

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini peneliti melakukan tinjauan pustaka pada penelitian sebelumnya, berikut adalah tinjauan pustaka ditunjukkan pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Tinjau Pustaka

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil
1	Yani Kurniawan, dkk.	2017	Pengaruh Jarak dan Posisi Nozzle Terhadap Daya Turbin Pelton	posisi nozzle dengan tiga variasi yaitu pada posisi pertama adalah horizontal sebelah kanan sisi bawah poros turbin, posisi kedua adalah vertikal ke bawah, dan posisi ketiga pada horizontal sebelah kiri sisi atas poros turbin. Parameter jarak nozzle menggunakan lima variasi yaitu 24 cm, 23 cm, 22 cm, 21 cm, dan 20 cm, yang diukur dari posisi ujung nozzle terhadap sudu turbin pelton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi horizontal sebelah kanan sisi bawah dari poros turbin dengan jarak nozzle sebesar 23 cm merupakan hasil yang maksimum untuk menghasilkan putaran poros turbin sebesar 263 rpm dan mampu menghasilkan daya

				<p>sebesar 125 Watt. Perbedaan dengan topik penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini berfokus pada posisi <i>nozzle</i> jarak <i>nozzle</i>, dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan posisi <i>nozzle</i> mempengaruhi putaran turbin, sedangkan penelitian yang akan dilakukan membahas tentang sudu dan sudut turbin pelton.</p>
2	Ikrar dan Harvi	2017	Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)	<p>Dari hasil analisa yang dilakukan rerata energi terbangkitkan untuk 4 lokasi pengamatan sebesar 47.75 KW. nilai tersebut setara untuk pemenuhan energi listrik sebanyak 47 rumah jika diasumsikan kebutuhan daya tiap rumah sebesar 1 KW. Dengan Besar debit (Q) pengukuran langsung di lokasi studi yaitu Desa Jombok (0.95 m³/dt), Waturejo (1.443 m³/dt), Ngantru 1 (1.742 m³ /dt), Ngantru 2 (3 m³ /dt), Tinggi <i>Head</i> berdasarkan pengukuran lapangan adalah Desa Jombok (5 meter), Desa Waturejo (3 meter), Desa Ngantru 1 (4 meter), Desa Ngantru 2 (4 meter), dan Besar daya yang terbangkitkan</p>

				<p>berdasarkan pengukuran debit adalah Desa Jombok (46.60 KW), Desa Waturejo (42.47 KW), Ngantru 1 (68.36 KW), Ngantru 2 (117.72 KW). Perbedaan dengan topik penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini berfokus pada kebutuhan daya listrik dan potensi yang dapat dihasilkan dari perancangan PLTMH di desa Jombok, Waturejo, dan Ngantru. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan menganalisa hasil keluaran dari turbin pelton dengan variasi sudu dan sudut yang berbeda.</p>
3	Rendi Yulianto dan Karnowo	2020	<p>Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Sudu dan Sudut Serang Terhadap Kinerja Turbin Air Darrieus</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin darrieus paling optimal dengan nilai koefisien daya (C_p) tertinggi yaitu turbin dengan tiga sudu dan sudut serang 0° pada kecepatan aliran 1,07 m/s. Hal itu dikarenakan perubahan jumlah sudu dan sudut serang mengakibatkan gaya lift dan drag yang bekerja pada sudu berubah. Dengan jumlah sudu dan sudut serang yang tepat dapat</p>

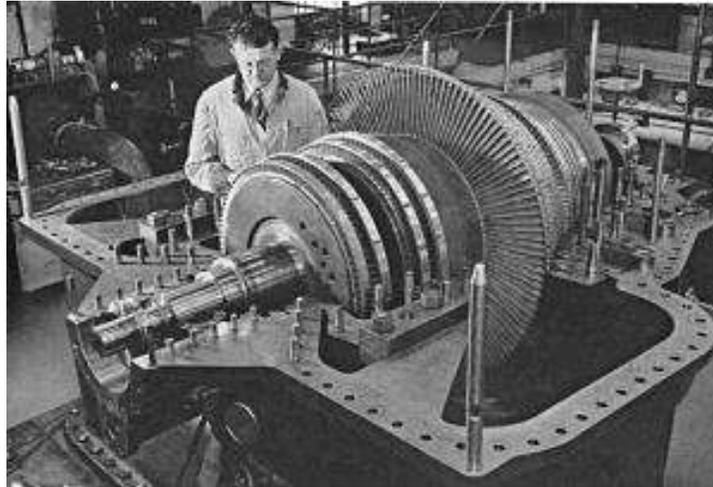
				memberikan lebih banyak gaya positif yang membantu turbin berputar. Semakin banyak gaya yang membantu turbin berputar maka daya yang dihasilkan juga semakin besar. Perbedaan dengan topik penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini menggunakan turbin Air Darrieus sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan turbin Pelton.
4	Dimas dan Priyo	2020	Experimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Setengah Lingkaran Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Crossflow Poros Horizontal	Hasil dari penelitian didapatkan turbin dengan jumlah sudu 6 memiliki daya dan efisiensi yang paling optimal dari pada turbin dengan jumlah sudu 4 dan 8. Daya tertinggi dimiliki oleh turbin dengan jumlah sudu 6 yang terjadi pada kapasitas aliran 11,010 L/s dengan pembebanan 6500 gram, memiliki daya turbin sebesar 2,650 Watt. Efisiensi tertinggi juga dihasilkan oleh jumlah sudu 6 pada kapasitas 11,010 L/s dengan pembebanan 6500 gram dengan nilai efisiensi sebesar 48,14%. Hal ini dikarenakan pada jumlah sudu 6 turbin mampu

				<p>memanfaatkan aliran air dengan baik dan jarak sudu yang sesuai maka luasan aliran air yang masuk untuk mendorong sudu semakin besar sehingga mampu menghasilkan rpm tinggi serta torsi yang lebih besar. Selain itu jarak sudu turbin juga memiliki pengaruh karena semakin sempit jarak sudu turbin menyebabkan terjadinya benturan pada punggung turbin, serta jarak sudu turbin yang semakin lebar membuat gaya dorong yang dihasilkan air terlalu lambat sehingga turbin tidak dapat berputar secara optimal. Perbedaan dengan topik penelitian yang akan dilakukan yaitu penelitian ini menganalisa Turbin Crossflow Poros Horizontal sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu analisa pada turbin Pelton dengan variasi sudu dan sudut yang berbeda.</p>
5	Muhammad Ali, dkk	2020	<i>Effect of Angle of Turbine Cross Flow Tilt Angle on Micro Hydro</i>	<p>Dari hasil penelitian yang dilakukan Efisiensi tertinggi yang dapat dicapai yaitu sebesar 69,90 % pada saat pembebanan 6 kg dan</p>

			<p><i>Power Station PerformanceI</i></p>	<p>sudut sudu 18° , semakin besar sudut kemiringan sudu maka daya turbin yang dihasilkan semakin tinggi yaitu mencapai 415,5685 Watt pada sudut kemiringan sudu 18° dan daya turbin terendah yaitu 191,1752 Watt pada saat kemiringan sudu 14° dan debit aliran air mempengaruhi efisiensi turbin karena semakin besar debit air maka efisiensi akan menurun hal ini terjadi saat menambahkan beban di atas 6 kg menjadi 8 kg. penelitian ini menganalisa Turbin Crossflow Poros dengan sudut kemiringan sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan turbin Pelton dengan variasi sudu dan sudut yang berbeda.</p>
--	--	--	--	---

2.2. Turbin

Kata "turbin" ditemukan oleh seorang insinyur Prancis yang bernama Claude Bourdin pada awal abad 19, yang diambil dari terjemahan bahasa Latin dari kata "*whirling*" (putaran) atau "*vortex*" (pusaran air). Turbin air adalah suatu turbin dengan menggunakan air sebagai fluida yang dapat mengubah energi potensial dan kinetik dari air menjadi energi mekanik (Maridjo, 2021). Berikut Gambar 2.1 merupakan bentuk turbin.



Gambar 2.1 Turbin

(Sumber :Bipasha Biswas and Tariq Iqbal, 2018)

Dilihat pada Gambar 2.1 Turbin air merupakan perkembangan dari kincir air yang telah dipergunakan orang sejak beberapa abad yang lalu. Pemilihan suatu turbin tergantung pada karakteristik lokasi, karena menentukan tinggi air jatuh dan kapasitas air. Selain itu pemilihan turbin juga tergantung dari kecepatan putar yang diminta oleh generator. Penggunaan turbin air yang umum adalah sebagai mesin penggerak untuk pembangkit tenaga listrik, apabila dibanding dengan penggunaan beberapa jenis mesin pembangkit yang lain, maka turbin air mempunyai keuntungan sebagai berikut :

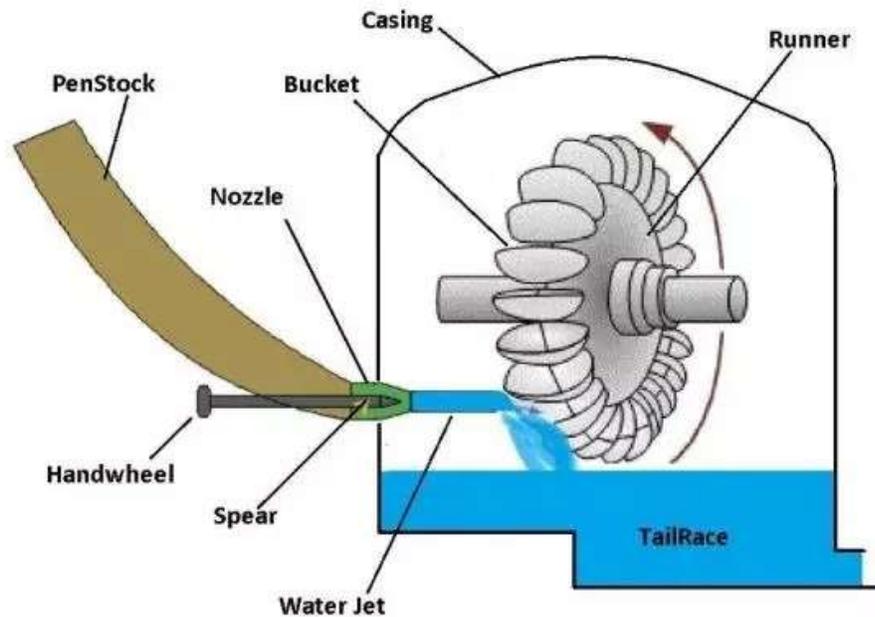
1. Konstruksinya relatif sederhana, perawatannya mudah dan murah.
2. Waktu operasinya relatif lama, biaya operasi relatif murah sehingga menguntungkan untuk pemakaian yang lama.
3. Tidak mengakibatkan pencemaran udara dan air.

Kaidah energi menyatakan bahwa suatu bentuk energi akan dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Air yang mengalir mempunyai energi yang dapat digunakan untuk memutar roda turbin.

Pusat-pusat tenaga air dibangun di sungai dan di pegunungan. Pusat tenaga air tersebut dapat dibedakan dalam 2 golongan, yaitu pusat tenaga air tekanan tinggi dan pusat tenaga air tekanan rendah. Untuk memanfaatkan potensi air tekanan tinggi perlu dibangun reservoir di daerah yang tinggi. Dengan menggunakan pipa, air tersebut dialirkan ke rumah pusat tenaga atau rumah turbin. Rumah turbin dibangun di bagian bawah reservoir, dan di dalam rumah turbin tersebut terpasang satu atau dua buah *nozzel* dan turbin. Lewat *nozzel* air akan menyembrot keluar dan menghantam sudu dan akhirnya turbin berputar. Putaran dari turbin akan diteruskan untuk memutar generator yang menghasilkan listrik (Bipasha Biswas and Tariq Iqbal, 2018).

2.3 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan turbin impuls, karena putaran runner turbin pelton terjadi akibat pembelokan pancaran air pada mangkok ganda runner seperti pada Gambar 2.2. Oleh karena itu turbin pelton disebut juga turbin pancaran bebas.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

(Sumber : Muhammad Saleh Simamora, 2012)

Dilihat seperti pada Gambar 2.2 aliran air yang keluar dari *nozzel* tekanannya sama dengan tekanan atmosfer di sekitarnya. Energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk sudu jalan turbin diubah menjadi energi kecepatan (Almanda and Kartono, 2020).

2.3.1 Cara Kerja Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan suatu alat yang merubah energi kinetik dan energi potensial dari air menjadi energi gerak rotasi pada poros turbin (energi mekanis). Turbin pelton dipakai untuk tinggi air jatuh yang besar. Aliran air dalam pipa akan keluar dengan kecepatan tinggi. Tinggi air jatuh (H) dihitung dari permukaan air di atas sampai ke tengah – tengah pancaran air.

Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. dimaksudkan supaya bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya – gaya samping. Tidak semua sudu menerima pancaran air, hanya sebagian saja secara bergantian tergantung posisi sudu tersebut. Jumlah *nozzel* pada turbin pelton tergantung pada kapasitas air. Air yang keluar melalui *nozzel* dirubah menjadi energi kinetik, dan pancaran air yang tinggi akan diterima sudu. Maka energi akan dipindah dari air ke bucket sehingga runner berputar.

Turbin pelton dengan daya yang kecil bisa diatur dengan hanya menggeserkan kedudukan jarum sudu. Tekanan statis dari tinggi air jatuh menghasilkan tekanan dinamis yang bekerja dialiran air berupa energi kecepatan(Ridwan *et al.*, 2021). Bila aliran air ini dihentikan secara tiba – tiba maka energi kecepatan ini berubah menjadi energi tumbukan. Untuk menghindari tekanan tumbukan kerjanya jarum *nozzel* dibantu dengan perlengkapan yang disebut dengan pembelok pancaran. Pada saat beban turbin berkurang dengan tiba-tiba, pembelok pancaran berayun ke muka jarum *nozzel* lebih dulu, sehingga arah pancaran air dari *nozzel* ke sudu jalan menjadi berbelok. Kemudian baru jarum *nozzel* bergeser memperkecil penampang keluar *nozzel*. Pembelok pancaran akan tetap berada di pinggir pancaran air.

2.3.2 Bagian Utama Turbin Pelton

Pada dasarnya turbin pelton terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: runner, *nozzel*, rumah turbin. Turbin ini juga dilengkapi oleh transmisi, bantalan, dan bagian kelistrikan.

1. Runner

Runner turbin pelton pada dasarnya terdiri atas piringan dan sejumlah mangkok atau bucket yang terpasang di sekelilingnya dilihat seperti pada Gambar 2.3.



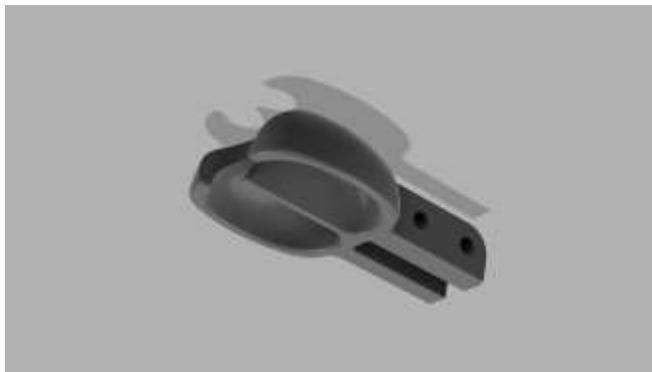
Gambar 2.3 *Runner*

(Sumber : Agus *et al.*, 2006)

Bentuk *runner* pada Gambar 2.3 seperti piringan yang terpasang pada poros dengan sambungan pasak dan *stopper*.

2. *Bucket*

Bucket pelton atau biasa disebut sudu yang berbentuk dua buah mangkok. *Bucket* berfungsi membagi pancaran menjadi 2 bagian ditujukan seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Bucket*

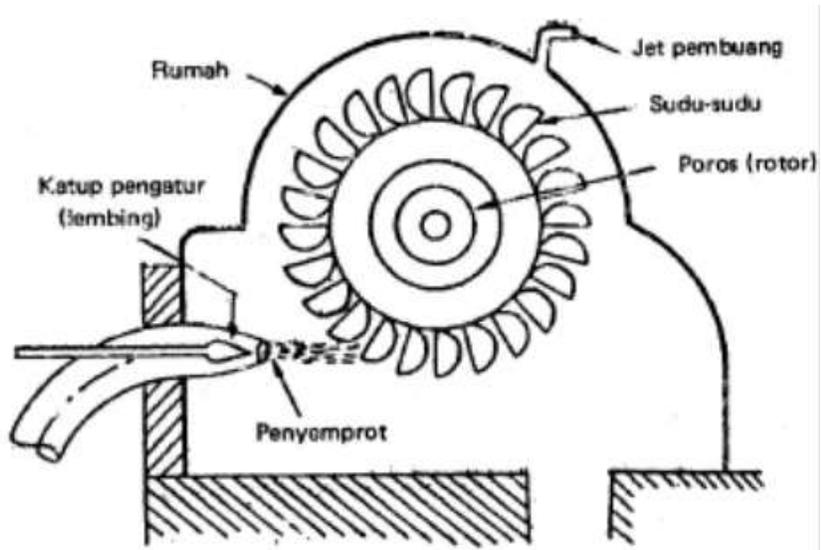
(Sumber : Agus *et al.*, 2006)

Pada Gambar 2.4 gaya yang diciptakan oleh *bucket* berasal dari pancaran air yang keluar dari *nozzel* yang dibalikan setelah

membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya inilah yang disebut gaya impuls.

3. Poros

Poros merupakan penerus putaran yang terjadi pada runner. Poros di sambungkan ke runner menggunakan pasak. Ditujukan seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Poros Turbin Pelton

(Sumber : Susatyo and Hakim, 2013)

Putaran poros seperti pada Gambar 2.5 diteruskan ke transmisi sabuk, yang kemudian menuju ke poros generator.

4. Piringan

Piringan atau biasa di sebut *disk*, adalah bagian dari runner. Dapat dilihat seperti Gambar 2.6.

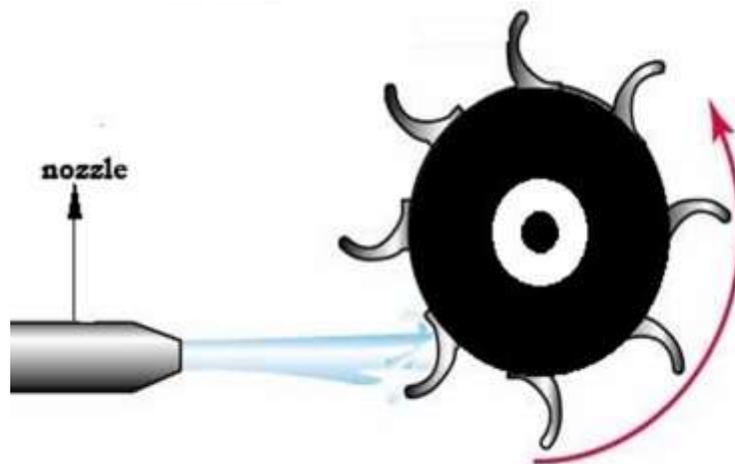


Gambar 2.6 *Disk* atau Piringan Turbin Pelton
(Sumber : Susatyo and Hakim, 2013)

Gambar 2.6 merupakan bahan disk yang baik digunakan adalah bahan yang kuat, dan diusahakan seringan mungkin. Piringan berfungsi sebagai tempat bucket dipasang.

5. *Nozzel*

Nozzel merupakan bagian dari turbin yang sangat penting, yang berfungsi sebagai pemancar aliran air untuk menyembrot ke arah sudu-sudu turbin seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Nozzel* Turbin Pelton
(Sumber : Supardi and Prasetya, 2015)

Air yang keluar dari *nozzel* yang mempunyai kecepatan tinggi akan membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum seperti yang terlihat pada gambar 2.7.

6. Rumah Turbin

Rumah turbin berfungsi sebagai tempat *nozzel* terpasang, serta berfungsi membelokkan air agar keluar secara teratur. Rumah turbin juga berfungsi untuk melindungi runner dari gangguan luar contohnya kotoran, dan cuaca, contoh seperti pada Gambar 2.8 berikut.

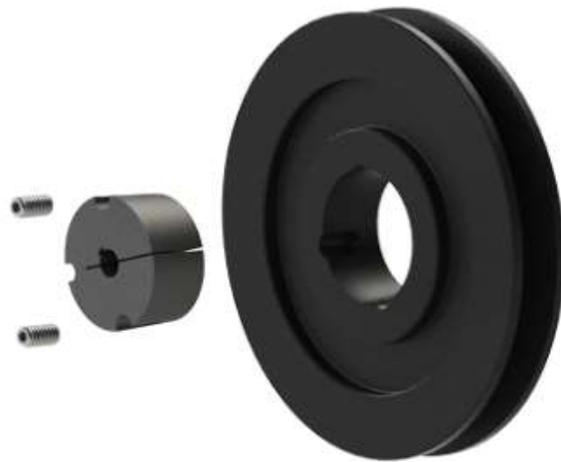


Gambar 2.8 Rumah atau Tempat Instalasi Turbin Pelton
(Sumber : Irawan, 2014)

Gambar 2.8 menunjukan bentuk tempat instalasi turbin pelton mendukung efisiensi perputaran turbin ketika bekerja, perputaran kontinu akan menghasilkan output daya yang stabil dari generator.

7. *Pully*

Pully adalah penerus putaran dari poros turbin ke poros selanjutnya (generator) seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Pully*

(Sumber : Agus *et al.*, 2006)

Gambar 2.9 menunjukkan bentuk *Pully* yang berfungsi untuk menaikkan putaran. *Pully* biasa disebut transmisi sabuk. Sabuk terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium.

8. Bantalan

Bantalan merupakan bagian penting dari turbin, alat ini berfungsi sebagai penopang dari poros turbin seperti yang ditunjukkan Gambar 2.10.



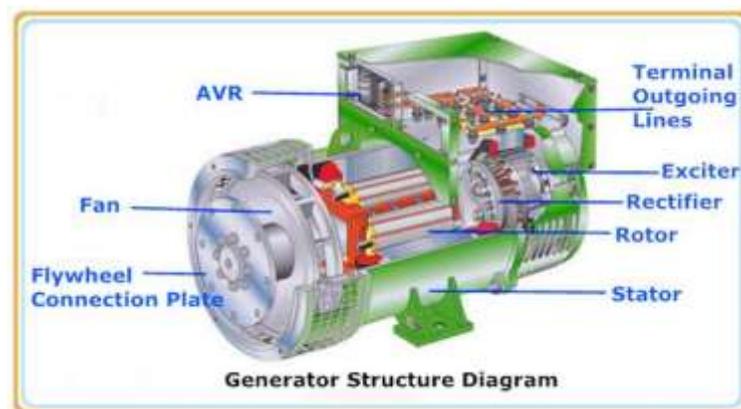
Gambar 2.10 Bantalan

(Sumber : (Agus *et al.*, 2006)

Putaran dari poros turbin dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Pada Gambar 2.10 bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros bekerja dengan baik.

9. Kelistrikan

Turbin pelton mikrohidro dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Untuk itu perlu adanya komponen tambahan yang disebut generator. Generator berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator arus bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator, generator AC (*alternating current*), atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran *rotornya* sama dengan jumlah putaran medan magnet pada *stator*. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar *rotor* dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada *stator* (Bono and Indarto, 2008). Berikut pada Gambar 2.11 merupakan *structure* dari generator AC.



Gambar 2.11 *Structure Generator*

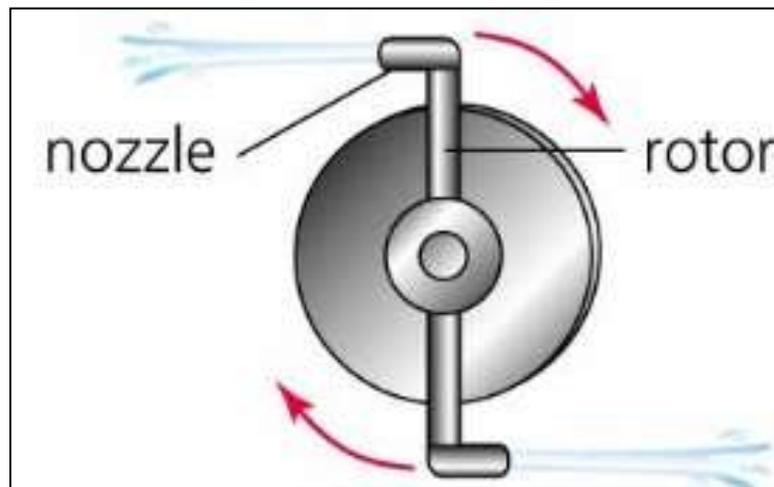
(Sumber : Maridjo, 2021)

Besarnya arus yang dihasilkan oleh motor induksi tergantung pada besarnya putaran alternator dan kekuatan medan magnet seperti pada gambar 2.11. *Alternator* menghasilkan listrik

dengan prinsip yang sama pada generator DC, yakni adanya arus pengumpan yang disebut arus eksitasi saat terjadi medan magnet disekitar kumparan. Dari alternator dapat di ukur arus (I) dan tegangan keluaran (V) yang kemudian digunakan untuk menentukan besarnya daya yang dihasilkan.

10. *Rotor*

Rotor adalah bagian yang berputar yang menjadi satu dengan poros alternator yang terdapat magnet permanen atau lilitan induksi magnet dilihat seperti pada Gambar 2.12.



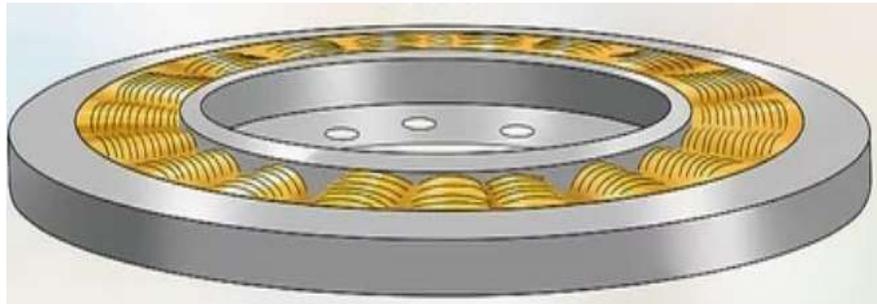
Gambar 2.12 *Rotor*

(Sumber : Irawan, 2014)

Pada *rotor* terdapat bagian yang berfungsi sebagai kutub magnet yang terletak pada sisi luar dari lilitan seperti pada Gambar 2.12. *Rotor* ditumpu oleh dua buah bearing, pada bagian depannya terdapat puli. *Rotor* berfungsi menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke *stator*.

11. *Stator*

Stator adalah bagian yang statis pada alternator yang berupa inti besi yang dibungkus dengan kawat tembaga seperti pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Stator

(Sumber : (Mafruddin and Irawan, 2014)

Bagian ini berupa lilitan seperti pada Gambar 2.13 yang berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC).

2.3.3 Kelebihan dari Turbin Pelton

Turbin pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan oleh *nozzle*. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk *head* tinggi. Bentuk sudu turbin terdiri dari 2 bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping (Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani, 2017). Keuntungan dalam pemakaian dari turbin pelton yaitu :

1. Daya yang dihasilkan besar.
2. Konstruksi yang sederhana.
3. Mudah dalam perawatan.
4. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir

Efisiensi turbin ditentukan oleh perbandingan daya hidrolis dengan daya poros turbin. Seperti pada persamaan (1):

$$\eta = \frac{P_a}{P_t} \times 100\% = \frac{T \times \omega}{\rho \times g \times H \times Q} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

P_a : daya air (watt)

P_t : daya turbin (watt)

T : torsi (Nm)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

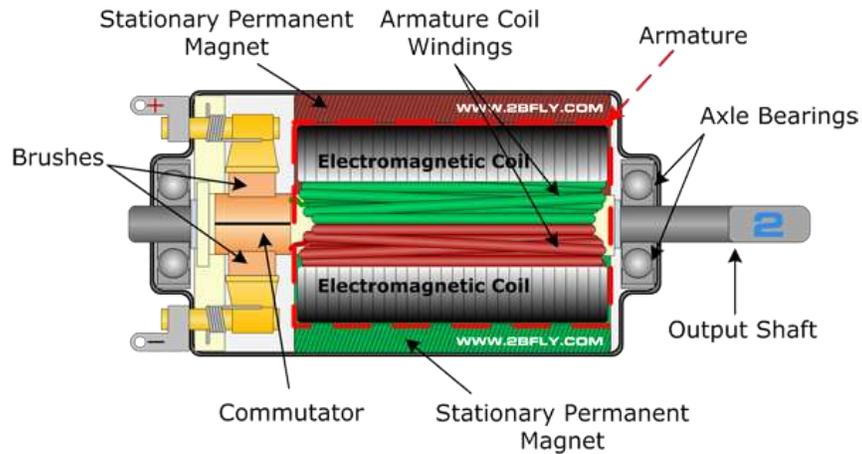
2.4 Generator Arus Searah

Motor dc atau yang bias disebut generator arus searah merupakan sebuah perangkat mesin dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus searah (*Direct Current*). Generator DC dibuat dengan menggunakan magnet permanent atau non permanent berupa gulungan sebagai *stator*, *regulator*, tegangan digital, proteksi terhadap beban lebih, starter eksitasi, penyearah, bearing, dan rumah generator atau *casis*, serta bagian *rotor*. Generator DC terdiri dari dua bagian , yaitu *stator* (bagian mesin DC yang diam) dan *rotor* (bagian mesin DC yang berputar)(Oktafeni and Khabzli, 2014).

Dalam membahas penerapan mesin dc tidak lepas dari peninjauan pada sifat-sifat yang penting dari mesin tersebut, bersama-sama dengan penilaian dari segi ekonomi dan teknik terhadap mesin jika dibandingkan dengan piranti pengubah energi lainnya. Untuk mesin dc pada umumnya, keuntungan yang menonjol terletak pada keluwesannya dan mudah pemakaiannya. Kerugiannya yang utama adalah pada investasi awal yang perlu dipertimbangkan. Meskipun demikian keuntungan dari motor dc masih menempati kedudukan yang kuat dalam persaingan pemakaiannya dalam industri.

2.4.1 Konstruksi Generator

Generator arus searah memiliki konstruksi yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian yang berputar (*rotor*) dan bagian yang diam (*stator*) dilihat seperti pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Anatomi Generator Arus Searah

(Sumber : Maridjo, 2021)

Dilihat seperti Gambar 2.14 *stator* adalah rangka, komponen magnet dan komponen sikat. Sedangkan yang termasuk *rotor* adalah jangkar, kumparan jangkar dan komutator. *Stator* mempunyai kutub tonjol dan diteral oleh satu atau lebih kumparan medan. Pembagian fluks celah-udara yang dihasilkan oleh lilitan medan secara simetris berada di sekitar garis tengah kutub medan. Sumbu ini dinamakan sumbu medan atau sumbu langsung. Sikat-sikat ditempatkan sedemikian sehingga komutasi terjadi pada saat sisi kumparan berada didaerah netral, yaitu di tengah-tengah antara kutub-kutub medan magnet. Dengan demikian sumbu dari gelombang agm-armatur terletak 90 derajat listrik dari sumbu kutub medan, yaitu pada sumbu kuadratur. Sikat tampak pada sumbu kuadratur karena di situlah kedudukan dari kumparan yang dihubungkannya. Sehingga gelombang agm-armatur terletak sepanjang sumbu sikat (Murni and Suryanto, 2021)

Komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik, yaitu untuk mengumpulkan arus listrik induksi dari konduktor jangkar dan mengkonversikannya menjadi arus searah melalui sikat yang disebut komutasi. Agar menghasilkan penyearahan yang lebih baik maka

komutator yang digunakan hendaknya dalam jumlah yang besar. Komutator terbuat dari batangan tembaga yang dikeraskan, yang diisolasi dengan bahan sejenis mika.

Fungsi dari sikat adalah untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar dengan beban. Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi (Safrudin and Bachrudin, 2020). Agar gesekan antara komutator-komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka sikat lebih lunak daripada komutator. Sikat terbuat dari karbon, grafit, logam grafit, atau campuran karbon-grafit, yang dilengkapi dengan pegas penekan dan kotak sikat. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan. Permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Karbon yang ada diusahakan memiliki konduktivitas yang tinggi untuk mengurangi kerugian listrik, dan koefisien gesekan yang rendah untuk mengurangi keausan.

2.5 Daya Air, Daya Turbin dan Efisiensi Turbin Pelton

Debit air adalah besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir selama satu waktu yang melewati suatu penampang luas. Pengujian debit air bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dalam satuan volume per satuan waktu.

Pengukuran luas penampang tabung yang digunakan dapat dilakukan perhitungan dengan rumusan seperti pada persamaan (2):

$$V_{tabung} = \frac{1}{3}La \times t \dots \dots \dots (2)$$

Pengukuran kecepatan aliran (v), dapat dilakukan dengan Mengikat sebuah pelampung kemudian dihanyutkan dari titik $t_0 - t_1$. Agar dapat menentukan P_a (daya air) yang diinginkan maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan besar debit air tersebut dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = V_{tabung} \times v \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Q : Debit air (m^3/s)

V_{tabung} : Volume Tabung (m^3)

v : kecepatan (m/s)

P_a adalah daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dalam hal ini P_a diperoleh dengan persamaan berikut (Yulianto dan Karnowo, 2020):

$$P_a = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P_a : Daya air (watt)

ρ : Masa jenis fluida (kg/m^3)

g : Gaya gravitasi (m^2/s)

Q : Debit air (m^3/s)

h : *Head* atau tinggi air jatuhan (m)

Untuk menghitung besar daya turbin yang dihasilkan akibat adanya energi kinetik dipergunakan perumusan(Yulianto dan Karnowo, 2020)

$$P_t = V \cdot I \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

P_t : Daya turbin (watt)

V : Voltase (volt)

I : Arus yang dihasilkan (Ampere)

Maka untuk mendapatkan torsi yang merupakan gaya dikali dengan lengan radius sudu, besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$T = \frac{P_t}{2\pi \frac{RPM}{60}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

P_t : Daya turbin (watt)

T : Torsi (Nm)

RPM : Kecepatan putaran

Efisiensi sistem turbin pelton adalah kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energi kinetik dari air yang mengalir menjadi energi listrik.

Untuk menghitung efisiensi dapat digunakan persamaan sebagai berikut
(Yulianto dan Karnowo, no date) :

$$\eta = \frac{P_t}{P_a} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

η : Effisiensi turbin (watt)

P_t : Daya turbin (watt)

P_a : Daya air (watt)