

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan sumber listrik dari alam salah satunya adalah dengan memanfaatkan aliran air yang terdapat pada aliran sungai. Banyaknya sungai dan danau air tawar yang ada di Indonesia merupakan modal awal untuk pengembangan energi air ini. Potensi air sebagai sumber energi terutama digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air salah satunya ialah mikrohidro (Sirojuddin, 2015). Potensi tenaga air di seluruh Indonesia diperkirakan sebesar 75684 MW. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik dengan kapasitas 100 MW ke atas dengan jumlah sekitar 800 (Lokakarya PLN, 2006). Untuk dapat menghasilkan listrik dari sumber tersebut maka perlu di gunakan alat pembangkit listrik salah satunya berupa PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro).

PLTMH adalah suatu instalasi pembangkit listrik skala kecil berupa turbin yang menggunakan energi air sebagai tenaga penggeraknya seperti pada saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan variabel yang sangat menentukan daya output suatu pembangkit tenaga air yaitu jumlah kapasitas aliran air dan tinggi jatuh air. dan menurut (Kementrian ESDM RI. Peraturan No.8, 2011) pembangkit listrik skala mikro hidro (PLTMH) yakni bila daya yang dibangkitkan iyalah dibawah 1 MW. Tinggi jatuh air pada suatu tempat akan tetap pada waktu yang lama, sedangkan kapasitas aliran air sungai sangat

bervariasi bergantung kepada curah hujan yang jatuh pada daerah tersebut. Semakin besar kapasitas aliran air maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Istilah dari kapasitas itu sendiri mengacu pada jumlah volume aliran air per satuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran air sampai ke instalasi dikenal dengan istilah head (Dwiyanto, V., 2016).

Secara sederhana turbin air memiliki bagian yang dapat diputar oleh energi potensial dari air yang dapat memutar rotor sehingga rotor akan berputar dan putaran tersebut dapat menghasilkan daya listrik akibat interaksi poros dan gulungan kawat turbin listrik sehingga menghasilkan tegangan, salah satu turbin air yang bisa digunakan adalah jenis turbin air banki. Turbin banki atau yang biasa dikenal sebagai turbine *Crossflow* dikembangkan dan dipatenkan di Jerman Barat oleh Prof. Donat Banki sehingga turbin ini diberi nama Turbin Banki atau Turbin Michell Ossberger (Haimerl, L.A., 1960). Turbin crossflow dapat dioperasikan pada debit 20 liter/s hingga 10 m³ /s dan ketinggian antara 1 m s/d 200 m. Turbin crossflow menggunakan nosel persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner (Haimerl, L.A., 1960). Turbin banki memiliki bagian saluran lepas yang biasa disebut dengan draft tube, draft tube merupakan bagian penting dari turbine untuk dapat meningkatkan efisiensi, pasalnya energi kinetik aliran setelah melewati runner dapat di ubah menjadi *energy pressure*. Energi tersebut tidak dapat digunakan pada runner, oleh karena itu untuk mencari cara agar dapat menangkap energi tersebut, yaitu dengan memperluas tekanan di sisi keluar runner turbin dan memiliki tingkatan akhir dibawah permukaan air minimal untuk membantu mengubah energy tekanan atau head (R.K. Rajput., 1998). Maka dari

itu draft tube di butuhkan untuk dapat menurunkan tekanan pada sisi keluar runner di bawah tekanan atmosfer. (Aritonang., 2018).

Pada penelitian yang di lakukan oleh Choi & Son, (2012) telah di ketahui bahwa bentuk pada draft tube mempengaruhi aliran sudu runner pada tingkat satu dan tingkat dua runner. Penelitian ini tidak memvariasikan tinggi draft tube, tetapi hanya memvariasikan sudut diffuse draft tube pada ketinggian yang sama. Lalu, Reddy, et al (1996) melakukan penelitian eksperimental mengenai darft tube pada turbin *crossflow*, di dapat bahwa ukuran dan bentuk draft tube yang tepat dapat memberikan efek yang positif dalam peningkatan turbin performa pada setiap head turbin. pada pengujian saat kecepatan putar mencapai kecepatan tertentu penggunaan darft tube dengan ukuran 300 mm pada head 6 m memiliki keluaran daya output yg tertinggi dibandingkan dengan jenis draft tube lainnya pada head yang sama. Penelitian ini tidak memvariasikan sudut diffuse draft tube tetapi hanya memvariasikan tinggi draft tube.

(Agarwal, et al., 2017) melakukan percobaan bentuk draft tube yang terdiri dari 3 jenis berbeda yakni *conical type*, *curved-elbow type* dan *Bell Mouth Type*. Ketiga jenis tersebut mewakili bentuk yang berbeda-beda. Percobaan dilakukan melakukan pengujian aliran dengan menggunakan *CFD*. Selain itu di lakukan pengujian eksperimental. Dengan membandingkan hasil kedua metode analisa tersebut hasilnya adalah keduanya memiliki sedikit perbedaan diakibatkan adanya faktor error pada software yang digunakan dan masih dalam batas normal. Di samping itu hasil dari pada analisa draft tube tersebut menunjukkan hasil efisiensi yang cukup signifikan yakni conical draft tube dengan sudut diffuse 8° memiliki efisiensi sebesar 84,4%, sedang sudut diffuse 3° dengan parameter yang sama

memiliki efisiensi lebih rendah, yaitu sebesar 77,4%. Pada penelitian di simpulkan bahwa sebaiknya *conical draft tube* di sarankan pada sudut $7-8^\circ$ lebih dari itu di khawatirkan akan mengakibatkan terjadinya *back flow* dan masalah-masalah kavitasi. Penelitian ini hanya berfokus pada variasi bentuk draft tube secara umum dengan tidak memvarasikan tinggi draft tube.

Draft tube berperan penting untuk merubah energi kinetik dari aliran fluida menjadi energi potensial sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari turbin air. Oleh karena itu, desain dari sebuah draft tube akan sangat mempengaruhi performa dari sistem pembangkit listrik tenaga air. Aliran fluida pada draft tube mempengaruhi unjuk kerja sebuah turbin air. Air sebagai media kerja turbin dianggap sebagai fluida yang tak kompresibel, yaitu fluida yang secara virtual massa jenisnya tidak berubah dengan tekanan. Fluida adalah zat yang berubah secara kontinu (terus-menerus) bila terkena tegangan geser, betapapun kecilnya tegangan geser tersebut. Rancang bangun draft tube yang sesuai akan meningkatkan sebagian dari head kecepatan pada saat meninggalkan turbin tersebut. Hal ini dapat meningkatkan energi dan efisiensi suatu turbin. Pemilihan dimensi merupakan salah satu cara mengoptimalkan draft tube. (Subekti, R., 2012)

Mengenai Simulasi optimasi pada draft tube dengan menggunakan metode CFD juga dapat di validasi melalui penelitian yang telah di lakukan oleh peneliti dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yakni (Subekti, R., 2012) meneliti tentang optimasi draft tube Menemukan bahwa hasil simulasi aliran secara numerik atau CFD memiliki validitas yang baik hal ini terbukti dengan perbandingan *nett mass flow* dan *mass flow rate* pada sisi inlet draft tube yakni

$1,091 \times 10^{-6}$ % hal ini masih sangat baik karena masih di bawah 1 %. Tetapi penelitian ini tidak menunjukkan seberapa efisiensi yang bisa di dapatkan dikarenakan penelitian hanya fokus terhadap perbandingan tekanan dan kecepatannya saja.

Riset ini adalah untuk menginvestigasi bentuk draft tube terhadap aliran air pada sudu tingkat 1 dan tingkat 2 runner turbin banki menggunakan *software CFD SolidWorks Flow Simulation* untuk melihat konfigurasi aliran airnya dan untuk mengetahui bagaimana efisiensi yang diperoleh berdasarkan gaya drag pada sudu menjadi maksimal pada beberapa variasi ukuran dan bentuk draft tube pada turbin *crossflow* yang dibuat dengan memvariasikan ketinggian draft tube dan sudut diffuse draft tube berdasarkan patokan diameter runner. Sementara jarak inlet draft tube terhadap runner dibuat $0,7 D_1$ (Diameter Runner).

1.2. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi masalah yang akan dijadikan bahan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah bentuk draft tube dapat mempengaruhi aliran air pada sudu runner tingkat satu dan tingkat dua ?
2. Bagaimana desain bentuk draft tube yang tepat agar aliran tidak membentur poros ?
3. Bagaimana desain bentuk draft tube yang tepat agar efisiensi yang diperoleh berdasarkan gaya drag pada sudu menjadi maksimal?

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk dapat mengarahkan fokus penelitian menjadi lebih spesifik maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. *Inlet volume flow* (debit air masuk) sebesar $0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$
2. *Outlet Environment* Sebesar 101325 Pa
3. Tinggi Jatuh air atau Head sebesar 5,5 m
4. Draft Tube yang dibuat digunakan untuk turbin *crossflow* tipe banki
5. Simulasi dilakukan menggunakan *CFD SolidWorks Flow Simulation*
6. Perputaran runner saat simulasi dalam kondisi statis
7. Kavitasi diabaikan
8. *Guide vane* terbuka 100%

1.4. Perumusan Masalah

Dilihat dari identifikasi dan pembatasan masalah, maka peneliti memberi judul pada penelitian ini adalah “Investigasi Bentuk Variasi Draft Tube Pada Turbin Banki Terhadap Aliran Sudu Berbasis *CFD*”.

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh tiap desain draft tube dari variasi DT-1, DT-2, DT-3, DT-4 dan DT-5 terhadap aliran yang melewati sudu runner tingkat satu dan tingkat dua pada runner turbin banki

2. Mendapatkan desain draft tube yang memiliki aliran yang baik, tidak membentur poros dan efisiensi yang diperoleh berdasarkan gaya drag pada sudu yang maksimal.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa teknik mesin secara khusus dan bagi masyarakat pada umumnya, antara lain :

1. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa teknik mesin khususnya konsentrasi perancangan dalam merancang atau meneliti suatu produk.
2. Mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam menggunakan software berbasis CFD untuk menganalisa suatu produk dengan simulasi yang diinginkan.

