

# PEMANFAATAN ALIRAN AIR DARI TANDON AIR ATAS RUMAH TANGGA SEBAGAI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK

Dannaezar, Hanny Hosiana Tumbelaka, Heri Saptono Warpindyasmoro

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

E-Mail: ezar133@gmail.com ; tumbuh@petra.ac.id ; herisw@petra.ac.id

**Abstrak** – Air pada tandon air atas memiliki energi yang dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin generator. Untuk memanfaatkan aliran air tersebut perlu dipasang generator piko hidro pada pipa di rumah tangga.

Cara kerja sistem dimulai pada saat valve dibuka. Ketika aliran air mengalir dan memutar turbin generator maka turbin akan menghasilkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut lalu dihubungkan dengan *Grid Tie Inverter* untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC yang dapat langsung diparalel pada jaring-jaring PLN.

Untuk memanfaatkan aliran air tersebut maka perlu mengetahui parameter apa saja yang dapat mempengaruhi hasil tegangan generator piko hidro. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 macam model yaitu model 1 buah generator dan model 2 buah generator. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa parameter yang berpengaruh adalah debit air, ukuran pipa dan tekanan air. Untuk mendapatkan tegangan paling maksimal maka generator harus diletakkan sejauh mungkin dari mulut tandon air atas. Pada penggunaan model 2 buah generator, maka hasil penjumlahan kedua tegangan dari generator sama dengan tegangan yang dihasilkan pada model 1 buah generator.

**Kata Kunci** -generator piko hidro, generator inline, GTI, pembangkit energi listrik di rumah tangga.

## I. PENDAHULUAN

Air bersih pada rumah tangga sangat diperlukan untuk beraktifitas sehari-hari seperti untuk mencuci pakaian, memasak, menyiram tanaman dan mandi [1]. Menurut perhitungan dari WHO dinyatakan bahwa setiap orang pada negara-negara yang sedang berkembang seperti di Indonesia, memerlukan air bersih sebanyak 30 – 60 liter perhari setiap orang [2]. Banyaknya air yang dipakai oleh orang-orang selama ini hanya terbuang sebagai air kotor namun tidak dimanfaatkan.

Pada sistem perpipaan rumah tangga, tandon air atas diperlukan sebagai penampung air bersih serta memberikan tekanan statik pada peralatan plumbing [3]. Pada saat beban plumbing digunakan, maka air akan mengalir dari atas ke bawah dimana aliran tersebut memiliki energi potensial yang dapat dimanfaatkan.

Penelitian serupa yang pernah dilakukan adalah dengan menggunakan 4 generator piko hidro dimana setiap 2 buah

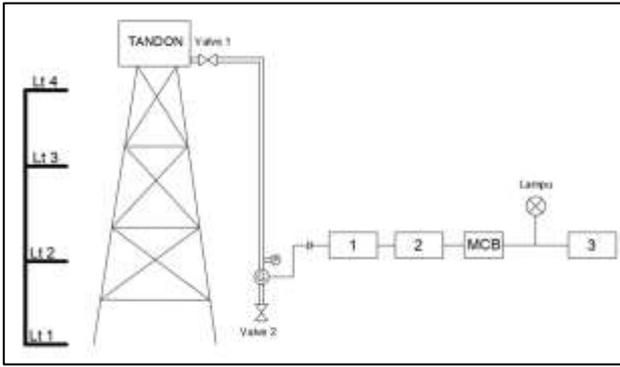
generator dipasang secara seri dan kemudian keduanya diparalel. Dari hasil pengujian tersebut disimpulkan bahwa aliran air pada rumah tangga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik walaupun daya yang dihasilkan kecil [4]. Namun pada penelitian tersebut tidak melihat parameter apa saja yang dapat mempengaruhi tegangan generator piko hidro agar dapat menghasilkan tegangan yang paling maksimal.

Melihat penelitian yang telah ada sebelumnya bahwa penggunaan generator piko hidro dalam rumah tangga dapat dilakukan, maka penelitian tersebut dapat dikembangkan untuk diterapkan pada pipa yang ada di rumah tangga. Setiap rumah tangga memiliki sistem perpipaan yang berbeda-beda maka dari itu penelitian ini akan mencari parameter apa saja yang berpengaruh pada tegangan yang dihasilkan tegangan yang paling maksimal. Pada penelitian ini parameter yang akan dilihat pengaruhnya terhadap tegangan yang dihasilkan generator yaitu sudut bukaan valve, ukuran pipa, letak generator dan letak valve. Hal ini bertujuan agar sistem ini dapat dimanfaatkan pada rumah tangga dengan kondisi yang paling optimum.

## II. PERANCANGAN SISTEM

Gambar 1 menggambarkan sistem pemanfaatan aliran air dari tandon air atas sebagai pembangkit energi listrik. Posisi tandon air atas diletakkan pada lantai 4 dan setiap lantai memiliki ketinggian 3 meter. Pada kotak nomor 1 adalah pembatas tegangan, kotak nomor 2 adalah *Grid Tie Inverter* (GTI). Untuk kotak nomor 3 adalah jaring-jaring PLN. Sistem ini merupakan sistem *on-grid* dimana sistem ini terhubung dengan jaring-jaring PLN tanpa penyimpanan daya tambahan seperti baterai.

Sistem ini akan bekerja pada saat valve 1 dan valve 2 dibuka. Saat kedua valve ini dibuka maka air akan mengalir dari tandon air atas menuju ke valve 2 melalui pipa. Aliran air pada pipa tersebut memiliki energi yang dapat memutar turbin generator yang ada pada pipa. Ketika turbin tersebut berputar maka akan menghasilkan tegangan DC. Dari *Output* generator disambungkan dioda sebagai pengaman. Setelah itu dihubungkan dengan pembatas tegangan dan kemudian disambungkan ke GTI. Setelah itu *output* dari GTI disambungkan dengan jaring-jaring PLN dan beban. Namun sebelumnya diberi MCB sebagai pengaman pada sisi tegangan AC.



Gambar 1 Diagram sistem

A. Desain Komponen Sistem

Desain komponen sistem akan menunjukkan spesifikasi-spesifikasi dari komponen-komponen yang digunakan dalam sistem ini, dimana komponen tersebut terdiri dari generator, pembatas tegangan dan GTI.



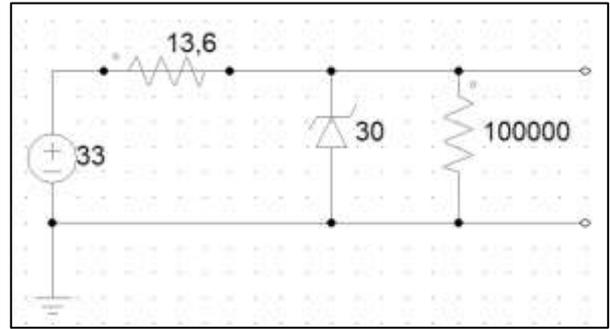
Gambar 2 Generator piko hidro [5]

Generator yang digunakan merupakan generator piko hidro dengan tipe F50-80 Volt. Tegangan yang dapat dihasilkan oleh generator ini sebesar 80 Volt. Generator piko hidro ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3 Grid Tie Inverter (GTI) [6]

Gambar 3 menunjukkan Grid Tie Inverter yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Tegangan kerja yang diperlukan GTI ini diantara 11 – 32 Volt DC. Inverter dengan jenis GTI dapat langsung dihubungkan dengan jaring-jaring PLN karena dapat sinkron dengan otomatis.

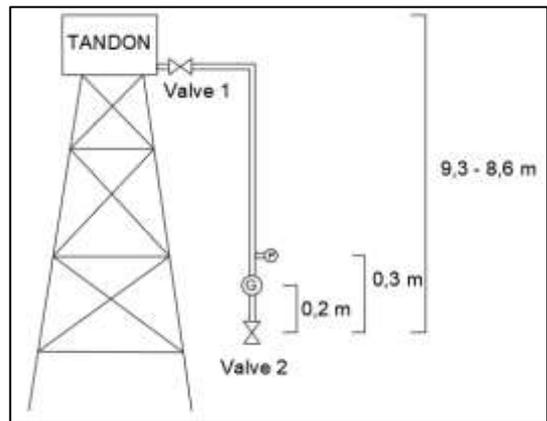


Gambar 4 Rangkaian pembatas tegangan

Pada Gambar 4 merupakan gambar rangkaian pembatas tegangan. Rangkaian didesain agar membatasi tegangan maksimal hingga 30 Volt. Apabila tegangan *input* melebihi 30 Volt maka tegangan *output* akan tetap bernilai 30 Volt. Pemasangan rangkaian ini bertujuan untuk mengamankan GTI agar tidak melebihi batas tegangan kerjanya karena generator piko hidro dapat menghasilkan tegangan DC hingga 80 Volt DC.

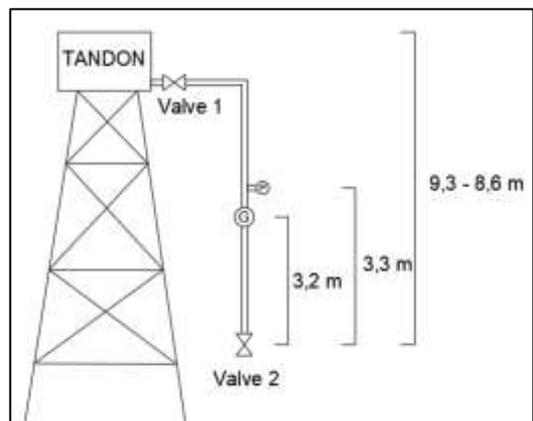
B. Desain Pengujian

Desain untuk pengujian dilakukan untuk melihat hasil dari perubahan-perubahan parameter yang akan diuji. Terdapat 3 buah desain pengujian pada model 1 generator yaitu :



Gambar 5 Desain A

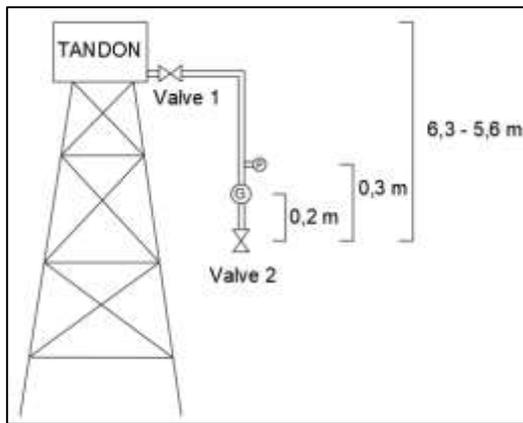
Pada Gambar 5 merupakan desain A dimana jarak antara air di dalam tandon air atas dengan valve 2 sejauh 9,3 meter dengan posisi generator di dekat valve 2.



Gambar 6 Desain B

Desain B yaitu pada Gambar 6 merupakan desain kedua dengan perubahan letak generator, dimana pada

semula berada di dekat valve 2 namun pada desain kedua naik sejauh 3 meter dari posisi awal.

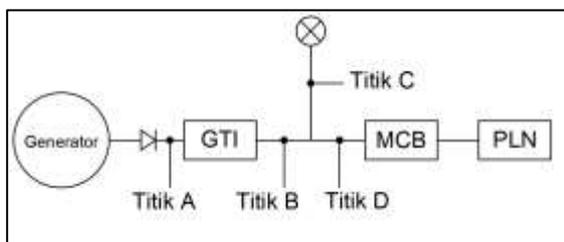


Gambar 7 Desain C

Pada desain C yaitu pada Gambar 7 perubahan dilakukan pada posisi valve 2. Perubahan tersebut adalah naiknya posisi valve 2 sejauh 3 meter sehingga mendekati posisi generator. Dari ketiga pengujian ini akan dilakukan pengukuran-pengukuran pada tegangan yang dihasilkan oleh generator piko hidro.

### C. Desain Pengukuran

Pengukuran pada sistem ini dilakukan pada 4 titik yaitu Titik A (tegangan hasil generator), Titik B (*output* dari GTI), Titik C (beban lampu), dan Titik D (jaringan PLN). Keempat titik tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Titik-titik pengukuran

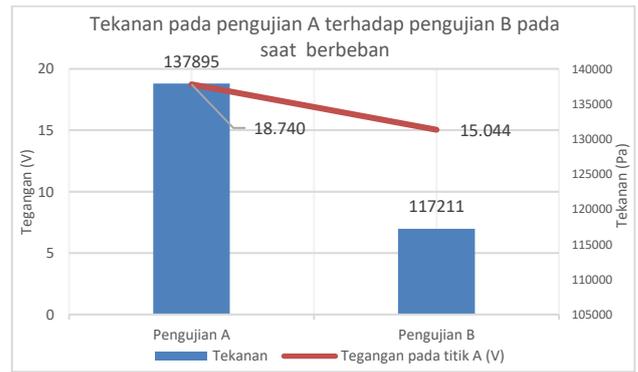
Pada Titik A pengukuran dilakukan pada sisi tegangan DC dimana hasil tegangan tersebut dipengaruhi dari hasil generator. Pada Titik B pengukuran pada sisi tegangan AC dimana mengukur berapa besar daya yang dihasilkan oleh GTI. Titik C merupakan pengukuran pada beban lampu sebesar 60 Watt dimana pengukuran dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya yang digunakan oleh beban lampu tersebut. Pada Titik D akan diukur daya PLN yang digunakan untuk menyuplai daya pada beban lampu.

## III. HASIL PENGUJIAN

Pengujian merupakan hasil-hasil dari pengukuran pada perencanaan sistem telah dibuat. Pengujian bertujuan untuk menguji keseluruhan sistem dan melihat hasilnya. Berikut merupakan beberapa pengujian yang dilakukan :

### A. Pengujian A terhadap Pengujian B

Pengujian ini dilakukan perbandingan hasil tegangan pada Titik A antara model pengujian A dengan model pengujian B. Perubahan yang dilakukan adalah perubahan posisi generator piko hidro.

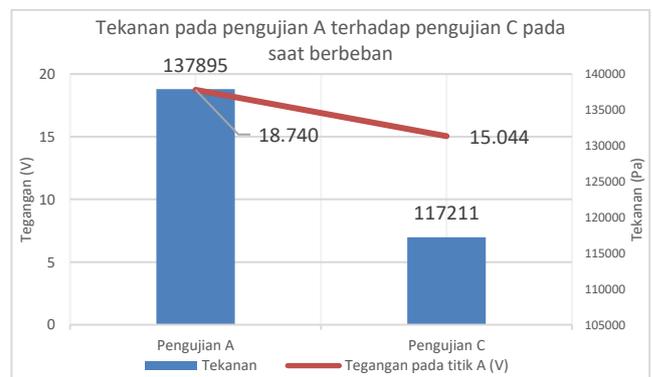


Gambar 9 Grafik perbandingan tekanan di pengujian A terhadap pengujian B

Dari hasil pada pengujian A dengan pengujian B yaitu pada Gambar 9 tegangan yang dihasilkan lebih tinggi pada pengujian A. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan dapat dipengaruhi dari ketinggian. Semakin jauh jarak antara air di dalam tandon dengan generator, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin tinggi.

### B. Pengujian A terhadap Pengujian C

Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan hasil tegangan pada Titik A dengan pengujian A terhadap pengujian C dilakukan untuk melihat apakah jarak antara air di dalam tandon dengan valve 2 memiliki pengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan generator.



Gambar 10 Grafik perbandingan tekanan di pengujian A dengan pengujian C

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa tegangan yang dihasilkan pada pengujian A lebih besar daripada pengujian C. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa tegangan akan semakin tinggi bila jarak antara valve 2 dengan air di dalam generator semakin jauh karena semakin jauh jaraknya, maka energi potensial yang dihasilkan semakin tinggi.

### C. Pengujian B terhadap Pengujian C

Perbandingan antara tegangan yang dihasilkan dari pengujian B terhadap pengujian C adalah mengetahui pengaruh perubahan posisi generator pada pipa yang sama dan posisi valve yang sama. Pada Gambar 11 terlihat bahwa tekanan dan tegangan yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat terjadi karena jarak generator terhadap air di dalam tandon air atas pada kedua pengujian ini sama sehingga dapat disimpulkan

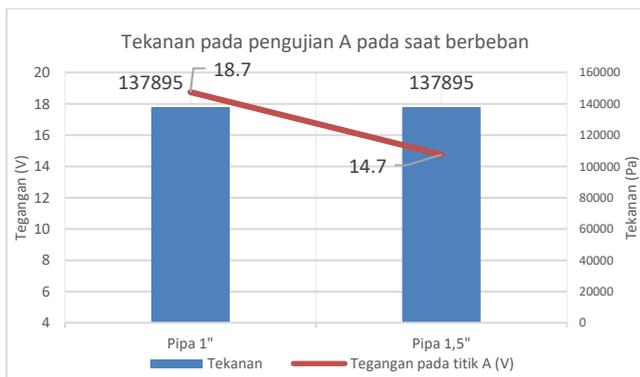
bahwa perubahan letak valve 2 tidak berpengaruh pada tegangan yang dihasilkan.



Gambar 11 Grafik perbandingan tekanan di pengujian B dengan pengujian C

D. Pengujian A terhadap perubahan ukuran pipa

Pada pengujian A terhadap perubahan ukuran pipa ingin mencari tahu berapa besar pengaruh perubahan ukuran pipa terhadap tegangan yang dihasilkan generator. Ukuran pipa yang digunakan adalah ukuran 1” dan 1 ½”. Kedua ukuran pipa dipilih karena menimbang ukuran valve pada rumah tangga berukuran ½” dan ¾” maka ukuran pipa harus menggunakan 2 kali ukuran valve [3].

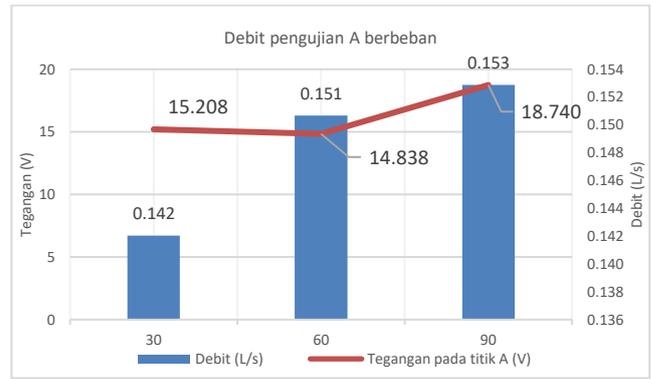


Gambar 12 Grafik perbandingan tekanan di pengujian pipa 1” dengan pipa 1 ½”

Hasil dari pengujian didapatkan bahwa tekanan yang dihasilkan kedua ukuran pipa ini sama. Namun hasil tegangan yang dihasilkan memiliki perbedaan sebesar 5 Volt. Perbedaan tegangan ini dapat terjadi dikarenakan bila dilihat pada rumus tekanan terhadap luas penampang maka semakin besar luas penampang maka tegangan yang dihasilkan semakin kecil. Pernyataan tersebut sesuai bila dilihat pada data yang ada.

E. Pengukuran Debit

Pada pengukuran debit dilakukan dengan cara membuka valve 2 dengan 3 sudut bukaan yaitu 30°, 60° dan 90°. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan debit air pada pipa.

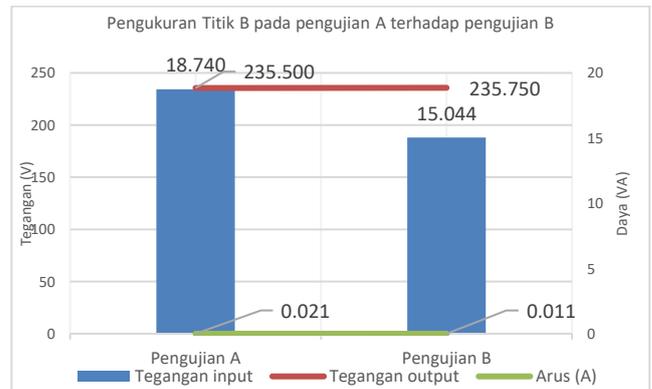


Gambar 13 Grafik perbandingan sudut bukaan terhadap debit dan tegangan

Pada pengujian pengaruh sudut bukaan valve terhadap debit air dapat dilihat bahwa sudut bukaan hanya memiliki pengaruh perbedaan 0,03 L/s. Namun tegangan yang dihasilkan memiliki perbedaan hingga kisaran 2 Volt. Dari pengujian ini terlihat bahwa aliran air yang paling cepat dan menghasilkan tegangan paling tinggi berada pada posisi sudut bukaan valve 90°. Semakin cepat aliran air pada pipa maka energi potensial yang memutar turbin generator semakin besar. Adanya energi yang besar maka putaran turbin akan semakin cepat dan menghasilkan tegangan yang tinggi.

F. Pengukuran di Titik B

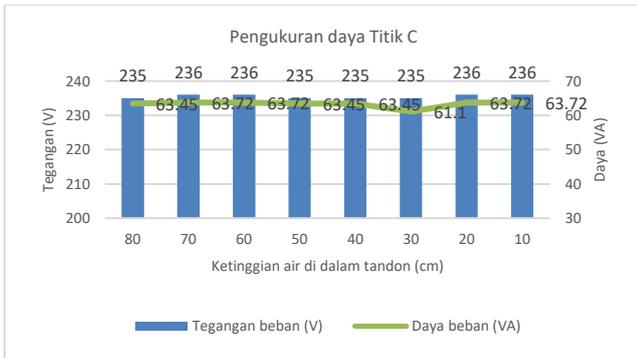
Pengukuran di Titik B dilakukan untuk melihat apakah pengaruh dari tegangan input GTI terhadap output dari GTI. Pada hasil pengukuran yaitu Gambar 14 terlihat perbandingan antara 2 macam pengujian dengan 2 macam tegangan input pada GTI. Terlihat bahwa semakin besar nilai tegangan input maka arus yang dihasilkan semakin tinggi.



Gambar 14 Grafik pengukuran Titik B

G. Pengukuran di Titik C

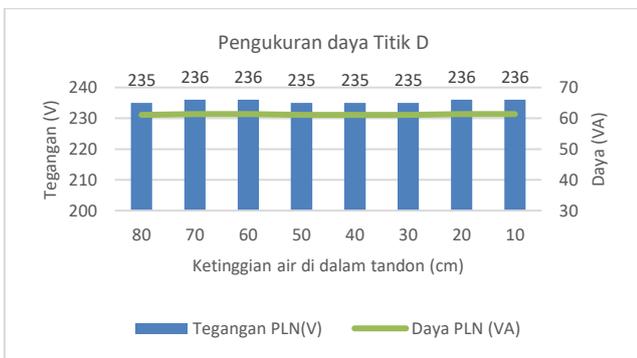
Pengukuran di Titik C dilakukan untuk mengetahui daya yang digunakan pada lampu bohlam 60 Watt sehingga dapat melihat berapa daya yang menyuplai dari GTI dan berapa daya yang menyuplai dari jaringan PLN. Pada Gambar 15 terlihat bahwa daya yang digunakan lampu bohlam 60 Watt berkisar pada angka 63,7 VA.



Gambar 15 Grafik beban lampu 60 Watt

#### H. Pengukuran di Titik D

Pada pengukuran di Titik D dilakukan untuk mengetahui daya yang disuplai dari jaring-jaring PLN ke beban.

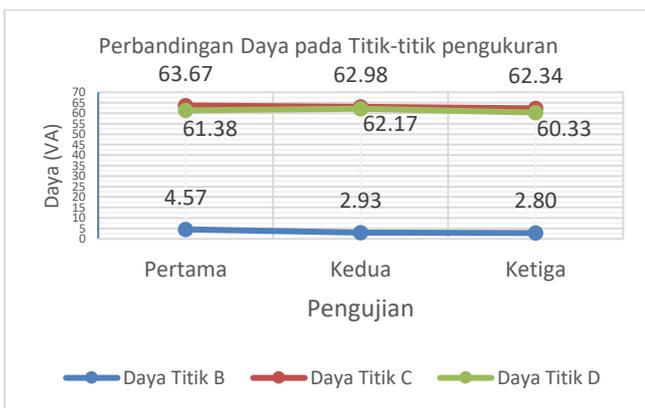


Gambar 16 Daya pada Titik D

Berdasarkan Gambar 16 terlihat bahwa daya rata-rata yang disuplai oleh jaring-jaring PLN pada beban lampu sebesar 60 VA.

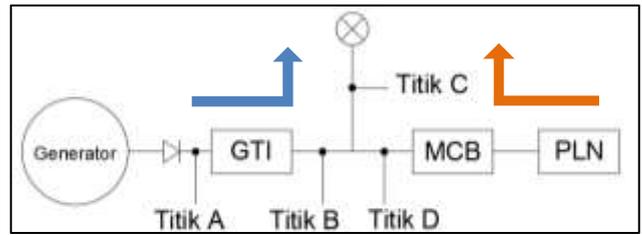
#### I. Perbandingan daya pada Titik B, Titik C dan Titik D

Untuk mengetahui berapa daya yang diterima oleh beban lampu dari GTI maupun dari jaring-jaring PLN maka dibuat grafik untuk mempermudah penglihatan.



Gambar 17 Pengukuran daya di titik-titik pengukuran

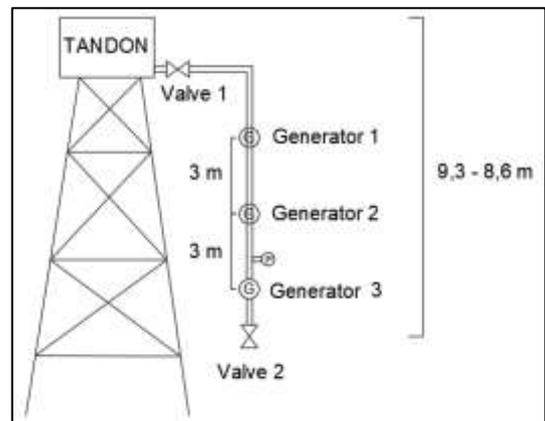
Pada pengukuran di titik-titik pengukuran terlihat bahwa beban disuplai oleh PLN maupun oleh GTI seperti yang terlihat pada Gambar 17. Daya yang disuplai dari GTI pada kisaran 3 VA. Untuk menggambarkan aliran dayanya maka dapat dilihat pada Gambar 18 dimana beban lampu disuplai oleh GTI maupun dari jaring-jaring PLN.



Gambar 18 Aliran daya

#### J. Pengujian model 2 generator

Pada pengujian model 2 generator dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan lebih dari 1 buah generator pada pipa yang sama dapat meningkatkan hasil tegangan dibandingkan dengan penggunaan 1 buah generator. Pengujian ini dilakukan dengan jarak penempatan antar generator sejauh 3 meter dan hasil tegangan kedua generator dirangkai secara seri, seperti pada Gambar 19.



Gambar 19 Sistem 2 generator

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil dari rangkaian seri antara 2 generator yang ditunjukkan pada Tabel 1 dimana hasil tegangan tersebut sama dengan tegangan yang dihasilkan pada model 1 buah generator. Jadi penggunaan lebih dari 1 buah generator pada pipa yang sama tidak menghasilkan tegangan yang lebih tinggi daripada model 1 generator.

Letak generator	Tegangan yang dihasilkan (V)
Posisi Generator 1 dengan posisi Generator 2	23,6
Posisi Generator 1 dengan posisi Generator 3	24,55
Posisi Generator 2 dengan posisi Generator 3	25,75

Tabel 1 Tegangan hasil rangkaian seri 2 generator

#### IV. KESIMPULAN

- Perubahan letak valve 2 tidak berpengaruh pada tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator
- Ketinggian air di dalam tandon air atas tidak berpengaruh pada tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator

- Tekanan mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan generator piko hidro dimana semakin tinggi tekanan maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin tinggi
- Debit air mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan generator piko hidro dimana semakin tinggi debit maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin tinggi
- Ukuran pipa dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan dari generator dimana semakin kecil ukuran pipa maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin tinggi
- Tegangan yang dihasilkan 2 buah generator yang dirangkai secara seri memiliki hasil tegangan yang sama dengan penggunaan 1 buah generator

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. T. Alan, D. R. Don and J. B. Malcolm, *Water supply*, 5 ed., London: IWA, 2000.
- [2] M. N. Abduh, *Ilmu dan rekayasa lingkungan*, Makassar: CV SAH MEDIA, 2018.
- [3] B. S. Nasional, "Tata cara perencanaan sistem plumbing," 2005.
- [4] S. A. S. Alarefi and S. D. Walker, "Intelligent low-cost micro-hydro power emulator for domestic applications," p. 5, 2015.
- [5] G.-T. Store, "DC Hydroelectric power hydro generator Portable water charger hydro water flow generator F50-80V," AliExpress, 2019. [Online]. Available: <https://www.aliexpress.com/item/2051023262.html>. [Accessed 9 July 2019].
- [6] R. S. Enterprises, "Indiamart," Indiamart, March 2014. [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/600w-solar-grid-tie-inverter-10348856033.html>. [Accessed 9 July 2019].