

# Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air (Picohidro) Pada Aliran Sungai Cipelang Gede Kajian Gross Power

Fajri Jayakelana<sup>1</sup> dan Darma Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Sukabumi (POLIKAMI)

Jln. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Jawa Barat

Fajrijurnalakademik@gmail.com<sup>1</sup>,

## Abstrak

Melimpahnya potensi energi air pada saluran irigasi desa pada head rendah serta debit rendah masih belum dimanfaatkan secara optimal, potensi energi air tersebut banyak dijumpai pada saluran irigasi desa yang difungsikan untuk mengairi pesawahan atau kebun-kebun warga disuatu desa. Dilihat dari karakteristik aliran air disalurkan irigasi memiliki aliran air yang cenderung konstan dan sudah memiliki konstruksi bangunan sipil yang sederhana. Melakukan *study* potensi energi air pada saluran irigasi desa pada *head* rendah 1-10 m dan debit kurang lebih  $1\text{m}^3/\text{s}$  merupakan hal yang mudah dilakukan, jika nanti akan diaplikasikan sebagai PLTA picohidro sangat mudah diaplikasikan tanpa merubah struktur bangunan sipil dari saluran irigasi desa yang tersedia, terjadi fenomena yang dapat mempengaruhi potensi daya yang di hasilkan karena *lose* pada saluran irigasi karena sebagian debit air digunakan untuk pertanian didaerah tersebut. Kajian ini dilakukan untuk menghitung semua potensi pembangkitan energi listrik secara teoritik (*Gross Power*), untuk dibangkitkan secara total dari potensi yang ada serta melakukan optimasi untuk mendapatkan potensi pembangkitan secara optimal, dimana yang menjadi patokannya adalah Head dan Debit. Hasil dari data survey dapat dilihat pada aliran sungai Cipelang Gede saluran irigasi desa Karang Tengah penentuan titik poin *head* 5.3 m dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 8.32 kW adalah pilihan bijaksana untuk mendapatkan potensi optimal. Factor-faktor lain seperti sudut pandang kerugian dari Elektrikal, Mekanikal dan Sipil, belum menjadi kajian disini.

*Kata Kunci : Potensi, Picohidro, Irigasi Desa, Debit Rendah, gross power.*

## I. PENDAHULUAN

Tidak meratanya distribusi energi listrik terjadi di daerah pedesaan di karenakan tidak terjangkaunya jaringan listrik ke pedesaan, diperlukan usaha pengadaan listrik untuk memenuhi kebutuhan energi di pedesaan khususnya pemukiman penduduk yang dekat dengan sumber air.

Salah satu cara memenuhi kebutuhan energi untuk menutupi kekurangan distribusi dengan memanfaatkan sumber energi yang ada yaitu energi air yang terdapat pada saluran irigasi desa yang memiliki energi dari head dan debit, namun belum banyak yang mengembangkan dan mengaplikasikan sistem pembangkit picohidro head rendah dan debit rendah sehingga butuh suatu rancangan yang dapat tepat guna untuk memanfaatkan potensi energi air yang ada pada saluran irigasi desa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat

sampai seberapa besar saluran irigasi desa jika dibangkitkan menjadi pembangkit listrik tenaga air picohidro.

Prinsip kerja sistem pembangkit picohidro dengan memanfaatkan saluran irigasi desa hampir sama dengan pembangkit tenaga air pada umumnya hanya saja berkapasitas dibawah 5 kW dengan konstruksi keseluruhan yang sederhana. Potensi energi air yang tersedia untuk pembangkitan energi secara *gross power* dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini:

$$P = \rho \times g \times Q \times H \quad (1)$$

## II. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu, survei lokasi, perhitungan daya, optimasi untuk mendapatkan daya maksimum, diagram alir dari penelitian ini akan diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 1: Flow chart

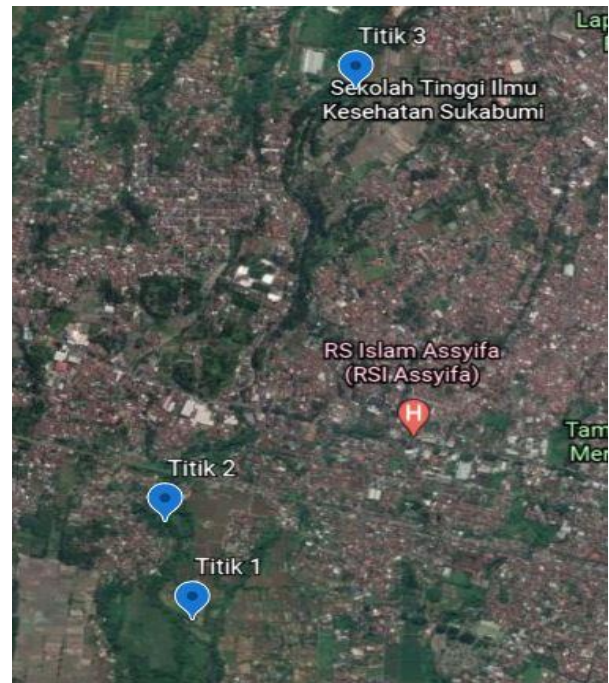
Dimana posisi survey dipilih pada tempat yang memiliki bendungan yang telah ada sebelumnya guna mempermudah memantau head dan debit yang tersedia, perhitungan pembangkitan daya dihitung secara teoritik, optimasi dilakukan karena ingin melihat potensi pembangkitan listrik keseluruhan dari potensi dari aliran sungai tersebut,

### Survey

Survei lokasi dilakukan dialiran sungai Cipelang Gede yang memiliki panjang sungai sejauh 15814 m, tetapi dalam survey hanya dari Kecamatan Gunungpuyuh sampai Kecamatan Warudoyong, Sejauh 5 km menemukan adanya 3 bendungan buatan yang memiliki saluran irigasi desa disampingnya dan memiliki karakteristik masing-masing.

No.	Nama Sungai	Panjang (m)	No.	Nama Sungai	Panjang (m)
1	Cimandiri	12.963	15	Ciseupan	3.982
2	Ceger	3.395	16	Ciwalung	1.826
3	Cisuda	8.090	17	Cipada	1.230
4	Tonjong	8.090	18	Selakaso	5.480
5	Cipanengah	5.739	19	Ciaul	3.377
6	Cipelang Gede	15.814	20	Babakan Jampang	1.115
7	Cibeureum	4.766	21	Cipasir	1.479
8	Cibitung	5.403	22	Ciseureuh	4.184
9	Cisarua	3.841	23	Cijambe	1.685
10	Cisaray	1.840	24	Cibandung	3.839
11	Tipar	9.344	25	Cipicung	591
12	Cikapek	2.939	<b>Total Panjang Sungai</b>		<b>117.657</b>
13	Cigunung	4.565			
14	Cipelang Leutik	2.080			

Gambar 2: Data panjang sungai dikota sukabumi



Gambar 3: Posisi titik survey

Survey dilakukan untuk mencari lokasi dan mendapatkan data potensi energi listrik yang tersedia pada aliran sungai dan saluran irigasi desa, data yang akan diambil dari lokasi tersebut berupa data perbedaan head, debit air dan profil sungai serta saluran irigasi desa.

### Hasil Survey

Jarak antar bendungan rata-rata 1-2 km dan head yang bisa didapatkan pada jarak tersebut bisa lebih dari 10 m dengan debit yang bervariasi, pada perhitungan head tertinggi dipatok pada ketinggian 10 m karena dalam kajian ini ingin membandingkan dengan head yg sama yaitu 10 m

pada saluran irigasi desa mana yang memiliki potensi pembangkitan daya terbesar.

Dari data yang didapat setelah survey bahwa ketiga posisi tersebut tidak memiliki debit terbesar dan head yang tertinggi, ketiganya masih termasuk dalam klasifikasi Head rendah dan Debit rendah dengan masing-masing diperoleh debit total paling besar 0.91 m<sup>3</sup>/s pada bendung saluran irigasi desa sukakarya dan head tertinggi 5.30 m pada pada bendung saluran irigasi desa Karang Tengah.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan untuk menghitung semua potensi pembangkitan energi listrik secara teoritik, untuk dibangkitkan secara total dari potensi yang ada, dimana yang menjadi patokannya adalah Head dan Debit. Factor-faktor lain seperti sudut pandang kerugian dari Elektrikal, Mekanikal dan Sipil, belum menjadi kajian disini.

Optimasi dilakukan untuk mendapatkan daya yang optimum dari potensi yang tersedia, ketika melihat aktualisasi dilapangan untuk aliran irigasi desa hanya cukup untuk mengairi daerah sepanjang 4 km, pada jarak 1 km kemungkinan debit air sudah hilang sekitar setengahnya tetepi *haed* terus meningkat. Hal inilah yang bisa menjaga kesetabilan potensi daya.

Saluran irigasi desa yang mengairi persawahan, kebun-kebun serta kolam warga secara langsung memiliki rembesan air atau air akan terserap oleh sistem tersebut, dari sudut pandang lain karena semakin tinggi *head* yang diinginkan maka kerugian akibat rembesan air pada sistim *open canal* akan semakin besar, yang dapat mengakibatkan PLTA *Picohidro* kemungkinan tidak dapat digunakan karena kemungkinan ketersediaan air.

Dayeuhluhur adalah air langsung mengalir ke saluran persawahan desa tersebut, memiliki head 1.9-10 m dengan jarak dari posisi bendungan sekitar 500m, kemungkinan bisa menghasilkan daya 3.85-11.16 kW secara *Gross Power*.

Dengan mendapatkan head 1.9 m dan debit 0.61 pada saluran irigasi, secara teoritik dapat menghasilkan daya sebesar 11.32 kW, ketika pada kondisi yang sama diberikan optimasi debit 30% dari saluran sungai maka daya yang didapat menjadi 12.85 kW. Dengan *lose* per titik buang sebesar 5% dan pemampatan rencana sebesar 30% dari optimasi potensi maka daya yang bisa dihasilkan sebesar 3.85 kW



Gambar 4: Bendungan sungai desa Dayeuhluhur



Gambar 5: Saluran irigasi desa Dayeuhluhur

Tabel 1: Hasil Survey dan Perhitungan

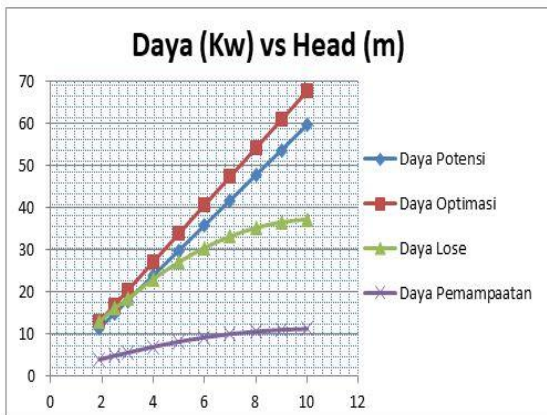
Irigasi Desa	Head (m)	Debit (m <sup>3</sup> /s)			Daya (watt)			Daya (kW)					
		Sungai	Irigasi	Total	Sungai	Irigasi	Total	Potensi	Optimasi	Lose	Pemampatan		
Dayeuhluhur	1.90	0.27	0.61	0.88	5.08	11.32	16.40	1	1.90	11.32	12.85	12.85	3.85
Sukakarya	2.55	0.29	0.61	0.91	7.36	15.33	22.69	2	2.5	14.90	16.91	16.06	4.82
Karang Tengah	5.30	0.28	0.45	0.73	14.79	23.30	38.10	3	3	17.88	20.29	18.26	5.48
								4	4	23.84	27.05	22.99	6.90
								5	5	29.80	33.81	27.05	8.11
								6	6	35.76	40.57	30.43	9.13
								7	7	41.72	47.34	33.14	9.94
								8	8	47.68	54.10	35.16	10.55
								9	9	53.64	60.86	36.52	10.95
								10	10	59.61	67.62	37.19	11.16

#### 1. Bendung saluran irigasi desa Dayeuhluhur

Karakteristik dari saluran irigasi desa



Tabel 2: Hasil potensi optimasi desa dayeuhluhur



Grafik 1: Hasil potensi optimasi desa ayeuhluhur

Hasil dari data survey dapat dilihat pada aliran sungai Cipelang Gede saluran irigasi desa Dayeuhluhur penentuan titik poin head 5 m dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 8.11 kW adalah pilihan bijaksana untuk mendapatkan potensi optimal.

## 2. Bendung saluran irigasi desa Sukakarya

Karakteristik dari saluran irigasi desa Sukakarya adalah air langsung mengalir ke saluran persawahan desa tersebut, memiliki head 2.55-10 m dengan jarak dari posisi bendungan sekitar 1000m, kemungkinan bisa menghasilkan daya 5.26 – 11.35 kW secara *Gross Power*.

Dengan mendapatkan head 2.55 m dan debit 0.61 pada saluran irigasi, secara teoritik dapat menghasilkan daya sebesar 15.34 kW, ketika pada kondisi yang sama diberikan optimasi debit 30% dari saluran sungai maka daya yang didapat menjadi 17.54 kW. Dengan lose per titik buang sebesar 5% dan pemampatan rencana sebesar 30% dari optimasi potensi maka daya yang bisa dihasilkan sebesar 5.26 kW



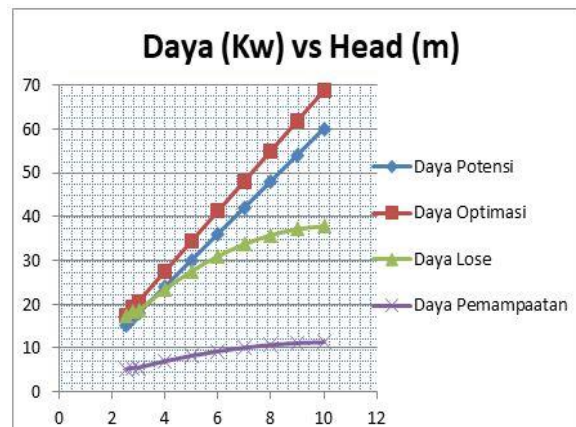
Gambar 6: Bendungan sungai desa Sukakarya



Gambar 7: Saluran irigasi desa Sukakarya

Titik	Head (m)	Daya (kW)			
		Potensi	Optimasi	Lose	Pemampatan
1	2.55	15.34	17.54	17.54	5.26
2	2.80	16.84	19.26	18.30	5.49
3	3.00	18.04	20.64	18.57	5.57
4	4.00	24.06	27.52	23.39	7.02
5	5.00	30.07	34.40	27.52	8.26
6	6.00	36.08	41.28	30.96	9.29
7	7.00	42.10	48.16	33.71	10.11
8	8.00	48.11	55.04	35.77	10.73
9	9.00	54.13	61.91	37.15	11.14
10	10.00	60.14	68.79	37.84	11.35

Tabel 3: Hasil potensi optimasi desa sukakarya



**Grafik 2: Hasil potensi optimasi desa sukakarya**

Hasil dari data survey dapat dilihat pada aliran sungai Cipelang Gede saluran irigasi desa Sukakarya penentuan titik poin head 5 m dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 8.26 kW adalah pilihan bijaksana untuk mendapatkan potensi optimal.

**3. Bendung saluran irigasi desa Karang Tengah**

Karakteristik dari saluran irigasi desa Karang Tengah adalah air langsung mengalir ke saluran irigasi yang diapit kebun-kebun warga sekitar desa tersebut, memiliki head 5.3-10 m dengan jarak dari posisi bendungan sekitar 1000m, kemungkinan bisa menghasilkan daya 8.32 – 8.64 kW secara *Gross Power*.

Dengan mendapatkan head 5.3 m dan debit 0.45 pada saluran irigasi, secara teoritik dapat menghasilkan daya sebesar 23.21 kW, ketika pada kondisi yang sama diberikan optimasi debit 30% dari saluran sungai maka daya yang didapat menjadi 27.75 kW. Dengan *lose* per titik buang sebesar 5% dan pemampatan rencana sebesar 30% dari optimasi potensi maka daya yang bisa dihasilkan sebesar 8.32 kW



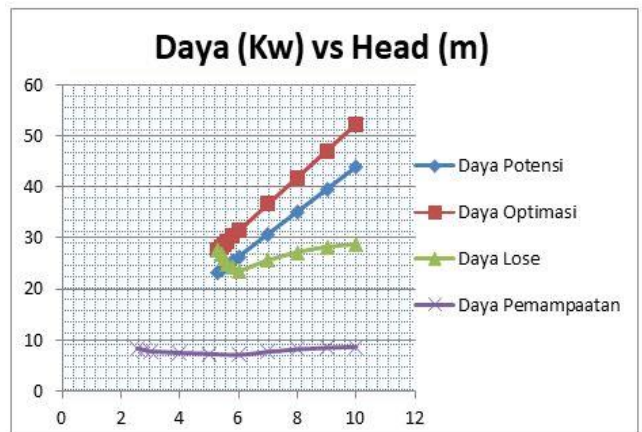
**Gambar 8: Bendungan sungai desa Karang Tengah**



**Gambar 9: Saluran irigasi desa Karang Tengah**

Titik	Head (m)	Daya (kW)			
		Potensi	Optimasi	Lose	Pemampatan
1	5.30	23.31	27.75	27.75	8.32
2	5.40	23.75	28.27	26.86	8.06
3	5.50	24.19	28.79	25.92	7.77
4	5.60	24.63	29.32	24.92	7.48
5	5.80	25.51	30.37	24.29	7.29
6	6.00	26.39	31.41	23.56	7.07
7	7.00	30.79	36.65	25.65	7.70
8	8.00	35.18	41.88	27.22	8.17
9	9.00	39.58	47.12	28.27	8.48
10	10.00	43.98	52.35	28.79	8.64

**Tabel 4: Hasil potensi optimasi desa karang tengah**



**Grafik 3: Hasil potensi optimasi desa karang tengah**

Hasil dari data survey dapat dilihat pada aliran sungai Cipelang Gede saluran irigasi desa Karang Tengah penentuan titik poin head 5.3 m dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 8.32 kW adalah pilihan bijaksana untuk mendapatkan potensi optimal.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dari hasil kajian ini, yang telah dilakukan maka dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan debit yang cenderung turun pada setiap titik poin, kenaikan head dapat menjaga kenaikan daya.
2. Secara teoritik PLTA *picohidro* dapat diafllikasikan pada saluran irigasi desa dengan head minimal 1 m.
3. Semakin tinggi head maka semakin jauh juga posisi outlet potensi dari posisi inlet dibendungan sungai, yang mengakibatkan kerugian akibat rembesan air pada sistim *open canal* semakin besar.
4. Penentuan head dapat ditentukan tergantung pada posisi dimana kajian tersebut akandilakukan.
5. Menggunakan kajian *Gross Power* yang tanpa memperhatikan kerugian dari Elektrikal, Mekanikal dan Sipil dalam koreksi factor serta efisiensi, akan memperlihatkan begitu besarnya potensi PLTA Picohidro yang ada.

#### SARAN

Untuk kelanjutan dan penyempurnaan penelitian ini diperlukan beberapa lanjutan penelitian setelah ini, terutama sampai kajian seperti sudut pandang kerugian dari Elektrikal, Mekanikal dan Sipil. Kemudian pemilihan jenis turbin air untuk mengetahui fenomena yang dapat memperngaruhi potensi daya yang dihasilkan dengan memanfaatkan turbin jenis aliran aksial dan reaksi, serta posisi turbin horizontal, vertikan bahkan diagonal. Sampai kepada pembuatan PLTA picohidro sebagai bahan pembanding dari perhitungan yang didapat yang baru sebatas teoritik.

#### Nomenklatur

g	gravity	m/s <sup>2</sup>
H	head	m
P	daya	Watt

Q	debit	m <sup>3</sup> /s
ρ	Densiti spesifik air	kg/m <sup>3</sup>

#### REFERENSI

- Air, D. J. (1986). *Standar Perencanaan Air*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Indonesia.
- C.C.Warnick, Howard A.Mayo, J., Carson, J. L., & H, L. (1984). *Hydro Power Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall,Inc.
- EM20, E. M. (1976). *Selecting Hydraulic Reaction Turbine*. Washington: U.S.Goverment Printing Office.
- ESDM. (2016, june). *Data Rasio Elektrifikasi Jawa Barat*. Diunduh dari <http://www.esdm.jabarprov.go.id>.
- European Small Hydropower Association, Celso Pence. (2004). *The Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*. European: European Renewable Energy Council.
- F.Dietzel, & Sriyono, D. (1990). *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Fox, R. w., & McDonald, A. T. (1998). *Introduction to Fluid Mechanics*. Singapore: John Wiley & sons.
- Garut, K. (2016, july). *Sumber Daya Air*. Diunduh dari <http://www.garutkab.go.id>.
- JICA. (2009). *Manuals and Guidelines for Micro-Hydropower Development in Rural Electrification*. Japan: Energy Utilization Management Bureau.
- Mott, R. L. (1994). *Applied Fluid Mechanics*. United State of America: Prentice Hall.
- Pence, C. (1998). *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*. Europe: ESHA.
- Priyono Sutikno, I. K. (2011). Design, Simulation and Experimental of The Very Low Head Turbine with Minimum Pressure and Free Vortex Criterations. *International Jurnal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMEE-IJENS*, 8.
- SDA. (2016, May). *Sumber Daya Air*. Diunduh dari <http://garutkab.go.id>.
- Susatyo, A., & Subekti, R. A. (2016). Rancang Bangun Turbin Arus Sungai/ Head Sangat Rendah. *LIPi*, 8.