

Kinerja Generator Dan Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Mikohidro Turbin Archimedes

1st Syadad Asy Syegaf
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

syadadasysyegaf@student.telkomuniversity.ac.id

2nd M Ramdhan Kirom
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mramdhankirom@telkomuniversity.ac.id

3rd Indra Wahyudin Fathona
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

indrafathonah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pembangkit tenaga air kecil atau mikohidro ini sangat efisien bagi masyarakat sekitar yang dimana energi listrik di era sekarang sangat diperlukan seperti di pedesaan, pegunungan dan di sekitar jalanan masih belum terjangkau oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Turbin Archimedes bekerja dengan cara mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik yang dapat digunakan. Pada dasarnya, turbin ini terdiri dari sebuah kincir dengan bilah-bilah melengkung yang dipasang pada poros horizontal. dengan 4 bilah bahan PVC melibatkan penggunaan kincir turbin dengan bilah-bilah melengkung yang terbuat dari pipa PVC dengan jarak antar bilah 40cm. Turbin ini dirancang untuk memanfaatkan aliran air yang mengalir melalui saluran penampang air. Saat air mengalir melalui bilah-bilah PVC, tekanan air menyebabkan bilah turbin berputar. Putaran bilah turbin menghasilkan energi mekanik yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan generator atau mesin lainnya. Pengukuran kecepatan putaran turbin dilakukan pada kecepatan air $\pm 0,4$ m/s menggunakan suara dengan pembebanan mencapai 5 - 30 watt. Hasil percobaan diperoleh tegangan maksimum senilai 22,2 V dengan kecepatan air di $\pm 0,4$ m/s pada putaran poros turbin 216 rpm pada debit dan putaran poros turbin yang sama.

Kata kunci : Mikohidro, Archimedes, Generator, Turbin, Watt

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan pembangkit tenaga air skala kecil atau mikro memiliki efisiensi yang tinggi, terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan, pegunungan, dan terpencil yang belum terhubung dengan jaringan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Di zaman ini, kebutuhan akan energi listrik sangat vital dalam kehidupan sehari-hari, sejajar dengan kebutuhan sandang, pangan, dan tempat tinggal. Karena itu, pengembangan sumber energi terbarukan memiliki peran yang signifikan, karena sumber daya ini dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan tersedia di lingkungan alam.

Salah satu bentuk pengembangan turbin air adalah model Sekrup Archimedes yang digunakan sebagai Pembangkit Listrik Mikrohidro dengan Turbin Archimedes. Prinsip kerjanya adalah mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik yang bermanfaat. Pada dasarnya, turbin ini terdiri dari sebuah kincir dengan bilah melengkung yang terpasang pada poros horizontal. Ketika air mengalir melalui saluran dengan penampang tertentu, gaya gravitasi akan mendorong air ke arah bawah, dan aliran air ini akan memberikan tekanan pada bilah-bilah kincir. Tekanan ini mengakibatkan kincir turbin mulai berputar, menghasilkan energi mekanik. Energi ini dapat digunakan untuk menggerakkan generator, mesin, atau perangkat mekanis lainnya, sehingga menghasilkan listrik atau tenaga mekanik yang berguna. Dengan prinsip kerja yang sederhana ini, turbin Archimedes menjadi solusi efisien dalam menghasilkan energi dari aliran air.

II. DASAR TEORI/METODOLOGI

A. Mikohidro

Mikrohidro, juga dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga air skala mikro, merujuk pada jenis pembangkit energi listrik yang memanfaatkan aliran air dalam skala kecil guna menghasilkan listrik. Sistem mikrohidro umumnya dirancang untuk digunakan di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik utama. Meski berskala mikro, teknologi ini memiliki potensi untuk memberikan sumber energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Cara operasi mikrohidro mirip dengan pembangkit tenaga air yang lebih besar, seperti pembangkit hidroelektrik dalam skala besar. Aliran air dari sungai atau sumber air lainnya diarahkan melalui turbin atau roda air, yang pada gilirannya menggerakkan generator guna menghasilkan energi listrik. Tenaga air yang awalnya berbentuk energi kinetik diubah oleh turbin menjadi energi mekanik, lalu diterjemahkan kembali menjadi energi listrik oleh generator.

B. Turbin Archimedes

Turbin Archimedes, juga dikenal sebagai turbin ulir, merupakan jenis turbin air yang memanfaatkan prinsip Archimedes guna mengkonversi energi potensial air menjadi energi mekanis, yang selanjutnya dapat diubah menjadi energi listrik. Keunggulan utama dari turbin Archimedes adalah kemampuannya dalam beroperasi pada perbedaan ketinggian yang rendah, serta kemudahan dalam hal pemasangan dan pemeliharaan. Salah satu aspek positifnya adalah dampak minim terhadap ekosistem di lokasi pemasangan.

Turbin ulir Archimedes memiliki rentang penggunaan yang meliputi skala pembangkit listrik mikrohidro yang ideal untuk memanfaatkan potensi energi yang sering kali terlewatkan, seperti sungai kecil dan sistem irigasi. Beberapa faktor yang memengaruhi kinerja turbin Archimedes meliputi tingkat aliran air pada turbin, sudut kemiringan turbin, rasio pitch (kemiringan sudu), dan jumlah sudu. Karenanya, turbin Archimedes, atau turbin ulir, merupakan solusi efektif dalam mengubah energi air menjadi energi listrik dalam situasi perbedaan ketinggian yang minim, dengan kelebihan pemasangan dan pemeliharaan yang sederhana serta dampak lingkungan yang rendah.

C. Generator AC

Generator AC pada turbin Archimedes bekerja dengan mengubah energi mekanik yang berasal dari putaran kincir turbin menjadi energi listrik berarus bolak-balik (AC). Putaran kincir turbin yang dihasilkan oleh aliran air mendorong poros turbin yang terhubung dengan generator. Poros turbin selanjutnya menggerakkan rotor generator, yang menginduksi arus listrik AC pada kumparan-kumparan stator generator. Arus listrik AC yang tercipta bisa dimanfaatkan untuk memasok listrik ke sistem yang memerlukannya, seperti rumah atau jaringan listrik. Melalui cara kerja ini, generator AC pada turbin Archimedes menyediakan solusi efektif dalam menghasilkan energi listrik dari potensi kinetik air.

D. Kecepatan Air

Kecepatan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar dalam fisika yang menghubungkan jarak, waktu, dan kecepatan. Rumus dasar tersebut adalah:

$$v = \frac{s}{t} \tag{1}$$

- V=Kecepatan
- S=Jarak
- T=Waktu

Dalam hal ini, jarak diukur dalam satuan panjang (misalnya meter atau kilometer), dan waktu diukur dalam satuan waktu (misalnya detik, menit, atau jam).

E. Alat & Bahan

Alat dan bahan dalam pembuatan Turbin Archimedes ini adalah sebagai berikut:

TABEL 1.
Alat

No	Alat	Spesifikasi
1	Multimeter	Digital
2	Lampu LED	5 Watt
3	Generator AC	500 Watt
4	Counter Digital	-
5	Busur Derajat	180
6	Stopwatch	Digital

TABEL 2.
Bahan

No	Bahan	Spesifikasi
1	Ulir Turbin Archimedes	4 Bilah
2	Rangka Besi	1,5 m
3	Baut	Ukuran 11
4	Pulley	12inch
5	V-Belt	-

F. Perencanaan PLTMH Turbin Archimedes



GAMBAR 1.
Turbin Archimedes

TABEL 3.
Spesifikasi dari PLTMH Turbin Archimedes

Spesifikasi	Parameter
Jumlah Sudu	4 Buah
Bahan Housing Turbin	Plat 2mm
Bahan Poros Ulir	PVC
Panjang Turbin	1,18m
Jarak antar bilah	40cm
Panjang Housing	1,49m

Implementasi sederhana dari turbin Archimedes melibatkan penggunaan kincir turbin yang memiliki empat bilah yang terbuat dari bahan PVC. Bilah-bilah ini memiliki bentuk melengkung dan dipasang pada pipa PVC dengan jarak antara setiap bilah sekitar 40 cm. Tujuan dari turbin ini adalah untuk memanfaatkan aliran air yang melewati saluran air tertentu. Ketika air mengalir melalui bilah-bilah PVC ini, tekanan air akan menyebabkan kincir turbin mulai berputar.

Putaran kincir turbin ini kemudian menghasilkan energi mekanik yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan generator atau mesin lainnya. Agar turbin berfungsi optimal, turbin ditempatkan pada sudut kemiringan sekitar 40°. Sudut kemiringan yang lebih besar memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya hidrolisis yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh perubahan perbedaan ketinggian bersih (head) yang juga ikut meningkat seiring dengan kemiringan turbin. Karena daya hidrolis dipengaruhi oleh tinggi air yang jatuh (head), semakin besar head akan menghasilkan tekanan gaya dorong yang lebih tinggi, dan oleh karena itu

menghasilkan daya hidrolis yang lebih besar. Melalui penggunaan bahan PVC yang tahan terhadap korosi dan juga ekonomis, penerapan turbin Archimedes yang sederhana dengan empat bilah PVC ini memberikan solusi yang efisien dan terjangkau dalam menghasilkan energi terbarukan dari aliran air. Dengan memanfaatkan prinsip sederhana ini, turbin Archimedes menjadi alternatif yang menjanjikan dalam menyediakan sumber energi bersih dari aliran air.



GAMBAR 2.
Generator AC

TABEL 4.
Spesifikasi Generator

Spesifikasi	Parameter
Voltase (V)	220 Volt
Daya (P)	500 Watt
Kecepatan Turbin	3500 RPM

Penerapan generator AC pada turbin Archimedes melibatkan penggunaan suatu generator yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi mekanik yang berasal dari putaran kincir turbin menjadi energi listrik berarus bolak-balik (AC). Generator ini dihubungkan dengan poros turbin sehingga ketika kincir turbin berputar karena aliran air, poros turbin akan menggerakkan rotor generator. Hasilnya, rotor generator akan menghasilkan arus listrik AC yang dapat dimanfaatkan untuk menyediakan suplai listrik bagi sistem yang membutuhkan. Implementasi generator AC pada turbin Archimedes memberikan solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam menghasilkan energi listrik dari aliran air, serta mendayagunakan sumber daya alam secara berkelanjutan.

G. Pengujian Eksperimental

Pengujian kali ini dilakukan dengan kecepatan air $\pm 0,4m/s$ dengan kemiringan 40° air yang mengalir ke turbin kemudian memutar turbin lalu melalui pulley memutar generator, dari generator ini dilakukan pengambilan data menggunakan multimeter.



GAMBAR 3.
Pengujian Turbin dan Generator

H. Pengambilan Data Eksperimental

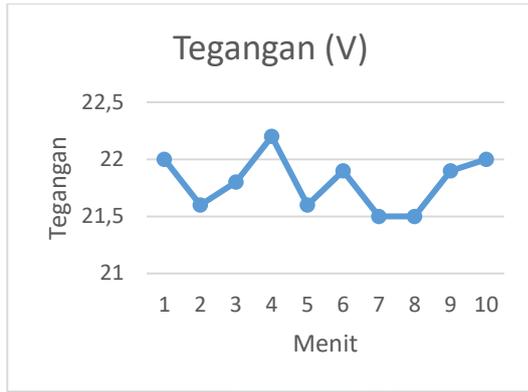


GAMBAR 4.
Pengambilan data

Pengambilan data pengujian berupa tegangan (V), kecepatan putaran turbin (rpm) dilakukan selama 10 menit untuk mencari tegangan dan satu menit untuk pengukuran rpm. Pengukuran menggunakan multimeter dengan menempelkan kabel multimeter ke kabel generator, pengambilan data pertama tanpa beban selama satu menit, lalu ditambah 1 sampai 6 beban masing-masing satu menit. Lalu untuk menghitung rpm menggunakan suara dengan cara direkam lalu di hitung menggunakan counter digital.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Tegangan



GAMBAR 5. Grafik Pengukuran Tegangan

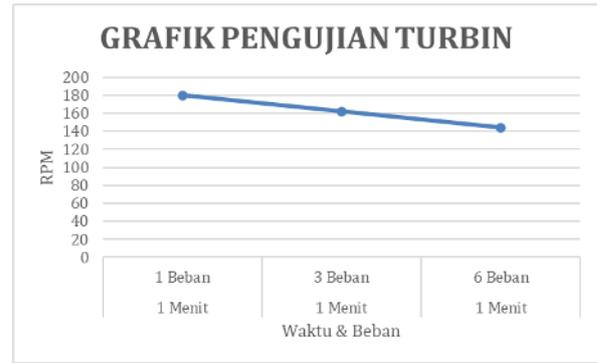
TABEL 5.

Hasil pengukuran tegangan

Menit Ke	Tegangan (V)
1	22
2	21,6
3	21,8
4	22,2
5	21,6
6	21,9
7	21,5
8	21,5
9	21,9
10	22

Pada pengujian pertama dilakukan pengujian Generator dan turbin, tegangan generator terbesar terjadi pada saat menit ke 4 yaitu sebesar 22,2 V, pada menit ke 3 menghasilkan tegangan generator sebesar 21,8 V dan tegangan generator terkecil terjadi pada menit ke 7 dan 8 yaitu 21,5 V. Dari rentang nilai tegangan antara 21,5 V hingga 22,2 V bisa didapatkan rata-rata 21,8 V. Meskipun terdapat variasi dalam nilai tegangan yang diamati, angka rata-rata tersebut memberikan gambaran umum tentang tingkat tegangan yang dominan dalam pengujian tersebut. Pada pengujian ini, tegangan output turbin menunjukkan kecenderungan nilai yang berbanding lurus terhadap peningkatan nilai tegangan. Semakin besar jumlah debit yang mengalir didalam sudu turbin, maka tegangan yang dihasilkan juga semakin besar.

B. Hasil Pengujian Putaran Turbin



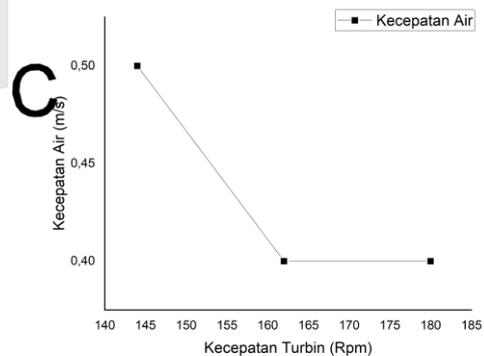
GAMBAR 6. Grafik Pengukuran Putaran Turbin

TABEL 6.

Hasil pengukuran putaran turbin

Waktu	Beban	RPM	V air
1 Menit	1	180	± 0,4m/s
1 Menit	3	162	± 0,4m/s
1 Menit	6	144	± 0,4m/s

Berdasarkan hasil pengujian putaran turbin yang dicatat selama satu menit, terlihat bahwa turbin berputar dengan kecepatan 216 RPM. Selain itu, kecepatan air yang mengalir pada turbin juga terekam dan mencapai rata-rata ± 0,4 m/s. Analisis dari data ini menunjukkan bahwa turbin memiliki performa yang stabil dengan putaran yang konsisten pada tingkat 216 RPM tanpa beban. Lalu ada sedikit penurunan ketika ditambah 1 beban menjadi 180 RPM dengan kecepatan air sama yaitu ± 0,4 m/s, lalu ditambah beban menjadi 3 putaran menurun lagi menjadi 162 RPM, dan titik terendah ada pada 6 beban yaitu di 144 RPM dengan kecepatan ± 0,5 m/s. Kecepatan air yang mencapai nilai rata-rata ± 0,4 m/s dan ada peningkatan sedikit menjadi ± 0,5 m/s juga menunjukkan bahwa sumber daya air yang menggerakkan turbin relatif terjaga dan konsisten dalam memberikan tenaga penggerak. Ketika turbin berputar dengan kecepatan yang stabil, potensi untuk menghasilkan energi mekanik atau listrik juga tetap terjaga. Konsistensi putaran turbin ini penting karena dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja keseluruhan dari sistem tenaga yang menggunakan turbin ini sebagai bagian dari proses produksi energi.



GAMBAR 7. Grafik Kecepatan Air

IV. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa kinerja generator dan Turbin Archimedes berkaitan dengan beban yang terhubung ke generator. Saat beban dihubungkan ke generator, generator harus mampu menyediakan daya listrik yang dibutuhkan oleh beban tersebut. Nilai arus yang dibutuhkan oleh beban akan semakin besar seiring dengan besarnya daya yang diminta oleh beban. Akibatnya, performa generator dipengaruhi oleh putaran per menit (RPM) yang harus ditingkatkan agar generator dapat memenuhi kebutuhan daya listrik dari beban. Dengan demikian, ketika beban meningkat, RPM pada generator juga harus ditingkatkan untuk menjaga suplai daya listrik yang memadai. Sebaliknya, jika beban berkurang, RPM pada generator dapat diperlambatkan karena kebutuhan daya listrik juga berkurang. Hasilnya, besarnya beban yang dihubungkan pada generator akan mempengaruhi RPM generator, yang dapat meningkat atau menurun tergantung pada ukuran beban yang disambungkan ke generator. Selain itu, jumlah aliran air yang masuk ke dalam sudu turbin juga berpengaruh. Semakin besar debit air yang mengalir melalui sudu turbin, semakin besar tegangan yang dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa jumlah air yang mengalir menggerakkan sudu turbin juga memainkan peran penting dalam menghasilkan energi listrik. Dengan kata lain, keseluruhan kinerja sistem tergantung pada interaksi antara beban yang dihubungkan ke generator, RPM generator, dan debit air yang mengalir melalui sudu turbin.

REFERENSI

- [1] S. M. S. Syahputra, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Dengan Menggunakan Turbin Ulir," *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2017.
- [2] A. A. P. R. A. A. N. R. Gunawan Rudi Cahyono, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP PUTARAN DAN DAYA HIDROLISIS PADA TURBIN ARCHIMEDES SCREW PORTABLE," 2022.
- [3] A. S. A. S. Abdan Sakura, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik," 2017.
- [4] A. C. H. S. I. H. Mahendra Widyartono, "KAJIAN KEMIRINGAN BLADE DAN HEAD TURBIN ARCHIMEDES SCREW TERHADAP DAYA KELUARAN GENERATOR AC 1 PHASE 3kW," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. Vol. 10 Nomor 01, 2021.