

Optimization of Water Falling Points in Micro Hydro Power Plants

Optimalisasi Titik Jatuh Air pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro

Heru Hermawan, Sunardi

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Kampus 4 Jl. Ringroad Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, D. I. Yogyakarta 55191, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirimkan 04 Januari 2020,
Direvisi 27 Januari 2021,
Diterima 29 April 2021.

Kata Kunci:

Mikrohidro;
Titik jatuh air;
Kincir;
Debit air

Penulis Korespondensi:

Heru Hermawan,
Program Studi Teknik Elektro,
Universitas Ahmad Dahlan,
Kampus 4 Jl. Ringroad Selatan,
Tamanan, Banguntapan, Bantul,
Yogyakarta, Indonesia.
heruhermawan221@gmail.com

ABSTRACT / ABSTRAK

Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is an alternative source of electrical energy for the community. PLTMH provides many benefits, especially for rural communities throughout Indonesia. When other energy sources start to run low and have a negative impact, water becomes a very important source of energy because it can be used as an energy source. PLTMH is a small-scale power plant that uses hydropower as its driving force such as irrigation channels, rivers or natural waterfalls by utilizing the waterfall height (head) and the amount of water discharge. In rivers, there is the potential for sufficient water availability throughout the year, reliable discharge, suitable contours and has been used for MHP. However, this river has decreased the electrical power it produces. Therefore, in this PLTMH river it is necessary to analyze and recalculate the electric power generated by optimizing the water drop point, using an 8-inch pipe to produce a tangential force of 814.28 N, then using a 3-inch pipe to produce a tangential force of 100, 62 N and using a 2-inch pipe produces a tangential force of 25.37 N.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan alternatif sumber energi listrik bagi masyarakat. PLTMH memberikan banyak keuntungan terutama bagi masyarakat pedalaman di seluruh Indonesia. Di saat sumber energi lain mulai menipis dan memberikan dampak negatif, maka air menjadi sumber energi yang sangat penting karena dapat dijadikan sumber energi. PLTMH adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Pada sungai terdapat potensi ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun, debit yang dapat diandalkan, memiliki kontur yang sesuai dan telah dimanfaatkan untuk PLTMH. Namun sungai ini mengalami penurunan daya listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, pada PLTMH sungai ini perlu dilakukan analisis dan menghitung kembali daya listrik yang dihasilkan melalui optimalisasi titik jatuh air, Menggunakan pipa berukuran 8 inch menghasilkan gaya tangensial sebesar 814,28 N, lalu menggunakan pipa berukuran 3 inch menghasilkan gaya tangensial sebesar 100,62 N dan menggunakan pipa berukuran 2 inch menghasilkan gaya tangensial sebesar 25,37 N.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Sitasi Dokumen ini:

H. Hermawan and Sunardi, "Optimization of Water Falling Points in Micro Hydro Power Plants," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 93-105, 2021. DOI: [10.12928/biste.v3i1.1477](https://doi.org/10.12928/biste.v3i1.1477)

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan yang ada di bumi. Manusia, hewan, dan tumbuhan dan semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Sungai mengalir dari hulu ke hilir, bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Indonesia terdapat banyak sungai besar maupun kecil yang terdapat di berbagai daerah. Hal ini merupakan peluang untuk pengembangan energi listrik di daerah khususnya daerah yang belum terjangkau energi listrik [1][2][3].

Selama ini pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik terus dikembangkan baik skala besar maupun skala sedang dan kecil [4]. Pada pembangkit skala kecil sumber energi air dapat dimanfaatkan dengan menggunakan kincir yang memanfaatkan energi dari sebuah aliran air, satu jenis kincir pembangkit yang memanfaatkan aliran sungai, yang memanfaatkan energi yang tersimpan pada air yang mengalir. Air yang memiliki energi potensial dan mekanik akan dirubah menjadi energi mekanis oleh kincir [5][6][7].

PLTMH merupakan singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro atau dalam bahasa Inggrisnya Micro Hydro Power (MHP). PLTMH adalah suatu sistem pembangkit listrik dengan menggunakan sumber energi dari tenaga air [8]. Merupakan alternatif sumber energi listrik bagi masyarakat. PLTMH memberikan banyak keuntungan terutama bagi masyarakat pedalaman di seluruh Indonesia. Di saat sumber energi lain mulai menipis dan memberikan dampak negatif, maka air menjadi sumber energi yang sangat penting karena dapat dijadikan sumber energi pembangkit listrik yang murah dan tidak menimbulkan polusi [9].

Pada PLTMH terdapat dua kondisi pipa pesat yaitu pipa pesat terbuka dan pipa pesat tertutup. Pada kondisi tersebut, memiliki debit air yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan penelitian ukuran pipa pesat terbuka dan pipa pesat tertutup yang sesuai untuk mendapatkan debit air yang optimal untuk memutar turbin listrik.

2. METODE PENELITIAN

Objek penelitan membandingkan antara dua kondisi yaitu pada saat pipa pesat terbuka dan ditutup, agar mendapatkan hasil putaran rpm yang optimal dengan cara merubah posisi-posisi pipa. Penelitian ini memanfaatkan debit air yang mengalir pada sungai yang akan digunakan sebagai tenaga penggerak kincir. Ketinggian lokasi diukur untuk mengetahui tinggi head guna menentukan jenis kincir yang sesuai.

Jenis kincir ditentukan berdasarkan data hasil penelitian debit air dan ketinggian lokasi, namun demikian keberadaan kincir bekas yang telah dimiliki menjadi prioritas untuk dimanfaatkan. Kincir memiliki spesifikasi seperti Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi kincir

Spesifikasi	Kincir
Diameter (cm)	130
Lebar (cm)	22
Jumlah Sudut (Buah)	16
Jarak antar sudur (cm)	25



Gambar 1 Kincir yang telah dimiliki

Debit air merupakan Volume air yang mengalir dengan sejumlah sedimen padatan, mineral terlarut, dan bahan biologis yang ikut bersamanya melalui luas penampang melintang tertentu. Ketika kecepatan alir bernilai tetap, dan diameter pipa pesat sebagai variabel sehingga memberikan debit yang bervariasi. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung debit air.

$$Q = V \times 10 \times 60 \times A \quad (1)$$

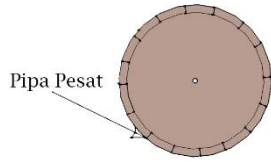
$$A = \pi \left(\frac{D \times 10^{-2}}{2} \right)^2 \quad (2)$$

dengan Q adalah debit (liter/menit), V adalah kecepatan alir (m/detik), A adalah luas penampang pipa pesat dan D adalah diameter pipa pesat (mm). Selanjutnya,

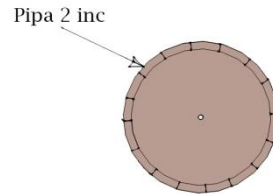
$$V = \frac{P}{T} \tag{3}$$

dengan V adalah Kecepatan Alir Air (meter/detik), P adalah Panjang (meter) dan T adalah Waktu (detik)

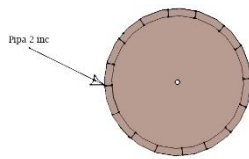
Desain penempatan posisi pipa adalah pipa menuju kearah kincir di mulai dari bak penampung melewati pipa yang telah diposisikan dengan cara manual. Dapat detail beberapa skema percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2 hingga Gambar 10.



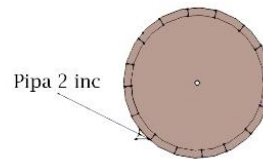
Gambar 2 Pipa pesat



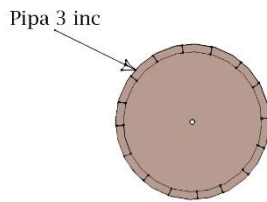
Gambar 3 Pipa 2 inch atas



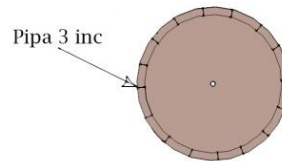
Gambar 4 Pipa 2 inch tengah



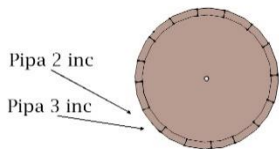
Gambar 5 Pipa 2 inch bawah



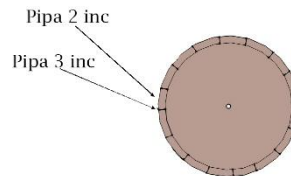
Gambar 6 Pipa 3 inch atas



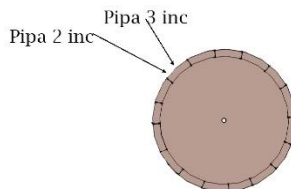
Gambar 7 Pipa 3 inch tengah



Gambar 8 Pipa 2 inch dan 3 inch bawah



Gambar 9 Pipa 2 inch dan 3 inch tengah



Gambar 10 Pipa 3 inch dan 2 inch atas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Identifikasi Lokasi

3.1.1. Pengukuran Kecepatan Alir

Pengukuran kecepatan alir sungai dilakukan dengan menggunakan bola pingpong yang dihanyutkan dari titik satu ketitik lain. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dan diperoleh data seperti pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Dari hasil pengukuran waktu tempuh bola ping pong dapat diketahui kecepatan aliran dengan

menghitungnya menggunakan (3) sehingga diperoleh hasil pada pipa pesat 8 inc sebesar 4,25 m/detik. Kemudian pipa berukuran 2 inc sebesar 3,01 m/detik dan pipa berukuran 3 sebesar 3,98 m/detik.

Tabel 1 Hasil pengukuran bola pingpong pipa pesat

Pengulangan	Waktu (detik)
Percobaan 1	2,5
Percobaan 2	1,8
Percobaan 3	2,6
Pumlah	6,9
Rata-Rata	2,3

Tabel 2 Hasil pengukuran bola pingpong selang 3inch

Pengulangan	Waktu (detik)
Percobaan 1	3,8
Percobaan 2	3,9
Percobaan 3	3,6
Jumlah	11,3
Rata-Rata	3,8

Tabel 3 Hasil pengukuran bola pingpong selang 2inch

Pengulangan	Waktu (detik)
percobaan 1	7,0
percobaan 2	6,1
percobaan 3	6,8
Jumlah	19,9
Rata-Rata	6,6

3.1.2 Pengukuran Debit Air

Untuk menghitung debit air yang mengalir dalam pipa maka dibutuhkan ukuran luasan dari pipa dan selang. Ukuran luasan pipa dan selang dapat di hitung dengan (2) sehingga diperoleh hasil pada pipa pesat 8 inc sebesar 0,0324 m² kemudian pada pipa berukuran 2 inc sebesar 0,0020 m² dan pipa berukuran 3 inc sebesar 0,046 m²

Dari hasil perhitungan luasan pipa dan selang dengan (1) diperoleh ukuran debit dari setiap pipa dan selang, pada pipa berukuran 8 inc menghasilkan debit air sebesar 82,62 liter/menit, kemudian pipa berukuran 3 inc menghasilkan debit air sebesar 10,98 liter/menit dan pipa berukuran sebesar 2 inc menghasilkan debit air sebesar 3,61 liter/menit.

3.2. Pengukuran RPM Pulley

Pengambilan data untuk mengetahui pengaruh ukuran pipa dan jumlah pipa terhadap putaran kincir dilakukan dengan memasang selang ukuran 3 inch dan selang ukuran 2 inch yang dipasang pada bak penampung. Pengambilan data dilakukan dengan 2 keadaan yaitu saat pipa pesat yang telah tertanam ditutup dan saat pipa pesat terbuka. Alat yang digunakan sebagai penutup pipa pesat dapat dilihat pada Gambar 11 dan agar air dapat mengalir selang terlebih dahulu di penuhi dengan air pada Gambar 12 merupakan prosesnya pada Gambar 13 merupakan pemasangan selang pada saat pipa pesat tertutup. Pada Gambar 14 merupakan pemasangan selang pada saat pipa pesat terbuka. Pada Gambar 15 merupakan penyaluran air dengan selang 3 inch, pada Gambar 16 merupakan proses penyaluran air dengan selang 2 inch.



Gambar 11 Wajan sebagai penutup pipa pesat



Gambar 13 Bak pada saat pipa pesat ditutup



Gambar 15 Penyaluran Air ke Turbin Selang 3 inch

Gambar 12 Proses Pemenuhan Selang Dengan air



Gambar 14 Bak Penampung Saat Pipa Pesat Terbuka



Gambar 16 Penyaluran Air ke Turbin Selang 2 inch

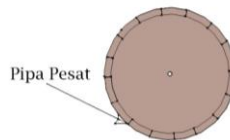
3.3. Pipa Pesat Terbuka

3.3.1. Pipa Pesat

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 4. Pengukuran dilakukan masing-masing sebanyak tiga kali percobaan pada kondisi input pipa pesat dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 1531,6 rpm (melebihi 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 4 Putaran *pulley* pipa pesat (pipa terbuka)

Percobaan ke-	<i>Pulley1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	<i>Generator</i>
1	92	381,3	1828	1531
2	102	370,6	1031	1534
3	105	363,5	1199	1530
Rata-rata				1531,6

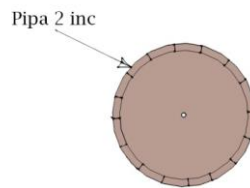


Gambar 17 Posisi pipa pesat

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 5. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 1250,0 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 5 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch atas (pipa terbuka)

Percobaan ke-	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	<i>Generator</i>
1	72,6	507,3	603,1	1242
2	72,4	359,2	756,3	1253
3	71,6	305,7	780	1255
Rata-rata				1250

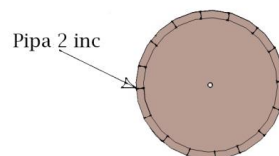


Gambar 18 Posisi pipa 2 inch atas

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 6. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 1260,3 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 6 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch tengah (pipa terbuka)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	70,8	532,7	594,5	1265,0
2	73,9	579,3	666,4	1263,0
3	74,4	304,3	607,4	1253,0
Rata-rata				1260,3

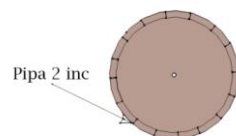


Gambar 19 Posisi 2 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 7. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 1258,3 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 7 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch bawah (pipa terbuka)

Percobaan ke 3	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	74,8	302,0	803,0	1258,0
2	74,2	300,2	604,4	1265,0
3	74,4	302,6	641,7	1252,0
Rata-rata				1258,3



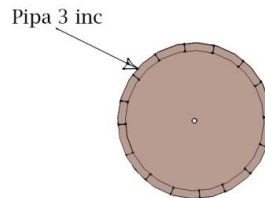
Gambar 20 Posisi pipa 2 inch bawah

3.3.2. Pipa 3 inch

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 8. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 922,8 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 8 Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch atas (pipa terbuka)

Percobaan ke 1	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	52,5	362,2	458,4	942,7
2	53,9	236,5	472,1	933,5
3	54,7	235,1	466,2	892,2
Rata-rata				922,8

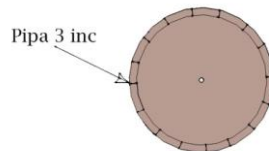


Gambar 21 Posisi pipa 3 inch atas

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 9. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 845,3 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 9 Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch tengah (pipa terbuka)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	53,1	219,2	228,3	844,5
2	52,5	218,0	228,4	848,8
3	52,7	215,9	222,9	842,7
Rata-rata				845,3

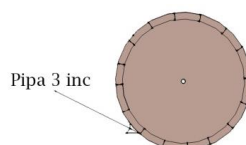


Gambar 22 Posisi pipa 3 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 10. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 898,9 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 10 Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch bawah (pipa terbuka)

Percobaan ke 3	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	53,0	203,4	229,0	854,4
2	53,2	241,7	218,5	881,0
3	48,9	214,0	227,9	961,4
Rata-rata				898,9



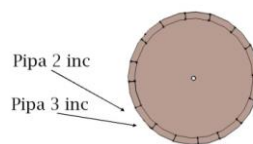
Gambar 23 Posisi pipa 3 inch bawah

3.3.3. Pipa Kombinasi

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 11. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 879,9 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 11 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inc dan 3 inc bawah (pipa terbuka)

Percobaan ke 1	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	50,3	215,7	215,0	887,6
2	50,4	176,1	422,6	879,2
3	51,7	215,4	428,2	873,1
Rata-rata				879,9

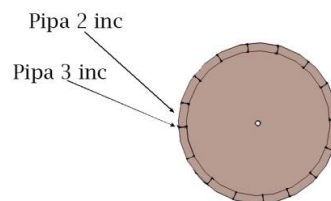


Gambar 24 Pipa 2 inch dan 3 inch bawah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 12. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 879,9 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 12 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inc dan 3 inc tengah (pipa terbuka)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	49,0	204,1	457,4	812,3
2	54,0	200,3	632,6	821,9
3	51,1	195,8	356,2	758,7
Rata-rata				797,6

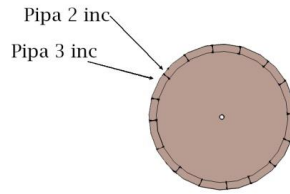


Gambar 25 Pipa 2 inch dan 3 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 13. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 701,1 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 13 Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch dan 3 inch atas (pipa terbuka)

Percobaan ke 3	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	41,2	174,4	476,0	685,4
2	38,2	172,9	335,4	684,6
3	40,7	168,3	516,5	733,3
Rata-rata				701,1



Gambar 26 Pipa 2 inch dan 3 inch atas

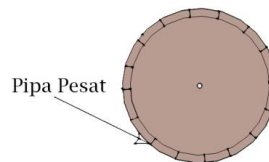
3.4. Pipa Pesat ditutup

3.4.1. Pipa Pesat

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 8. Pengukuran dilakukan masing-masing sebanyak tiga kali percobaan pada kondisi input pipa pesat dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 49,3 rpm (melebihi 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 18. Putaran *pulley* pipa pesat (pipa ditutup)

Percobaan ke-	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	3,0	13,4	11,5	31,3
2	4,9	18,4	20,8	49,9
3	2,9	25,9	17,1	66,7
Rata-rata				49,3



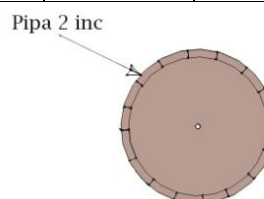
Gambar 27 Posisi pipa pesat

3.4.2. Pipa 2 inch

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 19. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 345,0 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 19. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch atas (pipa ditutup)

Percobaan ke 1	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	20,1	69,8	462,0	325,3
2	20,0	80,2	389,0	321,5
3	20,7	65,9	377,6	388,2
Rata-rata				345,0

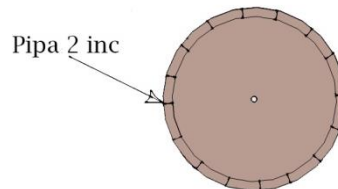


Gambar 28 Posisi pipa 2 inch atas

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 20. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 703,0 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 20. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch tengah (pipa ditutup)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	18,8	72,4	304,8	275,9
2	18,4	70,9	203,6	225,9
3	18,0	68,6	292,4	201,2
Rata-rata				703,0

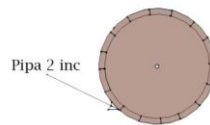


Gambar 29 Posisi 2 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 21. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 371,5 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 21. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch bawah (pipa ditutup)

Percobaan ke 3	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	15,5	64,5	125,0	597,0
2	15,6	63,0	124,4	260,5
3	16,5	63,6	128,9	257,0
Rata-rata				371,5



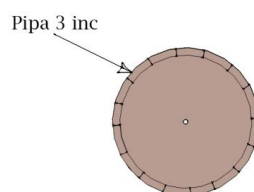
Gambar 30 Posisi pipa 2 inch bawah

3.4.3. Pipa 3 inch

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 22. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 663,4 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 22. Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch atas (pipa ditutup)

Percobaan ke 1	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	33,8	155,2	221,3	651,4
2	36,7	157,2	296,6	668,4
3	39,9	161,4	333,7	670,6
Rata-rata				663,4

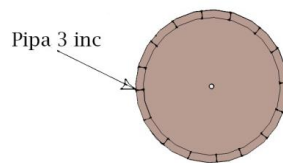


Gambar 31 Posisi pipa 3 inch atas

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 23. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 672,9 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 23 Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch tengah (pipa ditutup)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	37.3	165.3	683.1	658.7
2	39.9	168.9	668.6	678,4
3	38.8	160.4	672.4	681,8
Rata-rata				672,9

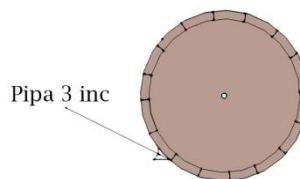


Gambar 32 Posisi pipa 3 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 24. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada tiga kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 632,1 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 24. Putaran *pulley* pipa berukuran 3 inch bawah (pipa ditutup)

Percobaan ke 3	<i>Pulley1</i>	<i>Pulley2</i>	<i>Pulley3</i>	Generator
1	35,2	165,0	476,7	606,6
2	35,7	163,9	362,2	683,4
3	38,7	163,2	315,2	606,5
Rata-rata				632,1



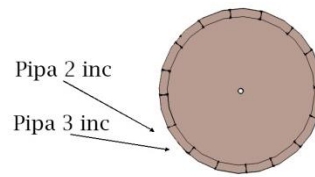
Gambar 33 Posisi pipa 3 inch bawah

3.4.4. Pipa Kombinasi

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 25. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 711,9 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 25. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch dan 3 inch bawah (pipa ditutup)

Percobaan ke 1	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	41,3	175,0	146,0	700,9
2	37,4	172,2	252,5	705,1
3	41,1	163,5	153,2	729,9
Rata-rata				711,9

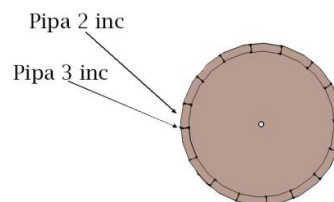


Gambar 34 Pipa 2 inch dan 3 inch bawah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 26. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 744,4 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 26. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch dan 3 inch tengah (pipa ditutup)

Percobaan ke 2	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	36,7	152,7	155,2	741,0
2	33,6	138,9	169,5	731,3
3	30,1	122,8	175,5	761,1
Rata-rata				744,4

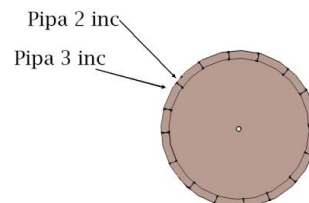


Gambar 35 Pipa 2 inch dan 3 inch tengah

Pada tahap ini dilakukan pengukuran putaran *pulley 1*, *pulley 2*, *pulley 3* dan *pulley* pada generator seperti pada Tabel 27. Pengukuran masing-masing sebanyak tiga kali percobaan dilakukan pada sembilan kondisi yaitu atas, tengah, dan bawah menggunakan input pipa berukuran 2 inch dan 3 inch dalam keadaan terbuka. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *pulley* pada generator didapatkan putaran sebesar 621,7 rpm (kurang dari 1500 rpm) yang berarti bahwa generator mampu menghasilkan listrik.

Tabel 27. Putaran *pulley* pipa berukuran 2 inch dan 3 inch atas (pipa ditutup)

Percobaan ke 3	<i>Pulley 1</i>	<i>Pulley 2</i>	<i>Pulley 3</i>	Generator
1	40,2	170,0	507,8	603,4
2	39,6	134,6	425,5	621,1
3	18,6	152,0	441,3	640,7
Rata-rata				621,7



Gambar 36 Pipa 2 inch dan 3 inch atas

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Kecepatan aliran yang menghasilkan optimal didapatkan ketika ukuran diameter pipa sebesar 20,32 cm yang menghasilkan debit air sebesar 0,0324 m³/detik, dan menghasilkan kecepatan putar generator sebesar 1531 RPM. Kecepatan kincir

bernilai besar ketika menggunakan pipa pesat tanpa adanya tambahan selang atau pipa di karenakan fokus pada titik tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih di berikan kepada LPPM UAD atas support dapat melakukan penelitian unggulan ini, tak lupa penulis ucapkan kepada editor dan *reviewer* atas semua saran dan masukkannya hingga terselesaikan jurnal ini. Tak lupa pula penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penyelesaian jurnal ini. Semoga kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis sebagai amalan ibadah dengan balasan pahala dari Allah Subhanahu wata'ala. Penulis mengharapkan agar tugas akhir ini dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya guna menambah ilmu pengetahuan bagi diri sendiri khususnya bagi para pembaca pada umumnya.

REFERENSI

- [1] A. Rakasiwi, Rinaldi and A. Hendri, "Pengaruh Sudu-Sudu Pada Model Kincir Air Undershot Untuk Irigasi Pertanian," *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, Vol. 3, no. 2, 2016. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/12046>
- [2] Fachruddin, A. Syuriadi, A. Nidhar, F. Ramdhan, and R. A. Candra, "Pengujian Variasi Jumlah dan Sudut Bilah Kincir Air Tipe Breastshot," *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 14, no. 3, 2015. <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/politeknologi/article/view/770>
- [3] P. T. D. Rompas, "Analysis of power plant microhydro (PLTMH) on river flows on mongondow river in muntoi village regency of bolaang mongondow," *Jurnal Penelitian Saintek*, vol.16, no. 2, 2011. <https://journal.uny.ac.id/index.php/saintek/article/view/3390>
- [4] S. Fiqri, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berbantuan Program Casimir Di Riam Pagung Desa Sanatab Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, Vol. 2, No. 1, 2014. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/7040>
- [5] R. Firmansyah, T. Utomo, and H. Purnomo "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur unit 3 Lumajang," *Jurnal Mahasiswa TEUB*, Vol. 2, No. 7, 2014 <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/354>
- [6] F. Kulsum, C. Rochman, and D. Nasrudin, "Profil Literasi Sains Peserta Didik Pada Konsep Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLta) Cirata Di Kabupaten Cianjur Jawa Barat," *WAPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, vol. 2, no. 1, 2017. <https://ejournal.upi.edu/index.php/WPF/article/view/4866>
- [7] S. Sukamta and A. Kusmantoro, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, 2013. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/3555>
- [8] V. Dwiyanto, D. I. Kusumawati, and S. Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407-422, 2016. <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/424>
- [9] Y. Prabowo, Swasti, Nazori, G. Grata, "Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamijahan Bogor," *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 10, no. 1, 2018. <https://doi.org/10.22441/fifo.2018.v10i1.005>

BIOGRAFI PENULIS



Heru Hermawan

Lahir di Pasir Belengkong 02 Juli 1995. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Elektro di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta



Sunardi

Lahir di Sragen tanggal 21 Mei 1974. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Elektro di Universitas Gajah Mada Yogyakarta, S2 di Universitas Teknologi Bandung, dan S3 di Universitas Teknologi Malaysia. Bidang yang diminati beliau Wireless Communication. Saat ini beliau menjabat sebagai Dekan FTI Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.