

STUDI KASUS PLTA DI INDONESIA

Iwan¹⁾

1) Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia
E-mail: iw99ahmad@gmail.com

Abstrak

Studi kasus ini menganalisis Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH) Bendungan Kuningan, Jawa Barat, yang memiliki kapasitas terpasang 0,75 MW dan terintegrasi dengan fungsi utama bendungan untuk irigasi dan penyediaan air baku. Penelitian ini mendeskripsikan aspek umum dan teknis PLTMH, termasuk sistem turbin Cross-flow, serta menganalisis dampaknya terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi. Studi ini mengidentifikasi kontribusi PLTMH pada target energi terbarukan nasional dan manfaat tidak langsungnya bagi daerah. Berbagai tantangan teknis, lingkungan, dan sosial-ekonomi juga dibahas. Kesimpulan studi menyoroti peran penting PLTMH dalam menghasilkan energi bersih dan manfaat integrasinya. Rekomendasi yang diberikan berfokus pada peningkatan efisiensi operasional, pengelolaan dampak, dan usulan kebijakan pendukung.

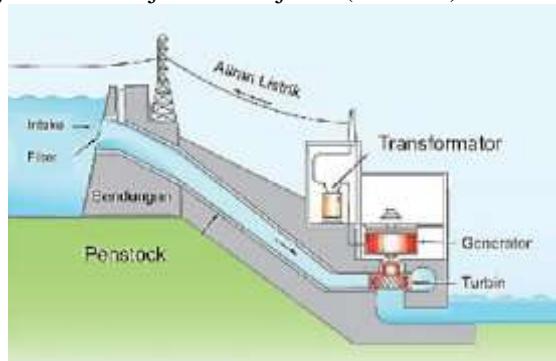
Kata kunci: *Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH).*

Pendahuluan

Latar Belakang Pemilihan PLTA sebagai Objek Studi, krisis energi global dan kebutuhan mendesak akan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan. Potensi Indonesia sebagai negara dengan sumber daya air yang melimpah untuk pengembangan PLTA. Peran PLTA dalam diversifikasi bauran energi nasional dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Relevansi studi kasus PLTA Bendungan Kuningan sebagai contoh implementasi PLTA skala kecil yang terintegrasi dengan fungsi bendungan untuk irigasi dan air baku. Potensi pembelajaran dari studi kasus ini untuk pengembangan PLTA serupa di daerah lain.

Studi Pustaka

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling banyak digunakan di dunia. Teknologi ini mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, yang kemudian memutar turbin untuk menggerakkan generator, lalu menghasilkan listrik. Komponen utama dari PLTA meliputi bendungan, waduk, pintu air, penstock (pipa pesat), turbin, dan generator. Penelitian awal mengenai PLTA berfokus pada efisiensi turbin dan desain bendungan. Di awal abad ke-20, Francis, Kaplan, dan Pelton adalah jenis turbin yang dikembangkan untuk berbagai kondisi aliran air dan ketinggian jatuh air (head). Turbin Pelton cocok untuk head tinggi dan debit air rendah. Turbin Francis untuk head menengah dan debit air sedang. Turbin Kaplan untuk head rendah dan debit air tinggi. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA di pengaruhi oleh dua hal, yaitu ketinggian jatuh air dan jumlah air jatuh (debit air).



Gambar 1. Ilustrasi prinsip kerja PLTA

Daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P \text{ (kW)} = 9,8 H \times Q$$

Dimana:

P = Tenaga yang dihasilkan (kW)

H = Tinggi jatuh air (m)

Q = Debit air (m^3/detik)

Klasifikasi PLTA Berdasarkan Daya dan Head

PLTA dapat di klasifikasikan berdasarkan daya yang dihasilkan, PLTA dapat diimplementasikan baik untuk kegunaan industri atau hanya kegunaan sebagai pembangkit kecil.

Tabel 1. Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas Pembangkitan

No	Nama	Kapasitas Pembangkitan
1	PLTA Picohydro	< 0,5 KW
2	PLTA Microhydro	0,5 sampai 100 KW
3	PLTA Minihydro	100 sampai 1000 KW
4	PLTA Skala Kecil	1 sampai 10 MW
5	PLTA Skala Besar	>10 MW

Tabel 2. Klasifikasi PLTA Berdasarkan Ketinggian Head

No	Nama	Ketinggian
1	Head Rendah	2 sampai 30 meter
2	Head Menengah	30 sampai 100 meter
3	Head Tinggi	> 100 sampai meter

Metodologi Penelitian Studi Literatur tentang PLTA Bendungan Kuningan

Metodologi penelitian ini akan menggunakan pendekatan studi literatur (literatur review) untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi yang relevan dengan Bendungan Kuningan. Tujuan utamanya adalah memberikan gambaran komprehensif mengenai aspek teknis, dampak lingkungan dan sosial, manfaat ekonomi, serta tantangan yang dihadapi proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Bendungan Kuningan.

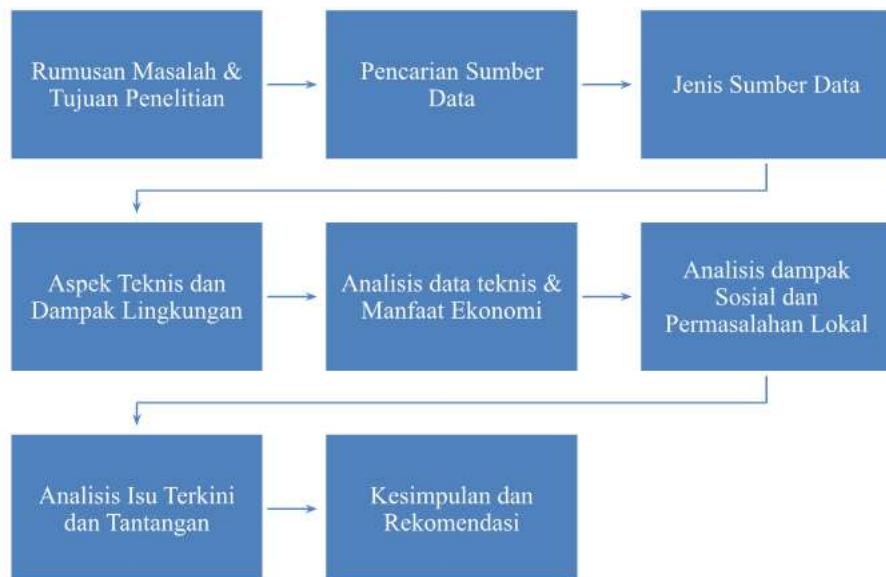
Rumusan masalah potensi Bendungan Kuningan sebagai PLTA, aspek teknis bendungan Kuningan, masalah operasional bendungan Tujuan penelitian Dampak lingkungan waduk, dampak sosial bendungan, Manfaat ekonomi PLTA, pariwisata bendungan Tantangan PLTA.

Pengumpulan data pencarian sumber data melakukan pencarian sistematis pada basis data akademik, mesin pencari ilmiah, dan sumber-sumber kredibel. Sumber-sumber ini meliputi jurnal ilmiah: google scholar, sciencedirect, scopus. Prosiding konferensi: terkait teknik sipil, hidrologi, dan energi terbarukan. Laporan penelitian dan kripsi/tesis: dari universitas-universitas di indonesia. Publikasi pemerintah: laporan dari kementerian pekerjaan umum (PU), kementerian ESDM, dan BAPPENAS. Artikel berita dan publikasi media kredibel: untuk informasi terkini dan isu sosial.

Analisis data klasifikasi dan kategori mengelompokkan semua informasi yang terkumpul ke dalam kategori utama sesuai tujuan penelitian aspek teknis meliputi desain bendungan, kapasitas tumpungan air, spesifikasi turbin (jika ada), dan sistem operasional PLTA. Dampak lingkungan dan sosial menganalisis perubahan ekosistem, kualitas air, potensi relokasi, perubahan mata pencaharian, dan peran masyarakat lokal. Manfaat ekonomi mengidentifikasi manfaat seperti pasokan air irigasi, pengendalian banjir, potensi pembangkitan listrik, dan pengembangan pariwisata. Tantangan dan permasalahan menyoroti kendala teknis (misalnya, sedimentasi), masalah pendanaan, isu sosial, dan kendala operasional lainnya. Sintesis dan Interpretasi, merangkum temuan dari berbagai sumber

untuk membentuk narasi yang koheren. Membandingkan dan mengontraskan pandangan dari penulis yang berbeda untuk mendapatkan gambaran yang lebih seimbang.

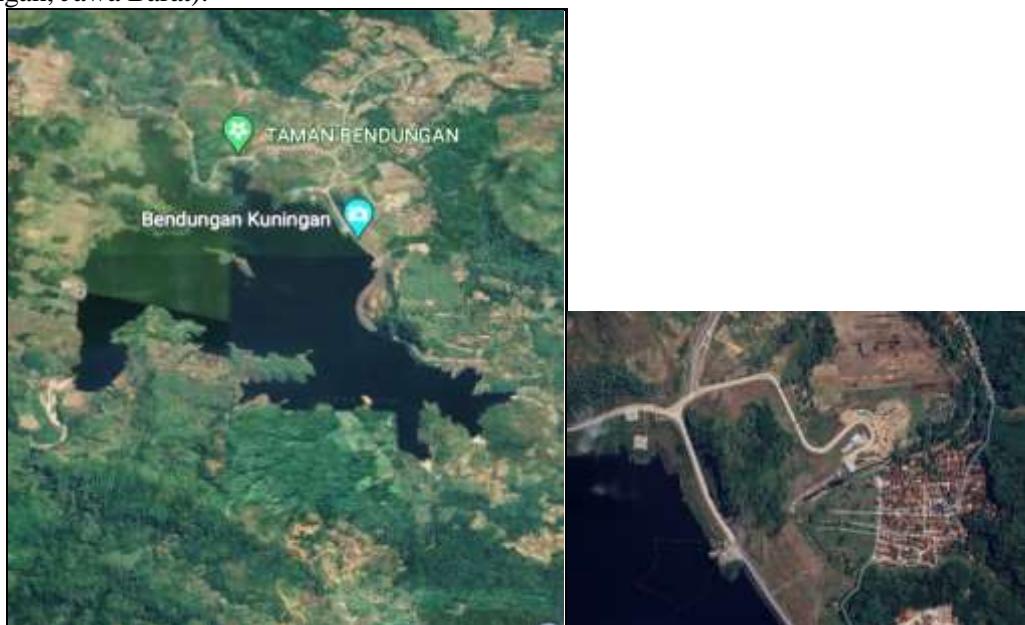
Penarikan Kesimpulan: Berdasarkan analisis, menyimpulkan poin-poin kunci dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.



Gambar 2. Diagram alir metodologi penelitian

Hasil dan Pembahasan

Lokasi Bendungan Kuningan (Desa Randusari, Kecamatan Cibeureum, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat).



Gambar 3. Lokasi bendungan kuningan dan PLTA

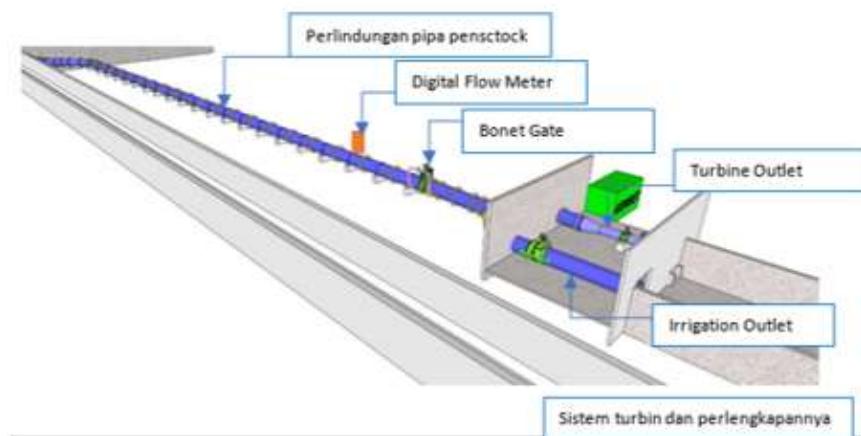
Bendungan kuningan merupakan salah satu bendungan di daerah kabupaten kuningan yang memiliki kapasitas daya tampung sebesar 30,37 juta m³, volume efektif 25,96 juta m³ dengan luas genangan 219,75 ha bangunan ini berfungsi menyuplai air secara berkelanjutan bagi tiga ribu hektar

sawah masyarakat yang ada di sekitar bendungan mulai dari kabupaten kuningan, kabupaten Cirebon, hingga kabupaten Brebes.

PLTA Bendungan Kuningan memiliki sumber air dari sungai Cikaro yang tertampung pada waduk sebagai sumber utama untuk mengoperasikan PLTA. Kapasitas terpasang PLTA Bendungan Kuningan yaitu 0.75 MW atau 750 kW. Tahun beroperasi Tanggal peresmian Bendungan Kuningan (31 Agustus 2021), akan tetapi untuk menunjang operasional dari bendungan kuningan masih di perlukan pembangunan fasilitas pendukung dan penunjang serta prasarana pengamanan area waduk di tahun 2024. Sehingga hal tersebut masih di perlukan adanya pembangunan untuk melengkapi fasilitas tersebut. Adapun pekerjaan tersebut yakni, berupa perbaikan hidromekanikal tambahan. Operator sampai dengan akhir tahun 2024 operator untuk PLTA bendungan kningen belum terbentuk dikarenakan masih pada tahap Pembangunan fasilitas pendukung, dan operator sementara adalah dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk Cisanggarung. Fungsi bendungan Selain PLTA untuk irigasi mengairi areal persawahan seluas 3.000 hektar di Kabupaten Kuningan, Cirebon (Jawa Barat), dan Brebes (Jawa Tengah). Dengan suplai air yang terjamin, petani dapat meningkatkan frekuensi tanam dan produktivitas hasil pertanian. Menyediakan air baku sebesar 0,30 meter kubik per detik untuk kebutuhan domestik dan industri di wilayah sekitarnya Pengendalian banjir mampu mereduksi debit banjir hingga 213 meter kubik per detik, sehingga dapat meminimalisir dampak banjir di wilayah hilir Sungai Cisanggarung. Potensi pariwisata memiliki pemandangan yang indah dan asri, sehingga berpotensi menjadi destinasi wisata baru yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat setempat.

Aspek Teknis PLTA Bendungan Kuningan

Sistem kerja turbin pada PLTA menghasilkan listrik dari energi air (pemanfaatan energi potensial dan kinetik air).



Gambar 4. Sistem turbin dan perlengkapannya

Jenis Turbin

Turbin Cross-flow (Turbin Banki-Michell): Turbin impuls di mana air mengalir melintasi runner silindris dua kali. Cocok untuk head rendah hingga menengah dan debit yang bervariasi. Dipilih jenis turbin ini karena beda elevasi (head) yang ada adalah 27m dari elevasi spillway ke elevasi turbin, sehingga turbin ini masuk kategori PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mimihidro).



Gambar 5. Turbin

Kapasitas Daya dan Produksi Listrik

Kapasitas daya terpasang 0.75 MW, pemanfaatan listrik yang dihasilkan akan dipakai untuk operasional pompa air baku dan untuk kebutuhan operasional bendungan.

Dampak Lingkungan dan Sosial

Dampak Lingkungan, dampak positif: Pengurangan emisi gas rumah kaca dibandingkan pembangkit listrik tenaga fosil. Potensi dampak negatif selama pembangunan: Erosi, sedimentasi, perubahan kualitas air. Potensi dampak negatif selama operasional: Perubahan aliran air hilir, dampak terhadap ekosistem sungai (terutama migrasi ikan), perubahan kualitas air akibat operasional turbin (minimal pada PLTA skala kecil). Upaya mitigasi dampak lingkungan yang mungkin diterapkan.

Dampak Sosial dampak positif: Penciptaan lapangan kerja selama pembangunan dan operasional. Potensi peningkatan infrastruktur dan ekonomi lokal. Potensi dampak negatif: Relokasi penduduk desa Randusari pada lokasi hilir bendungan kuningan. Kebisingan dan bau amoniak pada awal pengaliran turbin.

Manfaat Ekonomi

Manfaat bagi Daerah, manfaat secara langsung bagi daerah dengan adanya PLTA ini tidak begitu terlihat, namun secara tidak langsung yaitu berupa berupa supai air bersih dari bendungan yang operasional pompanya menggunakan PLTA ini.

Manfaat bagi Negara Kontribusi terhadap target bauran energi terbarukan nasional. Pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Potensi penghematan devisa akibat pengurangan impor bahan bakar. Peningkatan keandalan sistem kelistrikan nasional.

Tantangan dan Permasalahan yang Dihadapi PLTA Bendungan Kuningan

Tantangan Teknis variabilitas debit air sungai akibat perubahan iklim dan musim. Potensi sedimentasi waduk yang dapat mengurangi efisiensi PLTA. Pemeliharaan dan perawatan peralatan PLTA. Ketersediaan suku cadang. Efisiensi pembangkitan listrik pada skala kecil.

Tantangan Lingkungan memastikan aliran air hilir tetap memenuhi kebutuhan ekosistem dan pengguna air lainnya. Pengelolaan sedimentasi waduk secara berkelanjutan. Minimalkan dampak terhadap keanekaragaman hayati.

Tantangan Sosial dan Ekonomi Potensi konflik kepentingan dengan pengguna air lainnya (petani, industri, dll.). Kebutuhan akan sosialisasi dan pelibatan masyarakat dalam pengelolaan PLTA. Keberlanjutan ekonomi operasional PLTA skala kecil

Kesimpulan

Kesimpulan PLTA bendungan Kuningan dengan kapasitas 0,75 MW diperuntukkan untuk operasional pompa distribusi air baku dan operasional fasilitas Bendungan. Dengan adanya PLTA

dalam menghasilkan energi terbarukan dan kontribusinya terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan. Pentingnya integrasi PLTA dengan fungsi utama bendungan (irigasi dan air baku).

Rekomendasi untuk peningkatan efisiensi operasional PLTA. Saran untuk pengelolaan dampak lingkungan dan sosial yang lebih baik. Usulan kebijakan atau insentif untuk mendukung pengembangan PLTA skala kecil serupa di daerah lain. Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut mengenai potensi dan tantangan PLTA terintegrasi bendungan.

Daftar Pustaka

- [1] Dr. phil. Nurhening Yuniarti, M,T, Ilham Wisnu Aji. Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik. 2019, hlm 27 – 29.
- [2] PT. Jasapatria Gunatama [Kso],PT. Patria Jasa Nusaprakarsa, CV. Nusa Pratama Konsult. Laporan Hidromekanikal. 2024, hlm 1.
- [3] PT. Jasapatria Gunatama [Kso],PT. Patria Jasa Nusaprakarsa, CV. Nusa Pratama Konsult. Laporan Quality dan Qunty. 2024, hlm XIII - 2.