



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 2 Tahun 2024 Page 9150-9164

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Peningkatan Daya Turbin Kaplan dengan Variasi Massa Turbin

Akhmad Wahyudi<sup>1✉</sup>, Mahmuddin<sup>2</sup>, Syahrir Habiba<sup>3</sup>

Universitas Muslim Indonesia

Email: [akhmad.wahyudi@gmail.com](mailto:akhmad.wahyudi@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan Meningkatkan kinerja pembangkit maka perlu pemilihan komposisi jumlah sudu yang sesuai dengan aliran debit air sehingga membuat turbin dapat bekerja lebih optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudu turbin terhadap peningkatan unjuk kerja turbin Kaplan. Metodologi penelitian secara eksperimental yakni variasi sudu turbin sebanyak 2 kali yaitu 4, 5 dan 6 masing – masing sudu akan diberikan penambahan berat 625 g, 675 g, dan 725 g pengujian dilakukan dengan perubahan debit air sebanyak 5x yaitu Q1 0,0228 m<sup>3</sup>/s, Q2 0,0242 m<sup>3</sup>/s, Q3 0,0255 m<sup>3</sup>/s, Q4 0,0267 m<sup>3</sup>/s dan Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s pada perubahan debit akan diberikan pembebanan berat 100 g - 3000 g. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh variasi sudu yaitu penambahan berat pada sudu terhadap peningkatan daya dan torsi, namun jumlah sudu tidak selalu mempengaruhi peningkatan daya dan torsi karena setiap peningkatan sudu perlu menyesuaikan besarnya debit air yang digunakan sebagai potensi penghasil energy mekanik. Daya maksimum turbin pada sudu 5 massa 675 g dengan debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s daya output 268,9 Watt dan torsi 4,94 Nm dengan putaran poros 520 rpm pada pembebanan 1900 g. Sedangkan daya minimum pada sudu 4 massa 675 g dengan pembebanan 2200 g pada debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s. Daya output dihasilkan sebesar 247,3 Watt putaran poros sebesar 413 rpm dan torsi 5,72 Nm.

Kata Kunci: *Jumlah Sudu Turbin, Daya, Torsi*

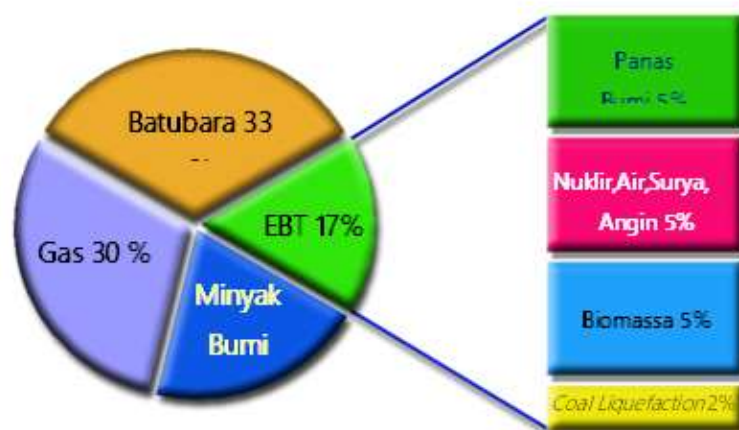
## Abstract

This research aims to improve generator performance, so it is necessary to choose the composition of the number of blades that is appropriate to the flow of water discharge so that the turbine can work more optimally. This research aims to determine the effect of variations in turbine blades on increasing the performance of the Kaplan turbine. The research methodology is experimental, namely varying the turbine blades 2 times, 4, 5, and 6. Each blade will be given an additional weight of 625 g, 675 g, and 725 g. The test is carried out with changes in water flow 5 times, namely, Q1 0.0228 m<sup>3</sup>/s, Q2 0.0242 m<sup>3</sup>/s, Q3 0.0255 m<sup>3</sup>/s, Q4 0.0267 m<sup>3</sup>/s and Q5 0.0279 m<sup>3</sup>/s on changes in discharge will be given a weight load of 100 g - 3000 g. The results of the research show that there is an influence of blade variations, namely adding weight to the blades on increasing power and torque, however, the number of blades does not always affect the increase in power and torque because each increase in blades needs to adjust the amount of water discharge used as a potential source of mechanical energy. Maximum turbine power on 5 blades with a mass of 675 g with a Q5 discharge of 0.0279 m<sup>3</sup>/s, output power of 268.9 Watts, and torque of 4.94 Nm with a shaft rotation of 520 rpm at a load of 1900 g. Meanwhile, the minimum power on blade 4 has a mass of 675 g with a load of 2200 g at a Q5 discharge of 0.0279 m<sup>3</sup>/s. The resulting output power is 247.3 Watts, shaft rotation at 413 rpm, and torque of 5.72 Nm.

Keywords: *Number of Turbine Blades, Power, Torque*

## PENDAHULUAN

Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) pada bidang energi baruan (energy mix) adalah untuk mewujudkan keamanan pasokan energi (energy security of supply) dalam negeri yang berkelanjutan (Sustainable Energi Supply) dan pemanfaatan energi secara efisien.



Gambar 1. Sasaran Energi Mix Nasional Tahun 2025(Adiwardojo.dkk,2006)

Sasaran Kebijakan Energi Nasional adalah (a) tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari 1 (satu) pada tahun 2025, dan (b) terwujudnya energi bauran (energy mix) yang optimal pada tahun 2025, yaitu peranan masing-masing jenis energi terhadap konsumsi energi nasional seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Selain itu, KEN mengarah kepada peningkatan standar hidup rakyat, dengan demikian kebijakan energi harus terkait dengan kebijakan lain seperti kebijakan ekonomi, sosial budaya, pendidikan dan lingkungan hidup. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka diperlukan usaha optimal dalam rangka penemuan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang mampu mengatasi krisis energi berkelanjutan.

Potensi tenaga air merupakan salah satu dari sumber energi baru terbarukan yang murah dan ramah lingkungan. Potensi tenaga air tersebut sampai saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal untuk pemenuhan energi listrik terutama di desa-desa terpencil. Salah satu penyebabnya adalah belum terjangkau jaringan listrik PT. PLN (Persero) di desa-desa yang disebabkan karena faktor teknis dan biaya yang tinggi untuk membuat jaringan baru di sana. Pemenuhan energi listrik di desa-desa terpencil masih relatif rendah dengan tingkat konsumsi listrik juga yang masih rendah. Walaupun demikian memerlukan kapasitas pembangkit yang relatif kecil. Hal ini dapat dipenuhi bila potensi tenaga air yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal. Aliran sungai dan saluran irigasi yang ada di sana dengan debit yang cukup besar juga dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik walaupun dengan kapasitas kecil. Pertumbuhan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang terjadi menyebabkan kebutuhan energi listrik menjadi meningkat dari tahun ke tahun. Diperkirakan jumlah penduduk lebih dari 252 juta jiwa pada Tahun 2015. Pemenuhan energi dibarengi dengan pertumbuhan ekonomi, laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi sangat penting dalam rangka pencapaian elastisitas energi lebih kecil dari 1 (satu) pada Tahun 2025. Bila peningkatan kebutuhan energi tidak diikuti dengan penyediaan energi listrik yang cukup memadai, maka akan terjadi krisis energi di masa akan datang. Kondisi tersebut sedang terjadi di Indonesia, indikatornya adalah seringnya pemutusan listrik oleh PLN secara bergantian di sejumlah kota-kota besar di Indonesia dan seringnya pula pemutusan listrik secara tiba-tiba karena kelebihan beban daya.

Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang tertuang dalam ESDM (2007) bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri dengan sasaran utama adalah terwujudnya energi primer yang optimal pada tahun 2025. Salah satu permasalahan yang menjadi kendala penyediaan energi listrik skala nasional adalah pembangkit-pembangkit yang ada masih banyak yang menggunakan bahan bakar

minyak, sementara cadangan minyak bumi akan semakin berkurang. Untuk itu penggunaan energi alternatif dari energi terbarukan (Renewable Energy) perlu dikembangkan. Energi baru adalah bentuk energi yang dihasilkan oleh teknologi baru baik yang berasal dari energi terbarukan maupun energi tak terbarukan, yaitu energi berbasis pada Hidrogen (fuel-cell), Coal Bed Methane, Coal Liquifaction, Coal Gasification dan Nuklir. Sedangkan energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik dan benar, yaitu energi berbasis pada Panas bumi, Bio-fuel, aliran air sungai, panas surya, angin, biomassa, biogas, ombak laut, dan suhu kedalaman laut. Salah satu sumber energi terbarukan adalah pembangkit tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan memanfaatkan potensi aliran air. Hasil survey menunjukkan bahwa PLTMH memiliki potensi energi listrik sebesar 458,75 MWe dan terpasang 21 MWe atau kira-kira 4,58% (Purnomo, 2006). Konsep PLTMH berorientasi pada pengembangan teknologi tepat guna yang berwawasan lingkungan yang nyaman dan aman.

Ravinda Ariestya dkk (2021) Melakukan penelitian terkait pengaruh debit air terhadap Putaran  $\rho$  turbin  $\pi$  dan  $\rho$  daya  $\pi$  output  $\pi$  yang  $\pi$  dihasilkan prototype PLTMH  $\pi$  dengan  $\pi$  turbin kaplan. Metode analisis yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan dari data primer yang didapatkan. Prototype pada penelitian ini diuji menggunakan debit aliran air dengan variasi diantaranya yaitu 8 liter/s, 10 liter/s, 12 liter/s, 14 liter/s dan 16 liter/s. Output maksimum yang didapat yaitu saat debit air paling besar yaitu 16 liter/s yang menghasilkan putaran turbin 228,3 rpm sebelum dikopel generator dan 172,5 rpm sesudah dikopel generator, putaran generator 902,5 rpm, tegangan generator sebesar 9,07 Volt, Arus generator sebesar 0,56 Ampere, daya generator sebesar 5,09 Watt, torsi didapatkan 0,28 Nm dengan efisiensi didapatkan 1,62 %.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai output maksimum dihasilkan oleh debit air 16 liter/s yang merupakan debit terbesar karena peningkatan debit air yang diberikan akan menyebabkan kinerja PLTMH semakin meningkat. Indonesia dengan keadaan alamnya yang memiliki banyak sungai dan pegunungan, sumber tenaga air dengan head yang tinggi maupun rendah dan debit air yang tinggi, semuanya itu memiliki potensi yang cukup sangat besar untuk pembangunan PLTMH. Potensi energi air dengan head rendah dan tinggi banyak terdapat di desa-desa seperti aliran sungai dan saluran irigasi yang selama ini baru banyak dimanfaatkan untuk pengairan sawah. Foto sungai yang banyak di Indonesia. Pemanfaatan aliran air pada saluran irigasi dengan saluran head rendah untuk PLTMH dimaksudkan guna lebih mengoptimalkan pemanfaatan energi kinetik yang ada pada

saluran tersebut dapat menghasilkan energi listrik Sukamto (2008). Salah satu jenis PLTMH dengan head rendah adalah menggunakan turbin Kaplan, pada penelitian ini analisa data ditujukan pada pengaruh perubahan jumlah sudu dan penambahan massa sudu pada debit aliran karena analisa data yang dihasilkan dan dijadikan batasan menentukan efisiensi lebih efektif.

## METODE PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Perakitan komponen turbin Kaplan dan instalasi pengujian dilaksanakan di gedung Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia.

### Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan proses perakitan turbin Kaplan dan instalasi pengujian dilaksanakan mulai bulan agustus 2023-oktober 2023. Pelaksanan pengujian dan pengambilan data dilaksanakan di depan Gedung Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia pada bulan Nopember - Desember 2024.

### Alat dan Bahan

#### Alat penelitian

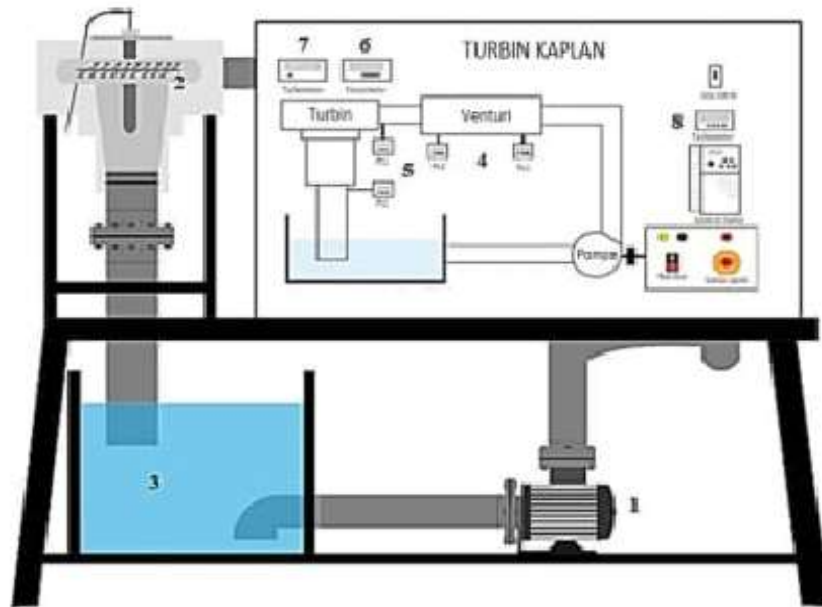
Peralatan yang digunakan untuk mengukur prestasi turbin Kaplan sebagai berikut :

1. Seperangkat alat pengujian turbin Kaplan, beban (pemberat).
2. Ventury untuk mengetahui debit aliran air yang mengalir keturbin
3. Kaplan.
4. Pressure gauge untuk mengetahui head tekanan air pada reservoir atas dalam satuan  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .
5. Tacometer digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi pada poros turbin
6. Voltmeter digunakan untuk mengukur arus dan tegangan input pompa air guna untuk memastikan tegangan input pompa dalam kondisi stabil
7. Thermometer untuk mengetahui suhu air yang digunakan dengan satuan celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).
8. Force meter untuk mengukur torsi yang bekerja pada turbin Kaplan
9. Pompa sentrifugal ini digunakan untuk mengalirkan fluida air dari reservoir dengan menggunakan motor listrik yang dikopel dengan pompa untuk

10. Pemberat digunakan sebagai beban pada turbin Kaplan, pemberat ini digantungkan pada tali karet dari turbin Kaplan.

Bahan Penelitian

Berikut gambar skema dengan gambar penambahan massa pada turbi Kaplan pengujian penelitian turbin Kaplan :



Gambar 2. Skema Pengujian Turbin Kaplan

Keterangan Gambar skema pengjian turbin Kaplan 3.8

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Pompa sentrifugal | 5. Manometer Turbin          |
| 2. Turbin Kaplan     | 6. Indikator gaya pengereman |
| 3. Reservoir         | 7. Indikator putaran turbin  |
| 4. Manometer ventury | 8. Indicator putaran pompa   |



Gambar 3. Sudu turbin dengan massa 625 g, 675 g dan 725 g

## Prosedur Penelitian

Pengujian yang dilakukan pada turbin Kaplan dengan menggunakan fluida air sebagai fluida kerja yang dikonversi oleh turbin menjadi energi mekanik. Berikut secara terperinci prosedur pengujian pada Apparatus pengujian turbin Kaplan :

1. Periksa level air pada bak penampungan/sesuaikan dengan kebutuhan
2. Letakkan sensor thermometer dalam air, untuk mengetahui temperature air setelah di lakukan pengujian
3. Hubungkan alat pengujian ke sumber listrik, pastikan semua alat pengujian dalam kondisi siap untuk dioperasikan
4. Tekan tombol On power listrik pada panel alat pengujian di panel bagian atas
5. Tekan tombol On (warna hijau) pada bagian bawah panel dan biarkan beberapa saat alat uji beroperasi dengan normal.
6. Tekan tombol mode sampai muncul P.U pada layer tekan tombol set lalu tekan tombol FWD
7. Lakukan pengaturan frekwensi putran pompa dengan memutar tombol berwarna hitam ke arah sampai muncul pada monitor nilai frekwensi yang di inginkan sesuai petunjuk kemudian lakukan pemasangan pembebanan pada poros turbin Kaplan.
8. Setelah pengukuran dan mencatat data yang dibutuhkan telah selesai untuk satu variasi debit aliran air, maka pengujian dilanjutkan untuk debit aliran air yang berbeda.
9. Setelah pengambilan data selesai, maka tekan tombol set lalu tekan tombol STOP pada bagian bawah panel.
10. Pastikan semua data yang dibutuhkan terpenuhi.

Jika sistem alat uji tidak bekerja sesuai dengan perancangan maka dilakukan perbaikan alat atau kalibrasi setelah dilakukan perbaikan, maka langkah selanjutnya dilakukanlah kembali uji coba, jika alat sudah sesuai dengan sistem yang di rancang maka dilakukan ke tahap selanjutnya yaitu pencatatan data.

### a) Pengambilan data

Proses pencatatan data dan analisa data pemodelan turbin Kaplan pada pembangkit listrik tenaga micro-hidro dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literatur. Dengan cara mempelajari literatur-literatur yang ada pada jurnal penelitian yang terkait dan juga buku-buku tentang PLTA turbin air di perpustakaan
2. Membuka valve, sesuai debit air yang akan di uji berdasarkan hasil kalibrasi.
3. Mencatat debit air yang terukur oleh venturi meter
4. Mengukur temperatur air menggunakan thermokopel

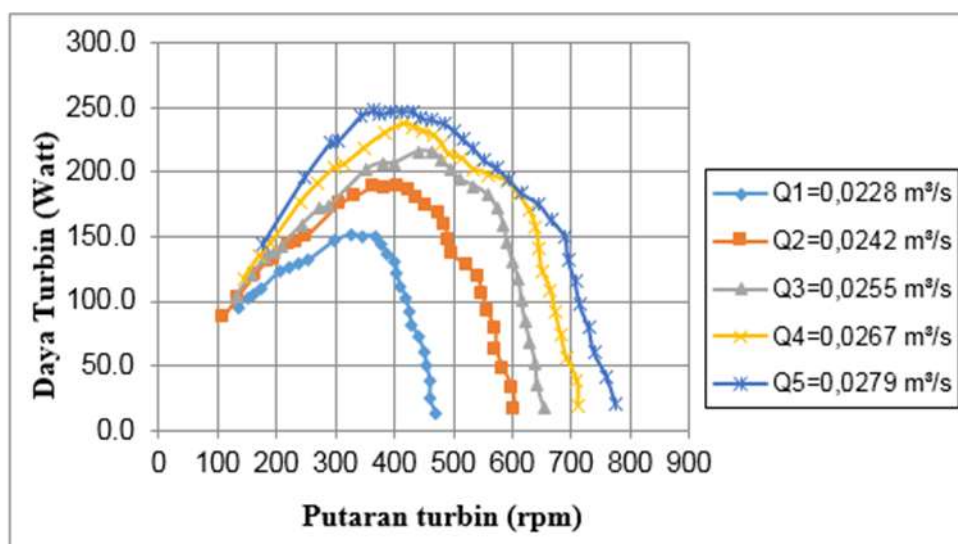
5. Mencatat data putaran poros turbin Kaplan menggunakan tacometer
6. saat dikopel dengan beban yang telah ditentukan yakni beban 625 gram, pada masing-masing jumlah sudu 4 dan 5.
7. Mencatat putaran poros turbin Kaplan menggunakan tacometer saat pembebanan 675 gram dengan tahap awal mengulangi poin 2, 3, dan 4, begitupun selanjutnya dengan pembebanan 725 gram pada masing-masing jumlah sudu 4 dan 5.
8. Menyusun data-data yang sudah dicatat.
9. Analisa data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya output turbin Kaplan sudu 4 dan 5

Turbin Kaplan sudu 4 berat 6,13 N

Hasil penelitian ini mengenai variasi penambahan berat sudu turbin sebanyak 3x, diuji dengan pembebanan 0,1-3 kg dan memvariasikan debit air sebanyak 5x. Gambar 4, dengan debit aliran Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s. Daya yang diperoleh tertinggi Pada pembebanan 1,6 kg debit air yang masuk ke turbin akan dikonversi menjadi energy mekanik dengan baik sehingga air yang masuk ke turbin memberikan gaya ke setiap sudu turbin. Dari perubahan pembebanan dapat diperlihatkan pada gambar berikut:



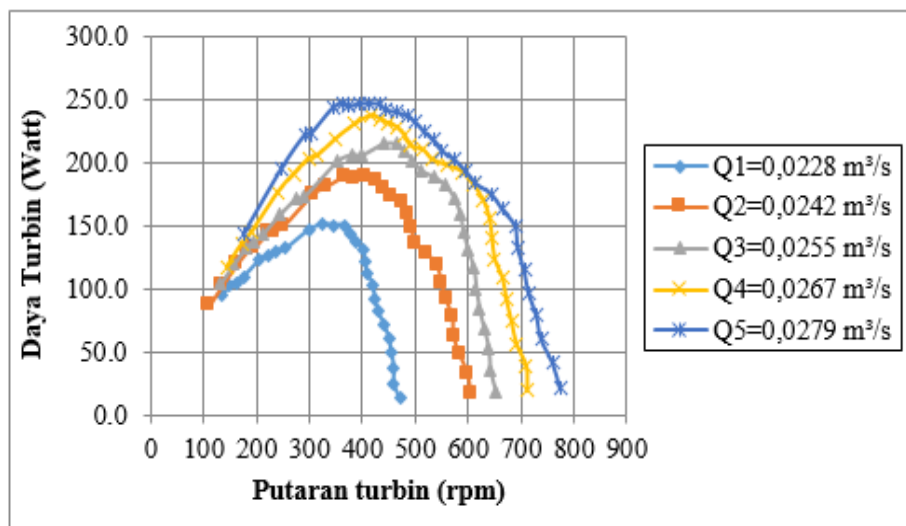
Gambar. 4. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 4 berat 6,13 N

Gambar 4. Menunjukkan bahwa, pada berat 6,13 N dengan debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran poros sebesar 545 rpm dengan daya output turbin sebesar 237,3 watt dan torsi 4,79 Nm. Sedangkan putaran tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pada debit yang sama yaitu Q5 0,02162 m<sup>3</sup>/s, dengan beban turbin yakni 0,1 kg menghasilkan putaran

poros turbin sebesar 778 rpm namun daya yang diperoleh cukup rendah sebesar 21,2 watt dan torsi 0,26 Nm. Semakin cepat putaran turbin dan semakin besar daya output turbin maka semakin besar pula energi potensial yang dikonversikan menjadi energi mekanik oleh turbin, semakin tinggi debit yang diberikan oleh turbin akan berbanding lurus dengan besarnya daya yang dihasilkan oleh turbin.

Turbin Kaplan sudu 4 berat 6,62 N

Berdasarkan hasil perhitungan mengenai variasi penambahan berat sudu turbin 4 yaitu 6,62 N, dengan pembebanan 0,1-3 kg di variasikan debit air sebanyak 5x tiap pembebanan. Pada Gambar 5, dengan debit aliran Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s daya yang diperoleh tertinggi pada pembebanan 2,2 kg. Dari perubahan pembebanan dapat diperlihatkan pada gambar berikut:

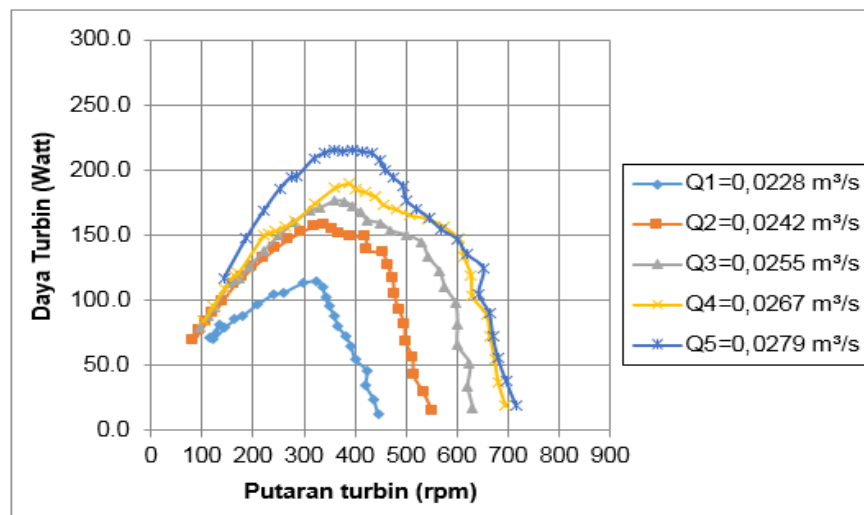


Gambar. 5. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 4 berat 6,62 N

Gambar 5. Menunjukkan bahwa, pada berat 6,62 N dengan debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran poros sebesar 413 rpm dengan daya output turbin sebesar 247,3 Watt dan torsi 5,72 Nm. Sedangkan pada pembebanan maksimum yaitu 3 kg hanya mencapai daya 143,7 Watt putaran poros sebesar 176 rpm dan torsi 7,8 Nm. Pada pembebanan 2200 g, debit Q1 0,0228 m<sup>3</sup>/s, daya 122,7 Watt putaran poros sebesar 205 rpm. Q2 0,0242 m<sup>3</sup>/s, daya 149,7 Watt putaran poros sebesar 250 rpm. Q3 0,0255 m<sup>3</sup>/s, daya 173,6 Watt putaran poros sebesar 290 rpm sedangkan Q4 0,0267 m<sup>3</sup>/s, daya 230,5 Watt putaran poros sebesar 385 rpm dari perolehan tersebut terjadi peningkatan daya beriring meningkatnya perubahan debit, semakin tinggi debit yang diberikan oleh turbin akan berbanding lurus dengan besarnya daya yang dihasilkan oleh turbin.

## Turbin Kaplan sudu 4 berat 7,11 N

Perhitungan daya turbin Kaplan dengan massa 7,11 N dengan pembebanan 0,1-3 kg di variasikan debit air sebanyak 5x tiap pembebanan. Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat dilihat pada gambar 6. Grafik tersebut menampilkan hubungan daya output turbin terhadap rpm. Pada kurva daya output turbin terhadap rpm turbin, menampilkan beberapa titik dan menunjukkan bahwa daya output turbin terbaik berada pada debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s, Namun pada pada berat 7,11 N terjadi penurunan pada pembebanan maksimum hanya 2 kg bebeda dengan berat sudu turbin sebelumnya.

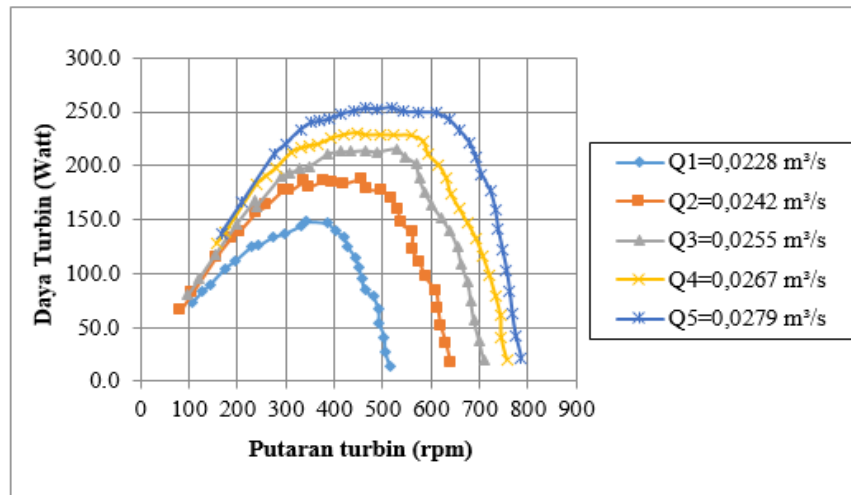


Gambar. 6. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 4 berat 7,11 N

Gambar 6 menunjukkan bahwa sudu 4 berat 7,11 N pada kurva grafik debit air Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s tersebut, menghasilkan daya output tertinggi sebesar 215,5 Watt dan putaran poros turbin 396 rpm, torsi 5,19 Nm dan daya minimum pada debit Q1 0,0228 m<sup>3</sup>/s mampu menghasilkan daya output sebesar 78,9 Watt dan putaran poros turbin 145 rpm. Sedangkan debit Q2 peningkatan daya cukup tinggi dapat dilihat pada kurva grafik peningkatan daya debit Q1 ke debit Q1, daya yang dihasilkan oleh debit Q2 sebesar 147 Watt dengan putaran poros turbin 270 rpm. Sedangkan debit Q3 ke debit Q4 kenaikan daya yang diperoleh cukup massif, Daya yang dihasilkan oleh debit Q3 sebesar 168,7 Watt, putaran poros turbin 310 rpm dan daya output debit Q4 sebesar 174,2 Watt, putaran poros turbin 320 rpm. Hubungan daya terhadap rpm dengan perubahan debit, daya yang dihasilkan cukup bervariasi namun, pada Q1 ketika pembebanan 2,5 kg putaran poros turbin sudah cukup melambat dan mendekati stag. Perbedaan daya yang diperoleh tidak begitu tinggi dibanding berat sudu sebelumnya, akan tetapi ketika dilakukan penambahan massa sudu turbin maka perlu pula penambahan debit air yang diberikan sebab massa yang besar butuh gaya dorong yang besar pula untuk menggerakkan satu persatu sudu turbin.

Turbin Kaplan sudu 5 berat 6,131 N

Hasil penelitian ini mengenai variasi sudu turbin 5 penambahan massa sebanyak 3x, kemudian diuji dengan pembebanan 0,1-3 kg di variasikan debit 5x tiap pembebanan. Gambar 7, dengan debit aliran Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s daya yang diperoleh tertinggi pada pembebanan 1,8 kg. Dari perubahan pembebanan dapat diperlihatkan pada gambar berikut:

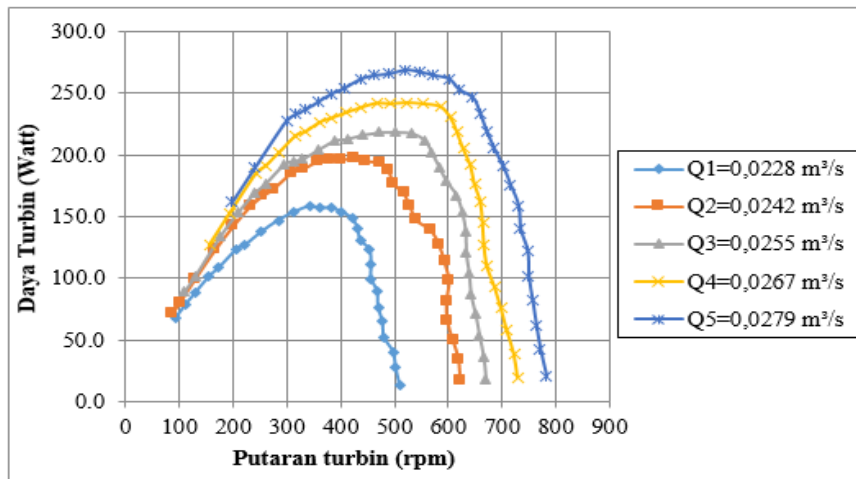


Gambar. 7. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 5 berat 6,131 N

Gambar 7. Menunjukkan bahwa, pada berat 6,131 N dengan debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran poros sebesar 519 rpm dengan daya output turbin tertinggi sebesar 254,23 Watt dan torsi 4,68 Nm. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan oleh turbin dengan pembebanan yang sama yaitu 1800 g dan pada debit yaitu Q1 0,0228 m<sup>3</sup>/s, menghasilkan daya output cukup rendah sebesar 133,7 Watt putaran poros sebesar 273 rpm dan torsi 4,67 Nm. Pada debit Q1 ke debit Q2 selisih daya yang diperoleh cukup tinggi karena debit air yang digunakan untuk menggerakkan turbin memiliki selisih cukup tinggi. Semakin banyak jumlah sudu turbin dan penambahan massa sudu turbin maka membutuhkan debit air cukup besar yang akan dijadikan sebagai energy potensial yang akan dikonversi menjadi energy mekanik sehingga daya output turbin semakin besar.

Turbin Kaplan sudu 5 berat 6,62 N

Berdasarkan hasil perhitungan mengenai variasi penambahan berat pada sudu turbin 5 yaitu 6,62 N, dengan pembebanan 0,1-3 kg di variasikan debit air sebanyak 5x tiap pembebanan. Gambar 8 menunjukkan daya tertinggi diperoleh pada debit Q5 yaitu 0,0279 m<sup>3</sup>/s, dengan pembebanan 1,9 kg. Dari perubahan pembebanan dapat diperlihatkan pada gambar berikut:

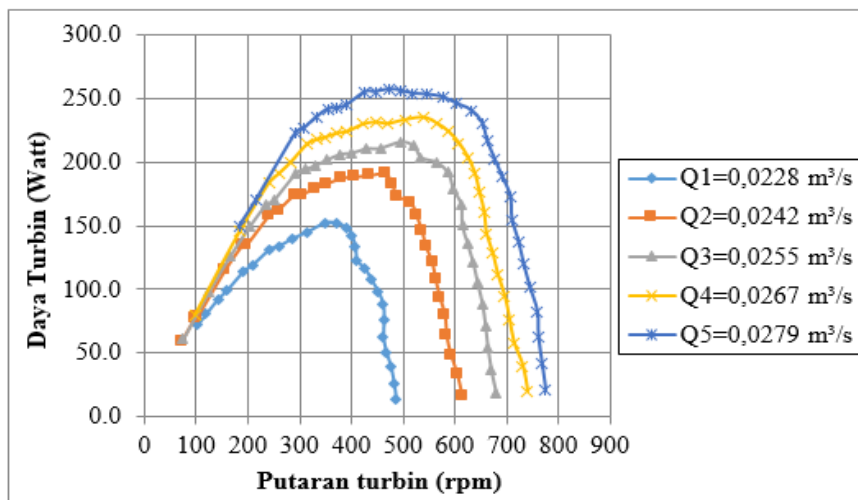


Gambar. 8. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 5 berat 6,62 N

Gambar 8. Menunjukkan bahwa, pada berat 6,62 N dengan debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran poros sebesar 520 rpm dengan daya output turbin sebesar 268,9 Watt dan torsi 4,94 Nm. Sedangkan pada pembebanan maksimum yaitu 3 kg hanya mencapai daya 161,6 Watt putaran poros sebesar 198 rpm dan torsi 7,7 Nm. Pada analisis data dengan menarik benang merah, pembebanan 1,9 kg, debit Q1 0,0228 Daya output Daya output m<sup>3</sup>/s, daya 146,9 Watt putaran poros sebesar 284 rpm, Q2 0,0242 m<sup>3</sup>/s, daya 196 Watt putaran poros sebesar 379 rpm. Q3 0,0255 m<sup>3</sup>/s, daya 213 Watt putaran poros sebesar 412 rpm sedangkan Q4 0,0267 m<sup>3</sup>/s, daya 242 Watt putaran poros sebesar 468 rpm dari perolehan tersebut terjadi peningkatan daya beriring meningkatnya perubahan debit. Jika ditinjau dari prestasi turbin terhadap perbedaan sudu turbin dapat dilihat dari data bahwa sudu 5 perolehan daya jauh lebih tinggi dibanding sudu 4.

Turbin Kaplan sudu 5 berat 7,11 N

Perhitungan daya turbin Kaplan dengan berat 7,11 N dengan pembebanan 0,1-3 N di variasikan debit air sebanyak 5x tiap pembebanan. Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat dilihat pada gambar 9. Grafik tersebut menampilkan hubungan daya output turbin terhadap rpm. Pada kurva daya output turbin terhadap rpm turbin, menampilkan beberapa titik dan menunjukkan bahwa daya output turbin terbaik berada pada debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s, Namun pada pada berat 7,11 N sudu 5, terjadi peningkatan pada pembebanan 2 kg pada perolehan daya maksimum berbeda dengan berat sudu turbin sebelumnya.



Gambar. 9. Kurva daya output turbin Kaplan sudu 5 berat 7,11 N

Gambar 9 menunjukkan bahwa sudu 5 berat 7,11 N pada kurva grafik debit air Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s tersebut, menghasilkan daya output tertinggi sebesar 256,89 Watt dan putaran poros turbin 472 rpm, torsi 5,2 Nm dan daya minimum pada debit Q1 0,0228 m<sup>3</sup>/s menghasilkan daya output sebesar 131,4 Watt dan putaran poros turbin 241 rpm. Sedangkan debit Q2 peningkatan daya cukup tinggi dapat dilihat pada kurva grafik peningkatan daya debit Q1 ke debit Q2, daya yang dihasilkan oleh debit Q2 sebesar 178,93 Watt dengan putaran poros turbin 329 rpm. Sedangkan debit Q3 ke debit Q4 selisih kenaikan daya yang diperoleh cukup rendah, Daya yang dihasilkan oleh debit Q3 sebesar 206 Watt, putaran poros turbin 379 rpm dan daya output debit Q4 sebesar 229,54 Watt putaran poros turbin 468 rpm, Sedangkan debit Q4 ke debit Q5 selisih kenaikan daya yang diperoleh cukup tinggi. Hubungan daya terhadap rpm dengan perubahan debit, daya yang dihasilkan cukup bervariasi namun, pada Q1 ketika pembebanan 2,5 kg putaran poros turbin sudah cukup melambat secara perlahan sehingga daya yang diperoleh rendah. Ketika dilakukan penambahan massa sudu turbin maka perlu pula penambahan debit air sebab, berat sudu turbin yang besar butuh gaya tangensial yang besar pula untuk setiap sudu turbin sehingga turbin mampu berotasi secara maksimal.

#### SIMPULAN

Daya output tertinggi turbin Kaplan pada sudu 5 berat sudu 6,62 N dengan pembebanan 2 kg pada debit Q5 0,0279 m<sup>3</sup>/s. Putaran poros turbin sebesar 520 rpm. Daya output turbin yang diperoleh sebesar 268,9 Watt dan torsi 4,94 Nm, sedangkan sudu 4 berat 6,62 N dengan pembebanan 2 kg. menghasilkan putaran poros sebesar 413 rpm dan daya output turbin sebesar 247,3 Watt dan torsi 5,72 Nm. Unjuk kerja turbin

Kaplan ditinjau dari perbedaan massa sudu turbin dengan pembebanan turbin dan perubahan debit air yang diujikan dapat disimpulkan bahwa jumlah sudu dan massa yang besar membutuhkan debit air yang besar, sehingga daya besar berbanding lurus dengan ratio antara perubahan berat sudu dan perubahan debit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A. (2021). Analisa Pengaruh Perubahan Debit Aliran Dan Pembebanan Terhadap Prestasi Turbin Kaplan. *J-Move*, 8-14.
- Anam, A., Soenoko, R., & Widhiyanuriyawan, D. (2013). Pengaruh variasi sudut input sudu mangkok terhadap kinerja turbin kinetik. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya*, 4(3), 129480.
- Aryanto, F., Mara, M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1).
- Dewanto, H. P., Himawanto, D. A., & Cahyono, S. I. (2017). Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(2), 54-62
- Efriyasika, D., Qiram, I., & Rubiono, G. (2021). Tingkat kekasaran permukaan sudu dan sudut input air terhadap unjuk kerja turbin vortex. *JUSTE (Journal of Science and Technology)*, 1(2), 182-194.
- Jakfar, A., & Fatah, M. (2022). Modification of Kaplan Turbine with Variation of Guide Angle (Guide Vanes) to Generate Electric Power. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 4(3), 269-282.
- Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisis daya dan efisiensi turbin air kinetis akibat perubahan putaran runner. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 1-9.
- Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisis daya dan efisiensi turbin air kinetis akibat perubahan putaran runner. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 1-9.
- Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisis daya dan efisiensi turbin air kinetis akibat perubahan putaran runner. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 1-9.
- Purnama, A. C., Hantoro, R., & Nugroho, G. (2013). Rancang bangun turbin air sungai poros vertikal tipe Savonius dengan menggunakan pemandu arah aliran. *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), B278-B282.
- Pussenarh, K. P. A., Kodiklat, T. N. I., Junrejo, D. P. K., & Batu, K. (2018). Rancang bangun

dan uji performansi turbin air jenis kaplan skala mikrohidro.

S Supandi, S. S. (2015). Unjuk kerja PLTMH menggunakan turbin savonius dengan variasi sudut deflektor (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).

Sofyan, A., & Bancin, J. (2021). Uji Eksperimental Pada Turbin Kaplan Dan Analisa Performansi Dengan Variasi Jumlah Sudut Gerak Terhadap Sudut-sudut Pengarah 20° Dan Jarak Vertikal 20 Cm. *Sintaksis*, 1(1), 13-18.

Sutrimo, D., & Adiwibowo, P. H. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Berpenampang L Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Crossflow Poros Horizontal. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1)