

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Penelitian

Listrik sangat berperan penting dalam perkembangan teknologi saat ini, sehingga pembangkit energi listrik perlu ditingkatkan untuk mengimbangi kebutuhan perkembangan teknologi tersebut. Energi listrik tersebut dapat dibangkitkan oleh pemanfaatan sumber energi tak terbarukan (*unrenewable*) dan pemanfaatan sumber energi terbarukan (*renewable*) seperti matahari, air, angin, panas bumi, biomassa, dan biogas.

Air merupakan sumber energi terbarukan yang murah dan mudah diperoleh di Indonesia. Sifat air yang terus-menerus bergerak dan setiap gerakan air mampu menghasilkan energi alami yang sangat besar. Energi ini diperoleh melalui air dari sungai yang mengalir (energi kinetik) ataupun air yang jatuh pada ketinggian tertentu (energi potensial). Keunggulan energi air dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya adalah mampu menghasilkan tenaga terus menerus selama 24 jam setiap harinya. Selain itu, air juga termasuk energi ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik melalui proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik diperlukan suatu media sebagai *transmitor* energi kinetik air menjadi energi mekanik, media tersebut sering dikenal sebagai kincir air.

“Kincir air adalah semacam roda besar yang dilengkapi dengan timba atau pengambil air yang terbuat dari bambu yang berputar karena aliran air untuk menaikan air dari sungai ke arah sawah yang lebih tinggi posisinya. Besarnya debit air yang biasa dinaikan oleh kincir selalu tergantung pada ketersediaan air yang mengalir, jumlah dan besarnya tabung pembawa air, lamanya tabung tersebut terendam dalam air, dan jumlah putaran kincir serta posisi tabung.” (Junaidi, dkk, 2014). Berdasarkan sistem aliran airnya, kincir terbagi menjadi tiga tipe yaitu *overshot*, *breastshot*, dan *undershot*.

Kincir air *undershot* bekerja bila air yang mengalir, menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir. Selain konstruksinya yang sederhana dan ekonomis, tipe ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada

daerah yang rata serta mudah untuk dipindahkan. Namun nilai kecepatan putar dari kincir model ini lebih kecil jika dibandingkan dengan tipe lain, akan tetapi masih dapat dimanfaatkan untuk tenaga air berskala kecil seperti PLTA *picohydro*.

Kinerja dari sebuah kincir air dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya adalah kecepatan aliran air, jumlah sudu dan bentuk sudu yang terpasang. Bertambahnya kecepatan aliran air akan meningkatkan putaran, torsi, daya roda air serta kecepatan relatif air terhadap sudu pada sisi masuk dan keluar (Jamlay, dkk, 2016). Jumlah sudu kincir sangat menentukan banyaknya gelembung air yang dihasilkan dan kemudian akan menentukan besarnya daya listrik yang dihasilkan dari saluran tersebut. Jumlah sudu berbanding lurus terhadap tegangan listrik, daya listrik, putaran generator dan putaran kincir” (Siregar, dkk, 2016). Bentuk sudu dapat berpengaruh terhadap efisiensi daya poros. Sebagai contoh, untuk kincir dengan jumlah sudu 12 dengan bentuk sudu lengkung dapat mencapai efisiensi daya poros sebesar 23 % (Sihombing, 2009) sedangkan untuk bentuk sudu datar dapat mencapai efisiensi daya poros sebesar 21 % (Siahaan, 2009).

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat, mendorong perkembangan di berbagai bidang ilmu diantaranya adalah mekanika fluida. Fenomena fisika tentang fluida mampu divisualisasikan dengan ditemukannya aplikasi Komputasi Dinamika Fluida atau CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Penggunaan CFD telah banyak diterapkan karena mampu mengatasi geometri yang lebih kompleks dan relevan dengan semua detailnya, serta efisien dalam proses simulasi, penambahan pemodelan turbulen, mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh dan melihat fenomena-fenomena fisika yang terjadi.

Simulasi merupakan salah satu proses yang penting dalam mendisain dan memprediksi kinerja kincir air. Simulasi dapat melibatkan parameter yang mempengaruhi kinerja kincir seperti yang telah dijelaskan di atas, yaitu kecepatan air, jumlah sudu dan bentuk sudu. Simulasi kincir air yang diterapkan pada suatu daerah aliran air memerlukan data mengenai kecepatan air di daerah aliran air tersebut.

Untuk mengetahui gambaran mengenai kecepatan air suatu aliran diperlukan sebuah penelitian mengenai kecepatan air. Sebagai contoh adalah penelitian yang dilakukan oleh Tangkudung (2011) yang menggunakan pelampung untuk mempelajari aliran air. Penggunaan pelampung permukaan dalam mengukur kelajuan aliran air ini memiliki ketelitian hasil pengukuran sebesar 77%. Berdasarkan hasil tersebut, pengukuran kecepatan aliran sungai dapat dilakukan melalui metode pelampung permukaan.

Hasil simulasi Khan, dkk, (2015) menunjukkan bahwa kecepatan aliran air sungai berbanding lurus terhadap daya yang dihasilkan. Selain itu ditunjukkan pula bahwa daya yang dihasilkan dipengaruhi pula oleh radius *waterwheel*. Sebagaimana kecepatan air, radius *waterwheel* juga bernading lurus terhadap daya yang dihasilkan.

Melalui simulasi, Adanta dkk. (2018) memperoleh hasil bahwa kincir air *undershot* dengan jumlah sudu 8 buah berpotensi dapat menghasilkan efisiensi sebesar 45,58 % pada kecepatan inlet sebesar 1 m/s. Jika dibandingkan dengan efisiensi yang dapat diperoleh pada kecepatan inlet yang sama untuk jumlah sudu 6, 7, 9 dan 10 buah, efisiensi kincir dengan jumlah sudu 8 ini merupakan efisiensi yang paling besar.

Desain dan simulasi turbin air dengan sejumlah perbedaan sudu dan geometri perangkat saluran menggunakan CFD menunjukkan bahwa daya poros 10,5 KW dengan koefisien daya 0,66% dapat dihasilkan menggunakan turbin air berdiameter 4 meter. Kemudian dengan memanfaatkan simulasi CFD pada *undershot floating wheel* menunjukkan bahwa *waterwheel* dengan diameter 2 m, jumlah sudu 10 tipe datar menghasilkan daya sebesar 1 KW (*pico range*). (Al Sam, 2010)

Bentuk geometri sudu juga mempengaruhi kinerja kincir air. Pada pengujian mengenai *hydropower* untuk menghasilkan energi listrik pada generator dari aliran fluida dilakukan simulasi 2D pada *paddle wheel* tipe melengkung, dengan variasi kecepatan aliran masuk hanya pada domain aliran air. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa jumlah sudu, dimensi sudu, dan kelengkungan sudu berpengaruh pada performa *hydropower system* (Oladopo, dkk, 2015).

Selain ketiga faktor yang telah disebutkan (kecepatan air, jumlah sudu dan bentuk sudu), simulasi CFD juga dapat dilakukan melalui parameter yang lain. Misalnya hasil simulasi CFD oleh Febrizal dan Asral (2010) yang menunjukkan bahwa gaya yang diterima sudu-sudu pada turbin air oleh energi potensial air yang menghantam sudu menyebabkan nilai gaya pada sudu-sudu turbin air mencapai maksimal pada sudu yang terkena hantaman terlebih dahulu dari sisi kiri (inlet pada kondisi batas fluida kerja air) masing-masing 1,28 N (sudu 1), 11,47 N (sudu 2), dan 18,42 N (sudu 3) pada kondisi 1 (ketinggian air 880 mm).

Banyaknya penelitian kincir air yang dilakukan melalui metode simulasi CFD dan memperoleh hasil yang baik, maka penelitian menggunakan metode simulasi ini perlu dilakukan agar biaya dan waktu proses pembuatan PLTA dapat menjadi lebih efektif tanpa melakukan percobaan berulang kali guna mendapatkan hasil yang optimum. Selain itu, juga untuk menambah dan memanfaatkan pengetahuan terhadap kemajuan teknologi di era digital.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan baik secara eksperimen maupun simulasi, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa bentuk geometri kincir memberikan pengaruh yang cukup besar dalam kinerja kincir air. Dan sebagian besar pula, *output* yang dihasilkannya dalam parameter daya. Sehingga perlu dilakukan simulasi CFD terlebih dahulu terhadap kincir air untuk memperoleh pengaruh jumlah dan bentuk sudu terhadap kecepatan putar kincir. Karena dengan melalui persamaan gerak melingkar, nilai kecepatan putar kincir dapat ditransmisikan melalui rangkaian *pulley* untuk memperoleh nilai rpm yang sesuai dengan alternator referensi. Dengan begitu, penelitian ini dapat memudahkan dalam merancang suatu desain PLTA berskala *picohydro*.

Salah satu aliran sungai yang berpotensi untuk diterapkannya kincir air adalah di daerah aliran sungai bawah Curug (air terjun) Sigay yang berada di dekat kampus UPI. Aliran tersebut memiliki debit air yang cukup besar dan terus mengalir sepanjang waktu serta terletak dekat dengan pemukiman warga, dengan begitu aliran tersebut berpotensi untuk diterapkannya kincir air. Namun, pada aliran tersebut tidak terdapat penurunan air (air terjun kecil) yang memadai, aliran hanya mengalir secara mendatar sehingga kincir air yang sesuai dengan kondisi ini adalah kincir air bertipe *undershot*, yaitu hanya dengan memanfaatkan aliran

air mendatar untuk menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai aliran air di daerah aliran sungai bawah Curug Sigay dan simulasi kincir air bertipe *undershot* untuk aliran sungai tersebut. Simulasi dilakukan untuk mempelajari pengaruh jumlah dan bentuk sudu terhadap kecepatan sudut kincir air.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan pemaparan dalam latar belakang maka permasalahan yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kecepatan air pada aliran air sungai bawah Curug Sigay?
2. Bagaimana pengaruh jumlah sudu terhadap kecepatan sudut kincir air untuk kecepatan air sebesar 40,38 cm/s?
3. Bagaimana pengaruh bentuk sudu terhadap kecepatan sudut kincir air untuk kecepatan air sebesar 40,38 cm/s?

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Bentuk sudu yang digunakan dalam simulasi adalah datar dan lengkung.
2. Jumlah sudu yang digunakan dalam simulasi adalah 6,8,10,12, dan 15 sudu.
3. Nilai kecepatan air yang digunakan dalam simulasi adalah dari hasil pengukuran kecepatan rata-rata saat kondisi cerah sebesar 40,38 cm / s.
4. Kedalaman air yang digunakan dalam simulasi dibuat konstan yaitu sebesar 32,8 cm (berdasarkan pengukuran kedalaman aliran bawah pada curug Sigay).
5. Kedalaman sudu yang terendam air yang digunakan dalam simulasi dibuat konstan yaitu sebesar 25 cm.
6. Material sudu yang digunakan dalam simulasi adalah besi.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh gambaran mengenai nilai kecepatan air pada aliran sungai bawah Curug Sigay.

2. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh jumlah sudu terhadap kecepatan sudut kincir air untuk kecepatan air sebesar 40,38 cm/s.
3. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh bentuk sudu terhadap kecepatan sudut kincir air untuk kecepatan air sebesar 40,38 cm/s.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan khazanah ilmu pengetahuan khususnya tentang kincir air. Kebanyakan hasil penelitian terdahulu memberikan gambaran mengenai pengaruh jumlah dan bentuk sudu terhadap daya listrik atau efisiensinya. Sedangkan hasil penelitian ini memberikan kontribusi berupa gambaran mengenai pengaruh jumlah dan bentuk sudu terhadap kecepatan sudut kincir air, sehingga penelitian ini lebih mudah untuk diaplikasikan pada alternator referensi.
2. Penelitian ini bermanfaat dalam hal mendesain sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air berskala *picohydro*, khususnya jika kincir air akan diaplikasikan pada aliran sungai bawah Curug Sigay. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai aplikasi kincir air dalam upaya memanfaatkan sumber daya air sungai di kawasa Curug Sigay.

### 1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab dan beberapa sub bab, daftar pustaka serta lampiran seperti uraian dibawah ini:

Bab 1 pendahuluan berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian ini, serta sistematika penulisan yang berisi tentang pengorganisasian penulisan skripsi. Kemudian teori-teori dasar dan penelusuran literature yang mendasari penelitian ini dikaji dalam bentuk bab 2, dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi teori aliran sungai, kincir air *undershot*, dan simulasi CFD melalui aplikasi ANSYS Fluent. Kemudian bab 3 metode penelitian berisikan tentang alur penelitian yang dilakukan oleh penulis, mulai dari pendekatan penelitian yang diterapkan, instrument yang digunakan, tahapan pengumpulan data yang dilakukan, hingga langkah-langkah analisis data

yang dijalankan. Pada bab 4 hasil dan pembahasan berisikan tentang dua hal utama, yakni (1) Hasil penelitian berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data dengan berbagai kemungkinan bentuknya sesuai dengan urutan permasalahan penelitian. Dan (2) pembahasan temuan penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Selanjutnya simpulan, implikasi dan rekomendasi yang menyajikan penafsiran dan pemaknaan peneliti terhadap hasil analisis temuan penelitian sekaligus mengajukan hal-hal penting yang dapat dimanfaatkan dari hasil penelitian ini ditempatkan pada bab v. Serta sebagai pendukung penelitian, dipaparkan pula lampiran-lampiran penelitian.

