Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro untuk Penggerak Pompa Hidroponik

Eri Gas Ekaputra, Iqbal Tri Junaidy, Rusnam, Delvi Yanti

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

email: erigas@ae.unand.ac.id

RIWAYAT ARTIKEL
Disubmit 3 Maret 2022
Diterima 21 Maret 2022
Diterbitkan 20 April 2022

KATA KUNCI
Energi listrik; energi terbarukan; hidroponik; picohidro

ABSTRAK
Salah satu pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro (PLTPH) disektor pertanian adalah sebagai penggerak pompa hidroponik agar sirkulasi nutrisi pada tanaman dapat terpenuhi. Penggunaan *blower* yang dimodifikasi untuk menjadi turbin dalam menghasilkan listrik, dapat menghemat biaya dalam pembuatannya. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun picohidro untuk hidroponik sebagai solusi pemanfaatan energi terbarukan pada daerah yang tidak mendapatkan akses listrik. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu rancangan alat mencakup rancangan picohidro, pompa DC, dan rangka hidoponik, pembuatan alat, pengujian alat, dan analisis data pengujian kinerja alat yang telah dibuat. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pembangkit listrik tenaga picohidro sebagai penggerak pompa hidroponik yang dibuat sudah sesuai dengan rancangan awal. Nilai debit rata-rata yang didapatkan adalah 2.27×10^{-3} m^3/s dengan tinggi jatuh air 0.75 m. Berdasarkan debit air dan tinggi jatuh air ini, maka didapatkan daya potensi air rata-rata sebesar 16.70 watt. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan oleh rancangan tanpa beban pompa 6.77 watt. Sedangkan daya rata-rata menggunakan beban pompa 5.74 watt. Kehilangan air pada sistem pertanian hidroponik ini ialah 1%. Efisiensi Picohidro rata-rata selama pengamatan 34.43% dan efisiensi pompa adalah 5.12%.

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

1. Pendahuluan

Energi listrik memiliki peranan yang tinggi bagi kehidupan manusia. Apalagi pada masa Revolusi Industri 4.0 yang membuat konsumsi listrik kian meningkat. Konsumsi listrik Indonesia sebesar 178 193.86 GWh dengan sumber energi utama adalah batubara 58.36%, gas alam 27.31%, minyak 6.20%, tenaga air 5.69%, panas bumi 2.13%, dan 0.31% dari bahan bakar campuran lainnya [1]. Kondisi ini menyatakan bahwa kita masih ketergantungan terhadap energi non terbarukan. Efek dari penggunaan bahan bakar fosil pun tidak menguntungkan bagi lingkungan karena dapat mengakibatkan efek rumah kaca dan mempercepat pemanasan global. Pemerintah Indonesia mendorong untuk tidak lagi menggunakan energi fosil, tetapi menghasilkan listrik dari sumber energi terbarukan. Sementara itu, pasokan pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan sulit untuk berkembang karena tidak dapat diandalkan dan mahal. Hal ini terkait dengan keterbatasan dan fluktuasi ketersediaan energi terbarukan itu sendiri. Sumber energi terbarukan secara umum untuk pembangkit listrik adalah matahari, angin, dan air. Pembangkit listrik tenaga picohidro (PLTPH) yang dapat menghasilkan energi listrik secara terus menerus dengan memanfaatkan tinggi jatuh air untuk memutar turbin, merupakan salah satu alternatif yang mampu menjawab tuntutan tersebut.

Pembangkit listrik picohidro merupakan pembangkit yang menghasilkan listrik di bawah 5 kW. Daerah yang dekat dengan saluran air dapat digunakan untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga picohidro. Hal ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi di suatu wilayah yang tidak terjangkau listrik dan mengantisipasi biaya energi yang kian mahal. Pembangkit listrik tenaga picohidro merupakan pembangkit tenaga listrik skala

kecil yang memerlukan tenaga air untuk sumber penggeraknya. Aliran air yang bisa digunakan seperti saluran irigasi dan air terjun (sungai). Selain itu, sumber energi yang bersumber dari picohidro juga dapat digunakan untuk industri atau kegiatan pertanian seperti hidroponik [2].

Budidaya hidroponik merupakan salah satu sistem pertanian modern yang dapat memanfaatkan lahan sempit. Tumbuhan hidroponik merupakan tumbuhan yang mampu hidup tanpa menggunakan tanah sebagai medianya, tetapi memaksimalkan kebutuhan nutrisi tanaman agar bisa tumbuh dengan baik. Tanaman hidroponik dapat ditanam pada media seperti *rockwool*, bata merah, kerikil, bahkan arang sekam yang hanya membutuhkan air dalam jumlah kecil. Sementara, unsur terpenting dalam budidaya hidroponik adalah pemenuhan kebutuhan nutrisinya.

Dalam budidaya hidroponik, media hanya berfungsi sebagai penyangga tanaman supaya tidak roboh. Sedangkan air berperan penting untuk pertumbuhan tanaman karena air yang digunakan mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Maka, peranan pompa air sangat penting untuk mengatur sistem penyaluran nutrisi ke instalasi hidroponik agar tanaman mendapat nutrisi yang dibutuhkan. Hidroponik banyak diterapkan oleh masyarakat hingga saat ini, hanya saja dalam menggerakkan pompa masih menggunakan energi listrik PLN yang dominan merupakan energi tidak terbarukan. Energi listrik sangat berperan dalam pasokan nutrisi tanaman, jika suplai energi dari PLN mati karena ada gangguan maka pompa yang berperan dalam mengatur sistem penyaluran nutrisi juga tidak beroperasi, akibatnya suplai nutrisi untuk tanaman juga terhenti. Dalam mengatasi persoalan sumber energi untuk menggerakan pompa diperlukan salusi, salah satunya merancang bangun PLTPH.

Kerangka dan turbin pada picohidro dibuat dengan menggunakan *blower* yang dimodifikasi. *Blower* tersebut di kombinasikan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Penggunaan *blower* sebagai kerangka dan turbin picohidro bertujuan supaya pembuatannya lebih mudah dengan biaya yang lebih murah, serta dapat dibuat oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun picohidro untuk hidroponik sebagai solusi pemanfaatan energi terbarukan pada daerah yang tidak mendapatkan akses listrik.

2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan Alat

Perancangan dilakukan untuk menghindari pemakaian komponen yang tidak sesuai dengan kebutuhan sehingga alat dapat berfungsi secara optimal. Komponen-komponen yang diperlukan dalam rancangan alat antara lain:

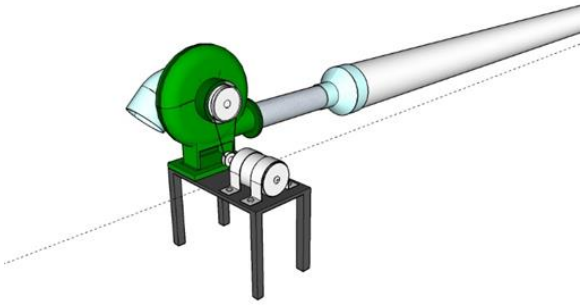
1. Picohidro, berfungsi untuk mengubah energi air menjadi energi listrik, yang terdiri dari generator sebagai sumber tenaga dan *Blower* 2” sebagai turbin penggerak dari sistem picohidro.
2. Pompa DC sebagai pemindah cairan melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain dan dapat mengalir jika terdapat perbedaan tekanan.
3. Rangka hidroponik, yang terdiri dari paralon 3 inci dan elbow 3 inci, untuk rangka bangunan dibuat dengan baja ringan dengan ketebalan 0.75 mm yang terdiri dari penyangga hidroponik dan atap (berbahan seng bening), panel surya diletakan diatas atap seng bening. Penyambung pipa menggunaka lem, sedangkan rangka hidroponik disambung dengan sekrup *roofing*.

2.2 Pembuatan Alat

Alat yang dibuat pada tahap ini adalah picohidro dan hidroponik. Tahap pembuatan picohidro (**Gambar 1**) antara lain:

1. Menyiapkan bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat kontruksi Picohidro. Komponen utama yang diperlukan yaitu, *Blower* 2 inci dan Generator ES3001H.
2. Melepaskan gulungan strator dan rotor dari *blower*.
3. Memasang piringan penutup kedap air diantara ruang impler dan puli.
4. Menghubungkan sumbu *blower* dengan sumbu Generator ES3001H dengan *Pulley* dan *V-belt.*
5. Memasang pengaman generator agar aman dari air dan tidak konslet.

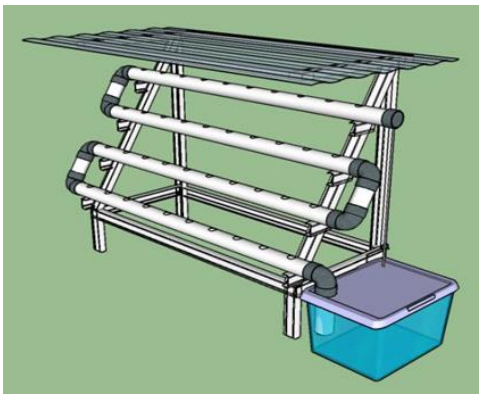
doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05



Gambar 1. Rancangan Picohidro

Tahap pembuatan hidroponik (**Gambar 2**) adalah:

1. Menyiapkanbahan-bahan yang diperlukanuntuk membuat kontruksi hidroponik yang akan dipasang pada ketinggian 100 mdpl dengan posisi hidroponik menghadap ke barat.
2. Meletakkan 4 pipa PVC 3 inci, dengan jarak tanam 15 cm per lubang.
3. Memberikan plastik disetiap sisi lubang pipa di tempat air mengalir untuk membuat sisitem hidroponik menjadi DFT (*Deep Flow Technique*).
4. Menggabungkan pipa PVC 3 inci dengan *elbow*.
5. Memasang selang yang terhubung dengan pompa ke bagian lubang pipa yang telah disediakan.
6. Meletakan tandon box sebagai wadah penampung air dan nutrisi.
7. Memasang kontruksi atap pada modul hidroponik.



Gambar 2. Hidroponik

2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dimulai saat air masuk ke picohidro sehingga dapat memutar turbin. Pengambilan data dilakukan selama setengah jam dengan rentang 5 menit sekali untuk semua jenis data. Beberapa data yang akan diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.3.1 Debit Air pada Turbin

Debit adalah volume air yang dikeluarkan setiap detik. Debit air pada turbin dapat diketahui dengan **Persamaan 1**:

$$Q = V/t = A \times \vartheta \qquad (1)$$

Dimana :
Q : Debit Air (m^3/s)
A : Luas (m^2)
V : Volume (m^3)
ϑ : Kecepatan (m/s)
t : Waktu (s)

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

2.3.2 Daya Potensi Air [3]

Besarnya daya potensi air dapat diperoleh berdasarkan debit air yang jatuh dan mengenai turbin berdasarkan **Persamaan 2** berikut:

$$P\ in = Q \times \rho \times g \times h \qquad (2)$$

Dimana :
P in : Daya (W)
Q : Debit Aliran Air (m^3/s)
ρ : Massa Jenis Air (1 000 kg/m^3)
g : Gravitasi Bumi (9.81 m/s^2)
h : Tinggi Jatuh Air (m)

2.3.3 Daya Generator

Daya generator diperoleh dari tegangan dan arus yang diamati pada generator. Daya generator dihitung dengan **Persamaan 3**:

$$P\ out = I \times V \qquad (3)$$

2.3.4 Debit air pompa

Pengukuran debit air masuk dan keluar pada media hidroponik dilakukan agar bisa mendapatkan debit kehilangan pada rancangan. Debit kehilangan didapatkan dengan **Persamaan 4** sebagai berikut:

$$Q\ losses = \frac{(Q\ inlet - Q\ outlet)}{(Q\ inlet)} \times 100\ \% \qquad (4)$$

2.3.5 Efisiensi Rancangan [3]

Efisiensi dari picohidro diperoleh melalui perbandingan antara daya potensi air dengan daya generator seperti **Persamaan 5** sebagai berikut:

$$\eta = (P\ out)/(P\ in) \times 100\ \% \qquad (5)$$

Dimana :
η : Efisiensi
P in : Potensi air (Watt)
P out : Daya Generator (Watt)

3. Hasil dan Pembahasan

Pembangkit listrik tenaga picohidro sebagai penggerak pompa hidroponik merupakan hasil rancangan berdasarkan studi literatur dan permasalah yang ada. Penelitian ini dilakukan pada saluran irigasi sawah warga yang airnya bersumber dari aliran sungai. Picohidro dibuat dengan memanfaatkan *blower* bekas ukuran 2 inci yang telah dimodifikasi sebagai kerangka dan turbin. Dengan motor ES3001H sebagai generator. Generator dan turbin dihubungkan dengan *Pulley* dan *V-belt*. Air dialiri menggunakan pipa 3 inci panjang 3 meter dan pipa 1.5 inci panjang 20 cm. Kedua pipa ini dihubungkan dengan *Reducer*. Penggunaan lintasan yang panjang dan memperkecil ujung lintasan dengan reducer dapat meningkatkan kecepatan jatuh air.

Media hidroponik dibuat dengan mengggunakan pipa PVC ukuran 3 inci dengan panjang 195 cm empat tingkat. Rak hidroponik dari tingkat atas sampai bawah yang terhubung satu sama lain. Air dialiri dengan pompa DC 12V dengan debit 240 l/h untuk H max 3 meter. Sirkulasi air terus terjadi selama 24 jam setiap hari. Rancangan ini dapat dilihat pada **Gambar 3**.

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

(1) (2)

Gambar 3. (1) Rancang Bangun Picohidro Tampak Samping; (2) Rancang Bangun Hidroponik Tampak Depan.

3.1 Debit air pada Turbin

Data diperoleh dari pengukuran secara langsung dari saluran irigasi yang dialirkan ke pipa pesat dan masuk ke turbin. Debit air diperoleh dari perbandingan volume dengan waktu. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dalam 5 menit sekali selama 30 menit seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Debit Air pada Turbin

Durasi (menit)	Volume (l)	Waktu (s)	Debit (l/s)	Debit (m^3/s)
5	17.03	7.64	2.23	0.00223
10	16.67	7.40	2.25	0.00225
15	16.85	7.32	2.30	0.00230
20	16.50	7.46	2.21	0.00221
25	17.42	7.58	2.30	0.00230
30	17.09	7.38	2.32	0.00232
Rata-rata	16.93	7.46	2.27	0.00227

Debit air yang dihasilkan tergolong stabil, dengan debit rata – rata sebesar 2.27 l/s. Beda tinggi antara picohidro dengan sumber air adalah 0.75 m. Berdasarkan data debit tersebut maka didapatkan daya potensi air yaitu Pin = 1 000 kg.m^3/s, 0.00227 m^3/s 9.81 m/s^2, 0.75 m = 16.70 watt

Dengan didapatkan potensi air sebesar 16.70 watt, maka lokasi tersebut cocok dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik untuk pompa dc hidroponik. Berdasarkan spesifikasi pompa, lokasi dengan potensi air 16.70 watt dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit karena daya yang dibutuhkan pompa hanya 4.2 watt. Picohidro mempunyai keunggulan yaitu tidak membutuhkan head yang tinggi dan debit air yang tidak terlalu besar [4].

3.2 RPM pada Turbin

Pengujian dilakukan dengan mengukur kecepatan putaran pada turbin dan generator menggunakan *tachometer*. Turbin dan generator dihubungkan dengan *pulley* transmisi dan *v-belt.* Sehingga apabila turbin diputar oleh energi kinetik air, secara otomatis generator juga berputar dan menghasilkan energilistrik. Pengujian dilakukan selama 30 menit dengan pengambilan data sekali 5 menit. Perbandingan perputaran generator dan turbin dapat dilihat pada **Tabel 2.**

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

Tabel 2. RPM pada Turbin dan Generator

Durasi (menit)	Turbin (RPM)	Generator (RPM)
5	1 340	2 424
10	1 390	2 476
15	1 312	2 400
20	1 345	2 434
25	1 366	2 469
30	1 340	2 457
Rata - rata	1 348.83	2 443.33

Berdasarkan **Tabel 2** diatas dapat diperhatikan bahwa rata-rata kecepatan pada turbin adalah 1 348.83 RPM. Selama 30 menit pengujian kecepatan putaran turbin nilainya berada antara 1 312 rpm dan 1 390 rpm. Sedangkan kecepatan putaran rata-rata pada generator adalah 2 443.33 rpm. Nilai pengujian kecepatan pada generator berada pada rentang 2 400 rpm dan 2 476 rpm. Dari rata – rata kecepatan putaran turbin dan generator maka didapatkan perbandingan antara keduanya 1:1.8. Daya turbin berbanding lurus dengan perputaran turbin dan debit air, semakin besar debit air maka perputaran turbin akan semakin meningkat sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar [5]. Berdasarkan data yang dilihat pada **Tabel 2**, dapat dilihat bahwa perputaran rpm pada turbin dan generator relatif stabil. Dengan rpm yang relatif stabil maka daya yang dihasilkan juga akan relatif stabil.

3.3 Daya Listrik yang Dihasilkan Rancangan

Pengukuran daya listrik dilakukan 6 kali selama 30 menit menggunakan ampermeter. Pengambilan data dilakukan dengan dua opsi yaitu dengan pompa dan tanpa pompa. Data yang dihasilkan berupa tegangan dan arus. Daya listrik yang dihasilkan disajian pada **Tabel 3.**

Tabel 3 menunjukan adanya penurunan tegangan saat picohidro dihubungkan dengan pompa. Menurut [6], tegangan berbanding terbalik dengan daya beban pada sebuah generator. Apabila daya bebannya besar maka tegangan yang dihasilkan generator akan mengecil. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan Hukum Ohm, mengecilnya tegangan pada generator berbanding lurus dengan besaran arus yang mengalir tapi berbanding terbalik dengan beban yang diberikan.

Tabel 3. Daya Listrik yang dihasilka Rancangan

Durasi (menit)	Tanpa Pompa			Dengan Pompa		
	Volt	Ampere	Watt	Volt	Ampere	Watt
5	5.07	1.34	6.79	4.34	1.34	5.82
10	5.10	1.33	6.78	4.29	1.33	5.71
15	5.09	1.33	6.77	4.31	1.33	5.73
20	5.07	1.33	6.74	4.34	1.32	5.73
25	5.06	1.34	6.78	4.30	1.33	5.72
30	5.06	1.33	6.73	4.32	1.33	5.75
Rata - rata	5.08	1.33	6.77	4.32	1.33	5.74

Besarnya arus pada sebuah generator dipengaruhi oleh daya bebannya, semakin besar beban generator maka arus yang harus disuplai makin meningkat. Oleh karena itu, ketika beban diperbesar maka tegangan akan menyusut. Daya keluaran rata-rata yang dihasilkan dari pengukurantanpa pompa adalah 6.77 watt dan dengan pompa 5.74 watt. Daya yang dihasilkan relatif stabil karena debit dan rpm juga stabil. Dengan daya ini, pompa Dc yang menjadi tujuan utama rencangan ini dibuat dapat digerakkan dengan maksimal. Hal ini disebabkan karena daya yang dibutuhkan untuk menggerakan pompa Dc hanya 4.2 watt.

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

3.4 Debit Air yang Dihasilkan dari Pompa

Pengukuran debit yang dihasilkan pompa dilakukan pada dua titik yaitu inlet dan outlet. Dimana debit inlet adalah kemampuan pompa menaikan air pada rak teratas dari hidroponik. Outlet adalah banyaknya air yang keluar dari rak hidroponik. Rata-rata debit yang dihasilkan oleh sistem hidroponik ialah 23.07 ml/s pada saluran inlet dan 23.06 ml/s pada saluran outlet. Dari data yang diperoleh dapat diketahui kehilangan air pada sistem pertanian hidroponik, sebesar 1%. Data selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Debit Air dari Pompa Dc

Durasi (menit)	Debit air pompa						Tinggi Naik air
	Input			Output			
	Volum (ml)	Waktu (s)	Debit (ml/s)	Volum (ml)	Waktu (s)	Debit (ml/s)	
5	502	21.75	23.08	502	21.76	23.07	1.30
10	493	21.37	23.07	503	21.81	23.06	1.30
15	501	21.73	23.06	498	21.61	23.04	1.30
20	498	21.60	23.06	494	21.43	23.05	1.30
25	497	21.53	23.08	501	21.71	23.08	1.30
30	503	21.79	23.08	500	21.67	23.07	1.30
Rata - rata	499.00	21.63	23.07	499.67	21.67	23.06	1.30

Berdasarkan **Tabel 4**, dapat diketahui bahwa nilai debit pada saluran outlet mengalami penurunan dari saluran inlet. Menurut [7], salah satu yang menyebabkan penurunan debit pada saluran outlet adalah adanya lumut yang tumbuh pada saluran. Sedangkan menurut [8], penurunan debit yang terjadi pada saluran inlet ke outlet disebabkan karena adanya *head losses* pada setiap tikungan sistem pertanian hidroponik sehingga mengurangi air yang keluar pada saluran outlet.

3.5 Efisiensi Generator yang Dihasilkan dari Rancangan

Efisiensi didapatkan dari perbandingan antara daya keluaran generator dengan daya teoritis. Semakin besar daya luaran yang dihasilkan maka semakin efisien kinerja generator. Sebaliknya semakin kecil daya keluaran generator, semakin kurang efisien kinerja generator. Rata-rata efisensi yang dilakukan selama pengamatan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Efisiensi Generator

Durasi (menit)	Daya (Watt)	Daya Output Tanpa Pompa (Watt)	Daya Output Dengan Pompa (Watt)	Efisiensi Tanpa Pompa %	Efisiensi Dengan Pompa %
5	16.4	6.79	5.82	35.49	41.40
10	16.57	6.78	5.71	34.46	40.92
15	16.94	6.77	5.73	33.83	39.96
20	16.27	6.74	5.73	35.22	41.43
25	16.9	6.78	5.72	33.85	40.12
30	17.03	6.73	5.75	33.76	39.52
Rata - rata	16.69	6.77	5.74	34.43	40.58

Rata-rata efisiensi tanpa pompa dan dengan pompa yang dihasilkan oleh rancangan adalah 34.43% dan 40.58%. Menurut [9], efisiensi picohidro dipengaruhi oleh daya turbin dan daya turbin sangat bergantung pada besarnya perputaran turbin. Sedangkan perputaran turbin sangat tergantung dari debit aliran yang menumbuk sudu turbin. Berdasarkan **Tabel 1, 2** dan **3** dapat dilihat bahwa debit, RPM dan Daya output cukup stabil. Sehingga Efisiensi yg dihasilkan tidak jauh berbeda, dimana efisiensi tanpa pompa berada di rentang 39.53% - 41.43%. Sedangkan efisiensi engan pompa berada pada rentang 33.46% - 35.49%. Hal ini menunjukan bahwa Rancangan picohidro belum efisien karena efisiensi yang dihasilkan belum mencapai standar efisiensi pembangkit listrik serupa dengan efisiensi sekitar 80% – 90%. Namun apabila dibandingkan dengan daya yg dibutuhkan pompa, picohidro ini cukup layak untuk digunakan [10].

doi https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.05

3.6 Efisiensi Pompa DC Hasil Rancangan

Efisiensi pompa DC merupakan perbandingan daya yang diberikan pompa pada air agar dapat mengalir dengan daya listrik yang digunakan pompa. Daya yang diberikan pada pompa oleh picohidro diukur menggunakan ampermeter, daya ini disebut dengan Win (daya masuk). Sedangkan untuk mengukur Wout menggunakan **Persamaan 2** dengan satuan watt. Debit air dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 1**. Tinggi naik air sudah ditentukan berdasarkan rancangan yang telah dibuat yaitu 1.3 m. Pompa diletakan di dasar tendon box berisi air, lalu air disalurkan dengan selang menuju media hidroponik paling atas. Variabel tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4**. Setelah beberapa variabel diketahui, Wout dari pompa dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2.** Jika kedua nilai (Win dan Wout) didapatkan maka efisiensi dapat diketahui dengan **Persamaan 5.** Efisiensi pompa dapat dilihat pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Efisiensi Pompa

Durasi (menit)	Win (watt)	Wout (watt)	Efisiensi %
5	5.82	0.29	5.05
10	5.71	0.29	5.15
15	5.73	0.29	5.13
20	5.73	0.29	5.13
25	5.72	0.29	5.14
30	5.75	0.29	5.11
Rata - rata	5.74	0.29	5.12

$W\ in = 4.32\ V\ \times 1.33\ A = 5{,}74\ watt$

$W\ out = 1\ 000\ kg.m^3/s \times 0.0000231\ m^3/s \times 9.81\ m/s^2 \times 1.3\ m = 0.29\ watt$

$\eta = \ (0.29\ watt)/(5.74\ watt)\ \times\ 100\ \% = 5.12\%$

Berdasarkan **Tabel 6**, efisiensi pompa tertinggi adalah 5.15% dan efisiensi terendah adalah 5.05%, dimana nilainya tidak jauh beda karena data input dan output yang didapatkan cenderung stabil. Sedangkan efisiensi rata – rata pompa adalah 5.12%. Dengan efisiensi ini, pompa DC 12 Volt dapat diaplakasikan untuk mengatur sistem penyaluran nutrisi pada instalasi hidroponik.

4. Kesimpulan

Pembangkit listrik tenaga picohidro sebagai penggerak pompa hidroponik yang dibuat sudah sesuai dengan rancangan awal. Setelah dilakukan pengujian dan pengamatan terhadap rancangan, maka diperoleh Nilai debit rata – rata yang didapatkan adalah 2.27 x 10^{-3} m^3/s dengan tinggi jatuh air 0.75 m. Berdasarkan debit air dan tinggi jatuh air ini, maka didapatkan daya potensi air rata – rata sebesar 16.70 watt. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan oleh rancangan tanpa beban pompa 6.77 watt. Sedangkan daya rata-rata menggunakan beban pompa 5.74 watt. Kehilangan air pada sistem pertanian hidroponik ini ialah 1%. Efisiensi Picohidro rata-rata selama pengamatan 34.43% dan efisiensi pompa adalah 5.12%.

Daftar Pustaka

[1] Perusahaan Listrik Negara, “Statistik PLN 2018,” 2018.

[2] V. Dwiyanto, D. I. Kusumastuti, S. Tugiono, and ..., “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai),” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2016, [Online]. Available: http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/424.

[3] S. Sukamta and A. Kusmantoro, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur,” *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013.

[4] S. A. Uyun and B. Novianto, “Rancang bangun low head turbin piko hidro,” *J. Sains Teknol.*, vol. X, no. 1, pp. 67–79, 2020, [Online]. Available: http://repository.unsada.ac.id/1609/.

[5] M. Ibrahim, I. Dirja, and V. Naubnome, “Rancang Bangun Prototipe PLTPh Sebagai Listrik Penerangan Kapasitas 9 Watt,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 2, p. 63, 2020, doi: 10.24843/jem.2020.v13.i02.p04.

[6] A. Supardi, A. Budiman, and N. R. Khairudin, “Pengaruh Kecepatan Putar Dan Beban Terhadap,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 01, pp. 26–31, 2013.

[7] A. Ansar, S. Sukmawaty, G. M. D. Putra, and B. D. E. Mawarni, “Variasi Bentuk Penampang Saluran yang Sesuai untuk Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) pada Hidroponik Sistem NFT,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 8, no. 2, pp. 143–152, 2020, doi: 10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.04.

[8] F. Dinegoro, R. Rusnam, and E. G. Ekaputra, “Rancang Bangun Hidroponik Dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya,” *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 10, no. 3, p. 367, 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10i3.367-379.

[9] A. Muliawan and A. Yani, “Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner,” *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31958/js.v8i1.434.

[10] T. Shantika, L. Hartawan, R. Sagala, and R. Ramfani, “Perekayasaan Pembangkit Listrik Tenaga Air untuk Penyediaan Listrik Skala Kecil 100 Watt,” *J. Ris. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 137–146, 2013.