

# **POTENSI ENERGI MIKROHIDRO DI DAERAH IRIGASI (STUDI KASUS DI WILAYAH SUNGAI SERAYU OPAK)**

## *THE POTENTIAL OF MICROHYDRO IN IRRIGATION AREA (CASE STUDY IN SERAYU OPAK RIVER BASIN)*

Oleh:

**Bono Pranoto<sup>1)</sup>, Sinta Nur Aini<sup>2)</sup>, Hari Soekarno<sup>1)</sup>,  
Afida Zukhrufiyati<sup>2)</sup>, Harun Al Rasyid<sup>1)</sup>, Santi Lestari<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Puslitbang Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi,  
Balitbang, Kementerian ESDM

Jl. Ciledug Raya kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>2)</sup>Balai Litbang Irigasi, Puslitbang Sumber Daya Air, Balitbang, Kementerian PUPR

Jl. Cut Meutia 147, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: bonopranoto@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 29 Januari 2018; revisi pada 26 Februari 2018;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 2 Maret 2018

### **ABSTRACT**

*Renewable energy development needs to be improved in order to overcome the problem of fossil energy sources that are increasingly depleted. Microhydro power plant is potential to be developed since Indonesia has a cluster of mountains where water spring can flow as sources of river water. In addition, microhydro is also potential from water flow in irrigation networks. There are more than 48 thousands irrigation areas in Indonesia that potential to be utilized to increase the energy security of Indonesia. However, the problem is there is lack of information on the potency of microhydro energy that can be generated from irrigation areas. This study aims to identify and make a map of the potency of microhydro energy in Irrigation Areas of Serayu Opak River Basin, and to know the potency of microhydro energy that can be generated in this region. The method used is to process image data through geospatial-based analysis and field verification. As a result, a map of the potency of microhydro energy has been produced and might be used as an indicative map showing irrigation channels which are potential for microhydro development. The amount of microhydro power in the irrigation area in Serayu Opak River Basin is about 26 MW.*

**Keywords:** *irrigation area, mapping, microhydro potency, renewable energy, Serayu Opak River Basin*

### **ABSTRAK**

Pengembangan energi terbarukan perlu ditingkatkan guna mengatasi permasalahan sumber energi fosil yang semakin menipis. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala mikro atau mikrohidro berpotensi dikembangkan mengingat Indonesia memiliki gugusan pegunungan dengan mata air yang mengalir sebagai sumber air sungai. Selain di sungai, mikrohidro juga dapat diaplikasikan pada daerah irigasi. Ada 48.043 daerah irigasi di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk menambah ketahanan energi Indonesia. Permasalahan yang ditemui adalah belum adanya informasi jumlah potensi energi mikrohidro yang dapat dibangkitkan pada daerah irigasi di Indonesia. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membuat Peta Potensi Energi Mikrohidro di Daerah Irigasi pada Wilayah Sungai Serayu Opak, serta untuk mengetahui potensi energi mikrohidro yang dapat dibangkitkan di wilayah tersebut. Metode yang digunakan adalah pengolahan data melalui analisis geospasial. Hasil menunjukkan bahwa peta potensi energi mikrohidro di saluran irigasi ini dapat digunakan sebagai peta indikasi awal lokasi-lokasi yang memiliki potensi untuk membangkitkan energi sepanjang saluran irigasi, potensi energi mikrohidro yang dapat dibangkitkan di Wilayah Sungai Serayu-Opak sebesar 26 MW.

**Kata kunci:** *daerah irigasi, energi terbarukan, pemetaan, potensi mikrohidro, Wilayah Sungai Serayu Opak*

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah kebutuhan yang paling mendasar bagi kemajuan sebuah negara (Abdullah & Islam, 2014). Seiring dengan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan listrik masyarakat akan terus meningkat. Hal ini perlu diantisipasi dengan peningkatan kapasitas penyediaan listrik (Nasir, 2013). Salah satu sumber listrik yang dapat dikembangkan adalah energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga mikrohidro dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro/PLTMH (Mahmud, Tanbir & Islam, 2012). PLTMH menghasilkan energi dari gerakan air karena perbedaan elevasi dan debit yang cukup (Kougias, Patsialis, Zafirakou & Theodossiou, 2014).

Indonesia memiliki sumber daya air dan kondisi topografi yang cukup baik untuk pemanfaatan tenaga mikrohidro. Di sisi lain Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW yang telah dimanfaatkan. Di antaranya, potensi untuk mini/mikrohidro sekitar 450 MW dimana yang termanfaatkan sekitar 230 MW sampai pada tahun 2008 (Integrated Microhydro Development and Application Program, 2009). Dewan Energi nasional (2016) menyebutkan bahwa Potensi Tenaga Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikrohidro (PLTM/PLTMH) tersebar di Indonesia dengan total perkiraan sampai 75.000 MW, sementara pemanfaatannya masih sekitar 11% dari total potensi (Dewan Energi Nasional, 2016).

Saluran irigasi memiliki potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air. Debit saluran irigasi umumnya relatif tetap, sehingga mempunyai kelebihan untuk pembangkit listrik tenaga air dibandingkan dengan sungai-sungai kecil yang debitnya berfluktuasi tinggi. Jika dijumlahkan, potensi sumberdaya air yang ada di saluran irigasi untuk membangkitkan tenaga listrik cukup besar.

Sistem turbin dapat dipasang di saluran irigasi digerakkan oleh aliran air, jika aliran air tersebut dialirkan kembali ke saluran irigasi, maka akan diperoleh peningkatan daya guna air irigasi (Puslitbang Sosial, Ekonomi dan Lingkungan, 2011).

Pada tahun 2017, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (P3TKEBTKE), Kementerian ESDM bekerja sama dengan Puslitbang Sumber Daya Air, Badan

Litbang, Kementerian PUPR, melakukan kajian bersama untuk mengidentifikasi potensi mikrohidro di jaringan irigasi. Dalam kajian ini dipilih Daerah Irigasi pada Wilayah Sungai (WS) Serayu-Opak karena memiliki ketersediaan data yang cukup lengkap.

Pelaksanaan kajian ini dilakukan dengan pengumpulan data debit air dan *head* sepanjang saluran irigasi. Data disajikan secara geospasial untuk memudahkan pengolahannya (Mathi & Desmukh, 2016).

Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan Peta Potensi Energi Mikrohidro di Daerah Irigasi pada WS Serayu Opak, serta mengetahui potensi energi mikrohidro yang dapat dibangkitkan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan penghasil energi terbarukan yang bebas polusi dan ramah lingkungan. PLTA mengonversi energi mekanis dengan menggerakkan turbin yang memutar generator sehingga menghasilkan listrik. PLTA merupakan teknologi konversi energi tertua. PLTA skala kecil mulai digunakan secara umum sejak awal abad ke-20. Penggunaan teknologi hidroelektrik yang pertama adalah dengan menggunakan kincir air di Sungai Fox Wisconsin pada tahun 1882 untuk dua pabrik kertas dan rumah (Singh, 2009). Berdasarkan besaran luasan daya, PLTA diklasifikasikan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1** Klasifikasi PLTA Berdasarkan Ukuran Daya

No	Klasifikasi	Daya
1	PLTA Skala Besar	>100 MW
2	PLTA Skala Menengah	15 - 100 MW
3	PLTA Skala Kecil	1 - 15 MW
4	PLTA Mini	100 kW - 1 MW
5	PLTA Mikro	5 kW - 100 kW
6	PLTA Piko	<5 kW

Sumber: Anaza, Abdulazeez, Yisah, Yusuf, Salawu, & Momoh, 2017

Tenaga mikrohidro memiliki daya berskala lebih rendah dari 100 kW (Rosaira & Hermawati, 2014). Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya penghasil listrik adalah yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu, karena listrik yang dihasilkan oleh PLTMH juga sangat tergantung kepada tinggi terjunan dan debit airnya. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi, maka semakin besar energi listrik yang bisa dihasilkan.

Potensi energi mikrohidro di saluran irigasi menunjukkan kemampuan aliran air dalam saluran irigasi menghasilkan energi listrik

menggunakan teknologi hidroelektrik. Energi listrik dari PLTMH dengan daya berkisar 5–100 kW dapat digunakan untuk menggerakkan pompa irigasi, kegiatan industri pedesaan, bengkel, peralatan pertanian, pendidikan dan sebagainya yang dapat meningkatkan pendapatan penduduk dan kemampuan serta keahlian masyarakat.

### III. METODOLOGI

#### 3.1. Lokasi Penelitian

WS Serayu-Opak terletak di Provinsi Jawa Tengah bagian Selatan dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan luas 12.338,46 km<sup>2</sup>. Wilayah administratif yang termasuk dalam WS Serayu-Opak adalah sebagai berikut, Provinsi Jawa Tengah: Cilacap, Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Wonosobo, Temanggung, Magelang, Purworejo, Kebumen. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta: Kodya Yogyakarta, Sleman, Kulonprogo, Bantul, Gunungkidul. Kondisi topografi secara umum berupa pegunungan, perbukitan dan dataran rendah. Curah hujan per tahun bervariasi antara 1.700 s.d. 4.000 mm dengan variasi hujan bulanan antara 33 s.d. 385 mm dan jumlah hari hujan antara 57 sampai 102 hari per tahun. Suhu udara rata-rata berkisar antara 25°C s.d. 27° C. Sedangkan kelembaban rata-rata yang terjadi berkisar antara 80 s.d. 85%. Kecepatan angin rata-rata berkisar antara 0,96 s.d. 1,81 m/detik dan penyinaran matahari rata-rata bervariasi dari 37 s.d. 65% (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2009).

#### 3.2. Tahapan dan Metode

Identifikasi Potensi Mikrohidro di Jaringan Irigasi Serayu-Opak melalui beberapa tahapan dan metode yang dilakukan pada masing-masing tahapan adalah:

##### 1. Pengumpulan data potensi mikrohidro di jaringan irigasi

Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan dengan wawancara dan kunjungan lapangan. Narasumber yang berpengalaman ditemui untuk menggali informasi dan data potensi mikrohidro di jaringan irigasi. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur untuk mendapatkan referensi dan teori-teori penunjang terkait mikrohidro. Data debit dan jaringan irigasi dianalisa untuk mendapatkan potensi sumber air di jaringan irigasi.

##### 2. Pengumpulan aset jaringan irigasi pada WS Serayu-Opak

Pengumpulan aset irigasi meliputi data dan informasi bendungan, saluran pembawa, bangunan pengatur muka air, bangunan terjun,

got miring, debit saluran, dan manajemen pengaturan air.

##### 3. Penyusunan data *Digital Elevation Model* (DEM)

Data DEM dibutuhkan dalam pembuatan peta *head*. Semakin tinggi resolusi DEM maka semakin akurat pula nilai *head* yang diperoleh. Mengingat secara umum jaringan irigasi berada pada dataran yang cenderung datar, dibutuhkan DEM dengan akurasi yang tinggi. Saat ini, data raster DEM yang paling banyak digunakan adalah SRTM-DEM karena memiliki resolusi yang cukup akurat, yaitu 1 arc sec (30 m x 30 m). Karena itu, SRTM-DEM dipandang cukup akurat dijadikan rujukan dalam pemetaan potensi mikrohidro di aliran sungai. Tetapi, resolusi ini kurang akurat jika digunakan untuk pemetaan potensi mikrohidro di saluran irigasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan DEM yang lebih akurat, yaitu beresolusi 9 m x 9 m yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

##### 4. Peta digital (*shapefile*) jaringan irigasi

*Shapefile* adalah format data geospasial yang umum digunakan perangkat lunak sistem informasi geografis. Agar jaringan irigasi dapat dianalisis secara numerikal perlu dilakukan pemetaan secara digital, dimana bangunan-bangunan irigasi dilengkapi lokasi koordinatnya yang sesuai. Peta digital (*shapefile*) jaringan irigasi Serayu Opak diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu-Opak, Yogyakarta.

##### 5. Pembuatan segmen sungai maksimal 500 m

Saluran Irigasi dipetakan secara geospasial untuk mendapatkan panjang segmen saluran maksimal 500 m sehingga mudah dianalisis potensinya melalui proses *gridding* (Gambar 2). Segmen-segmen pada saluran ini diisi data *head* dan debit air.

##### 6. Pembuatan Peta *Head* Saluran Irigasi

Analisa besaran potensi mikrohidro dilakukan dengan pembuatan peta *head*. *Head* didapatkan melalui proses ekstraksi DEM (gambar 3) pada titik hulu dan hilir saluran. Tahapan awal, jaringan irigasi dilakukan pemotongan (*gridding*). Jarak antara titik hulu dan titik hilir maksimum 500 m dengan asumsi panjang pipa *Penstock* optimal untuk irigasi sepanjang 500 m. Pembuatan peta *head* ini menggunakan perangkat lunak ArcGIS ver 10.1.

##### 7. Pembuatan Peta Debit Aliran irigasi

Data Debit Aliran pada saluran irigasi didapatkan dari BBWS Serayu-Opak. Data tersebut masih berupa skema jaringan irigasi, karena itu

dilakukan pengisian data debit air pada *shapefile* jaringan sungai.

8. Pembuatan Peta Potensi Mikrohidro di jaringan irigasi

Setelah data terkumpul, dilanjutkan dengan membuat peta potensi mikrohidro yang menyajikan informasi kuantitas tenaga listrik yang dihasilkan di setiap *head* dan debit tertentu yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \eta \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- $P$  = daya terbangkit (kW)
- $\eta$  = besaran nilai efisiensi turbin
- $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- $Q$  = debit (m<sup>3</sup>/s)
- $H$  = *head* (m)

Pada kajian ini, penentuan kriteria potensi mikrohidro di saluran irigasi dibatasi pada kriteria *head* minimum 2 meter dan debit minimal 1 m<sup>3</sup>/detik. Hal tersebut disesuaikan dengan teknologi mikrohidro yang tersedia di pasaran. Setelah dilakukan pemilahan, maka tahap berikutnya adalah penghitungan potensi mikrohidro dengan rumus pada persamaan 1 yang dapat dimaksimalkan untuk menghasilkan energi, yaitu sebesar 60% atau 0,6.

9. Verifikasi lapangan hasil pembuatan peta

Verifikasi lapangan dilakukan untuk memastikan sejauh mana hasil pemetaan potensi mikrohidro mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan. Verifikasi juga memastikan ada atau tidak ada potensi sumber air di wilayah tersebut dengan melihat debit, *head*, dan kondisi fisik saluran lainnya.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

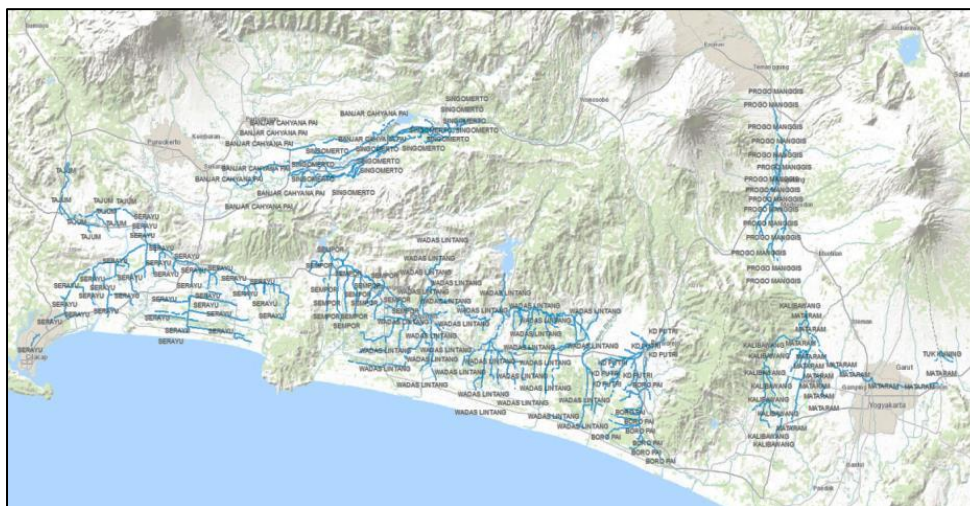
Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 14/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi, Wilayah Sungai Serayu Opak termasuk dalam Provinsi Jawa Tengah seluas 86.330 ha Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta seluas 12.575 ha (Kementerian PUPR, 2015). Rinciannya per daerah irigasi disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Daerah Irigasi (DI) di WS Serayu-Opak

No.	Daerah Irigasi	Lokasi	Luas (Ha)
1	Tuk Kuning	Klaten & Sleman	264
2	Serayu	Banyumas, Cilacap, Kebumen	20.795
3	Banjarcayuhana	Banjarnegara & Purbalingga	5.001
4	Waduk Wadaslintang	Purworejo, Kebumen	31.853
5	Progomanggis Kalibening	Temanggung, Magelang, Kota Magelang	3.663
6	Karang Talun (Vanderwijck+ Mataram)	Sleman, Kota Yogyakarta	5.159
7	Singomerto	Banjarnegara	5.863
8	Tajum	Banyumas	3.200
9	Waduk Sempor	Kebumen	6.478
10	Boro	Purworejo	5.136
11	Kedung Putri	Purworejo	4.341
12	Sistem Kalibawang	Kulonprogo	7.152

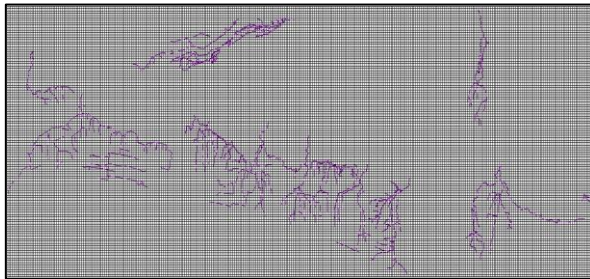
Sumber: Kementerian PUPR, 2015

Data peta jaringan irigasi yang telah dikonversi menjadi *shapefiles* di WS Serayu-Opak disajikan pada Gambar 1, yang memperlihatkan lokasi jaringan irigasi.



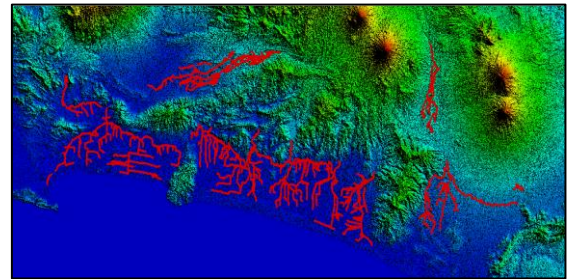
Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 1** Peta Jaringan Irigasi Kewenangan BBWS Serayu Opak



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 2** Proses *Gridding* Jaringan Saluran Irigasi 500 m



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 3** Peta DEM, Resolusi 9 x 9 m

**Tabel 3** Proses Ekstraksi Elevasi dari Peta DEM

Irigasi	BBWS	Panjang (m)	X1	Y1	X2	Y2	Head (m)
Banjar Cahyana	Serayu Opak	177	32016	917316	32001	917307	3
Banjar Cahyana	Serayu Opak	148	31796	917295	31783	917300	7
Banjar Cahyana	Serayu Opak	222	31750	917349	31729	917350	9
Banjar Cahyana	Serayu Opak	624	31783	917300	31750	917349	10
Banjar Cahyana	Serayu Opak	381	31729	917350	31708	917373	4
Banjar Cahyana	Serayu Opak	277	32436	917622	32434	917650	1
Banjar Cahyana	Serayu Opak	70	32434	917650	32433	917657	2
Banjar Cahyana	Serayu Opak	272	32187	917500	32195	917475	5
Banjar Cahyana	Serayu Opak	452	32161	917535	32187	917500	2
Banjar Cahyana	Serayu Opak	472	33240	917824	33201	917850	8
Banjar Cahyana	Serayu Opak	318	33200	917851	33175	917870	5
Banjar Cahyana	Serayu Opak	15	33201	917850	33200	917851	1
Banjar Cahyana	Serayu Opak	316	32750	917856	32718	917856	1

Sumber: Hasil Analisis

**Tabel 4** Proses Koreksi Nilai *Head*

Nama	Panjang (m)	Head	Hpbawa	Hsisa
Saluran Induk Kalibawang	176	28	4	24
Saluran Primer Boro	335	25	7	18
Saluran Induk Kalibawang	235	22	5	17
Saluran Induk Kalibawang	228	21	5	16
Saluran Induk Kalibawang	387	20	8	12
Saluran Induk Wadaslintang Barat	148	20	3	17
Saluran Induk Banjarcahyana	842	19	17	2
Saluran induk Siwuluh I	308	19	6	13
Saluran Induk Wadaslintang Timur	283	19	6	13
Saluran Induk Cilacap	134	18	3	15
Saluran Primer Boro	461	17	9	8
Saluran Induk Banjarcahyana	75	16	1	15
Saluran Primer Tajum Kanan	627	16	13	3

Sumber: Hasil Analisis

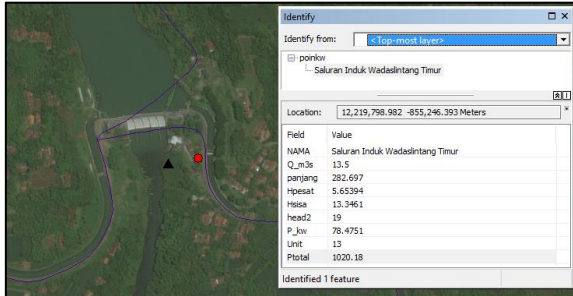
Gambar 2 dan Gambar 3 adalah hasil proses *gridding* dan *layering* jaringan sungai terhadap peta DEM. Berdasarkan hasil perhitungan *head* pada Tabel 3, perlu mempertimbangkan kebutuhan derajat kemiringan pipa saluran pembawa untuk dapat mengalirkan sejumlah debit air pada panjang tertentu menggunakan asumsi kemiringan pipa saluran pembawa sebesar 0,02

(2%) terhadap jarak, maka beberapa titik potensi yang memiliki nilai *head* lebih kecil dari kebutuhan kemiringan pipa saluran pembawanya dapat dihilangkan. Tabel 4 adalah perhitungan koreksi nilai *head* terhadap kebutuhan kemiringan pipa saluran pembawa. *Hsisa* adalah *head* sungai dikurangi dengan *Hsaluran* pembawa.



mengindikasikan adanya *head* dan debit yang mampu dibangkitkan menjadi energi listrik.

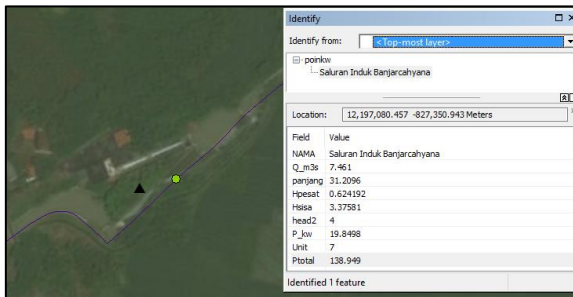
Verifikasi tidak dilakukan secara kuantitatif (pengukuran) dikarenakan membutuhkan waktu yang panjang untuk menghitung debit (Q80) dan peralatan yang seksama (*theodolite* untuk menghitung *head*).



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 6** PLTM Pejengkolan (DI Wadas Lintang)

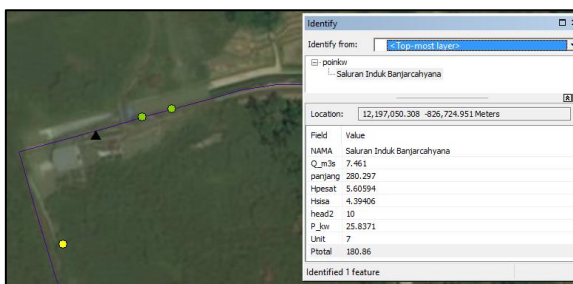
Berdasarkan data pemodelan dilokasi PLTM Pejengkolan (Gambar 6) memiliki potensi 1.020 kW, dan kondisi di lapangan, PLTM Pejengkolan dibangun dengan kapasitas 1.400 kW.



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 7** PLTM Plumbungan Desa Tanjunganom

Berdasarkan data pemodelan di lokasi PLTM Pelumbungan (Gambar 7) memiliki potensi sebesar 139 kW, dan di lokasi lapangan PLTM Plumbungan dibangun dengan kapasitas 1.600 kW.

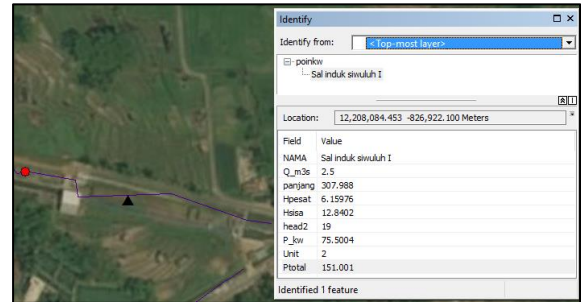


Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 8** PLTM Siteki Desa Lengkong

Dari data pemodelan terdapat 3 titik potensi di lokasi PLTM Siteki (Gambar 8) di bawah

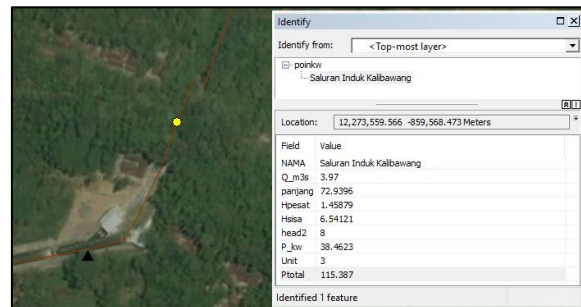
200 kW namun pembangkit yang terbangkitkan hingga 1.200 kW.



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 9** PLTM Banyumlayu Desa Karang Anyar

Dari data pemodelan terdapat potensi di lokasi PLTM Banyumlayu (Gambar 9) sebesar 151 kW, di lapangan PLTM berkapasitas 460 kW.



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 10** PLTM Semawung Kalibawang

Data model menunjukkan potensi sebesar 115 kW di lokasi PLTM Semawung (Gambar 10), sedangkan kapasitas pembangkit sebesar 600 kW.

Pada Gambar 6, 7, 8, 9 dan 10, hasil peta menunjukkan adanya debit dan *head* yang berpotensi untuk membangkitkan PLTMH, kondisi di lapangan menunjukkan pada lokasi tersebut telah terbangun PLTM. Banyak faktor yang menyebabkan nilai potensi dan kapasitas terbangkitkan memiliki selisih yang besar diantaranya adalah ketidaktepatan pengambilan nilai elevasi pada titik hulu dan hilir saluran. Panjang pipa saluran pembawa pada tiap pembangkit sangat bervariasi mengikuti kebutuhan besaran *head*-nya. Sehingga penggunaan metoda grid dalam pembuatan segmen saluran masih menjadi pilihan untuk menemukan beda ketinggian dengan waktu yang lebih cepat.

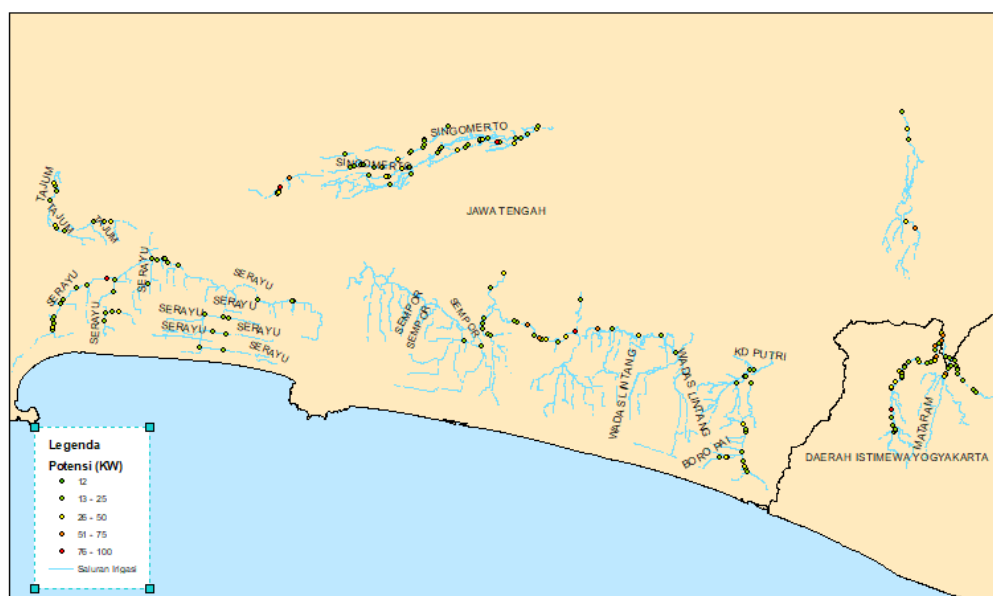
Faktor lain yang menjadi penyebab perbedaan nilai potensi dan kapasitas terbangkitkan oleh PLTM adalah nilai efisiensi yang digunakan dalam perhitungan tergantung pada teknologi turbin yang digunakan, dalam perhitungan model menggunakan efisiensi 0,6.

Nilai debit yang digunakan dalam perhitungan model adalah 1 m<sup>3</sup>/s dengan pertimbangan diameter pipa saluran pembawa yang digunakan untuk PLTMH. Tentunya karena pembangkit yang telah terbangun adalah PLTM (mini), maka debit dan diameter pipa saluran pembawa digunakan memiliki spesifikasi yang lebih besar pula, sehingga kapasitas yang terbangkitkan bisa maksimal.

Setelah melalui proses verifikasi, peta hasil pemodelan geospasial ini dapat dijadikan rujukan

untuk sebagai peta indikatif potensi sumber air irigasi untuk tenaga mikrohidro. Gambar 11 menyajikan hasil pemodelan peta potensi mikrohidro Daerah Irigasi di Wilayah Sungai Serayu Opak.

Berdasarkan hasil pemodelan, didapatkan total daya di setiap Daerah Irigasi (DI) seperti terlihat Tabel 5. Total potensi di Wilayah Sungai Serayu Opak sebesar 26 MW.



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 11** Peta Potensi Energi Mikrohidro di Saluran Irigasi Wilayah Sungai Serayu Opak

**Tabel 5** Potensi Mikrohidro di Daerah Irigasi, Wilayah Sungai Serayu Opak

No	Nama Saluran	Jumlah Lokasi	Total Potensi (kW)
1	Saluran Induk Awen	1	33
2	Saluran Induk Belimbing	10	789
3	Saluran Induk Binangun	4	217
4	Saluran Induk Cilacap	9	602
5	Saluran Induk Doplang	2	47
6	Saluran Induk Maos	5	258
7	Saluran Induk Singomerto	2	502
8	Saluran Induk Siwuluh	4	386
9	Saluran Induk Siwuluh I	2	221
10	Saluran Induk Siwuluh II	7	162
11	Saluran Induk Sumpiuh	8	1.876
12	Saluran Sekunder Banjareja	2	45
13	Saluran Sekunder Kalikudi	2	51
14	Saluran Sekunder Kesugihan	1	41
15	Saluran Sekunder mertasari	2	81
16	Saluran Sekunder Nusawungu	1	23
17	Saluran Induk Banjarcayana	23	2.878
18	Saluran Induk Donomulyo Kiri	3	141
19	Saluran Induk Kalibawang	29	3.298
20	Saluran Induk Kaligending	7	516
21	Saluran Induk Kedung Putri	5	426
22	Saluran Induk Mataram	12	854

Sumber: Hasil Analisis

No	Nama Saluran	Jumlah Lokasi	Total Potensi (kW)
23	Saluran Induk Progo	3	297
24	Saluran Induk Van Der Wijck	4	387
25	Saluran Induk Wadas Lintang Barat	2	639
26	Saluran Induk Wadaslintang	1	319
27	Saluran Induk Wadaslintang Barat	11	5.814
28	Saluran Induk Wadaslintang Timur	3	1.972
29	Saluran Primer Boro	10	1.432
30	Saluran Primer Tajum	7	453
31	Saluran Primer Tajum Kanan	3	301
32	Saluran Primer Wadas Lintang Timur	3	683
33	Saluran Sekunder Cangkring	3	67
34	Saluran Sekunder Kebumen	1	21
35	Saluran Sekunder Onggok Bawah	1	21
36	Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu	1	89
37	Saluran Sekunder Sumberejo	2	106
<b>Total</b>			<b>26.048</b>

Dalam pengembangan energi mikrohidro di saluran irigasi terdapat kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan pengembangan energi mikrohidro pada aliran sungai besar. Kelebihan dari pemanfaatan energi mikrohidro pada saluran irigasi antara lain telah tersedia jaringan infrastruktur jalan (jalan inspeksi) dan dekat dengan jaringan listrik. Sedangkan,

kekurangannya antara lain potensi energi mikrohidro di saluran irigasi ini akan dipengaruhi oleh kegiatan para pengguna dan pengelola air irigasi. Debit air akan dipengaruhi oleh manajemen pembagian air dalam saluran, sehingga dalam rencana pembangunan mikrohidro harus ditetapkan nilai debit air yang tersedia terlebih dahulu.

**Tabel 6** Potensi Mikrohidro di Daerah Irigasi Wilayah Sungai Serayu Opak > 50 kW

No	Nama	Q(m <sup>3</sup> /s)	Panjang	Head	Hpbawa	Hsisa	P(KW)	Unit	Ptotal (KW)	X	Y
1	Saluran Induk Kalibawang	4	176	28	4	24	144	3	432	110.255	-7.6992
2	Saluran Primer Boro	6	335	25	7	18	108	5	538	110.006	-7.7276
3	Saluran Induk Kalibawang	4	235	22	5	17	102	3	305	110.256	-7.6971
4	Saluran Induk Wadaslintang Barat	17	148	20	3	17	100	16	1603	109.7	-7.6497
5	Saluran Induk Kalibawang	4	228	21	5	16	97	3	290	110.198	-7.7642
6	Saluran Induk Cilacap	5	134	18	3	15	90	4	360	109.143	-7.5888
7	Saluran Induk Banjarcayana	5	75	16	2	15	85	4	341	109.375	-7.4669
8	Saluran Induk Wadaslintang Timur	14	283	19	6	13	78	13	1020	109.772	-7.6599
9	Saluran Induk Siwuluh I	3	308	19	6	13	76	2	151	109.667	-7.4076
10	Saluran Induk Kalibawang	4	387	20	8	12	72	3	216	110.265	-7.6726
11	Saluran Induk Wadaslintang Barat	17	85	12	2	10	61	16	968	109.708	-7.6516
12	Sekunder Sumberejo	2	87	12	2	10	60	1	60	110.229	-7.522
13	Saluran Induk Banjarcayana	5	255	15	5	10	58	4	233	109.388	-7.4551
14	Saluran Induk Kalibawang	4	112	12	3	10	57	3	172	110.256	-7.6796
15	Saluran Induk Wadaslintang Timur	14	119	12	3	10	57	13	735	109.802	-7.6564
16	Saluran Induk Kalibawang	4	90	11	2	9	54	3	162	110.257	-7.6932
17	Saluran Induk Wadaslintang Barat	17	303	15	6	9	53	16	842	109.724	-7.6686
18	Saluran Induk Mataram	8	110	11	2	9	52	8	414	110.267	-7.666
19	Saluran Induk Van Der Wijck	5	67	10	2	9	51	4	203	110.27	-7.716

Sumber: Hasil Analisis

Pemilihan lokasi-lokasi yang memiliki potensi yang tinggi (di atas 50 kW per 1 m<sup>3</sup>/s debit) seperti pada Tabel 6, akan meningkatkan keyakinan akan adanya potensi yang benar-benar dapat di manfaatkan.

## V. KESIMPULAN

Peta Potensi Energi Mikrohidro di Saluran Irigasi Wilayah Sungai Serayu Opak yang dapat digunakan sebagai peta indikatif potensi sumber air irigasi sepanjang saluran irigasi.

Berdasarkan hasil pemodelan ini, potensi energi mikrohidro yang dapat dibangkitkan di Wilayah Sungai Serayu-Opak sekitar 26 MW. Ada 19 lokasi titik yang memiliki potensi lebih dari 50 kW (Tabel 6). Sebuah nilai potensi energi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di wilayah irigasi tersebut.

Pengembangan peta potensi energi mikrohidro di daerah irigasi perlu ditingkatkan dalam skala nasional. Untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan ketersediaan data Pengelolaan Aset Irigasi (PAI) dalam bentuk arsip geospasial (*shapefiles*). Namun demikian, masih banyak BBWS yang belum menginventaris aset irigasi dalam format tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Puslitbang Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (P3TKEBTKE) Kementerian ESDM dan Kepala Balai Litbang Irigasi, Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang Kementerian PUPR yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian bersama ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. & Islam, M. (2014). Case study and model of micro hydro power plant using the kinetic energy of flowing water of Surma and Meghna rivers of Bangladesh. *The International Journal of Science & Technoledge*, 2(1), 87-95.
- Anaza, S.O., Abdulazeez, M.S., Yisah, Y.A., Yusuf, Y.O., Salawu, B.U., & Momoh, S.U. (2017). Micro hydro-electric energy generation- An overview. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 6(2), 5-12.
- Dewan Energi Nasional. (2016). *Outlook Energi Indonesia 2016*. (S. Abdurrahman, Ed.). Jakarta: Dewan Energi Nasional.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2009). *Profil Balai Besar Wilayah Sungai Serayu-Opak*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum.

- Integrated Microhydro Development and Application Program. (2009). *Buku Utama Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*. Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kougias, I., Patsialis, T., Zafirakou, A. & Theodossiou, N. (2014). Exploring the potential of energy recovery using micro hydropower systems in water supply systems. *Water Utility Journal*, 7, 25–32.
- Mahmud, K., Tanbir, M.A.T., & Islam, M.A. (2012). Feasible micro hydro potentiality exploration in hill tracts of Bangladesh. *Global Journal of Researches in Engineering Electrical and Electronics Engineering*, 12(9), 14–20.
- Mathi, R.S. & D.T. (2016). Spatial technology for mapping suitable sites for run-of-river hydro power plants. *International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development*, 4(6), 123–134.
- Nasir, B.A. (2013). Design of micro - hydro - electric power station. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(5), 39–47.
- Puslitbang Sosial, Ekonomi dan Lingkungan (2011). *Executive Summary Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan Teknologi Mikrohidro Berbasis Masyarakat*. Jakarta: Puslitbang Sosial, Ekonomi dan Lingkungan, Balitbang, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian PUPR. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan perumahan Rakyat Republik Indonesia No.14/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rosaira, I., & Hermawati, W. (2014). Dampak listrik PLTMH terhadap kehidupan sosial ekonomi masyarakat di Dusun Gunung Sawur, Desa Sumber Rejo, Candipuro, Lumajang. In *Prosiding Konferensi dan Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna* (pp. 456–507). Pusat Penelitian Perkembangan Iptek LIPI.
- Singh, D. (2009). *Micro Hydro Power Resource Assessment Handbook*. Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology Of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP).