

Kajian Pemanfaatan Debit pada Saluran Irigasi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus Saluran Induk Sawito Daerah Irigasi Sadang) Kabupaten Pinrang, Propinsi Sulawesi Selatan

Abdul Ghofar, Bambang Sunarto, Kristina Sembiring

Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa

Correspondence: ghofar270272@gmail.com; bsoenarto45@gmail.com; kristinasembiring70@gmail.com

Abstrak. Pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik baru mencapai sekitar 6.9% dari potensi yang ada dan sebagian besar dibangun pada sungai dengan biaya yang sangat besar dan waktu cukup lama. Permintaan listrik semakin lama semakin bertambah, tetapi pemerintah tidak bisa menambah pembangkit listrik dari tenaga fosil bahkan secara bertahap akan ditutup semua digantikan dengan pembangkit energi baru terbarukan, seperti PLTA, PLTS, PLTB dan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya. Pada umumnya, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dibangun pada badan sungai berupa bendung atau bendungan sehingga membutuhkan biaya, waktu dan resiko yang cukup besar serta sangat dipengaruhi oleh fluktuasi debit, sedimen dan lain sebagainya. Sementara banyak daerah irigasi yang telah beroperasi dengan kapasitas debit dan tinggi jatuh yang bisa dimanfaatkan untuk PLTA skala kecil, salah satunya adalah Daerah Irigasi Sadang seluas ± 64.000 ha. Dengan metode pemetaan topografi, survey pengukuran saluran eksisting, dan analisa ketersediaan debit dan kebutuhan air irigasi, maka dari hasil penelitian diperoleh tinggi jatuh pada beberapa bangunan irigasi. dengan analisa ketersediaan-kebutuhan air (water balance) diperoleh rencana suplai air pada setiap saluran irigasi eksisting, sehingga diperoleh potensi daya dan energi listrik yang dihasilkan. Daerah irigasi Sadang disuplai air dari bendung Benteng melalui dua bangunan pengambilan. Bangunan pengambilan kanan mensuplai saluran induk Pekkabata, sedangkan saluran Induk Sawito dan Rappang ha disuplai dari bangunan pengambilan kiri. Pada sub jaringan Pekkabata mempunyai potensi daya sebesar 338 kW, sub jaringan Rappang memiliki potensi daya 158 kW dan sub jaringan Sawito mempunyai daya 1,939 kW. Maka total potensi daya listrik di jaringan irigasi Sadang adalah 2,436 Kw. Potensi yang telah dikembangkan pada daerah irigasi Sadang untuk pembangkit listrik adalah 1,235 kW sehingga masih ada potensi sebesar 1,200 kW. Khusus pada saluran induk Sawito, di bangunan bagi sadap BSa. 9 mempunyai potensi listrik dengan daya sebesar 492 kW, dan produksi energi tahunan sebesar 3,511,880 kWh, dan jenis turbin yang sesuai adalah tipe kaplan.

Kata kunci: Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air, daerah irigasi, saluran induk, daya listrik, produksi Energi.

Abstract. Utilization of water as a new power plant reaches about 6.9% of the existing potential and most of it is built in rivers with very large costs and quite a long time. The demand for electricity is increasing more and more, but the government cannot add power plants from fossil fuels. In fact, they will gradually close all of them and replace them with new renewable energy plants, such as hydropower, solar power, PLTB and other renewable energy power plants. In general, hydroelectric power plants (PLTA) are built on river bodies in the form of weirs or weirs so that they require considerable cost, time and risk and are greatly influenced by fluctuations in discharge, sediment and so on. While there are many irrigation areas that have operated with discharge capacity and fall height that can be utilized for small-scale hydropower, one of them is the Sadang Irrigation Area with an area of $\pm 64,000$ ha. Using topographic mapping methods, measuring surveys of existing channels, and analyzing the availability of discharge and irrigation water requirements, the research results showed that the height of falls in several irrigation buildings was obtained. By analyzing water availability and demand (water balance), a water supply plan for each existing irrigation canal is obtained. so that the potential power and electrical energy produced is obtained. The Sadang irrigation area is supplied with water from the Benteng weir through two intake buildings. The right intake building supplies the Pekkabata main channel, while the Sawito and Rappang Ha main channels are supplied from the left intake building. The Pekkabata sub-network has a potential power of 338 kW, the Rappang sub-network has a potential power of 158 kW and the Sawito sub-network has a power of 1,939 kW. So the total potential electrical power in the Sadang irrigation network is 2,436 Kw. The potential that has been developed in the Sadang irrigation area for electricity generation is 1,235 kW so there is still a potential of 1,200 kW. Especially in the Sawito main channel, in the building for tapping BSa. 9 has an electrical potential with a power of 492 kW, and annual energy production of 3,511,880 kWh, and the suitable turbine type is the kaplan type.

Keywords: Potential for hydroelectric power, irrigation areas, main canals, electric power, energy production.

PENDAHULUAN

Potensi sumber daya alam terbarukan di bumi termasuk di Indonesia sangat besar dan bermacam macam, dimana air merupakan salah satunya. Air yang dijatuhkan akan menghasilkan energi potensial, dan jika dialirkan akan menghasilkan energi kinetik. Tenaga air (hydropower) adalah energi yang dihasilkan oleh air yang mengalir (energi kinetik) dan dilewatkan memutar kincir air atau turbin sehingga menjadi energi listrik. Di Indonesia, pada saat ini pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik masih sangat sedikit dan belum optimal, yaitu baru sekitar 6.9% potensi direalisasikan.

Pembangkit listrik tenaga air memiliki banyak nilai positif, yaitu pertama pembangkit listrik tenaga air merupakan energi terbarukan yang diberikan oleh alam dan tidak akan pernah habis apabila manusia terus menjaganya. Kedua energi asal Pembangkit listrik tenaga air adalah energi yang telah ada dan diberikan oleh alam sehingga apabila tidak dimanfaatkan akan terbuang. Ketiga pembangkit listrik tenaga air adalah sumber energi yang ramah lingkungan, tidak menimbulkan polusi dan emisi sehingga tidak menimbulkan efek rumah kaca. Keempat penggunaan energi Pembangkit listrik tenaga air akan menghemat cadangan sumber energi tak terbarukan seperti minyak bumi, gas dan batubara. Kelima biaya operasional yang relatif kecil dan tidak tergantung kepada turun-naiknya harga bahan bakar. Keenam keberadaan Pembangkit listrik tenaga air didalam suatu sistem kelistrikan akan menjadi sarana penstabil daya karena dapat dengan mudah dan cepat mengatur bebannya. Dan ketujuh air yang sudah digunakan oleh Pembangkit listrik tenaga air akan dikembalikan di sebelah hilirnya dengan jumlah dan kualitas yang relatif tidak berubah sehingga tidak mengganggu ketersediaan air yang sudah ada.

Berdasarkan kapasitas daya pembangkit dan Standart Nasional Indonesia (SNI) nomor 8396 tahun 2019, pembangkit listrik tenaga air dibagi menjadi delapan sebagai berikut: (1) Pico hydropower, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang kurang dari 5 kW; (2) Micro hydropower A, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 5 kW sampai 100 kW; (3) Micro hydropower B, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang

menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 100 kW sampai 200 kW; (4) Micro hydropower C, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 200 kW sampai 600 kW; (5) Micro hydropower D, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 600 kW sampai 1 MW; (6) Mini hydropower, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 1 MW sampai 10 MW; (7) PLTA skala menengah, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang dari 10 MW sampai 50 MW; dan (8) PLTA skala besar, merupakan suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga air dengan batasan daya terpasang lebih dari 50 MW (Kemen PU dan SDA, 2013).

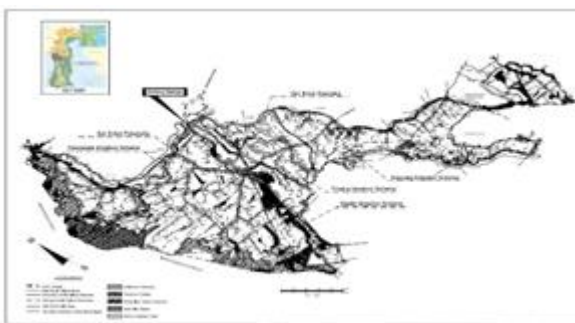
Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air, terutama dengan skala sedang dan besar (Mini hydropower dan PLTA), akan memerlukan biaya yang sangat besar serta waktu pembangunan yang cukup lama, baik dari proses perijinan, perencanaan dan terutama untuk konstruksi sipil dan jaringan transmisi, karena lokasi Mini hydropower dan PLTA sangat tergantung pada kondisi topografi, kondisi geologi, dan ketersediaan debit baik dari segi kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Sementara itu, Pada beberapa lokasi di Indonesia, pembangunan daerah irigasi dengan kapasitas sangat luas sudah dibangun sejak jaman belanda, diantaranya adalah Daerah Irigasi Sadang dengan luas 64.000 ha. Dengan luas areal irigasi yang sangat besar maka debit yang dialirkan dari bangunan pengambilan sampai ke sawah, melalui saluran irigasi primer, sekunder dan tersier. Pada bagian tertentu di saluran tersebut terdapat bangunan-bangunan penunjang sesuai dengan kondisi eksisting, seperti bangunan sadap, jembatan, gorong-gorong, terjunan dan lain sebagainya.

Pembangunan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) pada saluran irigasi mempunyai kelemahan dan keuntungan. Kelemahan PLTA pada saluran irigasi adalah tidak bisa diperoleh daya/power yang besar dibandingkan pada pengambilan dari sungai, sedangkan keuntungannya adalah pertama biaya konstruksi lebih murah, karena tidak memerlukan konstruksi bangunan pengambilan, saluran pembawa, jalan akses dan lain sebagainya,

kedua kondisi aliran lebih baik, karena tidak dipengaruhi oleh musim hujan (ekstrem), air cukup bersih (sedimen kecil), debit stabil (tidak berfluktuasi), dan ketiga masa pembangunan lebih cepat dan mudah. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui debit andalan pada bendung Benteng; (2) untuk mengetahui potensi pembangkit listrik yang bisa dikembangkan pada saluran irigasi di Daerah Irigasi Sadang, dan (3) untuk mengetahui kapasitas dan produksi energi listrik yang bisa dikembangkan pada saluran induk Sawito.

METODE

Lokasi penelitian adalah daerah irigasi Sadang, dimana secara administratif terletak pada tiga kabupaten yaitu Pinrang, Sidrap dan Wajo, Propinsi Sulawesi Selatan. Daerah irigasi Sadang mulai dibangun pada masa penjajahan Belanda, tahun 1936. Desain dan awal pekerjaan konstruksi bendung gerak Benteng dan mulai dioperasikan pada tahun 1940, disertai pembangunan saluran induk Sawito serta jaringan irigasinya, dilanjutkan saluran induk Pekkabata dan jaringan irigasinya, saluran induk Rappang dibangun setelah kedua saluran induk diatas. Daerah irigasi Sadang terbagi menjadi 3 sistem jaringan, yaitu sistem jaringan Pekkabata seluas 6.198 ha, Rappang terdiri dari 6 sub jaringan, yaitu Baranti seluas 5.257 ha, Sidenreng – I seluas 2.756 ha, Sidenreng – II seluas 3.247 ha, Belawa seluas 4.590 ha, Belawa Hilir seluas 2.060 ha dan Tiroang 6.795 ha. Sedangkan jaringan Sawito memiliki 6 sub jaringan, yaitu Sawito seluas 6.592 ha, Salipolo seluas 3.804 ha, Cempa seluas 4.612 ha, Langnga seluas 6.160 ha, Jampue seluas 4.871 ha dan Alitta-Carawali seluas 4.256 ha. Secara administrasi bendung Benteng, jaringan Pekkabata dan Sawito terletak pada kabupaten Pinrang, sedangkan jaringan Rappang terletak pada kabupaten Sidrap dan Wajo.



Sumber: data olahan

Gambar 1
Situasi daerah irigasi sedang



Sumber: data olahan

Gambar 2
Bangunan bendung gerak Banteng

HASIL

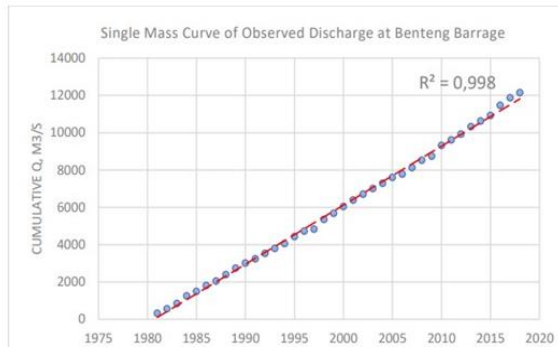
Debit Andalan

Sesuai dengan kondisi daerah penelitian, yaitu daerah irigasi, maka metode bulan dasar perencanaan yang dikembangkan menjadi 5 harian digunakan dalam menghitung debit andalan dengan tahapan perhitungan sebagai berikut: (BBPPMPV-BMTI, 2023)

1. Kumpulkan data debit harian pada bendung Benteng
Data pengamatan debit pada bendung Benteng telah dikumpulkan selama periode tahun 1981 sampai tahun 2018. Data debit merupakan data harian.
2. Data dihitung sesuai dengan kebutuhan, yaitu dibuat dalam periode 5 harian.
Data debit harian pada point a dibuat sesuai urutan, yaitu bulan januari tanggal 1 sampai tanggal 5 dihitung debit rata-rata, selanjutnya pada tanggal 6 sampai 10, dan seterusnya.
3. Dilakukan uji data debit yang akan digunakan secara statistic, jika data memenuhi syarat, maka Analisa bisa dilanjutkan, jika tidak sesuai maka dilakukan pengecekan data yang dicurigai tidak sesuai dan dilakukan sinkronisasi. Uji yang dilakukan adalah uji kurva massa tunggal (*single mass curve*). Hasil uji kurva massa tunggal diperoleh nilai sebesar 0.998, nilai mendekati 1.00.
4. Susun seluruh data debit dari besar ke kecil

Abdul Ghofar et al., *Kajian Pemanfaatan Debit pada Saluran Irigasi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus Saluran Induk Sawito Daerah Irigasi Sadang) Kabupaten Pinrang, Propinsi Sulawesi Selatan*

5. Tentukan nomor urut data
6. Hitung probabilitas dari setiap data berdasarkan nomor urut data dengan formula Weibull
7. Diperoleh hasil debit andalan untuk probabilitas yang direncanakan. Sesuai kriteria dalam perencanaan irigasi, maka probabilitas debit andalan yang digunakan adalah 80%.

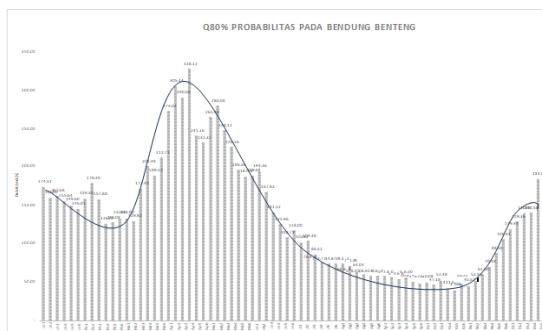


Sumber: data olahan

Gambar 3

Kurva massa Tunggal data pengamatan debit bendung Benteng (1981-2018)

Besarnya debit andalan pada bendung Benteng dihitung berdasarkan data pengamatan debit harian dari tahun 1981 sampai tahun 2018 (38 tahun). Besar debit pada bendung Benteng dengan probabilitas 80% adalah seperti pada Gambar 4.



Sumber: data olahan

Tabel 1

Curah hujan daerah irigasi Sadang (Water availability report, Konsultan ESP Sadang)

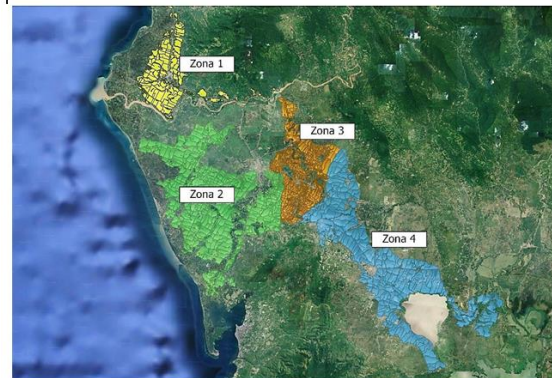
Zone	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Zona 1	229.0	231.8	186.7	362.3	234.8	215.8	170.2	80.3	77.1	203.4	289.1	296.6
Zona 2	219.4	189.7	208.0	281.9	244.3	176.3	139.4	68.5	86.6	178.2	228.9	367.6
Zona 3	173.2	156.6	183.3	198.4	253.7	140.3	117.0	45.9	63.9	118.4	189.2	240.7
Zona 4	121.5	95.9	106.7	185.4	211.3	205.0	145.3	52.0	58.5	117.7	102.5	146.0

Sumber: data olahan

Gambar 4
Debit Andalan Probabilitas 80% pada bendung Benteng

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air tanaman pada daerah irigasi Sadang dibagi menjadi 4 zona, yaitu Pekkabata, Sawito, Tiroang dan Rappang (Water availability report, Konsultan ESP Sadang).



Sumber: data olahan

Gambar 5

Peta zona areal irigasi Sadang (Water availability report, Konsultan ESP Sadang)

Curah hujan efektif pada daerah irigasi Sadang dihitung sesuai dengan kriteria dari standart perencanaan PUPR Direktorat Jendral Sumberdaya Air. Data hujan pada masing-masing zona dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 6.

Bulan per	Debit	Debit Q (m ³ /s)	Q/Qmax (%)	Efisiensi turbin	Efisiensi Generator	Net head (m)	Total Eff.	Power (kW)	Produksi Energi (kWh)	Debit Q (m ³ /s)	Q/Qmax (%)	Efisiensi turbin	Efisiensi Generator	Total Eff.	Power (kW)	Produksi Energi (kWh)	
July	1	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	2	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	3	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	4	19.21	9.09	90	0.90	0.955536	2.9	0.86	221	26,540.13	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	5	16.97	6.85	68	0.88	0.952038	2.9	0.84	163	19,598.53	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	6	16.59	6.47	64	0.86	0.950258	2.9	0.81	150	21,546.10	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
Agst	1	0.00	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	2	0.00	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	3	0.00	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	4	0.00	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	5	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	6	11.82	1.70	17	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
Sept	1	11.91	1.79	18	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	2	11.87	1.75	17	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	3	11.62	1.50	15	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	4	11.07	0.95	9	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	5	11.38	1.26	12	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	6	10.25	0.13	1	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
okt	1	9.93	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	9.93	98	0.90	0.95616	0.86	243	29,171.02
	2	10.14	0.02	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	3	9.55	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	9.55	94	0.90	0.955879	0.86	234	28,044.49
	4	10.63	0.51	5	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	5	8.54	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	8.54	84	0.89	0.955055	0.85	205	24,632.05
	6	8.07	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	8.07	80	0.88	0.954362	0.84	192	22,993.03
Nop	1	9.82	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	9.82	97	0.90	0.956023	0.86	240	28,857.56
	2	9.22	0.00	0	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	9.22	91	0.90	0.95572	0.86	226	27,064.73
	3	10.60	0.48	5	0.00	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	4	12.35	2.23	22	0.50	0	2.9	0.00	0	0.00	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	5	14.27	4.15	41	0.75	0.93482	2.9	0.70	83	9,934.84	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	6	17.83	7.71	76	0.87	0.953913	2.9	0.83	182	21,856.24	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
Des	1	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	2	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	3	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	4	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	5	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	29,734.83	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
	6	20.24	10.12	100	0.90	0.9563	2.9	0.86	248	35,681.79	10.12	100	0.90	0.9563	0.86	248	29,734.83
										Total Energi(kWh)						Total Energi(kWh)	2,242,200.8

Sumber: data olahan

Pemilihan Jenis Turbin

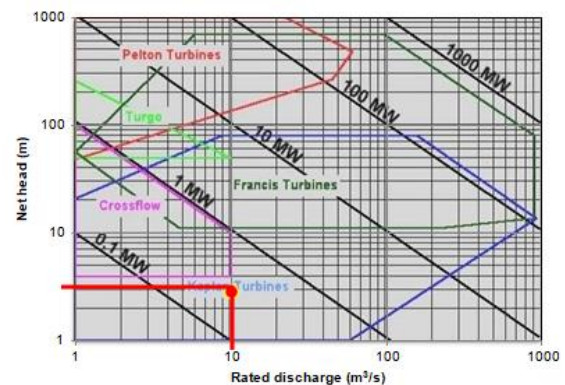
Sebagai landasan untuk perancangan pekerjaan elektro-mekanikal khususnya perancangan turbin, data yang digunakan adalah data hidrologi dan topografi. Dengan menggunakan dua unit pembangkit, maka dasar disain yang digunakan adalah data sebagai berikut: (Asdak, 1995); (Soemarto, 1999); (Tiatmodjo, 2006); (Limantara, 2018); (Linsley, dkk 1989)

$H_{ef} = 2.90 \text{ m}$ dan $Q_{TURBIN} = 2 \times 10.12 \text{ m}^3/\text{det}$

Penentuan head efektif sebesar 2.90 m merupakan head untuk disain, dimana nilai tersebut sudah memperhitungkan kehilangan tekan akibat losses yang ada.

1. Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin berdasarkan pada debit aliran dan tinggi jatuh, dimana tinggi jatuh adalah sebesar 2.90 m dan debit per unit turbin adalah 10.12 m³/s. Maka sesuai dengan grafik pemilihan jenis turbin, Turbin jenis Kaplan lebih sesuai untuk kondisi tinggi jatuh dan debit diatas.



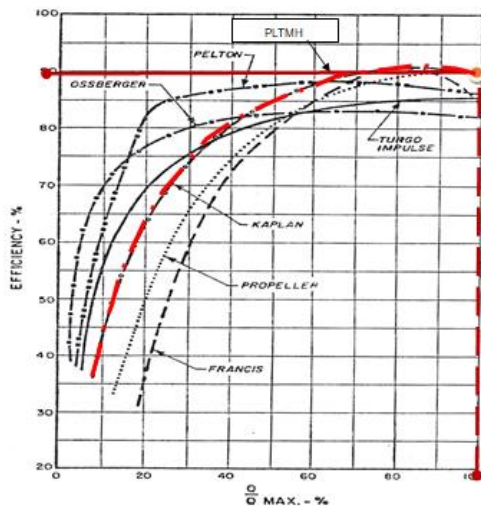
Sumber: data olahan

Gambar 5
Pemilihan Jenis Turbin berdasarkan Debit dan Tinggi Jatuh

2. Performasi Turbin

Untuk evaluasi beban keluaran turbin, nilai yang memadai dari efisiensi turbin dapat ditentukan berdasarkan perbandingan antara debit rancangan dengan debit maksimum, sehingga nilai efisiensi dapat ditentukan. Gambar dibawah memperlihatkan karakteristik efisiensi sebagai fungsi dari debit untuk berbagai

macam turbin untuk berbagai kecepatan spesifik. Berdasarkan gambar tersebut, untuk turbin Kaplan diambil efisiensi turbin sebesar 90% sebagai dasar perhitungan dalam disain dasar peralatan elektromekanik.



Sumber: data olahan

Gambar 6
Penentuan Efisiensi Turbin

3. Karakteristik Turbin

Dengan efisiensi turbin rancangan yang telah diperoleh, perhitungan daya turbin dapat diperoleh berdasarkan persamaan : $P = \frac{\rho g h_{ef} \Pi}{1000}$

dimana : P = Daya Turbin (kW); ρ = Massa Jenis Air (kg/m³); g = Percepatan Gravitasi (m/det²); h_{ef} = Tinggi Jatuh Efektif (m); Π = Efisiensi Turbin

Kecepatan spesifik turbin berhubungan dengan putaran turbin dan faktor kavitas. Semakin besar kecepatan spesifik turbin,

semakin besar kecepatan putar turbin dan semakin besar juga faktor kavitas yang berpengaruh pada besarnya tinggi hisap. Oleh karena itu, untuk menentukan kecepatan spesifik yang sesuai, agar penempatan turbin (tinggi hisap turbin) bebas dari kavitas, maka akan dilakukan perhitungan coba-coba dengan menetapkan kecepatan putar turbin yang telah ada di pasaran (Fritz, 1984)

Turbin dan generator dikopel langsung agar memiliki putaran yang sama. Kecepatan spesifik turbin ditentukan dengan persamaan: $NS = \frac{n\sqrt{P}}{hd^{3/4}}$

dimana : Ns = kecepatan spesifik; n = kecepatan putaran turbin = 250 putaran; P = daya turbin (kW) = 252.64 kW per unit turbin; Hef = tinggi jatuh air (m) = 2.90 meter

$$\text{maka, } NS = \frac{n\sqrt{P}}{hd^{3/4}} = \frac{250\sqrt{252.64}}{2.90^{3/4}} = 1,063 \text{ m}$$

Berdasarkan formula atau rumus yang diambil dari buku Hydropower Engineering karangan CC.Warnick, faktor kavitas dapat ditentukan dengan persamaan dari USBR sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{NS^{1.64}}{50227} = \frac{1,063^{1.64}}{50227} = 1.83$$

Untuk menentukan tinggi hisap dapat dihitung dengan persamaan:

$$H_s = H_a - H_v - \square H_{ef}$$

dimana : Hs = Tinggi Hisap (m); Ha = Tekanan Atmosfir (m) H_v = Tekanan Uap Air (m); h_{ef} = Tinggi Jatuh Air Efektif (m); \square = Faktor Kavitas

Tekanan atmosfer dan tekanan uap air Berdasarkan formula atau rumus yang diambil dari buku Hydropower Engineering karangan CC.Warnick.

Tabel 5
Angka Tekanan dan Uap Air

Tekanan Asmosfer		Tekanan Uap Air	
Ketinggian (m)	Ha (m H ₂ O)	Suhu (°C)	Hv (m)
0	10.315	5	0.089
500	9.751	10	0.125
1000	9.180	15	0.174
1500	8.637	20	0.239
2000	8.110	25	0.324
2500	7.628		
3000	7.160		
3500	6.716		
4000	6.295		

Sumber: data olahan

Tabel 5 menjelaskan lokasi PLTMH saluran induk Sawito berada pada ketinggian 11.44 meter, sehingga tekanan atmosfer H_a adalah 10.302 dan tekanan uap air H_v adalah sebesar 0.239 m pada suhu 20 derajat celcius. Maka tinggi hisap H_s adalah:

$$H_s = H_a - H_v - \square H_{ef}$$

$$H_s = 10.302 - 0.239 - (1.83 \times 2.90) = 4.756 \text{ meter.}$$

SIMPULAN

1. Debit andalan pada bendung Benteng dihitung berdasarkan data pengamatan debit harian dari tahun 1981 sampai tahun 2018 (38 tahun) dengan probabilitas 80% (d disesuaikan dengan peruntukan melayani daerah irigasi) menunjukkan bahwa debit masih cukup baik, dimana debit paling rendah terjadi pada bulan oktober sebesar 39.83 m³/s, dan debit tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 328.12 m³/s. Berdasarkan tren debit bisa diketahui bahwa tren kenaikan debit dimulai pada bulan nopember sampai desember, dari bulan desember sampai maret tren debit datar, kemudian dari bulan maret terjadi tren kenaikan menuju puncaknya di akhir bulan april, dan menurun sampai akhir bulan Juli atau bisa dikatakan sebagai bulan basah. Bulan Juli sampai awal November tren debit menurun secara perlahan atau bisa dikatakan sebagai bulan kering.
2. Pada beberapa saluran irigasi pada 3 sistem jaringan di daerah irigasi Sadang, bisa dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga air, pada sub jaringan Pekkabata mempunyai potensi daya sebesar 338 kW, sub jaringan Rappang memiliki potensi daya 158 kW dan sub jaringan Sawito mempunyai daya 1,939 kW. Maka total potensi daya listrik di jaringan irigasi Sadang adalah 2,436 Kw. Potensi yang telah dikembangkan pada daerah irigasi Sadang untuk pembangkit listrik adalah 1,235 kW sehingga masih ada potensi sebesar 1,200 kW.
3. Dari hasil survei topografi dan inventarisasi saluran dan bangunan. Pada saluran Induk Sawito pada bangunan Bsa. 9 (Bagi sadap), terdapat terjunan air setinggi 3.50m. dari skema jaringan irigasi, pada bangunan Bsa. 9 direncanakan mengalirkan debit maksimum ke hilirnya sebesar 20.24 m³/s,

sehingga mampu menghasilkan daya listrik sebesar 492 kW dan Energi tahunan yang dihasilkan adalah sebesar 3,511,880 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi – Bidang Mesin dan Teknologi (BBPPMPV-BMTI). 2023. *Pelatihan Berbasis Industri Perencanaan Pembangkit Mikro-Mini Hidro*. Bandung
- Jr, Ray K. Linsley, dkk. 1989. *Hidrologi untuk Insinyur*. Erlangga, Jakarta.
- Jack J. Fritz. 1984. *Small and Mini Hydropower, resource Assesment and Project Feasibility*. New York
- Kementerian PU dan Dirjen SDA, 2013, *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi KP 01*
- Kementerian PU dan Dirjen SDA, 2013, *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi KP 03*
- Lili Montarsih Limantara. 2018. *Rekayasa Hidrologi*. Edisi Revisi. Andi. Yogyakarta
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Tiatmodjo, Bambang. 2006, *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta