

Pengaruh Perubahan Debit Aliran Terhadap Putaran Turbin Banki dan Kaplan

Purwanto^{1*}, Syahrul¹, dan Junil Adri¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* Corresponding author, e-mail: purwantonomsn@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh debit aliran terhadap putaran yang dihasilkan dari turbin Banki dan Kaplan. Kombinasi turbin Banki dan turbin Kaplan ini menjadi objek penelitian ini. Metode Penelitian yang dilakukan adalah dengan memvariasikan parameter debit aliran serta kaitannya terhadap putaran, torsi dan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan debit aliran memberikan pengaruh terhadap putaran turbin artinya jika jumlah air menurun maka putaran turbin mengalami penurunan pada turbin Banki sedang pada turbin Kaplan mengalami kenaikan atau berbanding terbalik. Efisien optimal pada Turbin Banki mencapai 76 %. Hasil penelitian lainnya adalah apparatus pengujian turbin yang dapat digunakan pada Mata kuliah Pengujian Mesin. Pada Apparatus ini mahasiswa dapat mengamati fenomena-fenomena yang terjadi pada turbin Banki dan pada Turbin Kaplan. Fenomena ini berkaitan terhadap uji unjuk kerja Turbin Banki dan Turbin Kaplan.

Kata kunci : cross flow, blade, apparatus, propeller

Abstract— *This study aims to observe the effect of flow debit on the son produced from Banki and Kaplan turbines. The combination of the Banki turbine and the Kaplan turbine became the object of this research. The research method is to vary the flow discharge parameters and their relation to rotation, torque and efficiency. The results showed that the flow rate change gives effect to the turbine rotation meaning if the amount of water decreases the turbine rotation decreases in the turbine turbine on Kaplan turbine has increased or inversely proportional. Optimal efficiency in Turbine Banki reaches 76%. Other research results are turbine test apparatus which can be used in Machine Testing Course. In this Apparatus students can observe the phenomena occurring on the Banki turbine and on the Kaplan Turbine. This phenomenon is related to performance test of Turbin Banki and Kaplan Turbine.*

Keywords : cross flow, blade, apparatus, and propeller



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by Author and Universitas Negeri Padang

I. PENDAHULUAN

Dasar pemikiran untuk memvariasikan jumlah aliran air ini adalah kondisi alam. Kondisi alam di Indonesia memiliki dua musim hujan dan kemarau. Perubahan iklim akan diikuti dengan perubahan kondisi aliran air disemua tempat di Indonesia. Jika pada musim hujan dipastikan jumlah air akan bertambah, jika musim kemarau tentunya akan berdampak terhadap kurangnya air yang digunakan untuk memutar turbin. Jadi untuk merancang bangun sebuah turbin pada suatu lokasi tertentu, harus dipertimbangkan terhadap perubahan debit aliran. Perubahan debit aliran ini akan sangat berpengaruh terhadap perubahan efisiensi turbin.

Rancang bangun turbin harus mempertimbangkan terhadap jumlah air minimal

pada musim kemarau. Pada musim hujan jika air berlebih dapat dibuat suatu system yang menggunakan bak penenang (*surge tank system*), dan pintu air saluran control untuk membuang jumlah air yang berlebih. Turbin air Banki ini dapat dipasang pada daerah-daerah pegunungan yang mempunyai debit aliran yang masih cukup, terutama daerah yang mempunyai hutan yang masih terjaga dengan baik. Masyarakat di daerah tempat pembangunan atau pemasangan turbin ini juga harus dibekali wawasan tentang pentingnya menjaga kelestarian hutan lindung. Jika masyarakat tidak peduli terhadap pemeliharaan lingkungan hutan sebagai sumber air dan penahan air maka kemungkinan-kemungkinan banjir, galodo dan sebagainya dapat terjadi dan menjadi

sebuah bencana bagi masyarakat sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh debit aliran terhadap putaran yang dihasilkan dari turbin Banki dan Kaplan. Air yang keluar dari turbin masih mempunyai energy sisa dari hasil penyerapan energy ditingkat pertama. Besarnya energy sisa ini dapat diserap kembali menjadi energy mekanik. Kombinasi turbin Banki dan turbin Kaplan ini menjadi objek penelitian ini.

II. STUDI PUSTAKA

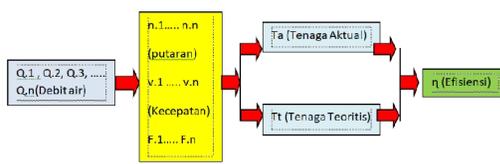
RM Enoch (2010) pakar pembuat turbin cross di Sumatera Barat menjelaskan bahwa Turbin Banki ini sangat cocok untuk digunakan sebagai pembangkit energy listrik skala kecil. Suryono (2009) secara teori aliran silang yang terjadi pada turbin Banki ini, dimana pada saat air melintasi sudu turbin pada tingkat pertama ke tingkat kedua masih mempunyai energy sisa sekitar 20 % .

Air yang keluar dari runner turbin juga masih memiliki kecepatan aliran buang , artinya tidak sepenuhnya dapat diserap oleh runner turbin ini menjadi energy putar. Pendekatan teori Euler pada analisis turbin aliran silang ini, dimana efisiensi maksimum turbin merupakan perbandingan diagram segitiga kecepatan aliran air masuk dan segitiga kecepatan air keluar. Secara teori Efisiensi maksimum dapat diperoleh pada sudut aliran masuk air $\cos 86^\circ$.

III. METODE

Model turbin aliran silang (Turbine Banki) yang diteliti memiliki metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode eksperimen, dimana parameter-parameter penelitian ini meliputi: head, putaran, gaya, torsi, masa aliran, kecepatan air, debit air, tenaga yang dihasilkan, serta efisiensi. Dimensi runnernya adalah diameter, lebar, jumlah sudu-sudu.

Desain penelitian yang dilakukan untuk dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Desain Penelitian

Kontribusi hasil penelitian ini adalah untuk pengembangan turbin aliran silang berskala picohidro serta sebagai aplikasi teknologi tepat guna, khususnya dalam membantu masyarakat

pedesaan yang masih belum terjangkau aliran listrik dari PLN. Pemanfaatan turbin aliran silang untuk pembangkit listrik ini mempunyai keunggulan dimensi turbin yang kecil, portable, konstruksinya sederhana, ringan sehingga mudah untuk dibawa terutama untuk daerah tertinggal, terjauh atau terpencil.

Model Turbin aliran silang ini juga dapat dimanfaatkan untuk sarana praktikum pada mata kuliah Pengujian Mesin Prodi Teknik Mesin (S1) bobot SKS 3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan satu unit apparatus untuk pengujian unjuk kerja turbin. Apparatus ini digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Pengujian Mesin dengan bobot SKS 3 pada program studi Pendidikan Teknik Mesin. Apparatus pengujian ini mempunyai unit model turbin Banki dan Kaplan, hydraulic bench, pompa sentrifugal, reservoir, system pemipaan, alat-alat ukur, dan system kelistrikan.

Model Turbin Banki mempunyai spesifikasi Diameter outside 4 inchi, lebar turbin 1 ¼ inchi dengan jumlah blade 24. Turbin Banki ini dilengkapi dengan Nozel yang berfungsi sebagai pipa pancar air serta sebagai pengatur aliran air menuju turbin . Konstruksi model turbin Banki atau disebut juga dengan Turbin Aliran Silang (Cross Flow) dibuat dari bahan akrilik . Seluruh konstruksi bersifat transparan, sehingga mahasiswa dapat mengamati aliran air pada apparatus pengujian ini.

Model Turbin Kaplan mempunyai spesifikasi diameter outside 3 inchi. Turbin Kaplan ini dilengkapi dengan sudu pengarah yang diposisikan sebelum air menuju ke runner Kaplan. Turbin Kaplan ini diletakkan pada bagian bawah turbin Banki. Pada penelitian ini turbin Kaplan diletakkan pada bagian bawah turbin Banki. Turbin Kaplan ini memanfaatkan energy saluran buang dari turbin Banki. Penelitian ini mengamati energy pertama yang dihasilkan dari turbin Banki serta energy kedua yang diserap pada turbin Kaplan.

Apparatus ini dilengkapi dengan Hidraulic Bench yang dilengkapi dengan beberapa unit pendukung yakni:

1. Pompa sentrifugal 2 unit dengan spesifikasi debit air 50 – 60 liter/menit dan head antara 10 – 15 m . Power supply 125 watt dan putaran pompa 1480 rpm .
2. Reservoir dengan dimensi 400 x 600 x 300 mm. Daya tampung air sekitar 50 liter.

3. Sistem pemipaan dengan menggunakan pipa 1 dan 1 ¼ inchi jenis PVC paralon dan dilengkapi dengan beberapa valve
4. Alat-alat ukur yang digunakan Tacho meter digital dengan kemampuan maksimum 5000 rpm system sensor magnetik. Alat ukur aliran air Flow meter dengan kemampuan pembacaan mencapai 100 LPM. Flow meter ini adalah flow meter vertical dengan system pemipaan menggunakan pipa input dan output 1 inchi. Alat ukur pressure gauge diameter out side 3 inchi, skala pembacaan kg/cm² dan lbs/inchi². Alat ukur torsion test yang berfungsi untuk membaca gaya pengereman yang dihasilkan dari pengereman poros turbin. Sistem pembacaan torsi menggunakan pengereman tromol yang dikopel pada poros turbin. Tromol ini menggunakan sabuk rem dan dihubungkan dengan spring balance. Hasil pembacaan spring balance inilah yang dapat mendeteksi besarnya gaya pengereman. Gaya pengereman ini dikali dengan jari-jari tromol menghasilkan besarnya torsi yang terjadi pada turbin.

Apparatus pengujian turbin ini dapat dilihat seperti pada gambar 2, dimana dimensi secara keseluruhan apparatus ini 500 x 800 x 1000 mm. Apparatus ini dilengkapi roda untuk memudahkan mobilitas.



Gambar 2. Apparatus Pengujian Turbin Banki dan Kaplan

Data-data pengujian dari Apparatus Turbin secara teoritis dapat dilihat pada table 1. Maksimum debit air yang dihasilkan kedua pompa sentrifugal tersebut sebesar 55 liter/menit .

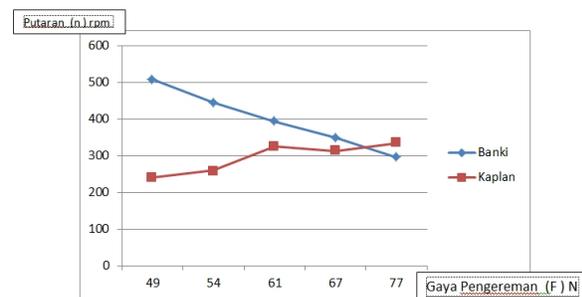
Tabel 1. Pengujian Turbin Teoritis

No	ρ air (kg/m ³)	g (m/s ²)	h (m)	Q (m ³ /s)	P teo (watt)	Q (LPM)
1	1000	9.81	15	0.00092	135.378	55
2	1000	9.81	15	0.00083	122.1345	50
3	1000	9.81	15	0.00075	110.3625	45

Data-data pengujian turbin Banki dan Kaplan ini dilakukan dengan memvariasikan debit aliran sesuai dengan kapasitas pompa sentrifugal yang digunakan. Debit aliran ini diatur dengan menggunakan katup aliran yakni: 55 lpm, 50 lpm, 45 lpm. Debit aliran ini dikondisikan pada head konstan. Data hasil pengujian ini adalah data hasil pengukuran yang terukur dari alat-alat ukur yang digunakan. Data putaran turbin, data gaya pengereman poros turbin, data debit aliran. Data-data pendukung lainnya merupakan data konstanta, hasil analisis secara teoritis. Data-data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian 1 pada Debit Air (Q) = 55 LPM

No	Head H (m)	P. Banki n (rpm)	Gaya Rem F (N)	Debit Q (m ³)	P teoritis Watt	P Efektif Watt	Effisiensi η	P. Kaplan n (rpm)
1	15	507	49	0.00092	135.4	104.0094	0.768164	240
2	15	444	54	0.00092	135.4	100.3795	0.741355	259
3	15	393	61	0.00092	135.4	100.367	0.741263	326
4	15	350	67	0.00092	135.4	98.17733	0.725091	313
5	15	295	77	0.00092	135.4	95.10013	0.702364	334



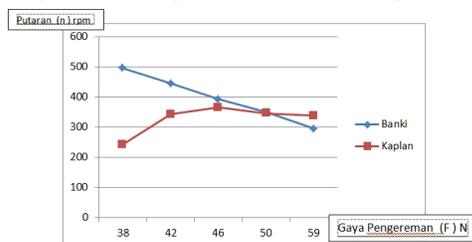
Gambar 3. Grafik Putaran Banki dan Kaplan Q= 55 LPM

Grafik 3 menjelaskan bahwa perbandingan putaran yang dihasilkan dari Turbin Banki ditingkat pertama dan Turbin Kaplan pada tingkat kedua. Grafik hasil pengujian pada turbin Banki maksimal 507 rpm, dan pada turbin Kaplan putaran 240 rpm. Putaran ini dihasilkan dari pengereman yang sama 49 N. Kecenderungan pada pengujian ini gaya pengereman yang besar akan diikuti dengan penurunan putaran, tetapi sebaliknya putaran turbin Kaplan ditingkat kedua mengalami penambahan putaran.

Tabel 3. Pengujian 2 pada Debit Air (Q) = 50 LPM

No	Head H (m)	P. Banki n (rpm)	Gaya Rem F (N)	Debit Q (m ³)	P teoritis Watt	P Efektif Watt	Effisiensi η	P.Kaplan n (rpm)
1	15	494	38	0.00083	122.1	78.59211	0.64367	244
2	15	444	42	0.00083	122.1	78.07296	0.639418	343
3	15	393	46	0.00083	122.1	75.68656	0.619874	365
4	15	350	50	0.00083	122.1	73.26667	0.600055	344.2
5	15	295	59	0.00083	122.1	72.86893	0.596797	337.5

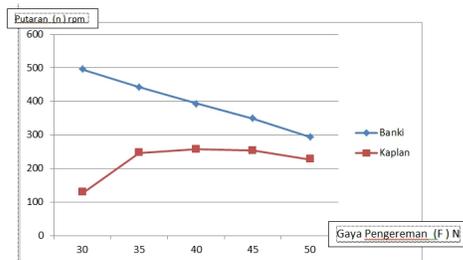
Grafik hasil pengujian pada debit aliran 50 liter/menit menghasilkan putaran maksimal pada turbin Banki 494 rpm (di tingkat 1) dan putaran turbin Kaplan ditingkat kedua menghasilkan putaran 244 rpm. Kondisi putaran ini pada gaya pengereman 38 N, Sebaliknya pada gaya pengereman 59 N putaran turbin Banki menurun sampai 295 rpm sedangkan putaran pada turbin Kaplan putaran menjadi maksimal 337 rpm.



Gambar 4. Grafik Putaran Banki dan Kaplan Q= 50 LPM

Tabel 4. Pengujian 3 pada Debit Air (Q) = 45 LPM

No	Head H (m)	P. Banki n (rpm)	Gaya Rem F (N)	Debit Q (m ³)	P teoritis Watt	P Efektif Watt	Effisiensi η	P.Kaplan n (rpm)
1	15	496	30	0.00075	110.4	62.2976	0.56429	128
2	15	444	35	0.00075	110.4	65.0608	0.589319	246
3	15	394	40	0.00075	110.4	65.98187	0.597662	257.4
4	15	349	45	0.00075	110.4	65.7516	0.595576	254
5	15	295	50	0.00075	110.4	61.75333	0.55936	228



Gambar 5. Grafik Putaran Banki dan Kaplan Q= 45 LPM

Grafik yang terlihat pada pengujian untuk debit aliran 45 liter/menit diperoleh putaran maksimum pada turbin Banki mencapai 496 rpm dan pada turbin Kaplan mencapai pada putaran minimal 128 rpm. Kecenderungan putaran pada turbin Kaplan yang terbentuk menunjukkan hiperbola. Putaran turbin Banki minimal 295 rpm. Dan pada turbin Kaplan maksimal 257 pada gaya pengereman 40 N.

Hasil penelitian ini menghasilkan sebuah apparatus yang dapat digunakan untuk pengujian Turbin air. Turbin air yang diuji ini adalah turbin Banki dan Turbin Kaplan. Beberapa model pengujian dapat dilakukan dengan mengontrol

parameter parameter lainnya sesuai dengan kebutuhan. Parameter penelitian ini seperti mengontrol jumlah aliran, ketinggian air, putaran turbin, dan lain-lain. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengontrol jumlah aliran yang melintasi turbin. Dasar pemikiran untuk memvariasikan jumlah aliran air ini adalah kondisi alam. Kondisi alam di Indonesia memiliki dua musim hujan dan kemarau. Perubahan iklim akan diikuti dengan perubahan kondisi aliran air disemua tempat di Indonesia. Jika pada musim hujan dipastikan jumlah air akan bertambah, jika musim kemarau tentunya akan berdampak terhadap kurangnya air yang digunakan untuk memutar turbin. Jadi untuk merancang bangun sebuah turbin pada suatu lokasi tertentu, harus dipertimbangkan terhadap perubahan debit aliran.

Perubahan debit aliran ini akan sangat berpengaruh terhadap perubahan efisiensi turbin. Rancang bangun turbin harus mempertimbangkan terhadap jumlah air minimal pada musim kemarau. Pada musim hujan jika air berlebih dapat dibuat suatu system yang menggunakan bak penenang (surge tank system), dan pintu air saluran control untuk membuang jumlah air yang berlebih. Turbin air Banki ini dapat dipasang pada daerah-daerah pegunungan yang mempunyai debit aliran yang masih cukup, terutama daerah yang mempunyai hutan yang masih terjaga dengan baik. Masyarakat di daerah tempat pembangunan atau pemasangan turbin ini juga harus dibekali wawasan tentang pentingnya menjaga kelestarian hutan lindung. Jika masyarakat tidak peduli terhadap pemeliharaan lingkungan hutan sebagai sumber air dan penahan air maka kemungkinan-kemungkinan banjir, galodo dan sebagainya dapat terjadi dan menjadi sebuah bencana bagi masyarakat sekitarnya.

V. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa produk hasil penelitian yang diperoleh diantaranya satu unit Apparatus pengujian Turbin Banki dan Kaplan yang dapat digunakan untuk praktikum pengujian Turbin pada mata kuliah Pengujian Mesin. Mata kuliah Pengujian Mesin ini pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin dengan bobot 3 Sks.

Hasil pengujian yang dilakukan pada Model Turbin Banki ini menyimpulkan bahwa untuk skala kecil Turbin Banki ini sangat optimal jika digunakan untuk pembangkit listrik beskala kecil. Khususnya untuk daerah yang sulit terjangkau oleh transportasi dan mempunyai sumber air yang cukup dapat menggunakan turbin Banki ini. Efisiensi hasil pengujian model Turbin Banki ini berkisar

70% – 76 %. Rancang bangun turbin Banki ini bersifat portable dan ringan sehingga dari segi transportasi sangat menguntungkan, karena tidak membutuhkan transportasi dan pekerjaan civil work yang mahal. Pada apparatus pengujian terdiri dari dua model turbin Banki dan Kaplan, secara karakteristik Turbin Banki diletakkan pada posisi tingkat pertama dan pada tingkat kedua Turbin Kaplan diposisi kedua yakni dibawah Turbin Banki. Energy air yang keluar dari Turbin Banki pada tingkat pertama ini dapat diserap oleh Turbin Kaplan.

Diharapkan dalam menguji unjuk kerja turbin aliran silang dilakukan secara teliti, khususnya dalam mensetting alat-alat ukur yang digunakan. Kondisi ini akan terkaiat terhadap ketelitian data penelitian yang diperoleh. Setting pembacaan alat ukur sebaiknya dilakukan secara berkelanjutan mulai dari pengereman yang ringan sampai pada pengereman yang berat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] RM.Enoch (2010). Pengembangan Tenaga Air berskala kecil di Sumatera Barat *Laporan Jurusan Teknik Mesin FT UNP P3MH*
- [2] Suryono (2009). *Rekayasa Tenaga Air* . BPPT Jakarta

Biodata Penulis

Purwantono, lahir di Tebing Tinggi, 04 Agustus 1963. Sarjana Pendidikan di Jurusan Teknik Mesin FT UNP 1986. Tahun 2012 memperoleh gelar Magister Pendidikan di Program Pascasarjana UNP dengan bidang konsentrasi Pendidikan Kejuruan. Staf pengajar di jurusan Teknik Mesin FT UNP sejak tahun 1986- sekarang.

Syahrul, dilahirkan di Belakang Padang, 29 Agustus 1961. Menyelesaikan S1 pada jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNP tahun 1986 dan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Pengolahan Lingkungan Hidup pada tahun 2006. Sejak tahun 1987 menjadi staf pengajar tetap di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Junil Adri, dilahirkan di Koto Padang, 30 Juni 1987. Menyelesaikan D3 pada tahun 2008, program Sarjana tahun 2011 dan Program Magister Pendidikan Teknologi Kejuruan di Pascasarjana FT UNP pada tahun 2013. Menjadi dosen tetap Jurusan Teknik Mesin sejak tahun 2017.

