

SISTEM PENGUKURAN ALIRAN AIR TERHADAP PUTARAN TURBIN PADA PLTMH

Ichlasul Amal¹, Suprihardi², Mahalla³

^(1,2,3)Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: kolasyumar12@gmail.com, suprihardi@pnl.ac.id, mahalla.pnl@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. Pada pembangkit ini menggunakan turbin pelton sebagai komponen utamanya. Turbin pelton banyak digunakan untuk pembangkit listrik skala mikro. Salah satu tujuan pengembangan PLTMH adalah untuk mensubstitusi energi BBM. Konsep listrik berbasis mikrohidro dengan memanfaatkan sumber air yang berada di sekitar pemukiman masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju aliran air yang mengalir pada *prototype* PLTMH serta pengaruhnya terhadap putaran turbin, tegangan dan daya yang akan dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu merancang sistem pengukuran aliran air dan melakukan pengujian terhadap modul PLTMH. Serta merancang sensor Aliran air berbasis Arduino UNO. PLTMH pada penelitian ini diuji menggunakan debit aliran air dengan variasi yaitu 9 liter/s, 12 liter/s, dan 14 liter/s. Output maksimum yang didapat yaitu saat debit air paling besar yaitu 14 liter/s yang menghasilkan putaran turbin 355,7 rpm, tegangan generator sebesar 37,44 Volt, arus generator sebesar 0,109 Ampere, daya generator sebesar 3,72 Watt. Berdasarkan hasil penelitian, nilai output maksimum dihasilkan oleh debit air 14 liter/s yang merupakan debit terbesar karena peningkatan debit air yang diberikan akan menyebabkan kinerja PLTMH semakin meningkat.

Kata Kunci: Debit Air, Daya Output, Turbin Pelton, PLTMH

I. PENDAHULUAN

Salah satu potensi sumber daya alam terbesar yang dimiliki oleh Indonesia adalah air. Di samping kegunaannya untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, kandungan energi yang dimiliki oleh air yang mengalir dengan ketinggian (head) tertentu juga dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). [1]

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, dengan skala daya yang dapat dibangkitkan 5 kilo watt hingga 50 kilo watt. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik.

Di laboratorium pembangkit listrik terdapat sebuah pembangkit listrik skala kecil, namun masih timbul permasalahan dalam hal mengoptimalkan kinerja PLTMH tersebut yaitu belum adanya sensor yang dapat membaca kecepatan aliran air sebelum jatuh ke turbin. Kegunaan sensor ini untuk membaca kecepatan putaran rotor pada sensor yang disebabkan oleh kecepatan aliran air sehingga kita dapat mengetahui debit dan volume air yang lewat dari alat ini.

Dari uraian diatas maka yang menjadi masalah untuk dibahas dalam tugas akhir ini yaitu bagaimana kinerja sensor *water flow* dalam membaca kecepatan aliran air terhadap putaran turbin pada PLTMH skala laboratorium.

II. TINJAUAN PUSTAKA

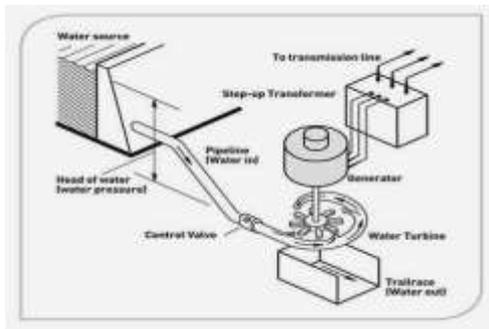
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Pada saluran irigasi ini terdapat penyaringan sampah untuk menyaring kotoran yang mengambang diatas air, kolam pengendap untuk mengendapkan kotoran, saluran pembuangan untuk membuang kelebihan air yang mengalir melalui saluran akibat banjir melalui pintu saluran pembuangan. Akhir dari saluran ini adalah sebuah kolam penenang (*forebay tank*) yang berfungsi untuk mengendapkan dan menyaring Kembali air agar kotoran tidak masuk dan merusak turbin.

Selain itu kolam penenang ini berfungsi juga untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke dalam pipa pesat. Pipa pesat (*penstock*) ini akan mengalirkan air ke rumah pembangkit (*power house*) yang terdapat turbin dan generator di dalamnya. Besar volume air yang masuk ke pipa pesat diatur melalui pintu pengatur. Turbin pada proses pembangkitan listrik ini berputar karena adanya pengaruh energi potensial air yang mengalir dari pipa pesat dan mengenai sudu-sudu turbin. Berputarnya turbin kemudian akan

mengakibatkan generator juga berputar sehingga generator dapat menghasilkan listrik sebagai keluarannya.

Secara teknis, mikrohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber energi, turbin air dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi. Di rumah instalasi, air tersebut akan menumbuk turbin air sehingga akan menghasilkan energy mekanik berupa berputarnya poros turbin air. [2]



Gbr 1. Sistem PLTMH [1]

Prinsip kerjanya adalah aliran sungai dibendung agar mendapatkan debit air (Q) dan jatuh air (H), kemudian air yang dihasilkan disalurkan melalui saluran penghantar air menuju bak penenang, bak penenang dihubungkan dengan pipa pesat, dan pada bagian paling bawah di pasang turbin air. Turbin air akan berputar setelah mendapat tekanan air (P), dan perputaran turbin dimanfaatkan untuk memutar generator, setelah mendapat putaran yang konstan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik, yang dikirim ke konsumen melalui saluran kabel distribusi (JTM atau JTR). [1]

B. Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit air dapat dilakukan secara langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan menggunakan peralatan berupa alat pengukur debit. Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan dengan menggunakan rumus hidrolika, contohnya rumus Manning atau Chezy. [3]

Berapa besaran debit air dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = V \times A \tag{1}$$

Dimana :

Q = Debit

V = Kecepatan aliran air (m/s)

A = Luas penampang (m²)

Debit air (Q) untuk menentukan debit optimal untuk menggerakkan turbin :

$$Q = \sqrt{2} \cdot g \cdot H$$

Dimana :

Q = Debit air (m³/s)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

H = Tinggi jatuh air (m) (2)

Debit air (Q) untuk menentukan variasi debit air terhadap volume bejana per satuan waktu.

$$Q = \frac{\text{Volume Bejana}}{\text{Waktu Untuk Memenuhi Bejana}} \tag{3}$$

C. Sensor Water Flow

Sensor *water flow* terdiri dari bodi katup plastik, rotor air dan sensor hall effect. Ketika air mengalir melalui rotor, maka rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir melalui rotor tersebut. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan sensor hall effect. Hall effect ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada hall effect yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik tersebut membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi *device* tersebut disebut potensial *Hall*. Potensial hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui *device*. [1]

Water Flow Sensor mempunyai fungsi sebagai berikut :

- 1) Mengetahui kecepatan aliran (*velocity*) dengan satuan jarak/waktu
- 2) Mengetahui kapasitas aliran air (*flow rate*) dalam pipa
- 3) Mengetahui jumlah total volume yang telah mengalir (*totalizer*)

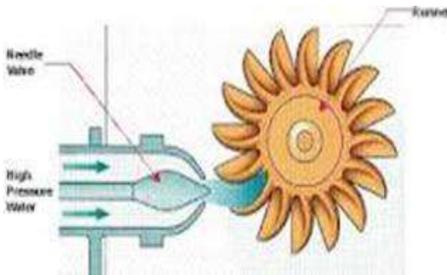


Gbr 2. Sensor Water Flow YF-B6

D. Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan pengembangan dari turbin impuls yang ditemukan oleh S.N.Knight tahun 1872 dan N.J.Colena tahun 1873 dengan pasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Setelah itu turbin impuls dikembangkan oleh orang amerika Lester G. Pelton (1880) yang melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama yang dibalikan menyamping. Jenis turbin ini memiliki satu atau beberapa jet penyemprot air untuk memutar piringan. Tak seperti turbin jenis reaksi, turbin ini tidak memerlukan tabung diffuser. Ketinggian air (head) = 200 s.d 2000 meter. Debit air = 4 s.d 15 m³/s.

Turbin pelton digolongkan ke dalam jenis impuls atau tekanan sama. Karena selama mengalir di sepanjang sudu-sudu turbin tidak terjadi penurunan tekanan, sedangkan perubahan seluruhnya terjadi pada bagian pengarah pancaran atau *nozzle*. Dalam perancangan turbin pelton telah ada suatu ketentuan yang mengatur dari desain rancangan turbin pelton secara baku. Intinya kita tinggal menggunakan beberapa parameter utama untuk menghasilkan listrik berkapasitas besar pada pusat tenaga air tekanan tinggi. Turbin pelton dilengkapi dengan empat sampai dengan enam *nozzle*. [4]



Gbr 3. Turbin Pelton [4]

Turbin Pelton merupakan turbin impuls yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetic dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut *nozzle* diterima oleh mangkok-mangkok pada roda jalan sehingga roda jalan berputar. Dari putaran inilah menghasilkan energi mekanik yang memutar proses generator sehingga menghasilkan energi listrik.

E. Arduino UNO

Arduino UNO adalah board mikrokontroler berbasis ATMEGA 328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino UNO ke computer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi – fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. [5]

F. Serial Monitor

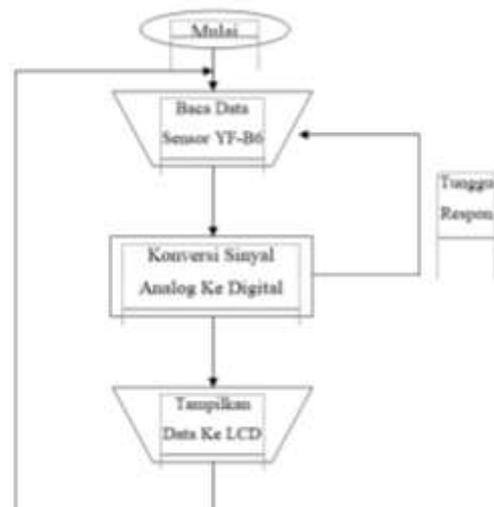
Serial monitor yaitu tools (alat) atau media yang digunakan ARDUINO IDE untuk berkomunikasi dengan computer. Fungsinya untuk mengetahui input, output dan perintah program yang kita buat sudah berjalan atau belum tanpa menghubungkan dengan

perangkat aslinya. Serial monitor dapat menampilkan setiap input analog, input digital dan juga setiap output yang dijalankan oleh program. Terdapat beberapa fungsi yang ada dalam serial monitor yaitu : `Serial.read()`, `Serial.print()`, `Serial.begin()`, `Serial.vailable()`, `Serial.find()`, `Serial.write()`, dan `Serial.end()` yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Pada sisi computer, kita dapat menggunakan built in serial monitor untuk menampilkan data-data yang kita kirim dari arduino. Klik menu Tools, lalu pilih Serial Monitor. Atau tekan tombol `Ctrl+Shift+M`.

III. METODOLOGI

A. Struktur dan Fungsional Alat/Sistem

Struktur Alat/Sistem dapat dilihat pada gambar 4 adalah sebagai berikut :



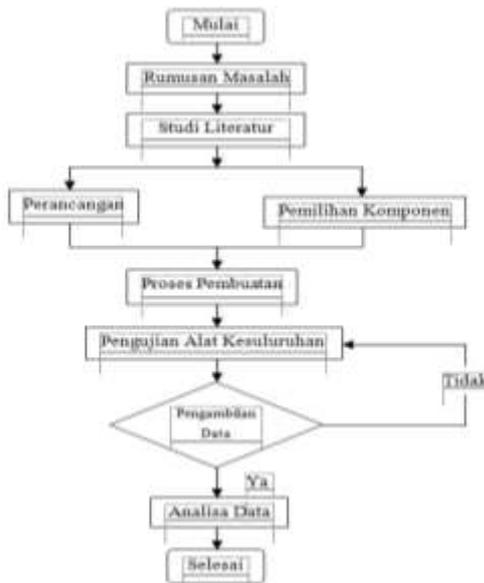
Gbr 4. Struktur Dan Fungsional Alat Sistem

B. Metode Pengujian

Metode pengujian dilakukan pada pltmh skala laboratorium yang sudah dirancang, penulis menyiapkan cara kerja alat dengan menginstalasikan dari berbagai peralatan hasil dari perencanaan kemudian menjadi rancangan yang selanjutnya menjadi alat untuk mengukur laju aliran air pada Pltmh Skala Laboratorium. Ketika aliran air dialirkan melalui sensor YF-B6, maka aliran air tersebut akan masuk ke sensor dan mengalir melewati sebuah rotor yang terdapat didalam sensor, dimana rotor ini akan berputar sesuai kecepatan aliran air yang masuk. Kemudian secara otomatis sensor akan menginput hasil pembacaan dari debit air yang masuk kemudian akan diproses oleh Mikrokontroler Arduino UNO dan akan diolah hasil debit airnya. Kemudian hasil pembacaan debit air yang telah diolah oleh Mikrokontroler Arduino UNO akan ditampilkan pada layar LCD 16x2.

C. Metode Analisa

Metode Analisa yang dilakukan dalam Analisa perancangan sistem pengukuran debit air pada PLTMH menggunakan Sensor Water Flow, jenis sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe YF-B6 ukuran 3/4 Inch. Pada penelitian ini juga melakukan pengukuran pada putaran, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh PLTMH ini. Pengukuran ini dilakukan menggunakan berbagai alat ukur diantaranya, AVometer dan Tachometer. Diagram alir penelitian dapat dilihat dalam flowchart pada gambar 5.



Gbr 5. Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Prototype PLTMH Menggunakan Turbin Pelton

Berikut ini merupakan realisasi dari prototype PLTMH yang terdiri dari beberapa komponen yang dijadikan satu alat dapat dilihat pada gambar 6.



Gbr 6. Realisasi Prototype PLTMH Menggunakan Turbin Pelton

B. Hasil Uji Pembacaan Sensor Water Flow

Pada pembacaan sensor water flow dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali dengan set point 40 Volt. Dari pembacaan tersebut dapat dilihat besarnya debit yang mengalir dan besarnya tegangan yang dihasilkan dari set point tersebut yang berasal dari putaran turbin. Berikut ini hasil data pembacaan sensor water flow.

TABEL 1
Hasil Pembacaan Sensor Water Flow

Set Point (Volt)	Pembacaan Sensor (Liter/s)	Menghasilkan Tegangan (Volt)
40	15	38,53
40	15	38,18
40	14	38,62
40	14	38,36
40	15	38,09
40	14	38,11
40	14	37,02
40	14	38,47
40	14	38,26
40	14	37,94

Dari tabel 1 dapat dilihat besarnya debit yang mengalir dengan set point tegangan yang dihasilkan sebesar 40 Volt. Dan juga dapat dilihat besarnya tegangan yang terbaca dari set point tersebut. dapat dilihat bahwa pembacaan sensor water flow pada saat tersebut cenderung stabil yaitu berada pada nilai debit sebesar 14 liter/s. meskipun besarnya cenderung stabil namun tegangan yang dihasilkan oleh turbin masih fluktuatif di angka yang berdekatan dengan 40. Tegangan keluarannya diukur menggunakan AVO meter digital. Berikut grafik yang dihasilkan dari tabel 1.



Gbr 7. Grafik Pembacaan Flow Terhadap Tegangan

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa garis paling bawah menunjukkan nilai 14 liter/s dan titik yang paling atas menunjukkan angka 15 liter/s. Sedangkan tegangannya berkisar antara 38 Volt dengan set point 40 Volt.

C. Data Hasil Pengukuran Debit Air Terhadap Putaran Turbin Dan Output PLTMH Menggunakan Turbin Pelton

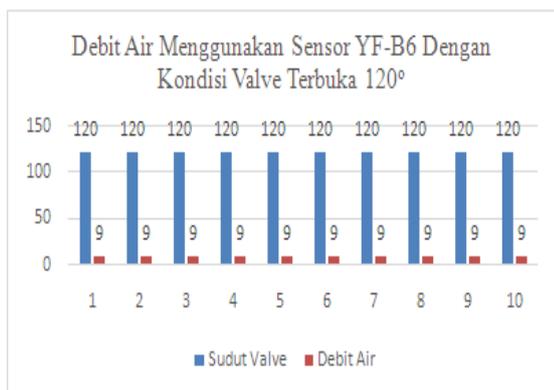
Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh debit air terhadap putaran turbin dan karakteristik output dari kinerja PLTMH. Pengukuran ini menggunakan variasi debit 14 liter/s, 12 liter/s dan 9 liter/s dengan jumlah nozzle 4 buah dan sudut bukaan valve di angka 120°, 140° dan 180°. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap pengujian sehingga data yang dihasilkan lebih akurat.

D. Pengukuran Debit Air

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak air mengalir dalam satuan volume per satuan waktu. Untuk mengetahui nilai debit yang mengalir dapat menggunakan sensor water flow YF-B6. Pengukuran debit air dilakukan pada saat tiga kondisi berbeda, saat kondisi valve terbuka 120°, 140° dan 180°.

TABEL II
Hasil Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor YF-B6 Dengan Kondisi Valve Terbuka 120°

Sudut Valve (°)	Debit Air (liter/s)
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9
120	9

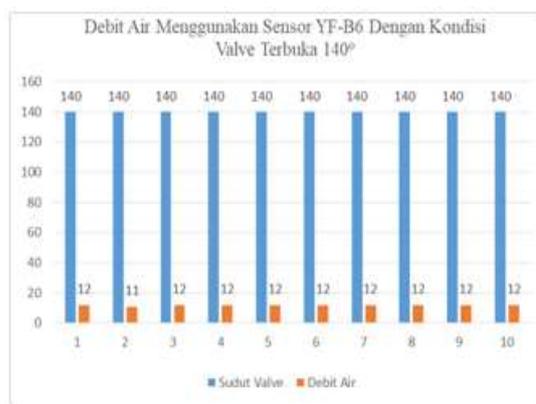


Gbr 8. Grafik Pengukuran Debit Air Saat Sudut Valve 120°

Pada tabel 2 dan gambar 8 dapat diketahui bahwa debit air yang dihasilkan pada saat valve terbuka 120° yaitu 9 liter/s. Pada pengukuran ini pembacaan sensor cukup stabil dan percobaan pengukuran debit air dilakukan setiap 1 second sekali.

TABEL II
Hasil Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor YF-B6 Dengan Kondisi Valve Terbuka 140°

Sudut Valve (°)	Debit Air (liter/s)
140	12
140	11
140	12
140	12
140	12
140	12
140	12
140	12
140	12
140	12

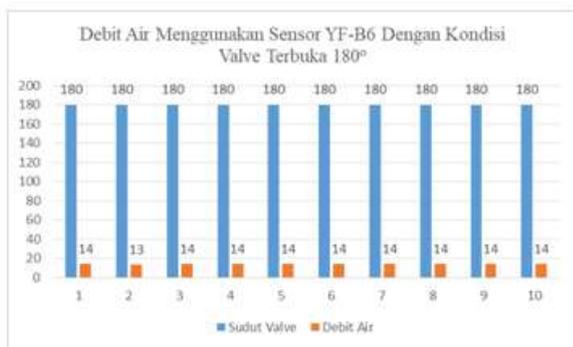


Gbr 9. Grafik Pengukuran Debit Air Saat Sudut Valve 140°

Pada tabel 3 dan gambar 9 dapat diketahui bahwa debit air yang dihasilkan pada saat kondisi Valve terbuka 140° ialah 12 liter/s. Pada pengukuran ini pembacaan sensor masih cenderung stabil, percobaan pengukuran dilakukan setiap 1 second sekali. Pada kondisi ini debit air yang dihasilkan cenderung meningkat dari percobaan sebelumnya yaitu pada saat kondisi Valve terbuka 120°, hal ini dikarenakan kondisi Valve terbuka 140° sehingga air yang mengalir lebih besar.

TABEL IV
Hasil Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor YF-B6 Dengan Kondisi Valve Terbuka 180°

Sudut Valve (°)	Debit Air (liter/s)
180	14
180	13
180	14
180	14
180	14
180	14
180	14
180	14
180	14
180	14



Gb 10. Grafik Pengukuran Debit Saat Kondisi Valve 180°

Pada tabel 4 dan gambar 10 dapat diketahui bahwa debit air yang dihasilkan pada saat kondisi valve terbuka 180° ialah 14 liter/s. Pada pengukuran ini pembacaan sensor masih stabil, percobaan pengukuran dilakukan setiap 1 second sekali. Pada kondisi ini debit air yang dihasilkan semakin meningkat, hal ini dikarenakan kondisi valve terbuka full yaitu pada sudut 180° sehingga air yang mengalir semakin besar.

E. Pengukuran Variasi Debit Air Terhadap Putaran Turbin.

Berdasarkan dari pengukuran menggunakan tachometer didapatkan hasil pengujian pada tabel 5.

TABEL V
Hasil Rata-rata Pengukuran Putaran Turbin

Debit Air (Liter/s)	Rata-Rata Putaran (rpm)
14	355.7
14	350.3
14	355
12	256.2
12	256.7
12	253
9	204
9	200.7
9	200

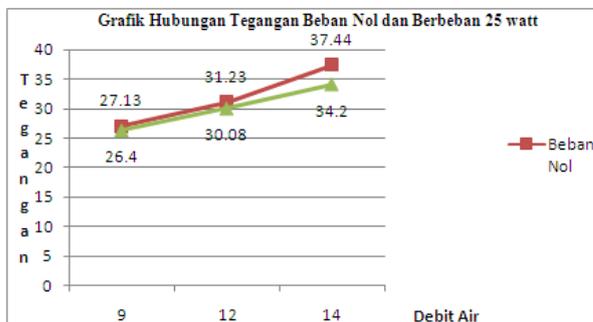
Pada tabel V dapat diketahui bahwa putaran akan semakin cepat seiring dengan peningkatan debit air. Putaran turbin tertinggi dihasilkan saat debit air 14 liter/s dengan kecepatan 355,7 rpm. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya debit air yang menyebabkan gaya aksial yang dihasilkan semakin besar untuk menggerakkan turbin sehingga turbin akan semakin cepat berputar.

F. Pengukuran Tegangan Generator Sebelum dan Sesudah Dikopel dengan Beban

Berdasarkan dari pengukuran menggunakan AVometer didapatkan hasil pengujian pada tabel dan gambar dibawah ini.

TABEL VI
Hasil Rata-rata Pengukuran Tegangan Generator Tanpa Beban dan Dengan Beban Lampu 25 Watt

Debit Air (liter/s)	Rata-Rata Pengukuran Tegangan Generator (Volt)	
	Tanpa Beban	Beban Lampu 25 Watt
9	27,13	26,40
12	31,23	30,08
14	37,44	34,20



Gbr 11. Grafik Perubahan Debit Air Terhadap Tegangan Generator

Pada tabel 6 dan gambar 11 dapat dilihat bahwa tegangan generator akan semakin besar seiring peningkatan debit air. Tegangan generator tanpa beban tertinggi terjadi ketika debit 14 liter/s dengan tegangan sebesar 37,44 Volt dan yang terendah terjadi pada debit 9 liter/s dengan tegangan 27,13 Volt. Tegangan generator dengan beban lampu 25 Watt tertinggi pada debit 14 liter/s dengan tegangan 34,02 Volt dan yang terendah terjadi pada debit 9 liter/s dengan tegangan 26,40 Volt. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya debit air yang menyebabkan generator semakin cepat berputar sehingga tegangan yang dihasilkan semakin besar.

G. Pengukuran Arus Generator Sebelum dan Sesudah Dikopel dengan Beban

Berdasarkan dari pengukuran didapatkan hasil pengujian pada tabel VII.

TABEL VII
Hasil Rata-rata Pengukuran Arus Generator Tanpa Beban dan Dengan Beban 25 Watt

Debit Air (liter/s)	Rata-Rata Pengukuran Arus Generator (Ampere)	
	Tanpa Beban	Beban Lampu 25 Watt
9	-	0.033
12	-	0.062
14	-	0.109

Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa arus generator akan semakin besar seiring peningkatan debit air. Arus generator tertinggi terjadi pada debit 14 liter/s dengan arus sebesar 0,109 Ampere dan yang terendah terjadi saat debit terendah yaitu 9 liter/s dengan arus sebesar 0,033 Ampere. Hal ini terjadi karena debit air yang

diberikan semakin meningkat sehingga akan menyebabkan turbin semakin cepat berputar yang menyebabkan arus yang dihasilkan oleh generator juga semakin besar.

H. Pengukuran Daya Generator Terhadap Variasi Debit Air

Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 8, daya generator akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan debit air. Daya generator tertinggi yaitu pada saat debit 14 liter/s dengan daya 3,72 Watt dan yang terendah yaitu pada saat debit 9 liter/s dengan daya sebesar 0,88 Watt. Hal ini terjadi karena debit air yang diberikan semakin besar untuk memutar turbin semakin cepat sehingga generator juga semakin cepat berputar sehingga dihasilkan daya yang semakin besar.

TABEL VIII.

Hasil Rata-rata Pengukuran Daya Generator Tanpa Beban dan Dengan Beban Lampu 25 Watt

Debit Air (liter/s)	Rata-Rata Pengukuran Daya Generator (Watt)	
	Tanpa Beban	Beban Lampu 25 Watt
9	-	0.88
12	-	1.86
14	-	3.72

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Debit Air sangat berpengaruh pada kecepatan putaran turbin karena dapat dibuktikan dengan semakin meningkatnya debit air maka putaran yang dihasilkan juga semakin besar. Sensor YF-B6 cukup baik dalam pengukuran debit air, sehingga hasil debit air yang diukur menampilkan pengukuran yang hampir akurat.
- 2) Berdasarkan hasil pengukuran *prototype* PLTMH, debit air 14 liter/s menghasilkan putaran turbin tertinggi.
- 3) Output maksimum yang diperoleh pada pengujian *prototype* PLTMH yaitu pada debit 14 liter/s yang menghasilkan putaran turbin sebesar 355,7 rpm, tegangan generator sebesar 37,44 Volt, arus generator sebesar 0,109 Ampere dan daya generator sebesar 3,72 Watt.

REFERENSI

- [1] Fajar, R.S., 2018. **Sistem Monitoring Flow Dan Level Pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)**. Surabaya.
- [2] Firmansyah, R. Utomo, Purnomo, H. 2014. **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur Unit 3 Lumajang**. Jurnal Mahasiswa TEUB Vol 1, No 7.
- [3] Wijayanto, D. Triyanto, dkk. 2016. **Prototype Pengukur Debit Air Secara Digital Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga**. Jurnal Coding Sistem Komputer 4(3): 109-118.
- [4] Muhammad Afzal, 2021. **Mengatur Kecepatan Pada Turbin Pelton Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)**. Lhokseumawe.
- [5] Ginting, W. G. 2017. **Rancang Bangun Alat Ukur Debit Air Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor YF-S201**. Medan.