

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pemerintah mendorong pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebagai pembangkit listrik yang tertuang dalam Permen ESDM No. 53/2018. Berdasarkan Outlook Energi Indonesia 2019, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) mencatat bahwa sumber daya mini-microhidro berpotensi menghasilkan energi sebesar 19.385 MW, tetapi kapasitas yang terpasang baru 267,79 MW (BPPT, 2019). Artinya, potensi yang cukup tinggi ini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga target bauran energi belum tercapai. Oleh karena itu, sumber energi terbarukan dari air mulai dioptimalkan menjadi pembangkit listrik skala besar, sedang, ataupun kecil.

Pemanfaatan sumber energi tersebut salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), dimana turbin air Kaplan sebagai hal yang utama (Herdiansa & Pratilastiarso, 2017). Pembangkit ini memanfaatkan tinggi terjunan air (*head*) yang rendah dan debit air untuk membentur sudu turbin. Komponen utama turbin Kaplan meliputi *spiral casing*, *guide vane*, poros, *runner*, dan *draft tube* (Susanto, 2013). Dalam perancangannya, konstruksi *runner* turbin harus mempertimbangkan jumlah sudu, ketebalan sudu, kelengkungan sudu, dan bentuk susunan sudu, karena hal tersebut mempunyai pengaruh yang besar terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan (T. D. Putra & Prasetyo, 2018).

Pengaruh bentuk susunan sudu *runner* dapat dilihat pada penelitian sebelumnya (Aziz, 2020) dalam skripsi yang berjudul “Investigasi Bentuk Susunan Sudu *Runner* dengan Celah, Tanpa Celah, dan *Overlap* Geometri terhadap Daya yang Dihasilkan Turbin Kaplan”. Dari penelitian tersebut, disimpulkan bahwa susunan sudu dengan geometri *overlap* atau Varian RB-3 merupakan hasil yang terbaik dibandingkan dengan susunan bercelah dan tanpa celah. Daya yang dihasilkan sebesar 4605,23 Watt, tegangan von Mises diperoleh hasil maksimal sebesar 88,31 Mpa, dan faktor keamanan paling minimum sebesar 4,3 ul. Selain itu, menghasilkan efisiensi hidrolis yang paling besar yaitu 0,94 atau 94% dan efisiensi turbin sebesar 89,3%.

Sedangkan pada penelitian lain (Afandi, 2018) mengenai pengaruh jumlah sudu *runner*, dapat dilihat dalam skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh Jumlah Sudu dan Laju Aliran terhadap Performa Turbin Kaplan”. Variasi yang digunakan meliputi jumlah sudu 3, 4, 5, dan debit aliran air. Dari data pengujian yang dilakukan, diperoleh daya dan efisiensi terbesar pada variasi turbin Kaplan 3 sudu, yaitu sebesar 0.95 Watt dengan efisiensi 4,73 %. Hal ini dikarenakan turbin Kaplan 3 sudu menerima aliran air paling maksimal, sehingga tekanan air yang membentur sudu juga maksimal dan putaran turbin bertambah.

Salah satu desa terisolasi daerah Ciwidey memanfaatkan sungai untuk menunjang listrik. Kemudian dilakukan studi pada pembuatan desain sudu *runner* turbin Kaplan dengan Gottingen (GOE) series dan Airfoil.com. Tinggi jatuh air 8 m dan laju aliran $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Diharapkan daya yang dihasilkan sekitar 13,44 kW dengan putaran 900 rpm dan efisiensi hidrolis 80% (Permana & Rudianto, 2017).

Selanjutnya, riset yang akan dilakukan pada penelitian ini merupakan pembaruan yang bertujuan untuk menginvestigasi susunan sudu *runner* pada turbin Kaplan tiga sudu dengan variasi tinggi sudu bagian dalam -5 mm, sejajar, +5 mm, dan +10 mm dari tinggi sudu standar agar dihasilkan daya dan efisiensi yang maksimal. Desain *runner* diperoleh dari *preliminary* desain dan jurnal sebelumnya yang relevan (Gorla, 2003). Profile sudu didapat dengan *Airfoil* NACA 2412, lalu desain 2D menggunakan AutoCAD. Kemudian dibuat desain 3D dan uji kekuatan menggunakan Autodesk Inventor, serta uji aliran menggunakan *Flow Simulation* pada *software* SolidWorks.

Penelitian ini mengacu pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Beberapa mata kuliah yang terkait yaitu Merencana Mesin, Mekanika Fluida, Mesin Konversi Energi, dan sebagainya. Harapannya, mahasiswa mampu merancang elemen mesin dengan ilmu perhitungan dan desain yang telah didapat dari mata kuliah tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang akan dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Target penyebaran energi di Indonesia belum tercapai, sehingga daerah terpencil masih kekurangan listrik.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sebagai solusi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) belum dimanfaatkan secara optimal.
3. Desain sudu *runner* belum maksimal terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin Kaplan.
4. Nilai *safety factor* yang harus dimiliki dari berbagai varian *runner* turbin Kaplan agar desain aman.
5. Pengaruh ketinggian sudu bagian dalam *runner* turbin Kaplan terhadap daya yang dihasilkan ketika turbin berhenti sesaat.
6. Pengaruh ketinggian sudu bagian dalam *runner* turbin Kaplan terhadap daya yang dihasilkan ketika turbin berputar.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar memudahkan fokus penelitian dan tidak terjadi pelebaran masalah, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Fluida yang digunakan adalah air.
2. Menggunakan debit air = $0,125 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan tinggi jatuh kotor = 5,25 m.
3. Jenis turbin yang diteliti adalah turbin Kaplan.
4. Jumlah sudu *runner* yang digunakan adalah 3 sudu.
5. Varian yang diteliti adalah variasi ketinggian sudu bagian dalam -5 mm, sejajar, +5 mm, dan +10 mm dari ketinggian sudu standar.
6. Pengujian *stress analysis* hanya dalam keadaan statis.
7. Analisa optimasi desain ketebalan sudu menggunakan perhitungan analitis yang divalidasi dengan *software* Autodesk Inventor 2019.

8. Analisa untuk aliran air dan daya yang dihasilkan sudu *runner* menggunakan *software* CFD SolidWorks *Flow Simulation* 2018 dalam kondisi sudu berhenti sesaat dan dalam kondisi berputar.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas, maka ditetapkan rumusan masalah yang meliputi:

1. Berapa nilai daya turbin Kaplan secara analitis berdasarkan parameter yang digunakan?
2. Bagaimana pengaruh ketinggian sudu bagian dalam *runner* terhadap daya yang dihasilkan turbin Kaplan ketika turbin berhenti sesaat?
3. Bagaimana pengaruh ketinggian sudu bagian dalam *runner* terhadap daya yang dihasilkan turbin Kaplan ketika turbin berhenti berputar?
4. Bagaimana hasil desain *runner* turbin Kaplan dengan 3 sudu agar dihasilkan efisiensi yang maksimal?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil daya turbin Kaplan secara analitis.
2. Menganalisis pengaruh bentuk desain 4 variasi ketinggian sudu bagian dalam *runner* turbin Kaplan dengan 3 sudu terhadap daya yang dihasilkan pada kondisi turbin berhenti sesaat.
3. Menganalisis pengaruh bentuk desain 4 variasi ketinggian sudu bagian dalam *runner* turbin Kaplan dengan 3 sudu terhadap daya yang dihasilkan pada kondisi turbin berputar.
4. Mendapatkan efisiensi yang paling maksimal dari hasil variasi desain sudu *runner* turbin Kaplan dengan 3 sudu.

1.6 Manfaat Penelitian

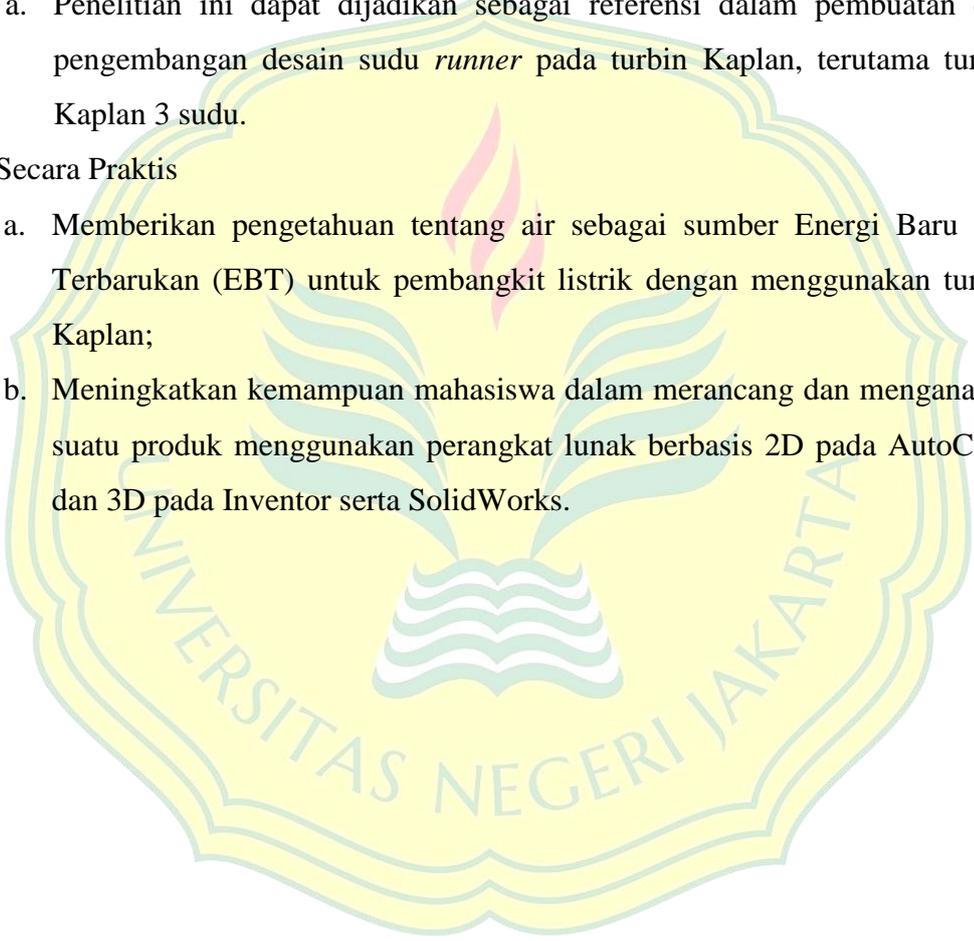
Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi berbagai manfaat bagi banyak pihak seperti sebagai berikut :

1. Secara Teoritis

- a. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam pembuatan dan pengembangan desain sudu *runner* pada turbin Kaplan, terutama turbin Kaplan 3 sudu.

2. Secara Praktis

- a. Memberikan pengetahuan tentang air sebagai sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) untuk pembangkit listrik dengan menggunakan turbin Kaplan;
- b. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam merancang dan menganalisa suatu produk menggunakan perangkat lunak berbasis 2D pada AutoCAD dan 3D pada Inventor serta SolidWorks.



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*