

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Ihfazh et.al (2013), Melakukan penelitian mengenai penerapan dan analisis pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan turbin *propeller open flume* TC 60 dan generator sinkro satu fasa 100 VA di UPI Bandung. Penelitian ini menggunakan turbin berjenis Propeller Open Flume TC 60 sebagai alat uji coba dengan spesifikasi diameter baling-baling turbin 6 cm dan memiliki 5 sudu yang sudut kemiringannya $\pm 35^\circ$ serta turbin berputar antara kisaran 2700 rpm. Besar debit air yang digunakan pada penelitian ini sebesar $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ dan tinggi jatuh air 2,8 m. Pengukuran daya generator dilakukan dengan menggunakan hambatan berupa lampu pijar dan lampu hemat energi. Besar daya rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian pembebanan menggunakan lampu pijar adalah 72,31 Watt. Sedangkan besar daya rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian pembebanan menggunakan lampu hemat energi adalah 69,69 Watt. Sehingga diperoleh daya rata-rata yang terbangkitkan sebesar 71 Watt pada tegangan 220 Volt dan efisiensi generator sebesar 60%.

Kusnadi et.al (2018), Melakukan penelitian mengenai rancang bangun dan uji performansi turbin air jenis kaplan skala mikrohidro. Hasil perancangan turbin kaplan menghasilkan putaran spesifik turbin sebesar 259,372 rpm dengan spesifikasi diameter luar roda turbin 10,7 cm dan diameter dalam roda turbi 3,56 cm serta tinggi sudu pengarah 3 cm. Daya indikasi yang dihasilkan sebesar 351,59 Watt dengan momen puntir sebesar 6,711 Nm dan daya efektif turbin air (BHP) sebesar 280,964 Watt serta efisiensi turbin sebesar 79%. Debit air yang digunakan dalam penelitian sebesar $0,0224 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan *head* sebesar 1,6 m.

Siregar et.al (2015), Melakukan penelitian mengenai rancang bangun *p* PLTPH menggunakan turbin *open flume*. Pada penelitian ini dihasilkan turbin berdiameter sudu jalan 0,09 m dengan jumlah sudu 6 buah, jaran antar sudu 0,03 m, dan jumlah sudu pengarah 5 buah. Dengan kecepatan aliran air 0,9 m/s dan debit air sebesar $0,0063 \text{ m}^3/\text{s}$, didapatkan daya *output* turbin sebesar 116,68 Watt. Pada saat pengujian generator tanpa beban dengan kecepatan putaran sebesar 246,7 rpm

maka tegangan yang dihasilkan adalah 24,4 Volt. Pada saat pengujian generator terbeban didapatkan kecepatan putaran sebesar 261,9 rpm maka tegangan dan arus yang dihasilkan sebesar 13,37 Volt dan 3,11 Ampere sehingga daya keluarannya adalah sebesar 41,6 Watt.

Berikut tabel rincian penelitian dan hasil yang digunakan sebagai acuan penulis:

Tabel 2.1 Rincian tinjauan pustaka

No.	Nama	Penelitian	Hasil
1)	Ihfazh et al., 2013	Penelitian menggunakan turbin berjenis <i>Propeller Open Flume</i> TC 60, turbin ini berputar antara kisaran 2700 rpm. Baling-baling turbin ini berdiameter 6 cm dan memiliki 5 sudu yang sudut kemiringannya $\pm 35^\circ$. Debit air yang digunakan sebesar 0,005 m ³ /s dan tinggi jatuh air 2,8 m.	Daya yang terbangkitkan sebesar 71 watt pada tegangan 220 volt dengan efisiensi generator sebesar 60%.
2)	Kusnadi et al., 2018	Penelitian menggunakan turbin kaplan dengan diameter luar roda turbin 10,7 cm dan diameter dalam roda turbin 3,56 cm serta tinggi sudu pengarah 3 cm. Debit air yang digunakan sebesar 0,0224 m ³ /s dan tinggi jatuh air 1,6 m.	Daya indikasi yang dihasilkan turbin air sebesar 351,59 Watt dengan momen puntir sebesar 6,711 Nm dan daya efektif turbin air sebesar 280,964 watt serta efisiensi turbin sebesar 79%.

Tabel 2.1 Rincian tinjauan pustaka (lanjutan)

No.	Nama	Penelitian	Hasil
3)	Siregar et al., 2015	Penelitian menggunakan turbin <i>open flume</i> dengan jumlah sudu 6 buah dan diameter sudu jalan 0,09 m dengan jarak antar sudu 0,03 m. Debit air yang digunakan sebesar 0,0063 m ³ /s dengan <i>head</i> 3 m.	Pada saat pengujian generator berbeban didapatkan kecepatan putaran sebesar 261,9 rpm dengan tegangan dan arus sebesar 13,37 volt dan 3,11 ampere sehingga daya keluarannya adalah sebesar 41,6 watt.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Hydro power

Berdasarkan daya listrik yang dihasilkan, Pembangkit Listrik Tenaga Air diklasifikasikan menjadi beberapa tingkat sebagai berikut (Anisa dan Novianto, 2020). Tabel mengenai pembagian klasifikasi *hydro power* dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Klasifikasi PLTA (Anisa dan Novianto, 2020)

<i>Hydro Type</i>	<i>Scale</i>
<i>Large Hydro</i>	<i>More than 100 MW</i>
<i>Medium Hydro</i>	15 – 100 MW
<i>Small Hydro</i>	1 – 15 MW
<i>Mini Hydro</i>	100 kW – 1 MW
<i>Micro Hydro</i>	5 kW – 100 kW
<i>Pico Hydro</i>	100 W – 5 kW

2.2.2 Pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH)

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan skala 100 W – 5 kW. PLTPH masuk dalam kategori

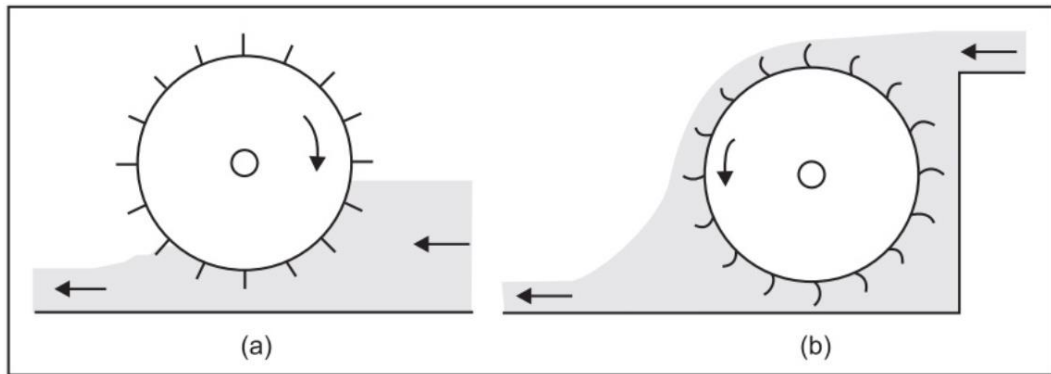
pemanfaatan EBT dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan. Sumber air yang digunakan dapat berasal dari sungai kecil atau danau yang dibendung kemudian pada ketinggian tertentu air jatuh dan memiliki debit yang sesuai sebagai penggerak turbin yang telah dihubungkan dengan generator listrik. Pembangkit tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit air tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Contoh instalasi PLTPH terdapat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Instalasi PLTPH (Albab, 2020)

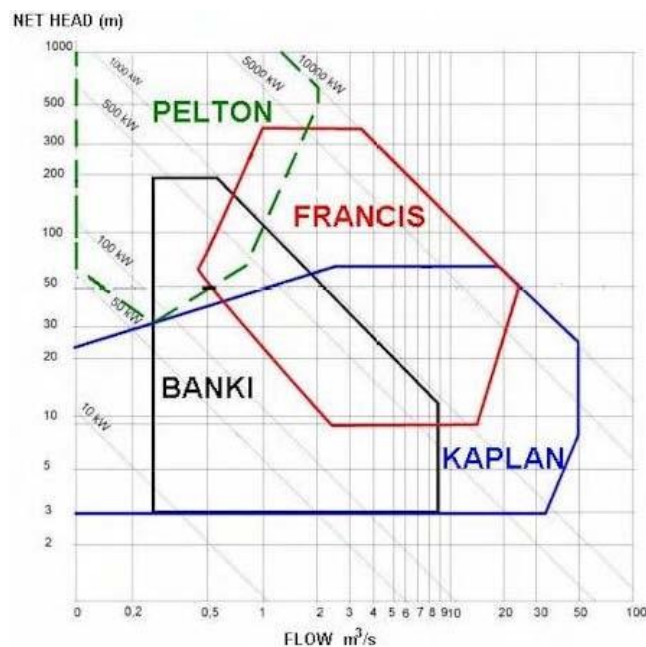
2.2.3 Jenis-jenis turbin *hydro power*

Pada awal mulanya turbin digunakan untuk aliran air *undershot waterwheels* (a). Kemudian berkembang menjadi *overshot waterwheels* (b) dan mengalami perbaikan lagi bentuk pada bentuk blade untuk mendapatkan aliran energi kinetik yang lebih besar. Selain berdasarkan aliran air, potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari sumber air juga bergantung pada dua parameter utama yaitu tinggi jatuh air (h) dan besarnya debit air (Q) (Anisa dan Novianto, 2020). Gambar perkembangan bentuk turbin berdasarkan aliran airnya dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Aliran air pada turbin (Anisa dan Novianto, 2020)

Karena sumber air yang bervariasi sesuai dengan lokasinya, turbin dirancang sesuai dengan kondisi geografis plant. Pada umumnya, bentuk turbin disesuaikan dengan tinggi jatuh air dan debit air yang ada. Pemilihan jenis turbin berdasarkan tinggi jatuh air dan debit air dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Jenis turbin sesuai kondisi *head* dan debit air (Firmansyah et al., 2015)

A. Turbin pelton

Turbin pelton adalah jenis turbin yang digunakan pada debit air kecil dengan *head* yang besar. Turbin pelton merupakan rangkaian pelari/ember yang tersusun disekitar tepi poros mirip dengan kincir air. Turbin ini terdiri dari satu set sudu

jalan yang diputar oleh pancaran air dari satu atau lebih arahnya (Anisa dan Novianto, 2020). Bentuk dari turbin jenis pelton dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Turbin jenis pelton (Anisa dan Novianto, 2020)

B. Turbin francis

Turbin francis merupakan turbin yang dipasang antara sumber air tekanan tinggi pada bagian masuk dan air bertekanan rendah pada bagian keluar. Turbin ini menggunakan sudu pengarah yang mengarahkan air masuk secara tangensial. Turbin francis digunakan pada jenis aliran besar dengan *head* tinggi atau sedang (Anisa dan Novianto, 2020). Gambar dari turbin Francis dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.

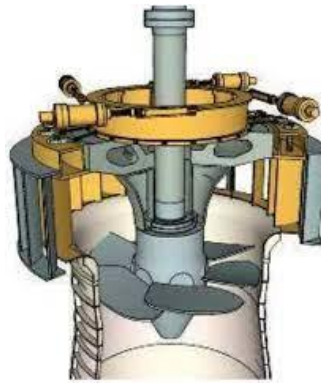


Gambar 2.5 Turbin francis (Anisa dan Novianto, 2020)

C. Turbin kaplan

Turbin kaplan adalah turbin reaksi aliran aksial. Turbin jenis ini tersusun dari propeller seperti baling-baling pada pesawat terbang dengan tiga hingga

enam sudu. Bedanya, jika pada pesawat terbang baling-baling digunakan sebagai pendorong, roda jalan pada turbin kaplan berfungsi untuk mendapatkan gaya F yaitu gaya putar yang dapat menghasilkan torsi pada poros turbin. Turbin kaplan umumnya digunakan pada instalasi pembangkit listrik tenaga air sungai karena memiliki kelebihan dapat menyesuaikan *head* yang berubah-ubah sepanjang tahun (Anisa dan Novianto, 2020). Contoh gambar turbin kaplan terdapat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Turbin kaplan (Purba, 2014)

2.2.4 Generator DC

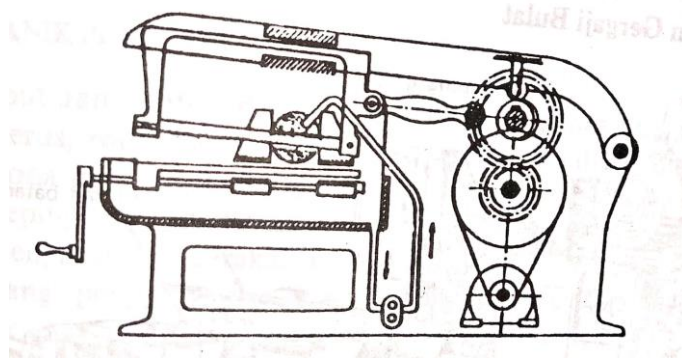
Generator DC atau generator arus searah pada umumnya memiliki komponen dasar yang mirip dengan komponen mesin-mesin listrik lainnya. Secara garis besar, generator DC merupakan mesin konversi energi mekanis berupa energi gerak menjadi energi listrik. Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Menurut hukum *Faraday*, akan timbul GGL induksi pada kawat penghantar yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluks yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Jika kumparan kawat tersebut berupa rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Perbedaan pada masing-masing generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang ada di dalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat (Anisa dan Novianto, 2020). Gambar generator DC dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Generator DC (Anisa dan Novianto, 2020)

2.2.5 Mesin gergaji

Mesin gergaji merupakan mesin yang berguna untuk memotong bahan kerja sebelum dikerjakan. Mesin gergaji memotong dengan daun gergaji yang bergerigi pada salah satu sisinya dan bergerak secara vertikal memotong benda kerja (Daryanto, 2006). Contoh gambar dari mesin gergaji dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.

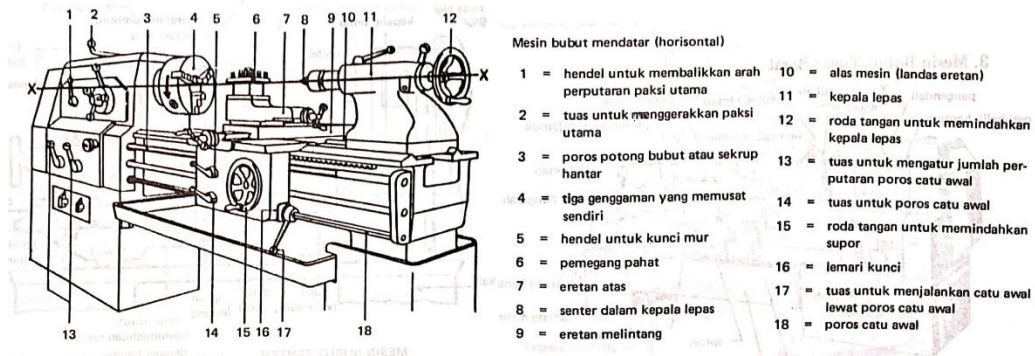


Gambar 2.8 Mesin gergaji (Daryanto, 2006)

2.2.6 Mesin bubut

Mesin bubut merupakan mesin perkakas dengan gerak utama berputar untuk mengubah ukuran dan bentuk benda kerja dengan jalan menyayat kerja tersebut menggunakan pahat. Posisi benda kerja dipasangkan pada spindel dan diputar sesuai dengan sumbu mesin sedangkan pahat digerakkan dengan eretan untuk menyayat benda kerja. Panjang maksimal benda yang bisa dibubut dapat diukur

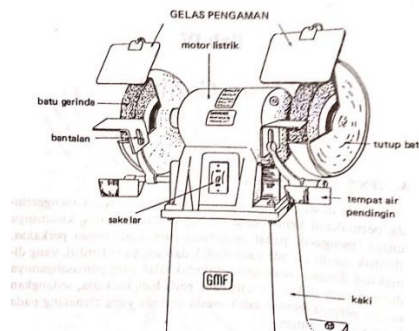
mulai jarak senter dari kepala tetap sampai senter kepala lepas (Daryanto, 2006). Gambar dari mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Mesin bubut (Daryanto, 2006)

2.2.7 Mesin gerinda

Mesin gerinda merupakan mesin yang berguna untuk meratakan dan menghaluskan permukaan benda kerja khususnya pahat pemotong dari mesin perkakas. Ada dua jenis mesin gerinda yaitu gerinda duduk dan berdiri. Gerinda duduk pemasangannya dengan cara dikaitkan menggunakan baut pada bangku kerja. Sedangkan gerinda berdiri merupakan mesin gerinda yang terpasang pada kakinya yang tinggi (Daryanto, 2006). Berikut merupakan gambar dari mesin gerinda duduk yang dapat dilihat pada gambar 2.10.

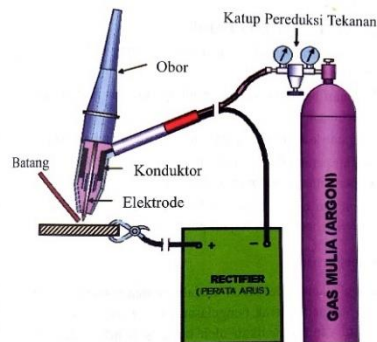


Gambar 2.10 Mesin gerinda (Daryanto, 2006)

2.2.8 Mesin las TIG

Tungstent Inert Gas Welding (TIG) merupakan salah satu jenis las listrik yang menggunakan *tungsten* sebagai elektrode tidak terkonsumsi. Penggunaan elektrode hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik. Bahan tambah yang

digunakan berupa batang las (*rod*) yang dilelehkan oleh busur nyala untuk mengisi kampuh bahan induk. Untuk mencegah terjadinya oksidasi menggunakan gas mulia (seperti argon, helium, freon) dan CO₂ sebagai gas lindung. Las TIG dapat digunakan dengan atau tanpa bahan tambah (Widharto, 2007). Contoh gambar dari mesin las TIG dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Mesin las TIG (Widharto, 2007)

2.2.9 AVO meter

AVO meter merupakan gabungan dari tiga alat ukur listrik yaitu *amperemeter*, *voltmeter*, dan *ohmmeter*. AVO meter biasa juga disebut multimeter karena dapat dipergunakan untuk beberapa macam pengukuran. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan AVO meter yaitu batas ukur alat, ketepatan posisi jarum pada angka 0, dan pemakaian yang sesuai dengan fungsi alat ukur tersebut (Widodo dan Wicaksono, 2019). Contoh gambar dari AVO meter dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut.



Gambar 2.12 AVO meter digital (Widodo dan Wicaksono, 2019)