

BAB 1 PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun, Pertumbuhan jumlah penduduk, Peningkatan pembangunan infrastruktur, serta aktivitas ekonomi yang terus berkembang menjadi faktor utama penyebab meningkatnya permintaan energi. Disisi lain, ketergantungan terhadap sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius, seperti emisi gas rumah kaca, pencemaran udara, dan perubahan iklim global (Sascha Thyler,2023). Dalam upaya mengurangi dampak negatif tersebut, Pemerintah dan masyarakat mulai mendorong pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya adalah energi air. Energi hidro terutama skala kecil seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan, terutama di wilayah – wilayah pedesaan yang belum terjangkau jaringan listrik utama (Rafiadi Dyaa Sudiro,2024). PLTMH memiliki keunggulan dalam hal berkelanjutan, efisiensi, dan biaya operasional yang relatif rendah (Rafiadi Dyaa Sudiro,2024), Komponen utama dalam sistem PLTMH adalah turbin air yang berfungsi untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik dan selanjutnya menjadi energi listrik melalui generator. Salah satu jenis turbin air yang banyak digunakan dalam sistem mikrohidro adalah turbin air propeller, Turbin ini tergolong dalam kategori turbin reaksi yang mampu Bekerja secara optimal pada kondisi head rendah dan debit besar (Mawarwani,2021).

Salah satu komponen terpenting dari turbin propeller adalah Runner Blade, Runner Blade yaitu bilah berputar yang berinteraksi langsung dengan aliran air. Efisiensi dan keandalan sistem turbin sangat dipengaruhi oleh desain geometri dan material runner blade tersebut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan sudut bilah dan bentuk blade dapat mempengaruhi efisiensi hingga lebih dari 70% dalam beberapa kondisi tertentu (Priyanto,2022), Selain aspek desain, pemilihan material pada runner blade juga sangat penting, Material harus mampu

menahan beban mekanik berupa tekanan air. Salah satu material yang berpotensi untuk digunakan pada komponen ini adalah AISI 1020, AISI 1020 merupakan baja karbon rendah yang dikenal memiliki sifat mekanik yang baik, mudah dikerjakan, dan harga yang ekonomis (Rizki Hapidansyah,2022).

Dalam penelitian (Rizki Hapidansyah,2022) menunjukan bahwa AISI 1020 memiliki nilai deformasi rendah dan faktor keamanan yang tinggi saat digunakan dalam aplikasi poros generator 500 watt, Ini menunjukan bahwa material AISI 1020 memiliki ketangguhan dan keuletan yang cukup untuk digunakan pada suatu komponen dengan beban dinamis seperti runner blade. Penggunaan simulasi berbasis Finite Element Analysis (FEA) menjadi pendekatan modern yang banyak digunakan mengevaluasi performa runner blade secara struktural dan hidraulik tanpa harus melakukan eksperimen fisik yang kompleks (Nj lee, 2012)

Dengan metode (FEA), dapat diketahui distribusi tegangan, deformasi maksimum, titik – titik kritis pada runner, Aliran Fluida dapat dimodelkan untuk mengevaluasi efisiensi dan karakteristik aliran di sekitar runner. Pada Penelitian (Priadyo, dkk 2022) Menunjukan bahwa sudut bilah sebesar 25° memberikan hasil paling optimal dari sisi efisiensi dan kestabilan aliran fluida pada turbin propeller tipe pico hidro, Sementara itu pendekatan eksperimental dari beberapa penelitian prototipe menunjukan bahwa efisiensi bisa mencapai lebih dari 90% pada kondisi debit tertentu (Rafiadi Dyaa Sudiro,2024), Namun demikian, penggunaan material AISI 1020 secara spesifik pada runner blade turbin air masih belum banyak dikaji secara mendalam, baik dari sisi struktural maupun performa hidraulik.

Oleh karna itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perancangan dan pengembangan Runner blade pada turbin air yang lebih efisien dalam kegunaan dan ekonomis dalam instalasi serta perawatan runner blade, Khususnya untuk implementasi pada sistem PLTMH di Indonesia, Selain itu hasil penelitian ini diharpkan dapat menjadi rujukan teknis dalam pemilihan bahan komponen runner blade pada turbin air yang optimal di masa mendatang.

1.1 Rumus Masalah

- 1) Dengan nilai beban gaya tertentu, Apakah material AISI 1020 yang digunakan pada komponen runner blade pada turbin air porpeller

Tipe pico hidro memiliki nilai deformasi yang berlebihan?

- 2) Apakah material AISI 1020 yang digunakan pada Runner Blade memiliki nilai faktor keamanan yang cukup baik dan layak digunakan?
- 3) Pada kondisi Head Turbin = 2 meter, debit air = $0,025 \text{ M}^3/\text{S}$ dan daya yang dihasilkan = 350 watt, Apakah material AISI 1020 layak digunakan?

1.2 Batasan Masalah

- 1) Material yang digunakan untuk runner blade pada turbin propeller tipe pico hidro yaitu AISI 1020, tanpa membandingkan dengan material lain seperti aluminium, stainless steel, dll.
- 2) Jenis turbin yang digunakan adalah turbin air propeller tipe pico hidro dengan konfigurasi bilah tetap (fixed blades).
- 3) Analisis struktur runner dilakukan menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA) dengan pendekatan numerik dan bantuan perangkat lunak simulation solidwork. Data simulation yang digunakan merupakan data dari hasil penelitian sebelumnya.
- 4) Variable struktur runner blade yang dianalisis mencakup nilai tegangan tarik, tegangan geser, tegangan puntir, tegangan vonmises dan faktor keamanan(Safety Factor).
- 5) Analisis pada struktur runner blade menggunakan material AISI 1020 dihitung menggunakan metode Finite Element Analysis dan pendekatan Numerik dengan bantuan software simulation tanpa Menguji langsung dilapangan atau laboratorium.
- 6) Penelitian ini tidak mencakup aspek kelistrikan secara detail, korosi akibat fluida dan sistem distribusi energi hasil dari konversi turbin.

1.3 Tujuan penelitian

- 1) Menentukan nilai deformasi dari beban gaya pada material AISI 1020 yang digunakan di komponen Runner Blade turbin air propeller tipe pico hidro.
- 2) Menentukan nilai faktor keamanan (Safety Factor) pada material AISI 1020 yangdi gunakan di komponen Runner Blade turbin air propeller tipe pico hidro.

- 3) Mengevaluasi kelayakan material AISI 1020 yang digunakan di komponen Runner Blade turbin air propeller tipe pico hidro.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan kontribusi untuk perancangan dan pengembangan pada komponen Runner Blade di masa mendatang.
- 2) Menambah referensi ilmiah terkait pemanfaatan material baja karbon rendah (AISI 1020) dalam komponen Runner Blade pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dan menjadi dasar untuk penelitian lanjutan.
- 3) Mampu melakukan Simulation dengan pendekatan numerik seperti Finite Element Analysis (FEA)
- 4) Membantu meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem turbin propeller dalam PLTMH dengan pendekatan berbasis data teknis dan simulasi yang valid.
- 5) Menjadi acuan bagi industri lokal dan pelaku usaha energi terbarukan dalam memilih material dan bentuk geometri runner blade yang tepat, efektif, dan ekonomis

1.5 Sistematika Penelitian

1) BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang yang melandasi penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

2) BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka mengenai penelitian-penelitian serupa yang sudah ada dan pembahasan mengenai teori-teori yang mendasari penelitian ini

3) BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang, persiapan sebelum melakukan simulasi

dimulai dari tahapan persiapan geometri, meshing, set up parameters.

4) BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang Perhitungan manual dan perhitungan hasil Simulation yang dilakukan oleh komputer.

5) BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan beberapa saran yang diberikan untuk pengembangan dari penelitian di masa mendatang.