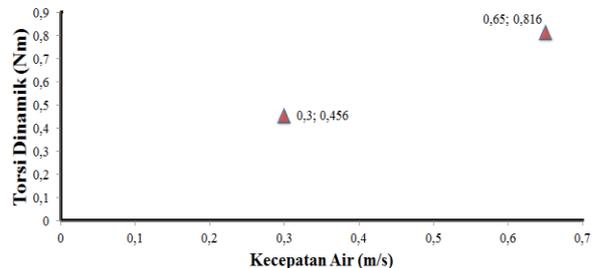
$$\tau = F.l$$

$$\tau = (6,8N).(0,12m)$$

$$\tau = 0,816Nm$$

Pemberian beban gaya dilakukan dengan penambahan beban sebesar 0,4N, pemberian beban dilakukan sampai turbin berhenti berputar. Tujuan pengujian torsi dinamik ini adalah untuk mengetahui besarnya energi yang bisa diserap oleh turbin savonius *type bach* sampai turbin tersebut berhenti berputar. Semakin besar kecepatan air yang melewati turbin maka energi kinetik dari air semakin besar akan di

konversikan menjadi torsi dinamik yang dihasilkan oleh turbin Savonius *type bach* tiga sudu ini menjadi semakin besar. Grafik perbandingan variasi kecepatan air dengan torsi dinamik yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Variasi Kecepatan Air Dengan Torsi Dinamik

4. Pembahasan

Dari hasil penelitian pengujian turbin hidrokinetik Savonius *type bach* tiga sudu dengan variasi kecepatan aliran air 0,3 m/s dan 0,65 m/s telah diketahui kinerja turbin berupa torsi statik dan torsi dinamik.

Pada data pengujian torsi dinamik pada variasi kecepatan aliran pertama 0,3m/s menghasilkan torsi dinamik sebesar $\tau = 0,456$ Nm dan pada variasi kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi dinamik sebesar $\tau = 0,816$ Nm, semakin besar kecepatan aliran air maka semakin besar torsi dinamik yang dihasilkan.

Hasil pengujian torsi statik dengan kecepatan air 0,3 m/s, menghasilkan torsi statik maksimal sebesar 0,444 Nm dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65m/s menghasilkan torsi statik maksimal sebesar 0,8Nm. Dalam hasil pengujian yang terlihat dari grafik, torsi statik maksimal ini akan menurun menjadi 0,42 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,78 Nm ketika variasi sudut azimuth sebesar 20° - 60°, kemudian pada variasi sudut azimuth 70° - 100° torsi statik akan kembali meningkat menjadi 0,444 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,80 Nm dan pada saat variasi sudut azimuth 110° - 120° torsi statik akan menurun sebesar 0,432 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,79 Nm.

Dari hasil data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa dari dua variasi kecepatan aliran air pada pengujian menunjukkan peningkatan nilai torsi statik dan torsi dinamik pada variasi kecepatan aliran air kedua 0,65 m/s.

5. Perbandingan Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melihat penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai referensi, penelitian tersebut adalah hasil penelitian

berdasarkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (N.K.Sarma 2014). Membandingkan hasil penelitian yang dilakukan oleh N.K.Sarma dkk dengan hasil penelitian ini.

Perbandingan hasil penelitian oleh peneliti terdahulu dan penelitian ini akan disajikan dalam bentuk grafik hasil pengujian dan perhitungan pada penelitian masing-masing.

Dimensi dari masing-masing rotor Turbin yang di teliti adalah sebagai berikut :

1. *Experimental And Computational Evaluation Of Savonius Hydrokinetic Turbine For Low Velocity Condition.*

Judul diatas merupakan penelitian yang telah dilakukan oleh (N.K.Sarma 2014). Desain turbin Savonius *single stage type elliptical* tiga sudu dapat dilihat pada gambar 10.



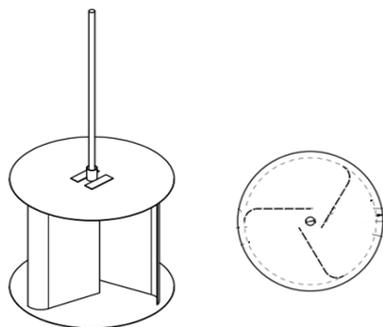
Gambar 10. Turbin Savonius *Single Stage Type Elliptical* Tiga Sudu

Tabel 2. Spesifikasi Turbin hidrokinetik Savonius *type elliptical*

No	Spesifikasi	Nilai
1	Bahan <i>blade</i>	Aluminium
2	Tinggi <i>blade</i>	170 mm
3	Lebar <i>blade</i>	130 mm
5	Ketebalan <i>blade</i>	1,5 mm

2. Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Hidrokinetik Turbin Savonius *Single Stage Type Bach* Tiga Sudu.

Desain turbin Savonius *type bach* tiga sudu dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Turbin Savonius *Type Bach* Tiga Sudu

Tabel 3 Spesifikasi Turbin hidrokinetik Savonius *type bach*

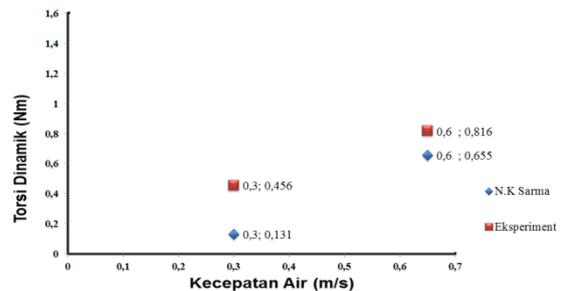
No	Spesifikasi	Nilai
1	Bahan <i>blade</i>	Aluminium

2	Tinggi <i>blade</i>	300 mm
3	Lebar <i>blade</i>	150 mm
4	Diameter end plate	330 mm
5	Ketebalan <i>blade</i>	1 mm

Grafik hasil pengujian dan perhitungan pada penelitian masing-masing akan ditampilkan dibawah ini.

1. Grafik perhitungan torsi dinamik

Data perbandingan hasil penelitian pengujian torsi dinamik akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Hasil Penelitian Pengujian Torsi Dinamik

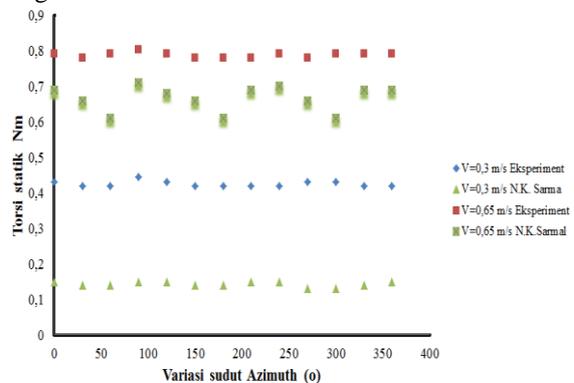
Pada hasil penelitian oleh N.K.Sarma terhadap turbin Savonius *type elliptical* tiga sudu dengan variasi kecepatan aliran air sebesar 0,3 m/s dan 0,65 m/s menghasilkan torsi dinamik sebesar 0,131 Nm dan 0,655 Nm.

Hasil penelitian eksperimen yang dilakukan penulis terhadap turbin Savonius *type bach* tiga sudu dengan variasi kecepatan aliran air sebesar 0,3m/s dan 0,65m/s menghasilkan torsi dinamik sebesar 0,456 Nm dan 0,816 Nm.

Hasil pengujian torsi dinamik pada penelitian yang dilakukan pada eksperimen memiliki nilai torsi dinamik yang lebih besar dengan pengujian tubin pada variasi kecepatan aliran air yang sama.

2. Grafik perhitungan torsi statik

Data perbandingan hasil penelitian pengujian torsi statik akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Hasil Penelitian Pengujian Torsi Statik

Pengujian torsi statik oleh N.K.Sarma dengan kecepatan aliran air 0,3 m/s variasi sudut azimut 30° menghasilkan torsi statik sebesar 0,14 Nm, torsi statik akan meningkat ketika variasi sudut azimut sebesar 90° dan 120° menghasilkan torsi statik sebesar 0,15 Nm. Kemudian dengan kecepatan aliran air 0,65 m/s variasi sudut azimut 30° menghasilkan torsi statik sebesar 0,69 Nm, torsi statik akan meningkat ketika variasi sudut azimut 90° sebesar 0,71 Nm dan 120° menghasilkan torsi statik sebesar 0,68 Nm. Karakteristik aliran pada pengujian torsi statik mengungkapkan kinerja yang lebih baik ketika sudut azimut sebesar 90°.

Hasil pengujian torsi statik dengan kecepatan air 0,3 m/s, menghasilkan torsi statik maksimal sebesar 0,444 Nm dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65m/s menghasilkan torsi statik maksimal sebesar 0,8Nm. Dalam hasil pengujian yang terlihat dari grafik, torsi statik maksimal ini akan menurun menjadi 0,42 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,78 Nm ketika variasi sudut azimut sebesar 30° - 60°, kemudian pada variasi sudut azimut 9° torsi statik akan kembali meningkat menjadi 0,444 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,80 Nm dan pada saat variasi sudut azimut 120° torsi statik akan menurun sebesar 0,432 Nm pada kecepatan aliran air 0,3 m/s dan untuk kecepatan aliran kedua 0,65 m/s menghasilkan torsi statik sebesar 0,79 Nm.

Hasil pengujian torsi statik pada penelitian yang dilakukan pada eksperimen memiliki nilai torsi statik yang lebih besar dari penelitian yang dilakukan N.K.Sarma dengan pengujian tubin pada variasi kecepatan aliran air yang sama.

6. Kesimpulan

Dari hasil penelitian “Kaji Eksperimental Torsi Statik Dan Torsi Dinamik Turbin Hidrokinetik Savonius Type Bach Tiga Sudu” yang telah dilakukan dengan melakukan variasi kecepatan aliran air 0,3 m/s dan 0,65 m/s dapat disimpulkan bahwa turbin Savonius pada kecepatan aliran yang rendah dapat menghasilkan torsi dinamik dan torsi statik, dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa aliran air yang lambat yang di teliti ternyata memiliki potensi energi yang dapat dimanfaatkan untuk penggerak turbin.

Dari penelitian yang dilakukan menghasilkan torsi statik dan torsi dinamik lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh N.K.Sarma.

Terjadinya perbedaan pada perbandingan hasil penelitian juga diakibatkan oleh dimensi rotor dan bentuk blade pada turbin Savonius yang digunakan.

Sehingga performansi dari turbin savonius type bach dapat dikatakan lebih besar daripada turbin

savonius type elliptical dalam penelitian N.K. Sarma, perbedaan dimensi turbin tidak terlalu besar.

Daftar Pustaka

- Jaya, Rajkumar and Ujjwal, K Saha. 2006. “On the performance analysis of Savonius rotor with twisted blades. *Journal of Renewable energi. Elsevier.*
- Mariska, lustia, dewi. 2010. Analisis kinerja turbin angin poros vertikal dengan modifikasi rotor Savonius L untuk optimasi kinerja turbin. Tugas akhir jurusan matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas sebelas maret.
- N,K Sarma. 2014. “Experimental And Computational Evaluation Of Savonius Hydrokinetic Turbine For Low Velocity Conditions With Comparison Savonius Wind Turbine At The Same Input Power”. *Journal Of Conversion And Management. Elsevier.*
- Reza, Perdana. 2018. Kincir Air Poros Vertikal Tipe Klasik Dua Sudu Terbuka Dengan Menggunakan Deflektor. Yogyakarta.
- Sukanta, Roy and Ujjwal, K Saha 2013. “Review On The Numerical Investigations Into The Design And Development Of Savonius Wind Rotors”. *Journal Of Renewable And Sustainable Energi Review. Elsevier.*
- Sukanta, Roy and Ujjwal, K Saha 2015. “Wind tunnel experiments of a newly developed two-bladed Savonius-style wind turbine”. *Journal Applied Energi. Elsevier.*
- Thotla and Ujjwal, K Saha. 2008. “Optimum Design Configuration Of Savonius Rotor Through Wind Tunnel Experiments”. *Journal of Aerodynamic Engineering and Aerodynamics. Elsevier.*
- Ujjwal, K Saha. 2014. “An Adapted Blockage Factor Correlation Approach In Wind Tunnel Experiments Of A Savonius-Style Wind Turbine”. *Journal Of Conversion And Management Energi. Elsevier.*