

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Pemanfaatan energi air yang bertipe memiliki tekanan air dapat menggunakan metode turbin impuls, dengan memanfaatkan energi air tersebut yang nantinya air akan melalui pipa pesat yang diarahkan ke turbin sebagai gerak mula pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.

Berikut ini hasil penelitian yang membahas tentang perkembangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro yang menjadi referensi dalam pembuatan uji bangun turbin turgo. Seperti pada sebuah analisa penelitian dari energi air di Indonesia. Negara Indonesia termasuk negara yang memiliki energi air yang cukup besar sekitar 75.650 MW, 6% nya telah dikembangkan dalam berbagai penelitian terutama pada lokasi yang berada di luar pulau Jawa dan Bali yang dimana memanfaatkan energi air untuk mendistribusikan listrik ke daerah daerah terpencil. Dengan membangun instalasi berskala pikohidro akan membantu pasokan aliran listrik ke daerah terpencil yang masih belum terjangkau Perusahaan Listrik Negara. Dengan memanfaatkan aliran air, sistem pembangkit listrik berskala pikohidro dapat membantu masyarakat pedalaman [1]. Dengan adanya penelitian mengenai potensi sistem pembangkit listrik yang ada di indonesia, dapat menjadikan masukan kepada pemerintah yang ingin mensejahterakan masyarakat. Sebab masih banyak masyarakat yang membutuhkan listrik untuk menunjang kehidupan sehari hari.

Penelitian berikutnya membahas mengenai energi kinetik dari air yang dimanfaatkan sebagai energi mula pada sistem pembangkit listrik. Pemanfaatan energi air sudah banyak digunakan, akan tetapi cenderung memanfaatkan energi potensial dari air. Pada penelitiannya, energi kinetik dari air dimanfaatkan sebagai penggerak mula pada turbin, dan nantinya turbin akan satu poros dengan generator yang menjadikan *output* generator yaitu aliran listrik [2].

Menurut Anagnostopoulos John S dan Papantonis Dimitrios E dalam penelitiannya yang berjudul "*Flow Modeling and Runner Design Optimization in Turgo Water Turbines*". Turbin turgo sangat cocok untuk untuk menggantikan Pelton atau turbin Francis dengan *head* tinggi. Turbin turgo sendiri dapat digunakan dalam tingkatan *head* sedang hingga tingkat *head* tinggi, dari 15-300 m. Karena itu turbin Turgo merupakan solusi terbaik untuk laju aliran air yang besar secara variasi. Selain itu, dapat di operasikan untuk jangka waktu yang lama maupun minimum [3]. Menurutnya, turbin Turgo dan turbin Pelton sama saja kerjanya, yang membedakan yaitu bentuk dari sudu turbin saja yang berbeda. Turbin turgo yang memiliki bentuk yang lebih rapat antar sudunya menjadikan energi input dari tekanan air diterimanya lebih efisien dibandingkan dengan turbin Pelton.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

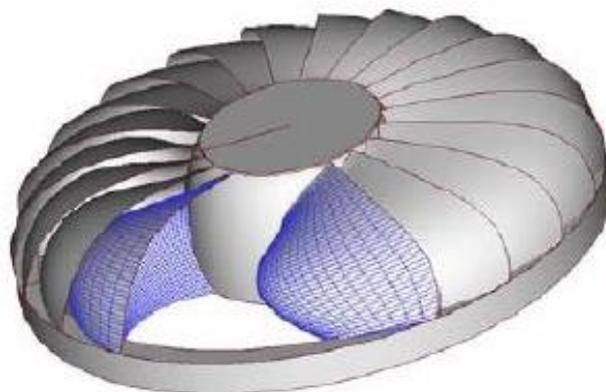
Pikohidro yaitu pembangkit listrik tenaga air yang mempunyai daya *output* dari ratusan Watt hingga 5kW. Pembangkit listrik tenaga pikohidro biasa disebut *clean energy* sebab sistem yang digunakan dari alam bersifat ramah lingkungan. Keluaran dari sistem pembangkit air langsung keluar berupa air seperti semula, sehingga dapat dibangun di lingkungan masyarakat. Seperti pada aliran sungai, maupun saluran irigasi sawah.

Energi air yang dimanfaatkan berasal dari aliran sungai atau danau yang dibendung dan dari ketinggian tertentu serta debit air yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuh air, maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Sistem pembangkit listrik termasuk dalam sistem konversi energi, dengan menggunakan turbin air dan generator[4].

Secara teknis, Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro memiliki tiga komponen inti dalam sistem pembangkitannya yaitu energi air yang berguna sebagai energi penggerak mula, turbin air yang berguna sebagai alat perubah energi potensial menjadi energi kinetik, dan generator sebagai perangkat yang berguna untuk sistem konversi dari energi mekanik menjadi energi listrik.

2.2.2 Turbin Air

Turbin air adalah komponen dari sistem pembangkit listrik yang cara kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik dengan cara air yang mengalir diarahkan pada sudu turbin air yang nantinya berguna untuk memutar generator pada sistem pembangkit listrik. Komponen ini termasuk perangkat mekanika yang terdiri dari poros dan sudu-sudu.



Gambar 2.1 Turbin Air[3]

Dalam sistem kerjanya turbin air terbagi menjadi 2, yaitu:

1. Turbin Impuls

Turbin impuls yaitu turbin air yang memiliki cara kerja dengan merubah seluruh energi dari air berupa potensial, tekanan, dan kecepatan menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Contoh dari jenis turbin ini yaitu turbin turgo dan turbin pelton.

2. Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin yang menghasilkan putaran atau torsi dengan menggunakan tekanan atau masa dari fluida. Pada jenis turbin reaksi diperlukan sudu yang berguna untuk mengontrol fluida yang masuk. Contoh dari turbin ini yaitu turbin angin, turbin Francis dan turbin Kaplan atau propeller.

2.2.3 Generator

Generator adalah salah satu komponen utama pada sistem pembangkitan listrik yang berguna untuk konversi dari energi mekanik yang dihasilkan turbin dan diolah menjadi energi listrik sebagai *output* dari generator. Sumber energi gerak dari generator berasal dari berbagai macam, pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pihidro salah satunya. Sumber energinya berasal dari aliran air karena adanya turbin yang berputar akibat dari dorongan tekanan air.

Prinsip kerja dari generator listrik berdasarkan hukum Hukum Faraday, yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong dari garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan menimbulkan gaya gerak listrik yang memiliki satuan *Volt AC*.

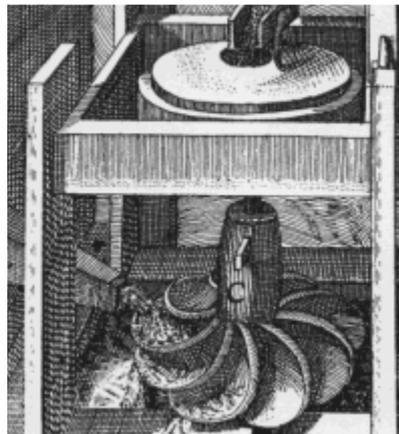
2.2.4 Turbin Turgo

Turbin turgo adalah jenis turbin yang bertipe impuls, sistem kerjanya sama seperti turbin Pelton. Turbin turgo cocok untuk menggantikan Pelton multi-jet dengan head rendah, turbin ini dapat digunakan dalam head sedang hingga tinggi, yang head berkisar 15 sampai dengan 300 m. Seperti turbin Pelton, turbin Turgo memiliki kurva efisiensi yang luar biasa sehingga merupakan solusi terbaik untuk variasi laju aliran besar[3]. Pada ujung aliran air diarahkan pada turbin turgo memiliki kemiringan 20-30 derajat dan air keluar diarahkan pada bagian belakang turbin seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Posisi Keluarnya Air [5]

Turbin Turgo pertama kali dipatenkan oleh perusahaan Eropa pada tahun 1919, dengan desain awal sudah ada sejak abad ke 16 seperti gambar 2.3 sistem kerjanya yang masuk dari sisi input air dan keluar dari sisi *output* air menjadikan jenis turbin ini lebih efisien. Oleh karena itu, laju air yang masuk dan aliran yang lebih besar dapat di tangani dibandingkan dengan turbin Pelton. Akibatnya, turbin Turgo memiliki spesifikasi yang lebih dan ukuran yang lebih kecil dari turbin pelton dengan daya yang sama.

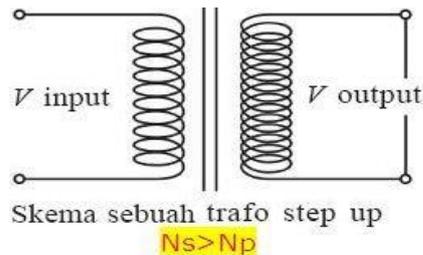


Gambar 2.3 Desain Awal Turbin Turgo [3]

Kesederhanaan dari sistem kerja turbin turgo dan kemampuan dalam beroperasi secara efisien di musim kemarau. Turbin turgo menjadi pembangkit listrik di bagian terkecil Zimbabwe dan lebih jauh di seluruh Afrika. Dari kesederhanaan turbin turgo menjadi daya tarik dari Nyangani Renewable Energy (NRE). NRE adalah pembembang sebuah proyek pembangkit listrik tenaga air di Afrika. Pungwe B Plan di Zimbabwe adalah instalasi Turgo terbesar di Afrika dengan menggunakan empat turbin turgo yang identik. Setiap *nozzel* kembar menggunakan Runner berdiameter rata-rata 28 inch (71 cm) dan beroperasi head diatas 176 m. Cara kerjanya yang menggunakan gabungan empat turbin menghasilkan daya lebih dari 16 MW [6].

2.2.5 Transformator

Transformator atau trafo merupakan peralatan listrik elektromagnetik yang berfungsi untuk memindahkan dan menaikkan / menurunkan besaran nilai listrik AC dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya dengan ketentuan frekuensi yang sama dan bekerja dengan berdasarkan prinsip induksi magnetik, yang dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.



Gambar 2.4 Skema Trafo Step Up

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa skema trafo step up dan step down. Yang dimana memiliki masing masing kriteria atau ciri ciri yang sebagai berikut:

Trafo Step Up

- Lilitan pada sisi primer memiliki jumlah yang sedikit dibandingkan dengan jumlah lilitan pada sisi sekunder ($N_p < N_s$).
- Tegangan pada sisi primer bernilai lebih kecil dibandingkan dengan tegangan pada sisi sekunder ($V_p < V_s$).
- Kuat arus pada sisi primer bernilai lebih besar dibandingkan dengan kuat arus pada sisi sekunder ($I_p > I_s$).

Tranformator yang digunakan pada pembangkit listrik turbin turgo menggunakan trafo tegangan yang berguna untuk *step up* tegangan yang keluar dari generator menjadi 220 volt AC sehingga listrik yang keluar dapat dimanfaatkan.

Pada transformator dapat dibuat persamaan sebagai berikut

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad (2.1)$$

Keterangan:

V_p = Tegangan Primer

N_s = Jumlah Lilitan Kumbaran Sekunder

V_s = Tegangan Sekunder

I_p = Arus primer

N_p = Jumlah Lilitan Kumbaran Primer

I_s = Arus Sekunder