

KAPASITAS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO KELURAHAN MARIANA KECAMATAN BANYUASIN I KABUPATEN BANYUASIN

Ishak Yunus^{1*}, Sulaiman¹, Nina Paramitha¹, Hendri²

¹ Universitas Bina Darma Palembang, HATHI Cabang Sumatera Selatan

² Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII, HATHI Cabang Sumatera Selatan

* ishak_yunus@binadarma.ac.id

Intisari

Pembangkit listrik tenaga air adalah satu pembangkit energy listrik yang sekarang banyak dipertimbangkan dalam mengatasi lonjakan beban listrik, pelayanan beban listrik dipedesaan yang belum terjangkau oleh jaringan PLN. Pada pembangkit listrik tenaga air yang menjadi fokus adalah tentang hubungan parameter air itu sendiri, seperti kecepatan aliran air, debit air, sudu turbin air, diameter sudu, dan luas sudu, jumlah sudu turbin, bahan sudu turbin. dan tempat pembangkit listrik tenaga air.

Lahan rawa lebak Desa Mariana Ilir. yang luas lahan rawa lebak sebesar lebih kurang 50 Ha, dengan mengambil kajian saluran primer buatan posisi arah selatan lahan serta tinggi lahan 5 – 10 m dari permukaan air laut, sedangkan tinggi air rawa lebak yang rata-rata 50 cm pada saat musim hujan, kemudian pada musim kemarau lahan rawa lebak menjadi kering. Tinggi lapisan olah tanah setinggi 25 – 50 cm, dengan struktur tanah berupa asosiasi clay humus dan lapisan bawah humus berupa jenis tanah putih kekuningan, oleh sebab itu perlu kajian untuk dimanfaatkan sebagai sumber penerangan listrik (mikro hidro) bagi perumahan masyarakat yang memerlukan aliran listrik.

Kajian penelitian ini luas dari penampang permukaan saluran (A_s) primer yang ada pada lokasi kelurahan diperoleh sebesar $30,6 \text{ m}^2$, Debit air (Q) sebesar $60,58 \text{ m}^3 / \text{detik}$, maka diperlukan diameter sudu kincir air (d) sebesar 3,50 m sehingga di dapat luas total kincir sebesar $9,68 \text{ m}^2$. dan Luas penampang kincir untuk 8 sudu, diperoleh luas penampang untuk satu sudu sebesar $1,21 \text{ m}^2$ dan jari-jari kincir sebesar 1,75 m, Generator dengan kondisi kapasitas 10 KW dengan arus maksimal pada generator (I) diperoleh sebesar 56,8181 amper.

Kata kunci: rawa, air, aliran, listrik.

Pendahuluan

Pembangkit listrik tenaga air adalah satu pembangkit energy listrik yang sekarang banyak dipertimbangkan dalam mengatasi lonjakan beban listrik, pelayanan beban listrik dipedesaan yang belum terjangkau oleh jaringan PLN. Pada pembangkit listrik tenaga air yang menjadi fokus adalah tentang hubungan parameter air itu sendiri, seperti kecepatan aliran air, debit air, sudu turbin air, diameter sudu, luas sudu, jumlah sudu turbin, bahan sudu turbin. dan tempat pembangkit listrik tenaga air.

Hubungan parameter air ini dapat menimbulkan tenaga listrik dimana adanya sumber air, yang dapat memutar sudu dan dihubungkan dengan generator, inverter dan aki maka akan dapat menghasilkan tenaga listrik yang sesuai dengan putaran sudu turbin.

Indonesia adalah Negara kepulauan yang terdiri dari daratan dan air. Potensi air sangat melimpah baik air asin (laut) maupun air tawar. Pemanfaatan energy air menjadi energy listrik masih sangat minim dibandingkan dengan energy fosil seperti minyak dan batu bara. Pada saat sekarang ini energi fosil tersebut cenderung hampir habis dan harganya mahal, oleh karena itu sangat perlu dikembangkan pemanfaatan energy lain, seperti energy terbarukan (energy air). Untuk mengembangkan energi air di Indonesia adalah sangat potensial dalam kapasitas yang besar dan jumlah yang banyak. Sedangkan untuk daerah Sumatra Selatan potensi air sangat melimpah terdiri dari air sungai dan air rawa rawa.. Untuk pembangkit listrik yang ada di Palembang dengan tegangan transmisi 70 KV, dan tegangan 150 KV untuk jaringan Sumatra bagian Selatan. Sedangkan tegangan pada jaringan distribusi primer kota Palembang adalah 20 KV. Untuk tegangan jaringan distribusi skunder adalah 220 / 380 V.

Pada krisis energy saat sekarang ini maka energi alternative dapat dikembangkan seperti energy matahari (solar cell), energy air. Di kota Palembang yang dialiri sungai Musi serta mempunyai lahan rawa rawa yang luas mempunyai potensi untuk pengembangan energy air, baik air yang didapat dari sungai Musi maupun air yang berasal dari lahan rawa rawa.

Pada penelitian PLTMH perumusan masalahnya adalah sebagian kampung belum tersedia aliran listrik, oleh sebab itu perlu kajian tentang berapa besar potensi dan kapasitas arus saluran/sungai di kawasan kelurahan Mariana Kecamatan Banyuasin I, antara lain :

- a. Potensi sumber air yang terdiri dari :
 1. Debit air (m^3 / detik)
 2. Kecepatan air (m / detik)
 3. Faktor pencemaran air
- b. Turbin air (Kincir air), terdiri dari :
 1. Luas penampang kincir air (m^2)
 2. Diameter kincir air (m)
 3. Jari jari kincir air (m)
 4. Material kincir air.
- c. Generator AC
 1. Kapasitas generator (KVA)
 2. Tegangan generator (Volt)
 3. Putaran generator (RPM)

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sudu turbin yg digunakan terbuat dari bahan fiber.
2. Beban listrik yang digunakan adalah statis seperti lampu penerangan.
3. Generator yang digunakan adalah generator ac

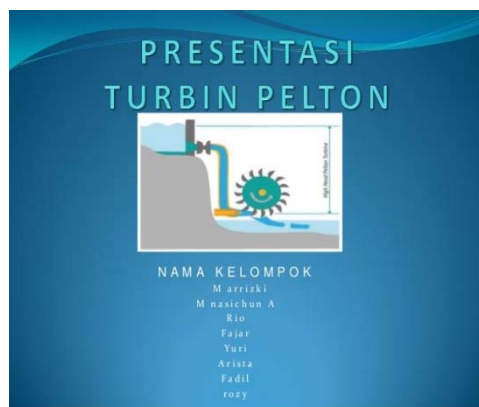
Tujuan penelitian Pembangkit Listrik Tenaga air ini adalah untuk:

1. Menjadi partner PLN dalam mengatasi pelayanan listrik pada daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik, terutama pada daerah pedesaan.
2. Mengembangkan energy terbarukan, dengan mengkonversi energy air menjadi energy listrik.
3. Mengatasi krisis energy pada sector energy listrik.

Manfaat penelitian Pembangkit listrik Tenaga air adalah :

1. Proyek percontohan pada pengembangan energy terbarukan.
2. Meningkatkan taraf hidup masyarakat pedesaan.
3. Meningkatkan sector pendidikan di pedesaan.
4. Mengatasi krisis energy dengan biaya murah.

Turbin aksi (Impuls), adalah turbin dengan pancaran air bebas mendorong bagian turbin yang berputar yang ditempatkan pada tekanan atmosfer. Sebagai contoh turbin aksi/impuls adalah turbin pelton (gambar1).



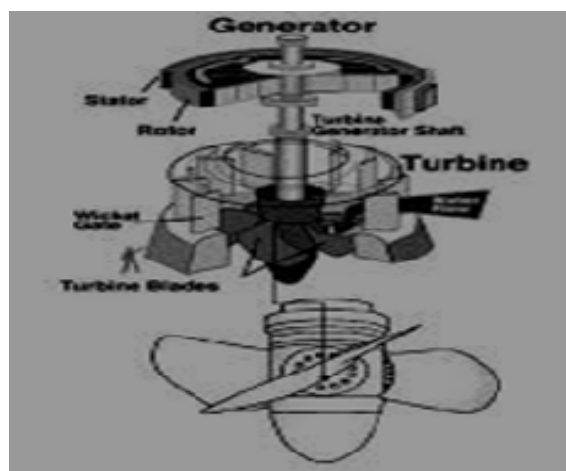
Gambar.1. Turbin Pelton

Prinsip kerja Turbing Pelton

Prinsip kerja turbin Pelton adalah merubah energi potensial air menjadi energy kinetic yang berupa pancaran air (tekanan air) yang masuk ke sudu turbin (berupa lingkaran). menjadi energy mekanik (berupa putaran) yang terjadi pada poros turbin.gambar.1.

Turbin reaksi

Turbin reaksi adalah turbin dengan aliran air terjadi pada tekanan tertutup. Sebagai contoh turbin reaksi adalah turbin Kaplan (Gambar.2),



Gambar.2.Turbin Kaplan

Prinsip kerja turbin Kaplan

Prinsip kerja turbin Kaplan adalah merubah energy potensial air menjadi energy kinetic berupa tekanan air.kemudian energy kinetic ini menerpa sudu turbin sehingga menjadi energy mekanik berupa putaran pada poros turbin.Gambar.2.

Daya Turbin (Susatyu, Anjar dan Lukman Hakim, 2003)

Daya turbin air (Daya input kincir) besarnya ditentukan oleh Debit air (Q), tinggi jatuh air (H). massa jenis air (ρ), grafitasi ($m/detik^2$) Serta efisiensi (η) berdasarkan rumus :

$$P_{air} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \text{ (KW)} \dots\dots\dots(1)$$

P_{air} = Daya input kincir (Daya air = KW)

ρ = Massa jenis air (1000 kg / m³)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan air (m / s).

Saluran air terjun (Pipa pesat).

Pipa pesat (penstock) berfungsi untuk menyalurkan air dari bak penampungan ke turbin

Dalam penyaluran air dari bak penampungan ke turbin, pipa pesat mendapat tekanan dari air yang merupakan fungsi ketinggian.

1. Tekanan pada pipa pesat.

Adapun besar tekanan air pada berbagai ketinggian pada pipa pesat (Maher, Smith, Nigel, Philip, 2001) adalah:

$$P = \text{Tinggi pipa pesat} \times 0,0981 \text{ (bar)} \dots\dots\dots(2)$$

2. Jenis bahan dan ukuran pipa pesat

Bahan dan ukuran penggunaan pipa pesat sangatlah penting karena berhubungan dengan energy yang akan dibangkitkan oleh turbin dan generator. Adapun bahan dari pipa pesat yang sering digunakan adalah :

1. Pipa Carbon (Pipa baja)
2. Pipa spiral welded steel (Pipa baja spiral)
3. Pipa PVC
4. Pipa rolled weided steel (pipa baja gulung)

Pipa PVC lebih baik digunakan pada konstruksi pipa pesat yang tertanam di tanah, karena tidak tahan terhadap panas matahari. Sebaiknya digunakan pipa pesat dengan tebal minimal 3 – 4 mm (Unggul Wibawa, Hari Santoso, I.G.A. Dharmayana, 1993).

Perawatan pipa pesat dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Misalnya setahun dengan melaksanakan pengecatan ulang. Sedangkan secara rutin dilakukan control terhadap kebocoran yang mungkin terjadi. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penstock untuk PLTMH adalah diameter pipa. Semakin kecil diameter maka kecepatan air dalam penstock akan semakin tinggi untuk debit yang sama, rugi – rugi pada penstock disebabkan debit air dan tinggi jatuh yang relatif kecil

3. Diameter pipa pesat (Gisalssous) :

$$D = Q^{0,4} \dots\dots\dots(3)$$

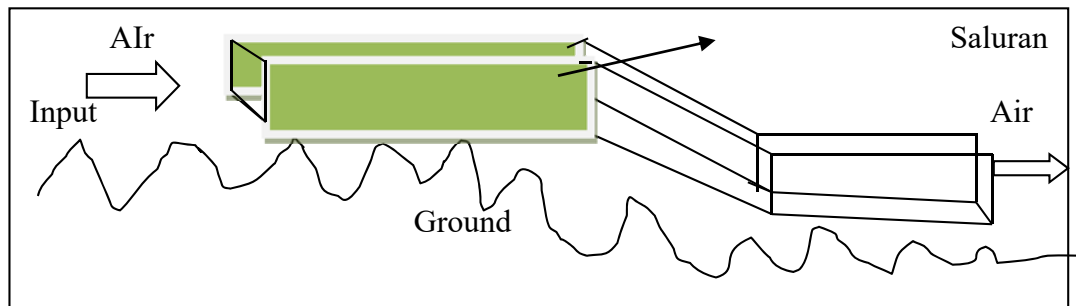
Dengan :

Q = Debit aliran Air (m³/detik)

D = Diameter pipa (m)

4. Saluran Irigasi (Triatmojo, 1993)

Saluran irigasi yang dibahas pada penelitian ini adalah saluran irigasi dengan bentuk penampang tunggal segi empat dengan fungsi saluran ini untuk mengalirkan air dari sumber air ke turbin / kincir, adapun bentuk saluran yang digunakan pada penelitian ini adalah saluran yang berbentuk segi empat (gambar.4)



Gambar 3. Penampang segi empat saluran air

Untuk saluran menggunakan air sungai, maka pengukuran debit air skala PLTMH kecil (Wibawa, U. 2006) dapat dilakukan dengan cara mengukur luas permukaan sungai dan kecepatan aliran sungai

Mengukur luas permukaan sungai, dan kecepatan aliran air sungai dapat dilakukan langkah – langkah pengukuran berikut: (Subroto, I . 2002).

- a. Pengukuran kedalaman sungai dilakukan di beberapa titik berbeda $X_1 - X_n$ (seperti ditunjukkan gambar 5.a).sehingga didapat kedalaman rata rata adalah:

$$x_{rata} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(4)$$

b. Lebar sungai (L) misal 15 m.

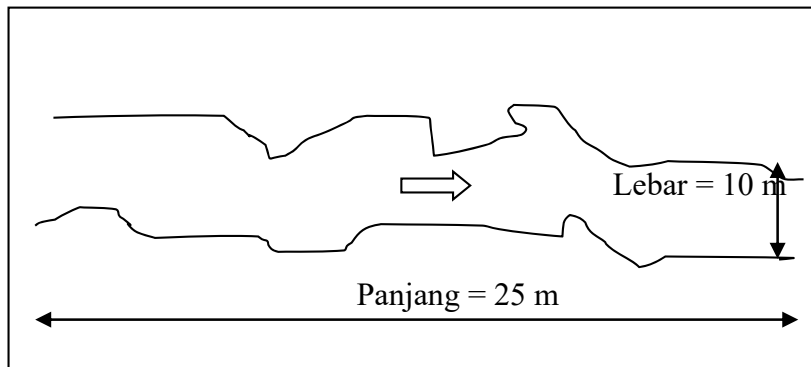
c. Luas permukaan aliran sungai (A), adalah :

$$A = X_{rata}^2 \cdot L \quad \dots\dots\dots(5)$$

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Pada penelitian mikrohidro di Kelurahan Mariana dan Kelurahan Mariana Ilir Kecamatan Banyuasin I Kabupaten Banyuasin, dilakukan simulasi pada saluran primer/sungai buatan yang berada kea rah selaran dari batas kelurahan, dengan membuat model sungai yang panjang 25 meter dan lebar 10 meter pada titik penelitian. Dari hasil kajian ini, didapat hasil sebagai berikut

a. Saluran :



Gambar 4. Kondisi Saluran

1. Panjang sungai (p) = 25 m
2. Lebar sungai (l) = 10 m
3. Dalam sungai rata rata = 3,06 m (didapat dari lima kali pengukuran sepanjang 25m, dengan harga pengukuran :
 $X_1 = 3,2 \text{ m} ; X_2 = 3,4 \text{ m} ; X_3 = 2,9 \text{ m} ; X_4 = 2,7 \text{ m} ; X_5 = 3,1 \text{ m}$, maka harga rata rata dalam sungai ;
 $X_r = (3,2 + 3,4 + 2,9 + 2,7 + 3,1) / 5 = 3,06 \text{ m}$
Maka luas penampang permukaan sungai (As)
 $A_s = X_r \times l = 3,06 \times 10 = 30,6 \text{ m}^2$
4. Kecepatan aliran sungai (V) = panjang / waktu = p / t_r
 $V = 25 / 12,6 = 1,98 \text{ m / s}$ (t_r = 12,6 detik (hasil pengukuran rata rata)
t_r didapat dari lima kali pengukuran yaitu :
t₁ = 13 detik ; t₂ = 12 detik ; t₃ = 13 detik ; t₄ = 13 detik ; t₅ = 12 detik
 $t_r = (13 + 12 + 13 + 13 + 12) / 5 = 12,6 \text{ detik}$
5. Debit air (Q) = A_s x V
= 30,6 x 1,98
= 60,58 (m³ / detik)

b. Kincir

1. Luas penampang kincir air = A (m²), didapat dengan menggunakan rumus daya kincir

$$P_{\text{kincir air}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot N_g \times N_b \times C_p$$
$$10.000 = 0,5 \times 1000 \times A \times (1,98^3) \times 0,8 \times 0,95 \times 0,35$$
$$10.000 = 1032,39 A$$

$$A = 9,68 \text{ m}^2 \text{ (luas penampang kincir untuk 8 sudu)}$$

$$\text{Luas penampang untuk satu sudu (A}_1\text{)} = 9,68 / 8 = 1,21 \text{ m}^2$$

2. Jari jari kincir air (r)

$$A = \pi r^2$$
$$r = \sqrt{9,68 / 3,14}$$
$$= 1,75 \text{ m}$$

3. Diameter sudu kincir air (d)

$$d = 2 \times r = 2 \times 1,75$$
$$= 3,50 \text{ m}$$

4. Kecepatan putaran sudu kincir : N

$$N = \frac{60\lambda V}{\pi D}$$

$$\lambda = \text{Tip Speed Ratio}$$

$$= \sqrt{80 / B} = \sqrt{80 / 8} = 3,1622$$

$$B = \text{Jumlah sudu} = 8 \text{ sudu}$$

Sehingga harga N diperoleh sebesar 34,18 Rpm atau sebesar 34 Rpm.

5. Generator dengan kapasitas 10 KW

Maka Arus maksimal pada generator (I)

$$P = V \times I \times \cos \Phi$$

$$10.000 = 220 \times I \times 0,8$$

$$I = 56,8181 \text{ amper.}$$

Berdasarkan kajian diatas simulasi dilakukan dengan panjang saluran 25 meter, lebar rata-rata 10 meter, dan kedalaman saluran primer 3,06 meter, serta kecepatan aliran 1,98 m/detik, maka debit pada saluran 60,58 m³/detik, dan kapasitas putaran 34 rpm, maka arus listrik yang dapat di hasilkan sebesar 56,8181 amper.

Kesimpulan Dan Saran

Hasil kajian kapasitas pembangkit tenaga mikro hidro di Kelurahan Mariana Kecamatan Banyuasin I Kabupaten Banyuasin, dari hasil simulasi pada sumber air saluran primer yang ada, besar debit air (Q) pada saluran primer sebesar 60,58 m³/detik, diameter sudu kincir air (d) sebesar 3,50 m, luas total kincir sebesar 9,68 m². Luas penampang kincir untuk 8 sudu, diperoleh luas penampang untuk satu sudu sebesar 1,21 m² dan jari-jari kincir sebesar 1,75 m. Jika generator dengan kapasitas 10 KW dengan arus maksimal pada generator (I), maka mampu membangkitakan daya listrik sebesar 56,8181 amper.

Penelitian ini masih dalam bentuk kajian dengan muka air yang diperoleh dalam kondisi musun kemarau, sebaiknya penelitian ini di lakukan selama satu tahun dengan kondisi 2 (dua) musim.

Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada Camat Banyuasin I Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan, Lurah Mariana ILir, Kepala UPTD Pertanian dan Perikanan Kecamatan Banyuasin I, Kepala PDAM Mariana dan Masyarakat yang telah membantu dalam informasi data-data yang diperlukan.

Daftar pustaka.

- Buyer, A., 2008. *Micro Hydro Power System*, Natural Resources Canada.
- Mandiri, Y, 2007. *Perencanaan PLTMH - Padasuka*, Yayasan Bina Desa Mandiri, Bandung,.
- Mashudi, D, 2005. *Pembangkit Energi Listrik*, Erlangga, Jakarta, Hal 138, Akademai Kiado, Budapest.
- Masonryi, 2007. *Water Power Development*, Volume – 1, Low Head Power Plants,.
- PUIL, 2000. *Peraturan Umum Instalasi Listrik*, PLN, Jakarta, Hal 602.
- Maher, Smith, Nigel, Philip, 2001. “Pico Hydro For Village Power”, A Practical Manual for Schemes up to 5 kw in Hilly Areas, Edition 2, May.
- Sosrodarsono, Suyono, Takeda Kensaku, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Jakarta: Pradnya Paramita Subroto, I, 2002, *Perencanaan PLTM di Indonesia*, BPPT, Jakarta.
- Subroto, I, 2002. *Perencanaan PLTM di Indonesia*, BPPT, Jakarta.
- Susatyu, Anjar dan Lukman Hakim, 2003. ”Perancangan Turbin Pelton”, Pusat Penelitian Informatika – LIPI, Kedeputian Ilmu Pengetahuan Teknik, Bandung, 29 – 30 Juli 2003, Puslit Tenaga Listrik dan Mekatronik – LIPI.
- Theraja, BL., 2001. *Electrical of Tehnology*. 8th. Prentice Hall International Inc. New York.
- Triatmodjo, Bambang. 1993. Hidrolika I dan Hidrolika II. Yogyakarta : Beta Offset.
- Tumiran, 2013. Road Map Menuju Kedaulatan Energi, Pemikiran berlandaskan Kerangka Pikir Kebijakan Energi Nasional Menuju Tahun 2050, disampaikan dalam Kongres Energi Nasional UGM, Yogyakarta, 16 Desember 2013
- Unggul Wibawa, Hari Santoso, I.G.A. Dharmayana, 1993. Perancangan Kincir Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh), Desa Bendosari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Wibawa, U. 2006. *Sumber Daya Energi*. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 128.
- Zuhal. 2001. *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jembatan, Jakarta.