

Integrity Inspection Rotor Shaft Turbine PLTU 600 MW

MOCHAMAD BAYU DWIADITYA¹, MEILINDA NURBANASARI¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Itenas Bandung

Email: dwiadityabayu@gmail.com

Received 21 08 2021 | Revised 01 09 2021 | Accepted 01 09 2021

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Rotor shaft turbine sebagai salah satu komponen utama pada sistem PLTU yang sudah dioperasikan selama lebih dari 30 tahun sehingga komponen mengalami degradasi. Metodologi untuk melakukan inspeksi integritas adalah pengujian tidak merusak (NDT) seperti pemeriksaan visual, dye penetrant, eddy current, phased array ultrasonic test, uji kekerasan, uji komposisi kimia dan analisis struktur mikro menggunakan teknik replika. Berdasarkan hasil komposisi kimia, kekerasan dan analisis struktur mikro menunjukkan bukti bahwa material rotor shaft turbine sesuai dengan standar ASTM A470 kelas 4. Pemeriksaan visual dan dye penetrant menunjukkan bahwa terdapat adanya pitting, goresan dan korosi, namun pada eddy current menunjukkan tidak adanya retakan serta pada phased array ultrasonic test tidak ditemukan cacat bagian dalam, hal ini menunjukkan bahwa cacat hanya terjadi di permukaan. Dari hasil pemeriksaan dapat disimpulkan bahwa rotor turbin masih dapat dioperasikan kembali.

Kata kunci: Rotor shaft, Inspeksi integritas, Pengujian tidak merusak, cacat

ABSTRACT

Coal fired power plant (CFPP) is a generator that relies on the kinetic energy of steam to produce electrical energy. The rotor shaft turbine as one of the main components in the coal fired power plant system. In this result the CFPP has been operated for more than 30 years as a consequence most as components has experienced degradation. The methodology for conducting integrity inspections is non-destructive test (NDT) such as visual inspection, dye penetrant, eddy current, phased array ultrasonic test, hardness test, chemical composition test and microstructure analysis using replica techniques. Based on the results of chemical composition test, hardness measurement and microstructure analysis show that the rotor shaft turbine material complies with the ASTM A470 class 4 standard. Visual inspection and dye penetrant show that there are pitting, scratches and corrosion, but the eddy current shows no cracks and the phased array ultrasonic test, no internal defects were found, this indicates that the defects only occur on the surface. From the results of the inspection it can be said that the turbine rotor can still be operated again.

Keywords: Rotor shaft, Integrity inspection, Non destructive test, Defects

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan pembangkit yang menghasilkan energi listrik dengan mengandalkan energi kinetik dari uap untuk memutar turbin. PLTU menghasilkan listrik yang ekonomis karena memiliki efisiensi yang tinggi sehingga banyak digunakan di Indonesia. Terdapat empat komponen utama pada sistem PLTU yaitu boiler, turbin, generator dan kondensor. **(Rakhman, 2013)**

Komponen ini memang dirancang untuk waktu servis yang lama akan tetapi, kondisi operasi dan lingkungan sangat berperan penting untuk mengurangi masa pakai komponen tersebut. Tak terkecuali rotor shaft turbine yang sudah dioperasikan selama lebih dari 30 tahun dengan temperatur operasi $>450^{\circ}\text{C}$ sehingga dapat mengalami degradasi maka dari itu perlu dilakukan inspeksi terhadap komponen tersebut sebelum dapat digunakan kembali. Penilaian kondisi rotor shaft turbine penting untuk penilaian keselamatan, keandalan dan ekonomi **(Chongsheng & Jianwei, 2012)**

Lingkungan korosi dibentuk oleh perubahan fasa dari uap ke air dari fluida kerja dan kotoran yang dibawa oleh uap, seperti uap, kelembaban, lapisan cair dan endapan. Jenis dan sifat material komponen, komposisi kimia uap, temperatur kerja dan kecepatan relatif merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan pada komponen tersebut. **(Nurbanasari, 2015)**

Korosi merupakan penurunan kualitas (degradasi) yang terjadi pada logam akibat reaksi elektrokimia, hal ini dapat terjadi karena adanya interaksi antara logam dengan lingkungan. Korosi diakibatkan karena reaksi oksidasi yang terjadi pada logam dan reaksi reduksi yang terjadi pada udara. **(Revie & Uhlig, 2008).**

Untuk mengetahui kondisi kelayakan rotor shaft turbine yang tepat, maka harus dilakukan verifikasi material yang meliputi uji komposisi kimia, uji kekerasan dan metalografi replika dan melakukan pengujian tidak merusak (NDT) yang meliputi visual inspection, dye penetrant, eddy current dan phased array ultrasonic test. **(Kalambe, Ikhrar & Dhopte, 2020)** Pengujian dilakukan pada komponen outer surface rotor shaft and disc, disc corner serta disc groove untuk blade yang dilepas hal ini dimaksudkan untuk mendeteksi cacat atau retak pada permukaan, sub permukaan dan bagian dalam pada komponen.



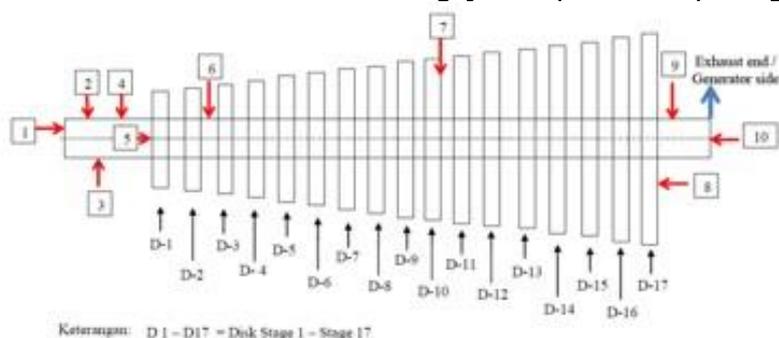
Gambar 1. Rotor Shaft Turbine

2. METODOLOGI

2.1. Verifikasi Material

Verifikasi material dilakukan pada rotor shaft turbine yang sudah digunakan lebih dari 30 tahun, ASTM A470 Class 4 dijadikan sebagai acuan untuk memverifikasi apakah material tersebut sesuai standar atau tidak. Pengujian yang dilakukan meliputi uji komposisi kimia, uji kekerasan dan metalografi replika.

Pada pengujian komposisi kimia dimaksudkan untuk mengetahui unsur paduan yang terkandung pada material ini, Pengujian dilakukan pada sepuluh lokasi yang terdistribusi dengan menggunakan metode PMI (Positive Material Identification) – OES (Optical Emission Spectroscopy) dengan menggunakan standar ASTM E415 – 08. Alat PMI yang digunakan adalah Master Pro- Oxford Instrument. Lokasi Pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Verifikasi Material

Uji kekerasan dilakukan secara in-situ menggunakan portable leeb hardness. Pengujian tersebut dilakukan pada beberapa titik rotor yang dimaksudkan untuk mengetahui nilai kekerasan pada beberapa titik.

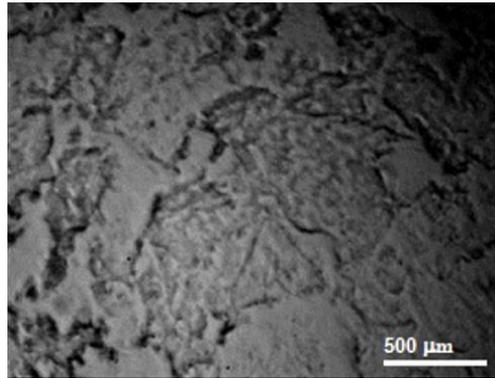
Metalografi dilakukan secara in-situ menggunakan metode replika dilakukan pada stage 17. tahapan preparasi yang digunakan meliputi pengamplasan, pemolesan menggunakan diamond paste dan menggunakan tiga jenis larutan etsa yaitu larutan Nital 5 % (5 % Nitric Acid + alcohol), picral dan vilellas.

2.2. Non Destructive Test (NDT)

Non destructive test (NDT) yang meliputi visual inspection, dye penetrant, eddy current dan phased array ultrasonic test. Visual inspection dilakukan untuk melihat cacat yang terjadi pada permukaan rotor shaft turbine dengan mata telanjang. Dye penetrant adalah metode pengujian dengan menggunakan cairan penetrant dan developer untuk mengetahui adanya cacat pada permukaan terbuka. Eddy current merupakan suatu metoda yang memanfaatkan arus Eddy untuk memperlihatkan suatu cacat pada subsurface material yang sifatnya konduktif. Phased array ultrasonic test merupakan suatu metoda yang menggunakan alat bantu yang memanfaatkan gelombang ultrasonic untuk melakukan proses pengujian atau proses pengukuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian komposisi kimia pada rotor shaft turbine rata-rata menunjukkan 0,28%C, 0,39%Mn, 0,25%Si, 0,42%Cr, 0,52%Mo dan 0,83%V yang memenuhi standar material ASTM A470 class 4. Nilai kekerasan berada pada range 242 – 347 HB yang menunjukkan bahwa nilai kekerasan memenuhi standar spesifikasi ASTM A470 class 4.



Gambar 3. Hasil Metalografi Replika

Hasil metalografi replika menunjukkan bahwa struktur mikro material rotor shaft turbine memiliki fasa ferrit dan bainit sesuai dengan standar ASTM A470 Class 4, lihat gambar 3.



(a) Sebelum Dye Penetrant

(b) Sesudah Dye Penetrant

Gambar 4. Shaft Exhaust (Lubang Baut Pada Flanges)

Terlihat pada gambar 4 terdapat goresan dan pitting yang terjadi pada shaft exhaust (lubang baut pada flanges), hal ini ditemukan juga pada setiap shaft exhaust (lubang baut pada flanges) yang lainnya.



(a) Sebelum Dye Penetrant

(b) Sesudah Dye Penetrant

Gambar 5. Shaft Exhaust

Pada gambar 5 terdapat goresan pada shaft exhaust dan juga ditemukan goresan kecil pada beberapa titik di shaft intake serta pada setiap disc.



(a) Sebelum Dye Penetrant

(b) Sesudah Dye Penetrant

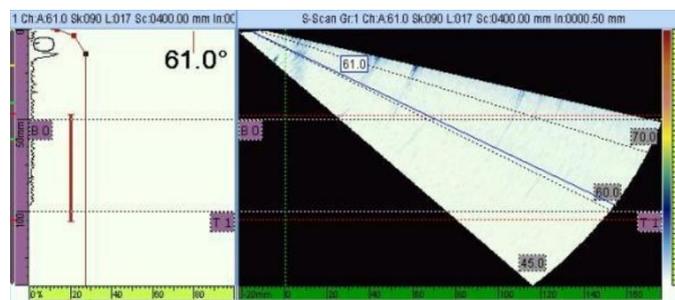
Gambar 6. Disc 16

Terlihat pada gambar 6 terdapat pitting, goresan dan korosi pada disc 16, hal ini terdapat juga pada shaft exhaust dan disc yang lainnya



Gambar 7. Hasil Eddy Current

Dapat dilihat dari hasil pengujian eddy current yang dilakukan pada shaft intake, disc dan shaft exhaust tidak ditemukan indikasi crack.



Gambar 8. Hasil Phased Array Ultrasonic Test

dilihat dari hasil phased array ultrasonic test dengan menggunakan probe sudut yang dilakukan pada shaft intake, disc dan shaft exhaust tidak ditemukan adanya cacat.

Berdasarkan hasil pengujian visual inspection, dye penetrant, eddy current dan phased array ultrasonic test dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi

No	Metode	Hasil
1	Visual Inspection	Terdapat adanya pitting, goresan dan juga korosi.
2	Dye Penetrant	Ditemukan adanya pitting, goresan dan juga korosi.
3	Eddy Current	Tidak ditemukan indikasi crack.
4	Phased Array Ultrasonic Test	Tidak ditemukan adanya cacat.

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat goresan (lihat gambar 5) yang ditimbulkan karena adanya kontak antara shaft turbine dengan labirin dan diduga terjadinya goresan (lihat gambar 6) yang diakibatkan oleh mechanical damage karena partikel yang

bergerak dengan kecepatan tinggi. Selain itu penggunaan senyawa klorida dalam proses cleaning mengakibatkan adanya cairan yang terperangkap sehingga menyebabkan terjadinya pitting.

Kerusakan akibat pitting, goresan dan korosi yang terjadi tidak mengganggu performa rotor shaft turbine ini dikarenakan dari hasil pemeriksaan menggunakan eddy current dan phased array ultrasonic test tidak ditemukan adanya cacat dalam sehingga kerusakan yang terjadi tidak mengganggu kinerja alat ini.

4. KESIMPULAN

Hasil verifikasi material yang didasarkan dari uji komposisi kimia, uji kekerasan dan metalografi replika menunjukkan bahwa material rotor shaft turbine yang digunakan memenuhi standar spesifikasi ASTM A470 Class 4. Serta dari hasil pemeriksaan Non Destructive Test (NDT) yang meliputi visual inspection, dye penetrant, eddy current dan phased array ultrasonic test menunjukkan adanya kerusakan akibat pitting, goresan dan korosi akan tetapi kerusakan tersebut tidak mengganggu performa rotor shaft turbine ini sehingga dapat disimpulkan bahwa rotor shaft turbine masih dapat dioperasikan atau digunakan

DAFTAR PUSTAKA

- ASM International Handbook Committee. (1989). *Nondestructive Evaluation and Quality Control*. ASM International.
- Revie, R. Winston., & Uhlig, Herbert H. (2008). *Corrosion and Corrosion Control*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Chongsheng, Li., & Jianwei, Bu. (2012). *Condition Assessment of A 360MW Turbine*. Atlantis Press, (pp. 269-272).
- Kalambe, Praktik., Ikhrar, Sanjay., & Dhopte, Vikrant. (2020). *Crack Detection Analysis of Steam Turbine Rotor Blade using NDT Technique*. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 8(VIII), 48-56.
- Nurbanasari, Meilinda. (2015). *Integrity Inspection of a Steam Turbine Rotor in a Geothermal Power Plant*. *International Conference of Electrical, Automation and Mechanical Engineering*, (pp. 489-491).
- Rakhman, Alief. (2013, April 8). *Fungsi dan Prinsip Kerja PLTU*. Retrieved from rakhman.net.