

ANALISA PENGARUH SUDUT KELUAR SUDU TERHADAP PUTARAN TURBIN PELTON

Ali Thobari, Mustaqim, Hadi Wibowo

Faculty of Engineering, Universitas Pancasakti Tegal

Jl. Halmahera KM. 1 Kota Tegal 52122 Telp./Fax. (0283) 351082

E-mail: upstegal@gmail.com, Website: www.upstegal.ac.id

banktaqim@gmail.com, hadimaula@gmail.com,

ABSTRAK

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang cocok untuk daerah yang mempunyai tinggi jatuh (*head*) yang tinggi. Berdasarkan debit air dan head yang tinggi pada sumber mata air inilah maka di buat sebuah turbin air jenis pelton dimana untuk memperoleh putaran dan daya yang maksimal, maka perlu dibuat perencanaan turbin pelton dengan variasi sudut keluar sudu β_2 yang berbeda.

Pengujian awal dilakukan dengan menggunakan dua nosel dengan variasi sudut keluar sudu β_2 10° , 20° , 30° , 40° dan 50° dengan ketinggian air jatuh (*head*) 16 meter. Pada pengujian ini debit air yang masuk dan keluar nosel konstan dengan kemiringan jatuhnya air 85° . Untuk proses pengambilan data dilakukan untuk setiap variasi sudut keluar sudu β_1 sebanyak tiga kali dengan variasi sudut masuk sudu β_2 10° , 20° , 30° , 40° , dan 50° .

Dari hasil pengujian dan analisa perhitungan pada sudut keluar sudu β_2 10° , 20° , 30° , 40° , 50° diperoleh putaran 555 rpm, 526 rpm, 479 rpm, 427 rpm, 357 rpm dan daya 192 Watt, 178 Watt, 155 Watt, 130 Watt, 100 Watt. Dengan demikian semakin besar sudut keluar sudu β_2 yang digunakan maka semakin kecil putaran dan daya yang akan diperoleh

Kata kunci : Turbin Air Pelton, Sudut Keluar Sudu, Putaran Turbin.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Latar Belakang dari perencanaan ini yaitu memafaatkan sumber air didaerah pegunungan untuk dibuat sebuah pembangkit listrik. Dalam perencanaan turbin air ini dimaksudkan bisa dimanfaatkan untuk mengatasi penerangan didaerah-daerah yang belum terjangkau listrik, tetapi mempunyai potensi untuk dibuat sebuah pembangkit listrik. Sehingga dapat memajukan daerah tersebut serta bisa pemeratakan pembangunan dalam bidang penerangan. Banyaknya sumber mata air yang tersedia didaerah pegunungan, sehingga penulis terinspirasi untuk membuat sebuah pembangkit listrik didaerah tersebut. Pemilihan jenis turbin yang tepat untuk daerah tersebut adalah jenis pelton, karena mempunyai debit aliran yang kecil tetapi memiliki head yang besar yaitu 16 meter dari sumber air menuju kedasar tempat penempatan turbin.

Diantara berbagai penelitian yang sudah ada hanya dilakukan optimalisasi pada jumlah sudu dan pengaruh nosel. Selain itu sarana untuk penerangan listrik didaerah tersebut juga terbatas, sehingga perlu dibantu dengan sarana lain yaitu berupa mesin pembangkit listrik yang dapat digunakan untuk keperluan penerangan didaerah tersebut.

LANDASAN TEORI

A. Turbin Air

Turbin air pelton adalah sebuah alat berbentuk lingkaran yang dibangun di sungai yang mempunyai debit air kecil tetapi mempunyai *head* yang tinggi. Alat ini berputar pada sumbunya karena adanya dorongan aliran air melalui pipa pesat yang cukup cepat. Sejalan dengan berputarnya turbin, alat ini sekaligus mengambil air dari sungai dan ditampung dalam sebuah bak penampung, selanjutnya dialirkan melalui sebuah pipa pesat dan dikeluarkan melewati sebuah *nosel*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air

(Puslitbang SDA) telah meneliti turbin air untuk mengambil air dari sumbernya bagi keperluan seperti untuk irigasi, air kolam ikan dan sebagainya. Air merupakan suatu unsur penunjang yang sangat penting bagi pengembangan secara menyeluruh suatu kehidupan. Pemanfaatan alat secara tepat guna merupakan suatu alat yang baik untuk merangsang pertumbuhan perekonomian negara. Berdasarkan alasan tersebut, dapat dimengerti apabila pada akhir-akhir ini permintaan akan pembangkit tenaga semakin meningkat di negara-negara seluruh dunia. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa, ditinjau dari segi kebutuhan tenaga, hampir dapat dipastikan semua negara di dunia benar-benar sedang mengalami “ krisis energi “ dan berbagai kesibukan dilakukan untuk menjajagi pemanfaatan berbagai alternatif pembangkit energi untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Tenaga listrik memegang peranan penting dalam pengembangan ekonomi dan pembangunan suatu bangsa. (Kelvin Rockwel, 2008)

B. Klasifikasi Turbin Air

Turbin air juga dibedakan dalam dua golongan utama, yaitu dipandang dari segi pengubahan momentum *fluida* kerjanya yaitu :

a. Turbin *Impuls*

Turbin *impuls* disebut juga dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari *nosel* tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Sehingga energi tempat dan energi tekanan yang dimiliki oleh aliran air dirubah semuanya menjadi energi kecepatan. Contoh dari turbin *impuls* ini adalah turbin pelton.

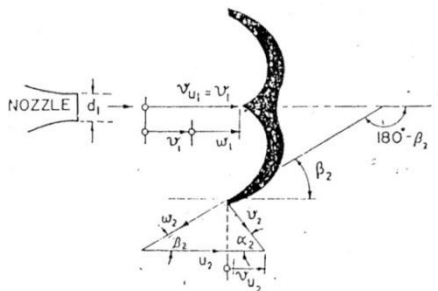
b. Turbin *Pelton*

Turbin *Pelton* merupakan salah satu jenis turbin air yang cocok untuk daerah yang mempunyai tinggi jatuh (*head*) yang tinggi karena bentuk kelengkungan sudu yang tajam. Turbin Pelton terdiri dari rumah turbin (*casing*), roda jalan (*runner*) dengan sudu-sudu berada disekelilingnya,

nossel, dan pipa pesat. Rumah turbin selain sebagai tempat *nossel* terpasang, juga berfungsi untuk mengarahkan percikan air keluar sudu sehingga tidak mengganggu roda jalan dan jet aliran keluar *nossel*.

C. Perencanaan Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang cocok untuk daerah aliran sungai yang *berhead* tinggi. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok kekedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis.



Gambar 1. Segitiga Kecepatan (Dr. Jagdish LAL, 2008)

Untuk mendapatkan efisiensi yang baik, dalam turbin pelton harus terdapat hubungan antara kecepatan keliling (U), dan kecepatan keluar (C_1). Untuk menganalisis aliran melalui bergerak baling-baling melengkung perlu untuk menarik segitiga kecepatan.

Pada perencanaan turbin pelton ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya yaitu untuk persamaan kecepatan spesifik adalah :

$$nq = \frac{n \sqrt{V}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- nq = Kecepatan Spesifik (rpm)
- n = Putaran Turbin (rpm)
- Pt = Daya Turbin (HP)
- H = Tinggi Jatuhan Air (m)

Untuk debit air yaitu :

$$Q = \frac{\text{volume air}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- Q = Debit air (m³/s)
- V = Volume air (m³)
- T = Waktu (detik)

Dimana kita asumsikan ke nilai β_2 dengan melihat segitiga kecepatan menghasilkan rumus ⁴⁾ :

$$V_2 = U_2 - W_2 \cos \beta_2 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- Vu_2 = kecepatan tangensial (m/s)
- U_2 = Kecepatan keliling (m/s)
- W_2 = Kecepatan relatif (m/s)
- $\cos \beta_2$ = Sudut keluar sudu (°)

Kemudian untuk daya turbin dengan persamaan ⁴⁾ :

$$Pt = \frac{\rho Q (Vu_1 - Vu_2) U}{g \times 75} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- Pt = daya Turbin (HP)
- Q = debit air (m³/s)
- Vu_1 = kecepatan tangensial (m/s)
- Vu_2 = kecepatan tangensial (m/s)
- u = Kecepatan keliling turbin (m/s)
- ρ = Massa jenis air = 1000 kg/m³

$$U = \frac{\pi \times D \times n}{60} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana

- u_1 = Kecepatan keliling turbin (m/s)
- D = Diameter turbin (m)
- n = Putaran Turbin (rpm)

METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian awal dilakukan dengan dua nosel dengan sudut keluar sudu β_2 10° dan dengan *head* 16 m. Pada pengambilan data awal ini, debit air yang masuk dan keluar sudut keuar nosel konstan. Pengujian awal pengambilan data yaitu, air dialirkan dari sumber mata air yang telah ditampung dalam bak penampung. Alirkan air melalui pipa pesat dengan kemiringan jatuhnya air 85° . Air yang mengalir tadi akan masuk menuju rumah turbin. Didalam rumah turbin air akan menghantam sudu turbin, dan hantaman air ini yang menyebabkan terjadinya putaran pada turbin. Pada saat turbin berputar, putaran inilah yang akan dijadikan data awal dalam penelitian. Proses pengambilan data diatas dilakukan lima belas kali uji coba. Pengujian dengan sudut keluar sudu β_2 10° sampai dengan sudut keluar sudu 50° . Dengan pengambilan data masing-masing dari setiap Sudut keluar sudu dilakukan secara tiga kali pengambilan data.

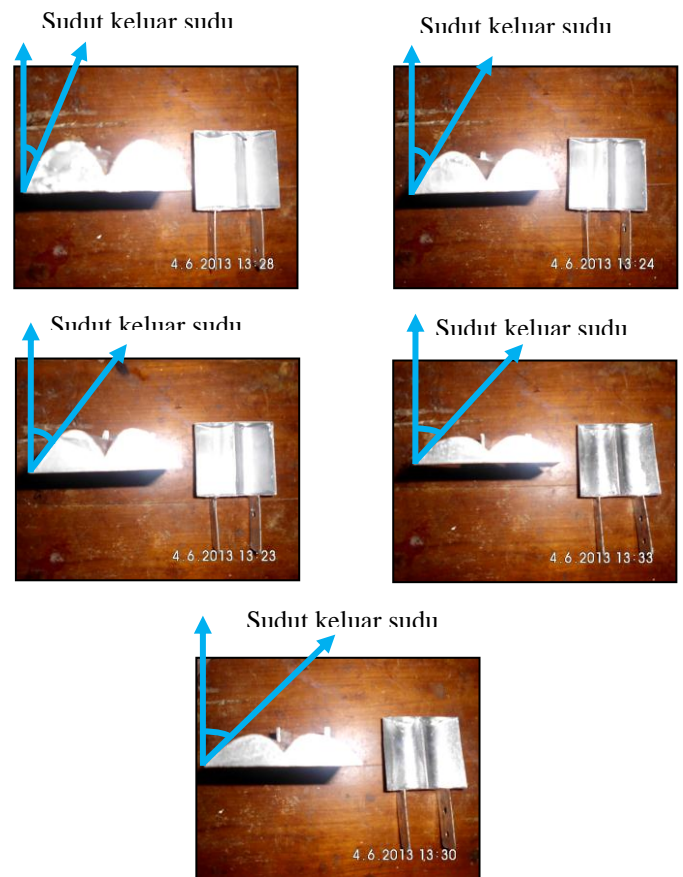
- Desain Alat Uji Turbin Pelton

Adapun rancangan awal dari desain alat ini adalah variasi sudut keluar sudu pada turbin pelton. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah plat besi dengan ketebalan 0,6 cm, diameter rotor turbin sebesar 60 cm, dengan jumlah sudu turbin sebanyak 8 sudu. Untuk lebih jelasnya berikut gambar dari turbin pelton.



Gambar 2. Desain Turbin Pelton

Untuk variasi sudut keluar sudu β_2



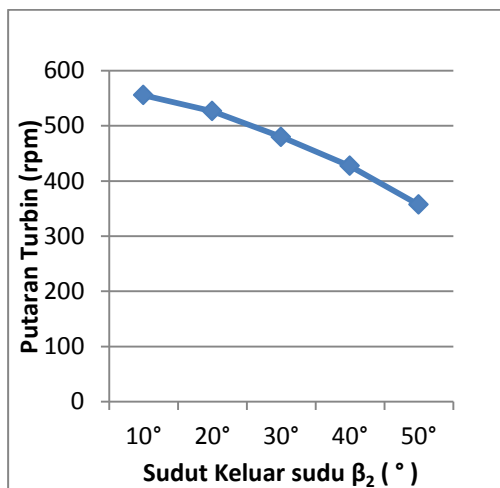
Gambar 3. Desain sudut keluar sudu β_2

HASIL DAN PEMBAHASAN

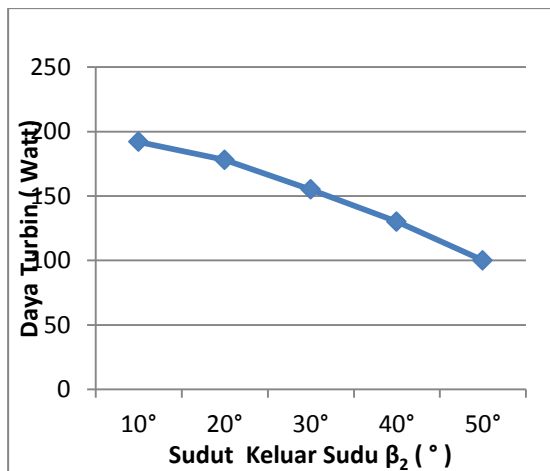
A. Hasil

Analisa data bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan daya turbin yang terjadi. Data hasil penelitian yang dilakukan diketahui ada perbedaan putaran dan daya turbin yang dihasilkan dari sudut keluar sudu turbin pelton. Besar perubahan daya turbin dipengaruhi oleh perubahan putaran turbin yang diakibatkan adanya variasi sudut keluar sudu β_2 turbin yang diberikan, dimana semakin besar putaran turbin maka daya yang dihasilkan semakin besar. Melihat hasil penelitian diatas telah memberikan gambaran yang jelas bahwa kelompok penelitian dari variasi sudut

keluar sudu β_2 turbin pelton ini ternyata dapat menghasilkan daya turbin yang berbeda. Fenomena semacam ini menunjukkan bahwa dengan sudut keluar sudu turbin pelton sebesar 10° dapat menghasilkan putaran turbin sebesar 555 rpm dan daya turbin 192 W. Selain sudut keluar sudu turbin berpengaruh terhadap putaran turbin, sudut pengarah nosel turbin juga berpengaruh terhadap putaran turbin yang dihasilkan.



Grafik 4. Sudut keluar sudu β_2 dengan Putaran Turbin



Grafik 5. Hubungan Antara Sudut Keluar Sudu β_2 dengan Daya Turbin.

Dari Grafik diatas telah ditunjukkan hasil perbedaan antara Sudut keluar sudu β_2 10° , 20° , 30° , 40° dan 50° , putaran dan daya dengan sudut keluar sudu β_2 10° yang

dihasilkan lebih besar dari Sudut keluar sudu lainnya.

Melihat hasil penelitian di atas telah memberikan gambaran yang jelas bahwa kelompok penelitian dari variasi sudut keluar sudu β_2 ternyata dapat menghasilkan putaran dan daya yang lebih tinggi. Fenomena semacam ini menunjukkan bahwa dengan sudut keluar sudu β_2 10° akan menghasilkan putaran dan daya turbin yang lebih tinggi dari variasi sudut keluar sudu β_2 yang lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan dikesimpulan sebagai berikut:

Bahwa semakin besar sudut keluar sudu β_2 yang digunakan maka akan semakin kecil putaran yang dihasilkan dan semakin kecil pula daya yang diperoleh. Dengan sudut β_2 10° , 20° , 30° , 40° dan 50° diperoleh putaran 555 rpm, 526 rpm, 479 rpm, 427 rpm, 357 rpm dan daya 192 Watt, 178 Watt, 155 Watt, 130 Watt, 100 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Bono, 2008, *Karakterisasi Daya Turbin Pelton Mikro Sudu Setengah Silinder Dengan Variasi Bentuk Penampang Nosel*, Polines, Semarang.
- Bono, 2011, *Karakterisasi Daya Turbin Pelton Sudu Setengah Silinder Dengan Variasi Perbandingan Lebar Sudu Dengan Diameter Nosel Pada Harga Perbandingan Jet Sebesar 18*, Polines, Semarang.
- Fritz Dietsel, 1988, *Turbin Pompa Dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta
- Jagdish LAL Dr, 2010, *Hydraulic machines, Netaji subhas road*, Delhi.
- Hadimi. Supandi. Dan Agus Rohermanto, 2006, *Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida*, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak.
- Kadir Zahri, 2010, *Pengaruh Tinggi Sudu Kincir Air Terhadap Daya Dan Efisiensi Yang Dihasilkan*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Pudjanarsa Astu M.T *Mesin Konversi Energi*, Andi
- Sahid. Bono. dan Sunarwo, 2006, *Pengaruh Nosel Berpenampang Segi Empat Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Mikro Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*, Polines, Semarang.
- Wicaksono, Riski Hario S.T. *Variasi Jarak Nosel Terhadap Perubahan Putaran Turbin Pelton*. Universitas Gunadarma