

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan elemen penting dalam kehidupan modern saat ini, karena peran listrik dapat mendukung berbagai aktivitas masyarakat sehari-hari, mulai dari penggunaan rumah tangga dan penggunaan untuk sektor-sektor. Tanpa adanya pasokan listrik yang stabil, akan menghadapi kendala dari banyak sektor, termasuk sektor-sektor industri, manufaktur, transportasi dan layanan public. Seperti yang diungkapkan oleh (Suparmoko, 2013) dalam menjelaskan bahwa listrik berperan penting sebagai sumber energi utama yang mendukung berbagai sektor ekonomi, mulai dari ekstraksi bahan, produksi, distribusi, konsumsi hingga pengelolaan limbah (Rizky et al., 2025).

Peningkatan kebutuhan konsumsi listrik di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan betapa pentingnya penyediaan energi yang memadai. berdasarkan data pusat statistik bahwa selama 5 tahun terakhir, terdapat peningkatan yang terus meningkat terkait konsumsi listrik MWh per kapita di Indonesia tiap tahunnya. Berdasarkan undang-undang Republik Indonesia (Undang-Undang RI No. 30, 2009), menjelaskan tujuan pembangunan ketenagalistrikan untuk menjamin ketersediaan listrik yang mencukupi, berkualitas baik, serta dengan harga yang wajar. Upaya ini dilakukan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat secara adil dan merata, serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Indonesia merupakan suatu negara yang memiliki banyak potensi untuk pengembangan pembangkit tenaga Listrik terutama untuk potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA merupakan pembangkit yang prosesnya menggunakan energi air, sumber utama yaitu air (Sauri et al., 2022). Ketersedian air yang sangatlah banyak dan melimpah di Indonesia sangat bagus untuk berdirinya suatu pembangkit Listrik tenaga air (PLTA). Karena di negara Indonesia ini 70% terdiri atas air dan 30% terdiri atas dataran. Pengembangan pembangkit Listrik tenagaair sangatlah banyak tersebar di beberapa daerah di

Indonesia, salah satunya yaitu PLTA Cirata. PLTA Cirata menghasilkan energi Listrik dengan kapasitas terpasang adalah 12,4 MW (2x6,2MW) sebagai tenaga penggerak yaitu turbin air. Turbin air bertipe turbin Kaplan (turbin reaksi) yang berfungsi untuk menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki peran penting dalam menjaga keandalan sistem ketenagalistrikan nasional. PLTA Cirata merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Air terbesar di Indonesia dengan jumlah daya listrik yang dihasilkan sebesar 1008 MW. Dalam pelaksanaan operasinya PLTA Cirata mengandalkan energi potensial dan energi kinetik dari air Sungai Citarum yang ditampung di dalam Waduk Cirata. Air Sungai Citarum dibendung oleh Bendungan Cirata yang kemudian airnya digunakan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan energi listrik. Bendungan Cirata merupakan bendungan tertinggi di Indonesia dengan tipe Concrete Face Rockfill Dam (CFRD) yang memiliki ketinggian 126,5 m; panjang puncak 451,5 m dan lebar puncak 15 m (sumber: Laporan OP PLTA Cirata, 2016). Selain memiliki bendungan, PLTA Cirata juga memiliki underground power house dimana fungsinya adalah untuk menyimpan semua mesin dan peralatan pembangkit tenaga listrik yang letaknya berada dibawah Bukit Cantayan Desa Cijati, Kecamatan Maniis, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat.

Pada pelaksanaan Major Overhaul PLTA Cirata, terdapat beberapa pekerjaan yang berada pada lintasan kritis (critical path) yang secara langsung menentukan lama waktu downtime unit pembangkit. Salah satu pekerjaan dengan kontribusi waktu terbesar adalah proses pembongkaran dan pemasangan upper wearing ring pada turbin Francis. Proses ini memerlukan ketelitian tinggi karena wearing ring berfungsi menjaga clearance antara komponen berputar dan statis, sehingga kesalahan kecil dalam pemasangan dapat berdampak pada peningkatan getaran, keausan dini, serta penurunan efisiensi hidrolik turbin. Wearing ring berfungsi sebagai komponen kontak antara bagian berputar dan bagian diam, sehingga posisinya harus sangat presisi. Ketidaktepatan dalam proses pembongkaran dan pemasangan dapat menyebabkan kerusakan komponen, penambahan durasi pekerjaan, serta meningkatnya risiko kecelakaan kerja.

Metode konvensional yang digunakan saat ini masih mengandalkan peralatan manual seperti dongkrak hidrolik dan palu plastik untuk melepaskan serta memasang wearing ring. Metode ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain distribusi gaya angkat yang tidak merata, ketergantungan tinggi terhadap keterampilan pekerja, serta potensi terjadinya deformasi atau kerusakan pada permukaan wearing ring. Selain itu, proses penyetelan ulang posisi komponen sering membutuhkan pengulangan pekerjaan, sehingga memperpanjang durasi Major Overhaul dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja akibat aktivitas pengangkatan manual. Metode ini membutuhkan waktu yang relatif lama, melibatkan jumlah tenaga kerja yang cukup banyak, serta sangat bergantung pada pengalaman pekerja di lapangan. Selain itu, metode konvensional memiliki risiko ketidakseimbangan gaya angkat yang dapat menyebabkan kerusakan pada wearing ring maupun komponen pendukung lainnya, yang pada akhirnya berdampak pada bertambahnya durasi Major Overhaul.

Seiring dengan tuntutan industri untuk meningkatkan efisiensi waktu, keselamatan kerja, dan keandalan peralatan, diperlukan suatu inovasi alat bantu yang mampu mendukung proses pembongkaran dan pemasangan wearing ring secara lebih efektif dan presisi. Sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja, dikembangkan inovasi berupa sporing special tools yang dirancang untuk mendistribusikan gaya secara simetris pada beberapa titik pengangkatan wearing ring. Desain ini memungkinkan proses pembongkaran dan pemasangan dilakukan dengan kontrol posisi yang lebih presisi, meminimalkan deviasi alignment, serta mengurangi beban fisik pekerja. Dengan prinsip kerja tersebut, sporing diharapkan mampu menurunkan waktu pengerjaan, mengurangi risiko kerusakan komponen, serta meningkatkan standar keselamatan kerja selama Major Overhaul.

Untuk mempertahankan kinerja dan keandalan pembangkit, diperlukan kegiatan pemeliharaan yang terencana dan berkala, salah satunya melalui kegiatan Major Overhaul yang dilaksanakan setelah unit mencapai jam operasi tertentu. Kegiatan Major Overhaul bertujuan untuk memastikan seluruh komponen utama

turbin dan generator berada dalam kondisi optimal sehingga dapat beroperasi secara aman dan efisien.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada kajian dan penerapan spooring sebagai special tools pembongkaran dan pemasangan wearing ring untuk mendukung percepatan durasi Major Overhaul PLTA Cirata. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan efisiensi pekerjaan pemeliharaan, pengurangan risiko kerusakan komponen, serta peningkatan aspek keselamatan kerja di lingkungan pembangkit listrik tenaga air.

1.2 Rumusan Masalah

- 1 Bagaimana desain dan prinsip kerja spooring spesial tools sebagai alat bantu pembongkaran dan pemasangan wearing ring pada unit PLTA Cirata?
- 2 Sejauh mana penggunaan spooring spesial tools mampu meningkatkan ketelitian alignment wearing ring dibandingkan metode konvensional?
- 3 Sejauh mana spooring spesial tools dapat mempercepat durasi pekerjaan pembongkaran dan pemasangan wearing ring pada saat major overhaul?
- 4 Bagaimana pengaruh penggunaan spooring spesial tools terhadap penurunan biaya pelaksanaan pekerjaan dibandingkan metode konvensional?
- 5 Bagaimana dampak penerapan spooring spesial tools terhadap peningkatan keselamatan kerja (K3) selama proses pembongkaran dan pemasangan wearing ring?

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini tidak membahas aspek kekuatan material secara destruktif maupun simulasi numerik tegangan struktur spooring, melainkan difokuskan pada analisis kinerja operasional alat dalam mendukung efisiensi pekerjaan overhaul.

- 1 Penelitian ini difokuskan pada penggunaan spooring spesial tools sebagai alat bantu pembongkaran dan pemasangan wearing ring pada unit turbin di PLTA Cirata.
- 2 Analisis dilakukan pada proses major overhaul, khususnya pada tahapan pembongkaran dan pemasangan wearing ring, tanpa membahas keseluruhan rangkaian pekerjaan overhaul secara menyeluruh.

- 3 Parameter yang dianalisis meliputi ketelitian alignment, durasi waktu pengerjaan, biaya pelaksanaan, dan aspek keselamatan kerja (K3) sebelum dan sesudah penerapan spooring spesial tools.
- 4 Ketelitian alignment dibatasi pada pengukuran toleransi celah (clearance) dan kesesuaian posisi wearing ring terhadap komponen terkait sesuai standar teknis yang berlaku di PLTA Cirata.
- 5 Analisis biaya dibatasi pada biaya langsung yang berkaitan dengan penggunaan alat, tenaga kerja, dan waktu pekerjaan, tanpa memperhitungkan biaya tidak langsung atau biaya investasi jangka panjang.
- 6 Aspek keselamatan kerja dibatasi pada potensi risiko yang timbul selama proses pembongkaran dan pemasangan wearing ring, tanpa membahas sistem manajemen K3 secara keseluruhan.
- 7 Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari observasi lapangan, data historis pekerjaan overhaul, dan dokumen teknis internal, tanpa melakukan pengujian laboratorium material.

1.4 Tujuan Penelitian

- 1 Mengetahui konsep dan prinsip kerja spooring sebagai special tools dalam pembongkaran dan pemasangan upper wearing ring pada turbin PLTA Cirata.
- 2 Menganalisis efektivitas penggunaan spooring dalam mendukung percepatan durasi pekerjaan Major Overhaul dibandingkan metode konvensional.
- 3 Mengkaji peran spooring dalam meningkatkan presisi pekerjaan dan mengurangi risiko kerusakan komponen pada proses pembongkaran dan pemasangan upper wearing ring.
- 4 Menilai kontribusi penggunaan spooring terhadap peningkatan keselamatan kerja pada kegiatan pemeliharaan turbin PLTA Cirata.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pemeliharaan mesin dan peralatan pembangkit listrik tenaga air, khususnya terkait inovasi alat bantu (special tools) untuk mendukung kegiatan Major Overhaul.

1.5.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Industri

- 1 Memberikan referensi teknis penggunaan spooring sebagai solusi alternatif dalam proses pembongkaran dan pemasangan upper wearing ring.
- 2 Mendukung upaya percepatan durasi Major Overhaul serta meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja di PLTA Cirata.
- 3 Menambah inventarisasi inovasi alat bantu pemeliharaan yang dapat diterapkan secara berkelanjutan.

b. Bagi Institusi Pendidikan

- 1 Menjadi bahan referensi pembelajaran dan penelitian bagi mahasiswa, khususnya di bidang teknik mesin dan pemeliharaan pembangkit.
- 2 Memperkuat keterkaitan antara teori perkuliahan dengan penerapan di dunia industri.

c. Bagi Penulis

- 1 Menambah pemahaman dan pengalaman dalam menganalisis permasalahan nyata di industri pembangkitan listrik.
- 2 Sebagai salah satu syarat akademik dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir.