

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan ancaman serius bagi masyarakat modern. Salah satu penyebab utama perubahan iklim dan pemanasan global adalah bahan bakar fosil. [1] Seperti kita ketahui, bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara masih menjadi sumber energi utama sedangkan cadangan energinya terus menurun. Hal itu menyebabkan banyak negara yang sudah melakukan penelitian-penelitian tentang pusat pembangkit energi terbarukan. Pembaharuan atau Renewable energy merupakan penelitian yang sangat tepat untuk dikembangkan untuk mengatasi kelangkaan energi. [2] Pembangkit listrik tenaga air dianggap sangat kompetibel untuk pengembangan energi terbarukan.[3] Namun penelitian yang berkaitan dengan air telah menghabiskan biaya yang sangat besar karena lokasi dan investasinya yang sangat besar dan pembangunannya yang cukup lama. Solusi yang tepat untuk permasalahan investasi pembangkit listrik tenaga air yang terbilang cukup mahal adalah menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro.[4] Pembangkit listrik tenaga air kecil ini mengkonsumsi lebih sedikit ruang, dapat diandalkan dan hemat biaya. [5]

Solusi seperti piko hidro sedang menjadi prospek yang menarik untuk dikembangkan. Piko hidro mengacu pada pembangkit listrik tenaga air terkecil dengan kapasitas kurang dari 5kW. Piko hidro berada paling depan dari opsi pengembangan energi ini karena dianggap sebagai pilihan energi terbarukan yang paling hemat biaya dan juga piko hidro turbin adalah prospek yang menarik untuk memenuhi kebutuhan dasar listrik jarak jauh.[4] Perkembangan pembangkit listrik tenaga pikohidro menarik untuk dipelajari. Terdapat tiga mesin fluida yaitu pompa, blower dan kompresor sentrifugal dimana ketiganya dapat dirubah menjadi turbin air. [6] Selama ini salah satu kendala yang menghambat pengembangan pembangkit tenaga air skala kecil khususnya pikohidro adalah pengadaan komponen penggerak mula (turbin) yang tidak mudah. [7]

Membahas pembangkit listrik tenaga air pasti tidak akan bisa beroperasi tanpa adanya turbin, dimana turbin pada umumnya digunakan sebagai penggerak. Air yang bergerak menumbuk bilah turbin, seperti kincir air, untuk memutar poros. Namun turbin lebih kompak dalam hal keluaran energinya dibandingkan kincir air. Mereka juga memiliki lebih sedikit roda gigi dan membutuhkan lebih sedikit material untuk konstruksi. [8] Turbin hidrolik merupakan salah satu komponen penting pembangkit listrik tenaga air dan perangkat konversi energi. Turbin Hidrolik digunakan untuk mengekstrak energi air yang terus mengalir secara dinamis melewati runner dan draft tube.

Diantara berbagai jenis turbin hidrolik, turbin francis banyak digunakan, karena dapat bekerja pada berbagai jenis aliran dan head. Turbin Francis dapat untuk memanfaatkan energi potensial pada ketinggian menengah (dari beberapa puluh meter sampai 100 m) dimana turbin Francis dapat menghasilkan kecepatan putaran poros tinggi. [3] [8] Turbin francis merupakan turbin hidrolik dengan respon yang baik, dinilai memiliki kinerja yang lebih baik terhadap perubahan debit dan dituntut berefisiensi tinggi saat beban penuh ke pembangkit listrik tenaga air.[9] Turbin francis memiliki runner dan draft tube yang juga sebagai komponen utamanya. Runner dan draft tube pada turbin francis memiliki pengaruh besar pada kinerja dan performa dari turbin. [10][11]. Sehingga desain dan metode optimasi dari runner dan draft tube selalu menjadi hotspot dari penelitian tentang turbin francis.[11] Hal ini menjadikan turbin francis menarik untuk dilakukan pengembangan dan sudah banyak peneliti melakukannya.[12]

Tuntutan untuk peningkatan kinerja turbin dalam rentang penggunaan yang lebih maksimal juga meningkat. Karakteristik utama kinerja turbin adalah efisiensi, kavitasi dan fluktuasi tekanan. Untuk meningkatkan kinerja turbin seperti efisiensi, dilakukan optimasi bentuk roda gerak. dengan berbagai metode optimasi, seperti algoritma genetika atau rancangan eksperimen, dimana hal ini dilakukan untuk menyeimbangkan distribusi beban pada permukaan sudu roda gerak. [13] Pada turbin Francis, sebagian besar penurunan kinerja terjadi di turbin itu sendiri. Optimasi desain runner akan berpengaruh besar pada perkembangan runner tersebut. [14] Kurosawa dkk, menyajikan metode prediksi kinerja akurasi tinggi

untuk turbin Francis, dimana pada penelitiannya salah satu penyebab penurunan efisiensi adalah meningkatnya kehilangan tekanan pada draft tube, sehingga optimalisasi pada draft tube juga akan berpengaruh pada efisiensi turbin.[15]

Pengembangan turbin air juga sudah dilakukan secara luas. Seperti yang sudah dilakukan penelitian sebelumnya yaitu turbin dapat juga dibuat dari blower yang berharga rendah yaitu dengan penggunaan blower sentrifugal sebagai turbin air radial. Penelitian ini menghasilkan efisiensi sekitar 40-50%. [10] Khanal dkk. melakukan modifikasi desain untuk turbin *francis* dengan melakukan modifikasi pada sudut sudu keluar.[11] Xiao-Bin Li dkk, melakukan modifikasi dengan penambahan jumlah runner karena dianggap dapat mempengaruhi efisiensi, dengan banyaknya jumlah runner akan mengurangi ketidakstabilan aliran.[14] Ales Skotak dkk, menganalisis kerugian head yang dihitung di bagian berbeda dari aliran turbin Francis pada laju aliran berbeda. Kesimpulannya, kerugian pada spiral casing dan runner semata-mata disebabkan oleh gesekan yang sedikit, dan akan meningkat seiring dengan laju aliran. Selain itu, kerugian pada runner dan draft tube disebabkan oleh gesekan dan pembentukan pusaran arus, yang meningkat tajam pada operasi beban.[16]

Berdasarkan penjelasan diatas, turbin telah banyak diuji oleh para peneliti sebelumnya. Dimana pengujian bertujuan untuk mengetahui efisiensi dari turbin tersebut. Pada kasus ini pengujian akan dilakukan secara experimental dengan melakukan modifikasi pada runner, dilakukan penambahan jumlah runner dan sudut sudu masuk. Modifikasi pada sudu – sudu untuk membuat aliran *streamline* di daerah masuk, diantara, dan keluar sudu – sudu sehingga mengurangi kerugian aliran. Sudu – sudu pada impeler turbin dimodifikasi sedemikian rupa, sehingga pada akhirnya akan menghilangkan aliran stagnasi pada impeler tersebut. Dengan modifikasi sudu – sudu ini, diharapkan efisiensi turbin meningkat dibandingkan sebelumnya berkisar 10%. Serta melakukan pembeda pada draft tube, dimana akan memvariasikan diameter keluaran. Dari pengujian tersebut hasil yang kita harapkan adalah efisiensi. Sehingga nilai yang dihasilkan bisa sebagai pembanding dan menghasilkan kesimpulan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Penelitian mengenai Turbin *Francis* tidak akan jauh dari penelitian untuk mengetahui *efisiensi*. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah kita akan melihat pengaruh variasi sudut masuk dengan diameter keluaran konstan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh sudut gerak pada kondisi diameter lubang keluaran konstan terhadap efisiensi mekanik turbin francis yang diaplikasikan untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi penggunaan turbin francis yang menghasilkan efisiensi mekanik yang bagus sehingga membantu memberikan ilmu untuk mengembangkan pembangkit listrik di aliran air kecil yang diaplikasikan pada pembangkit listrik skala kecil yaitu pembangkit listrik pikohidro

## 1.5 Batasan Masalah

- Penelitian ini di aplikasikan pada *turbin francis*, dimana pada saat penelitian turbin *francis* tanpa menggunakan sudu pengarah.
- Output penelitian hanya efisiensi mekanik.
- Kajian *experimental* pengujian dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro yang telah di persiapkan, dengan pemamfaatan saluran irigasi di Limau Manis.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini terdiri dari 5 bab dan daftar pustaka. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut: Bab I Pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II Tinjauan Pustaka, pada bab ini dikemukakan hasil telaah atau kajian teori atau unsur-unsur teori (konsep, proposisi, dan sebagainya) atau hasil penelitian dan publikasi sebelumnya yang relevan dengan permasalahan dan tujuan penelitian secara sistematis dan analitik yang menunjang dalam pembuatan penelitian. Bab III Metode Penelitian, bab metode penelitian ini lazimnya disajikan uraian yang rinci mengenai langkah-langkah penelitian, metode dan proses yang digunakan untuk mengetahui karakteristik pengujian dari Turbin *Francis*, guna mengetahui efisiensi. Bab IV Hasil dan Pembahasan, bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan karakteristik sudu dari Turbin *Francis* yang dapat menghasilkan efisiensi terbaik. Bab V Kesimpulan dan Saran yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan penelitian ini. Terakhir adalah Daftar Pustaka serta Lampiran dari penelitian ini.

