

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR JENIS TRUBIN PELTON SKALA LABORATORIUM SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

¹Hasbi Assiddiq S, ²Asrul, ³Jeffry Anggara, ⁴Hairul Anwar

^{1,2,3,4}*Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Kotabaru*

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium dibuat untuk dijadikan sebagai media praktikum para mahasiswa dan dosen Teknik Mesin dilingkungan Politeknik Kotabaru. Tujuan penelitian ini dilakukan yakni memperoleh desain dan rancangan yang ideal untuk sistem PLTA sebagai media pembelajaran; mengetahui pengaruh beban lampu terhadap putaran generator; mengetahui pengaruh jenis beban lampu 12 VDC dan 24 VDC dengan beban bervariasi terhadap daya keluaran generator. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan metode eksperimental. Hasil penelitian yang telah diperoleh yaitu desain dan rancangan memiliki tinggi meja 90 cm dan lebar 100 cm, tinggi panel pembebanan 80 cm, tekanan air dari pompa 270 psi dengan ukuran nosel 1,7 mm, turbin pelton 12 sudu, generator DC 36 V 60 A; jenis beban lampu berpengaruh terhadap putaran generator dimana saat jenis beban 12 VDC putaran generator lebih kecil dibandingkan dengan saat beban lampu 24 VDC, sedangkan besar beban lampu yang diberikan pada sistem mengakibatkan putaran generator semakin menurun atau pengaruh beban lampu terhadap putaran generator adalah berbanding terbalik; semakin besar beban lampu maka daya keluaran generator semakin menurun baik dengan jenis beban 12 VDC maupun 24 VDC atau dengan kata lain hubungannya juga berbanding terbalik.

Kata kunci: Turbin Pelton, Putaran Generator, Daya Keluaran

Abstract

The power plant type turbine pelton of scale laboratory was made to be used as a practical medium of students and lecturers of mechanical engineering in the environment Politeknik of Kotabaru. The purpose of this research was to obtain an ideal design for hydropower systems as learning media; Knowing the effect of the lamp load on the generator rotation, knowing the effect of the type of 12 VDC and 24 VDC lamp loads with varying loads on the generator power output. The method used in this study is a literature study and experimental methods. The research results obtained are the design has a table height of 90 cm and a width of 100 cm, the height of the loading panel is 80 cm, the air pressure from the pump is 270 psi with a nozzle size of 1,7 mm, a 12 blade Pelton turbine, a 36 V 60 A DC generator; the type of lamp load affects of generator rotation where when the type of load is 12 VDC the generator rotation is smaller than when the lamp load is 24 VDC, while the large lamp load given to the system causes of generator rotation to decrease or the effect of the lamp load on generator rotation is inversely proportional; the greater of lamp load lower the output power of generator, both with 12 VDC and 24 VDC load types or in other words, it is also reversed.

Keywords: Pelton Turbine, Generator Rotation, Output Power

Pendahuluan

Pembangkit listrik merupakan ilmu pengetahuan yang tidak terpisahkan dari bidang ilmu Teknik Mesin sehingga dalam proses pembelajaran dibutuhkan media yang dapat digunakan oleh dosen dan mahasiswa melakukan proses pembelajaran interaksi dalam melaksanakan praktikum khususnya mata kuliah praktek. Pembangkit listrik tenaga air skala laboratorium jenis turbin pelton dibuat untuk dijadikan sebagai media praktikum para mahasiswa dan dosen program studi Teknik Mesin dilingkungan Politeknik Kotabaru.

Potensi sumber daya air di Indonesia begitu sangat melimpah karena banyak terdapat hutan hujan tropis yang dapat dimanfaatkan potensinya, karena air merupakan sumber energi yang terbarukan dan alami (Wahyudi et al., 2019). Bila air dapat terus dieksplorasi dan atau dikonversi menjadi energi listrik akan sangat menguntungkan bagi negeri. Di Indonesia telah terdapat banyak (PLTMH) dan

¹Email Address: hasbiassiddiq999@gmail.com
Received 1 Juni 2023, Available Online 30 Juli 2022

waduk untuk menampung air, tinggal bagaimana kita dapat mengembangkan (PLTMH) menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien (Abdullah, 2019).

Turbin pelton adalah mesin penggerak, dimana energi fluida digunakan langsung untuk memutar roda turbin (Yani et al., 2018). Pemakaian turbin sangat luas baik di dunia industri maupun kehidupan sehari-hari. Suatu turbin didesain dan disesuaikan dengan instalasi serta keadaan lingkungan, sehingga untuk mendesain turbinnya pada kondisi tertentu agar pemanfaatannya lebih fleksibel dan lebih luas. Turbin air merupakan suatu peralatan konversi energi fluida, melalui proses perubahan energi potensial menjadi energi kinetik air yang selanjutnya diubah menjadi energi mekanis yang berupa putaran poros untuk memutar generator (Septiadi, 2019).

Sumber tenaga berasal dari gaya air yang memiliki tekanan tinggi menumbuk *bucket* sehingga dinamai turbin impuls (Hamidi et al., 2006). Tekanan air yang tinggi akan meningkatkan kecepatan dorongan air yang keluar dari nosel untuk mendorong *bucket* turbin agar berputar. Hal tersebut terjadi karena tekanan air berbanding lurus dengan kecepatan air yang keluar dari nosel (Irawan et al., 2018). Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin meningkatnya tekanan air maka akan menyebabkan putaran turbin dan putaran generator semakin cepat yang akan menghasilkan *output* daya listrik pada generator akan semakin besar.

Turbin pelton memiliki kinerja yang relatif stabil, dalam arti bahwa perubahan dalam efisiensi beban bervariasi tidak terlalu besar. Desain turbin pelton menggunakan Q (debit), H (*head*) sebagai data awal yang mengacu pada karakteristik pompa. Nosel sebagai pemancar air yang akan menumbuk sudu-sudu dan memutar roda turbin sehingga menghasilkan energi mekanik berbentuk putaran. Putaran yang dihasilkan oleh roda turbin kemudian dihubungkan ke generator DC melalui poros turbin dan menghasilkan daya listrik (Rahmawan, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penelitian yang akan dilakukan membahas mengenai rancangan, proses pembuatan dan pengujian, putaran serta daya listrik keluaran generator dari pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin pelton dengan judul penelitian rancang bangun pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium sebagai media pembelajaran.

Tinjauan Pustaka

Pada dasarnya turbin pelton memiliki empat bagian atau komponen utama yaitu; rumah turbin, *runner*, sudu turbin, dan nosel. Selain komponen utama, terdapat juga komponen penunjang yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin pelton sebagai media pembelajaran yakni generator, pompa tekanan tinggi, reservoir, rangka, bantalan, transmisi, dan instalasi pembebanan serta alat ukur tekanan air, tegangan dan arus listrik keluaran dari generator (Auzan, 2021).

Rumah Turbin

Rumah turbin berfungsi sebagai pelindung roda turbin terhadap aktivitas kimia atau fisik dari lingkungan sekitar serta sebagai pengaman atau pembatas dari percikan air yang memutar roda turbin. Jenis bahan yang digunakan sebagai rumah turbin harus kuat dan tahan terhadap korosi serta transparan agar pada proses praktikum dosen dan mahasiswa dapat secara langsung mengamati pancaran air dari nosel menumbuk sudu-sudu turbin, adapun bahan yang digunakan yaitu kaca mika (akrilik).

Runner Turbin

Runner turbin pelton terdiri atas cakera dan beberapa sudu yang terpasang disekelilingnya, sudu dipasang dengan pengunci baut dan mur pada cakera. Pemilihan diameter *runner* tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin. Untuk turbin dengan pemilihan kecepatan putar yang tinggi maka akan di dapat ukuran roda turbin yang kecil, momen yang kecil, dan poros yang

kecil (Auzan, 2021).

Sudu Turbin

Sudu turbin pelton berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing. Pemanfaatan tekanan air yang besar memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin pelton. Untuk tekanan air yang tinggi lengkung sudu akan lebih tajam atau semakin melengkung ke dalam. Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan karena kekokohnya kurang dan efisiensinya rendah (Auzan, 2021).

Nosel

Nosel terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada belokan pipa, dan jarum nosel yang bisa digerakkan didalam belokan pipa. Kerucut jarum dan selubung, yang cepat aus, dibuat dari bahan bermutu tinggi serta mudah untuk diganti diameter nosel suatu turbin juga disesuaikan dengan tekanan air dan kapasitas air yang masuk ke saluran (Effendi et al., 2020).

Generator DC

Secara garis besar generator adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik. Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum Faraday, pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi (Abdullah, 2019). Perbedaan setiap generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang terdapat di dalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat. Pada umumnya generator DC dibuat dengan menggunakan magnet permanen dengan 4 kutub rotor, regulator tegangan digital, proteksi terhadap beban lebih, stater eksitasi, penyearah, bantalan dan rumah generator atau *casis*, serta bagian rotor.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu studi literatur dan metode eksperimental. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai teori pendukung perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton. Sedangkan metode eksperimental dilakukan dalam penelitian ini yaitu perancangan, pembuatan, dan pengujian. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh desain dan rancangan, mengetahui pengaruh beban terhadap putaran generator, pengaruh jenis lampu 12 *VDC* dan 24 *VDC* dengan beban bervariasi terhadap daya keluaran generator.

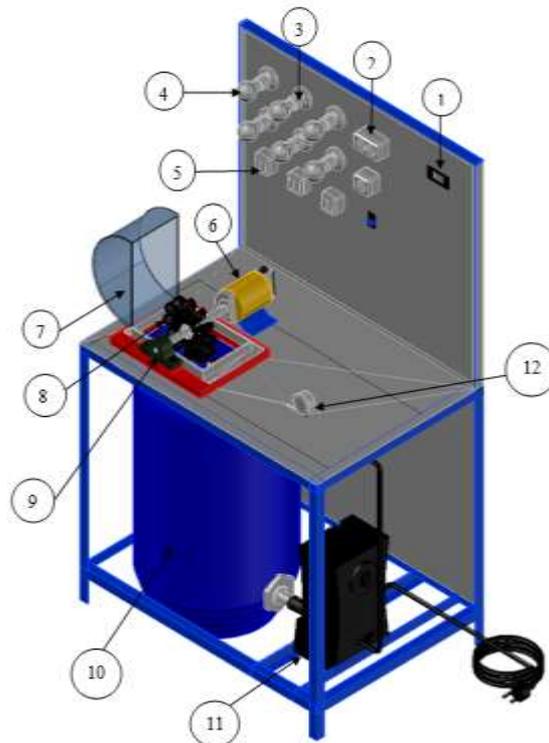
Pada proses perancangan dilakukan dengan membuat desainnya menggunakan aplikasi *AutoCAD* agar memudahkan dalam menyiapkan kebutuhan alat dan bahan untuk membuat pembangkit listrik tenaga air yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran mahasiswa dan dosen pada program studi Teknik Mesin Politeknik Kotabaru. Adapun bahan yang dibutuhkan yaitu turbin pelton dengan jumlah sudu 12, generator DC, lampu DC, pompa air, besi poros, nosel, bantalan, dan kabel sebagai instalasi pembebanan. Sedangkan alat yang dibutuhkan pada proses pembuatan yaitu mesin las, mesin gerinda, mesin bor, *tachometer*, *pressure gauge*, *multifunction DC*, serta beberapa peralatan penunjang lainnya.

Pengujian dilakukan pada tekanan konstan yaitu 270 *psi* dengan beban bervariasi mulai dari tanpa beban, 7 *W*, 9 *W*, dan 12 *W* jenis masing-masing beban lampu yang digunakan adalah 12 *VDC* dan 24 *VDC*. Data yang akan diamati dalam penelitian yaitu tegangan, arus, dan putaran keluaran generator sebagai kebutuhan analisa. Pengujian yang akan diamati pada penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Variabel Pengujian yang akan diamati

Beban Lampu (<i>W</i>)	Putaran Generator (<i>rpm</i>)	Tegangan (<i>V</i>)	Arus (<i>A</i>)	Tekanan Air (<i>psi</i>)
Jenis lampu 12 VDC				
0	270
7	
9	
12	
Jenis lampu 24 VDC				
0	270
7	
9	
12	

Gambar rancangan turbin pelton skala laboratorium yang akan dibuat sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa dan dosen program studi Teknik Mesin dilingkungan Politeknik Kotabaru diperlihatkan pada gambar 1. Dimensi *runner* turbin pelton yang akan digunakan yaitu; diameter luar 206 *mm*, panjang sudu 77 *mm*, dan lebar sudu 45 *mm*. Ukuran ini dipilih karena *runner* turbin tersebut tersedia di pasaran.

**Gambar 1. Rancangan PLTA Jenis Turbin Pelton Skala Laboratorium**

Keterangan:

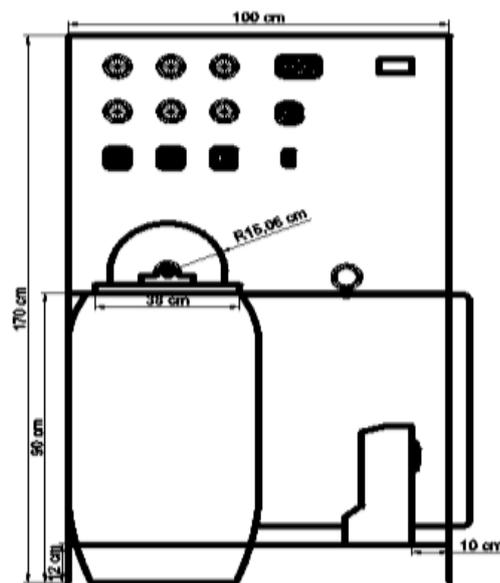
- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. Multifungtion DC | 7. Rumah turbin |
| 2. Stop kontak | 8. Sudu turbin |
| 3. Fiting lampu | 9. Bantalan |
| 4. Beban lampu | 10. Penampungan air |
| 5. Saklar | 11. Pompa air |
| 6. Generator DC | 12. Pressure gauge |

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh secara bertahap mulai dari desain, rancangan dan pemilihan komponen, proses perakitan, hasil pengujian sampai pada pembahasan dan kesimpulan.

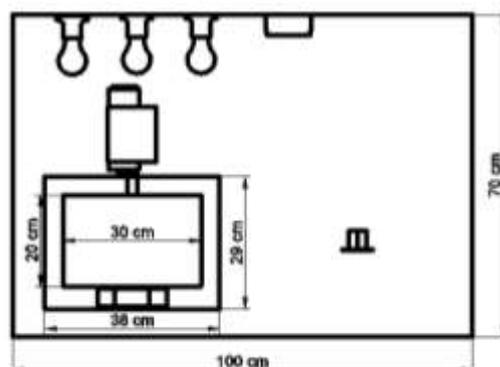
Desain dan Rancangan PLTA Turbin Pelton

Gambar rancangan yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD* diperlihatkan pada gambar 2 dan gambar 3 yang dilengkapi dengan ukuran pada setiap bagian sebagai acuan dalam proses pembuatan sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium. Gambar 2 desain PLTA turbin pelton skala laboratorium pandangan depan memperlihatkan tinggi keseluruhan 170 cm, lebar dinding panel pembebanan 100 cm, tinggi meja 90 cm, dan tinggi dudukan pompa yaitu 12 cm dari dasar kaki. Pada dinding panel pembebanan diperlihatkan jumlah fitting lampu untuk beban sebanyak 6 unit, saklar ganda 3 unit, stop kontak 2 unit, MCB 1 unit, alat ukur *multifungtion* DC 1 unit, *pressure gauge* 1 unit yang dipasang secara terintegrasi antara satu dengan yang lain khususnya untuk rangkaian pembebanan.



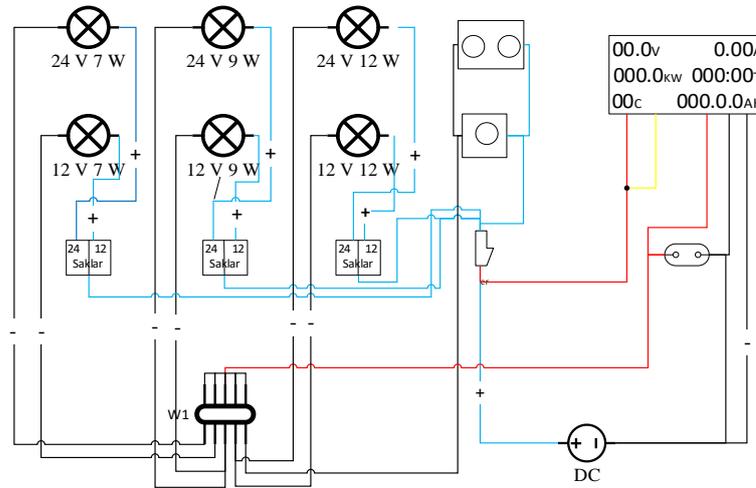
Gambar 2. Desain PLTA Pandangan Depan

Pada gambar 3 desain PLTA pandangan atas yang memperlihatkan dimensi dari rumah turbin serta meja, dimana panjang meja 100 cm dan lebar 70 cm. Sedangkan rumah turbin memiliki panjang 30 cm, dan lebar 20 cm.



Gambar 3. Desain PLTA Pandangan Atas

Diagram wiring untuk pembebanan dan alat ukur tegangan, arus dan daya keluaran diperlihatkan pada gambar 4, adapun komponen yang terdapat pada diagram tersebut yakni 6 unit beban lampu DC yang masing-masing beban 12 V 7 W, 9 W, 12 W dan 24 V 7 W, 9 W, 12 W serta terdapat juga stop kontak, MCB dan alat ukur multifunction DC.



Gambar 4. Diagram Wiring Pembebanan

Pemilihan Nosel

Nosel merupakan salah satu komponen utama pada sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton sehingga perlu untuk dilakukan perhitungan ukuran nosel yang ideal untuk digunakan pada sistem berdasarkan tekanan air keluaran dari pompa sebagai acuan dalam proses pemilihan nosel. Pemilihan nosel dilakukan agar diperoleh ukuran nosel yang tepat dan mudah diperoleh untuk digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium. Perencanaan dilakukan melalui perhitungan ukuran nosel sebagai penunjang dalam pemilihan nosel yang akan digunakan dengan menggunakan beberapa persamaan, yakni; persamaan (1) untuk daya hidrolik (Yani et al., 2018), persamaan (2) untuk kecepatan pancaran air, persamaan (3) untuk kecepatan tangensial turbin, persamaan (4) untuk luas permukaan pancaran air sebelum masuk nosel (Effendi et al., 2020), persamaan (5) untuk menghitung diameter nosel (Saputra et al., 2020).

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \quad (W) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (m/s) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\mu = \frac{v_1}{2} \quad (m/s) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$A = \frac{Q}{v_1} \quad (m^2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$d = 0,54 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} \quad (mm) \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- | | |
|--|--|
| P = Daya hidrolik (W) | v_1 = Kecepatan pancaran air (m/s) |
| Q = Debit air (m ³ /s) | μ = Kecepatan tangensial turbin (m/s) |
| ρ = Massa jenis air (kg/m ³) | A = Luas pancaran air sebelum nosel (mm ²) |
| g = Percepatan gravitasi (m/s ²) | d = Diameter pancaran air (mm) |
| H = Head pompa (m) | |

Hasil perhitungan dimensi nosel yang telah dilakukan diperlihatkan di dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimensi Nosel

Daya Hidrolik (<i>W</i>)	Kecepatan Pancaran Air (<i>m/s</i>)	Kecepatan Tangensial Turbin (<i>m/s</i>)	Luas Pancaran Air (<i>mm</i> ²)	Diameter Pancaran Air (<i>mm</i>)
154,70	61,02	30,51	1,3	1,3

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh untuk diameter nosel yang ideal untuk PLTA turbin pelton skala laboratorium adalah 1,3 *mm*, namun yang tersedia di pasaran yaitu ukuran 1,7 *mm*, maka didalam pembuatan sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium yang dipilih dan digunakan yaitu nosel dengan ukuran diameter 1,7 *mm*.

Proses Pembuatan dan Perakitan

Pembuatan sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium dilakukan secara bertahap mulai dari pembuatan rangka, panel dan rangkaian pembebanan, meja dan rumah turbin, penampungan air, sampai pada pemasangan alat ukur yang terintegrasi pada sistem pembangkit. Setelah proses pembuatan selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan perakitan sistem agar dapat dioperasikan sebagai media pembelajaran dalam bentuk sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium seperti yang disajikan pada gambar 5.

**Gambar 5. PLTA Turbin Pelton Skala Laboratorium**

Pengujian Trainer PLTA Turbin Pelton

Pengujian terhadap sistem pembangkit listrik tenaga air skala laboratorium dilakukan untuk memastikan setiap bagian atau komponen pada sistem dapat bekerja dengan baik sekaligus untuk mengumpulkan data-data yang akan dianalisa khususnya pemberian beban bervariasi menggunakan jenis beban 12 *VDC* dan 24 *VDC* serta daya lampu yang juga bervariasi mulai dari tanpa beban, 7 *W*, 9 *W*, dan 12 *W*. Hasil pengujian yang telah dilakukan diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perngujian PLTA Turbin Pelton

Beban Lampu (<i>W</i>)	Putaran Generator (<i>rpm</i>)	Tegangan (<i>V</i>)	Arus (<i>A</i>)	Tekanan Air (<i>psi</i>)
Jenis lampu 12 <i>VDC</i>				
0	1470	33,23	0,00	270
7	550	12,17	11,87	
9	539	12,00	11,63	
12	521	11,50	11,67	
Jenis lampu 24 <i>VDC</i>				

Beban Lampu (W)	Putaran Generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tekanan Air (psi)
0	1470	33,20	0,00	270
7	1027	23,10	4,90	
9	999	22,57	4,91	
12	980	21,73	5,01	

Untuk mengetahui daya keluaran pada jenis dan besaran beban yang diberikan terhadap sistem, maka data hasil pengujian pada tabel 3 selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan 6.

$$P_g = V.I \quad (W) \quad \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- P_g = Daya keluaran generator (W)
- V = Tegangan keluaran (V)
- I = Arus keluaran (A)

Hasil perhitungan daya keluaran generator diperlihatkan pada tabel 4.

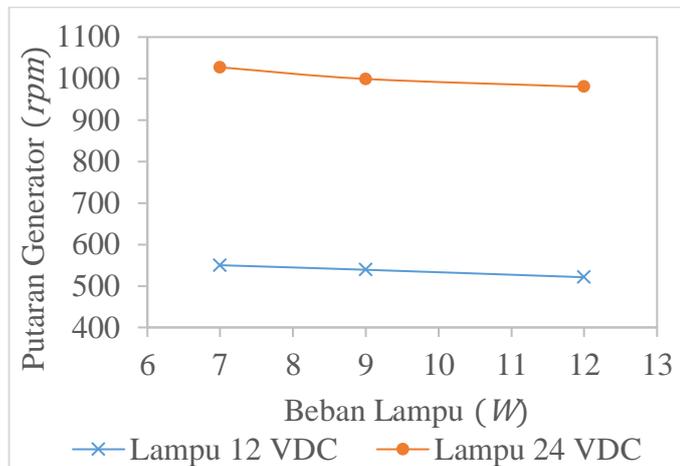
Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Generator

Beban (W)	12 V		24 V		Tekanan (psi)
	Putaran (rpm)	Daya (W)	Putaran (rpm)	Daya (W)	
0	1470	0	1470	0	270
7	550	144,46	1027	113,19	
9	539	139,56	999	110,82	
12	521	134,21	980	108,87	

Dari tabel 4 hasil perhitungan daya keluaran memperlihatkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin kecil putaran generator baik untuk beban jenis 12 VDC maupun 24 VDC. Begitupun halnya dengan daya keluaran generator, pada saat jenis beban 12 VDC dan atau 24 VDC semakin besar pembebanan lampu yang diberikan maka daya keluaran cenderung menurun.

Hasil Pengujian Pengaruh Beban Terhadap Putaran

Hasil pengujian pengaruh beban terhadap putaran generator pada sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.

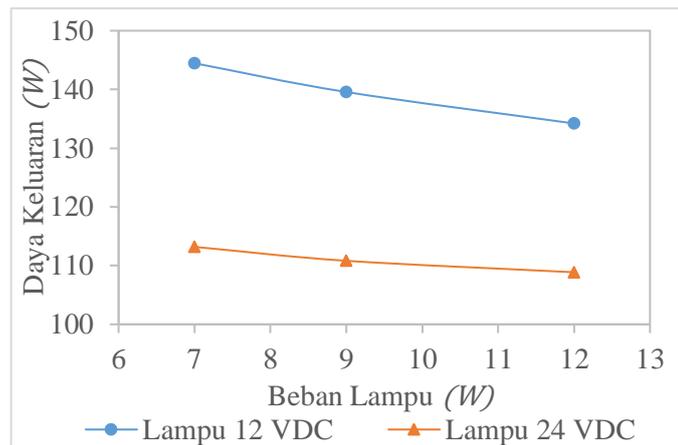


Gambar 6. Grafik Hubungan Beban Dengan Putaran Generator

Pada gambar 6 dapat diamati tentang pengaruh beban lampu terhadap putaran generator. Dimana pada saat PLTA turbin pelton skala laboratorium tidak diberikan beban maka putaran generator yang diperoleh adalah 1470 *rpm*, kemudian pada beban lampu 12 *VDC* 7 *W* diperoleh putaran generator dengan penurunan yang signifikan yaitu sebesar 550 *rpm* dan pada saat beban lampu 12 *VDC* 9 *W* putaran masih menurun menjadi 539 *rpm* kemudian pada beban 12 *VDC* 12 *W* putaran generator terus menurun hingga 521 *rpm*, sedangkan pada jenis beban lampu 24 *VDC* untuk 7 *W* juga diperoleh penurunan putaran generator namun tidak begitu signifikan yaitu 1027 *rpm* dan pada beban 24 *VDC* 9 *W* putaran generator kembali menurun menjadi 999 *rpm* serta pada beban lampu 24 *VDC* 12 *W* juga terus menurun yakni 980 *rpm*, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban lampu yang diberikan kepada trainer sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton maka putaran generator akan semakin menurun atau dengan kata lain hubungan antara beban lampu terhadap putaran generator berbanding terbalik.

Hasil Pengujian Jenis Beban Lampu Terhadap Daya

Hasil pengujian pengaruh beban lampu terhadap daya keluaran generator pada sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Grafik Hubungan Beban Dengan Daya Keluaran

Pada gambar 7 diperlihatkan tentang hubungan antara beban lampu terhadap daya keluaran. Dimana pada saat PLTA turbin pelton skala laboratorium tidak diberikan beban maka daya keluaran yang diperoleh adalah 0 *W*, kemudian pada beban lampu 12 *VDC* 7 *W* daya keluaran yang diperoleh adalah 144,46 *W* dan pada saat beban lampu 12 *VDC* 9 *W* daya yang dihasilkan menurun menjadi 139,56 *W* kemudian pada beban 12 *VDC* 12 *W* daya keluaran kembali menurun hingga 134,21 *W*, sedangkan pada jenis beban lampu 24 *VDC* untuk 7 *W* juga diperoleh daya keluaran yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis beban 12 *VDC* yaitu 113,19 *W* dan pada beban 24 *VDC* 9 *W* daya keluaran menurun menjadi 110,82 *W* serta pada beban lampu 24 *VDC* 12 *W* juga masih terus menurun yakni 108,87 *W*, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban lampu yang diberikan pada sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium maka daya keluaran generator juga menurun seiring dengan penurunan putaran generator dengan kata lain hubungan antara beban lampu terhadap daya keluaran generator yaitu berbanding terbalik.

Kesimpulan

Hasil penelitian tentang pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton skala laboratorium untuk memperoleh desain dan rancangan, mengetahui pengaruh beban terhadap putaran generator, pengaruh jenis lampu 12 *VDC* dan 24 *VDC* dengan beban bervariasi terhadap daya keluaran generator. Adapun yang menjadi kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain dan rancangan PLTA jenis turbin pelton skala laboratorium yang dihasilkan memiliki ukuran tinggi meja 90 cm dan lebar 100 cm, tinggi dinding panel pembebanan 80 cm, tekanan air keluaran dari pompa 270 psi dengan ukuran nosel 1,7 mm, turbin pelton 12 sudu, generator DC 36 V/60 A, beban 12 VDC dan 24 VDC.
2. Jenis beban lampu akan sangat berpengaruh terhadap putaran generator dimana saat jenis beban 12 VDC putaran generator lebih kecil dibandingkan dengan saat beban lampu 24 VDC, sedangkan besar beban lampu yang diberikan pada sistem PLTA jenis turbin pelton skala laboratorium akan mengakibatkan putaran generator akan semakin menurun atau hubungan antara beban lampu terhadap putaran generator adalah berbanding terbalik.
3. Semakin besar beban lampu yang diberikan maka daya keluaran generator justru akan semakin menurun baik dengan jenis beban 12 VDC maupun pada jenis beban 24 VDC atau dengan kata lain hubungannya berbanding terbalik.
4. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh penulis, direkomendasikan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan variasi jumlah sudu turbin untuk mengetahui jumlah sudu yang optimal serta tekanan air yang bervariasi untuk mengetahui pengaruh tekanan terhadap putaran dan daya keluaran generator.

Daftar Pustaka

- Abdullah, W. A. (2019). Perancangan Turbin Tipe Pelton Untuk Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *JEPCA (Journal of Electrical Power Control and Automation)*, 2(1), 36–40. <https://doi.org/10.33087/jepca.v2i2.30>
- Auzan, L. (2021). Analisis Tinggi Jatuh Air (Head) Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (JIMT)*, 1(4), 1–13.
- Effendi, Y., Rosyidin, A., & Maulana, I. (2020). Perancangan Nozzle Dan Sistem Perpipaan Pada Turbin Pelton Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 4(2), 1–6.
- Hamidi, Supandi, & Rohermanto, A. (2006). Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 9(1), 16–24.
- Irawan, H., Syamsuri, & Rahmad, Q. (2018). Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Buka Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 03(01), 27–31.
- Rahmawan, H. A. (2018). *Rancang Bangun Turbin Pelton Pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) Skala Laboratorium*.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 161–172.
- Septiadi, R. (2019). Optimasi Desain Turbin Pelton Menggunakan 3 Nozzle Dan Variasi Kemiringan Sudu Hingga 15 Derajat Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, 9(1), 13–18.
- Wahyudi, Wulandari, R., & Bintara, R. D. (2019). Performance Of Pelton Turbine Utilizing The Variations Of Bucket Number, Nozzle Number, And Nozzle Diameter Using Computational Fluid Dynamics. *SNTTM XVIII*, 9–10.
- Yani, A., Susanto, B., & Rosmiati. (2018). Analisis Jumlah Sudu Mangkuk Terhadap Kinerja Turbin Pelton Pada Alat Praktikum Turbin Air. *TURBO*, 7(2), 185–192.