

ANALISIS PERBANDINGAN PROSES DAN HASIL INSPEKSI PADA PEMBUATAN *BLADE ROTOR* TURBIN UAP DENGAN *NDT*

Novriyanti, Frida Hasana, Aqil Aqthobirrobbany
Universitas Jayabaya

Corresponding e-mail: Novriyanti.19@gmail.com

Copyright © 2025 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: 10.53866/jimi.v5i2.778

Abstract

The Blade Rotor of a Steam Turbine is one of the crucial components in a Steam Turbine. The quality assurance of the manufactured Blade Rotor is ensured through the NDT Inspection process. Non-destructive testing is a method of testing that does not damage the object, aimed at ensuring that the object is suitable for use and free from cracks or discontinuities. The testing in this research uses the Penetrant Test Method, which involves a comparison between Type 1 Fluorescent Dye Method A (Water Washable) and Type 1 Fluorescent Dye Method C (Solvent Removable), following the ASTM E-165 procedure, for the testing of 10 newly manufactured Blade Rotors. The final results showed that among the 10 newly created Blade Rotors, one was found to have a Nonrelevant Indication that occurred during the dwell time of the developer, due to the surface of the Blade Rotor being less smooth during the machining process, which caused the fluid to become trapped in the grooves of the Blade Rotor. Overall, a discontinuity was found in all blades, meaning that all the blade rotors met the "Accepted Criteria." Method A Water Washable has the advantage of providing uniform cleaning, but is difficult to use outdoors due to equipment limitations. Conversely, Method C Solvent Removable offers the ease of use anywhere, including outdoors, but the cleaning process is not uniform.

Keywords: *Non-Destructive Testing (NDT), Penetrant Test (PT), Fluorescent dye, Blade Rotor Manufacture Steam Turbine.*

Abstrak

Blade Rotor Turbin Uap merupakan salah satu komponen penting dalam Turbin Uap, Bentuk penjaminan mutu hasil pembuatan Blade Rotor Turbin Uap adalah dengan proses NDT Inspection. Non-Destructive Testing adalah sebuah metode pengujian tanpa merusak benda yang bertujuan untuk memastikan benda tersebut layak digunakan dan tidak terdapat crack maupun discontinuitas. Pengujian dalam penelitian ini menggunakan Metode Penetrant Test dengan perbandingan Tipe 1 Fluorescent Dye Metode A Water Washable dan Tipe 1 Fluorescent Dye Metode C Solvent Removable dengan prosedur merujuk ASTM E-165 untuk pengujian 10 Blade Rotor yang baru di buat dengan didapatkan hasil akhir satu diantara 10 Blade Rotor yang baru dibuat ditemukan adanya Nonrelevant Indication yang terjadi saat dwell time developer akibat Surface pada Blade Rotor yang kurang halus saat proses Machining yang membuat cairan terjebak di cekungan Blade Rotor. Keseluruhan blade ditemukan sebuah discontinuitas yang artinya seluruh blade rotor masuk kedalam "Accepted Criteria". Metode A Water Washable memiliki keunggulan dalam proses pembersihan yang merata namun sulit untuk di gunakan diluar ruangan karena keterbatasan alat, dan sebaliknya untuk Metode C Solvent Removable memiliki keunggulan mudah dilakukan Dimana saja termasuk diluar ruangan namun proses pembersihan tidak merata.

Kata Kunci: *Non-Destructive Testing (NDT), Penetrant Test (PT), Fluorescent dye, Blade Rotor Manufacture Turbin Uap.*

1. Pendahuluan

Turbin Uap banyak digunakan di berbagai industri diantaranya industri pembangkit Listrik. Turbin yang akan dilakukan proses *Manufacturing Blade Rotor* adalah jenis *Mitsui Model SC 9.42* yang memiliki 14 stage dengan jenis turbin adalah *Condensat Close Turbine*. Jenis turbin ini dikatakan juga turbin implus karena *stage* yang digunakan hanya 3 *stage* serta jenis *blade* yang digunakan memiliki posisi antara *trailing edge* dan *leading edge* yang berdekatan. *Blade Rotor* Turbin Uap merupakan salah satu komponen utama dalam Turbin Uap itu sendiri. Pentingnya bentuk penjaminan mutu dalam proses pembuatan *Blade Rotor* Turbin Uap membuat produsen menerapkan inspeksi menggunakan *Non-Destructive Testing* guna menjaga kualitas dan keamanan produk dalam proses produksi. *Blade rotor* yang akan dilakukan pengujian itu akan di pasang pada Stage 3 dengan bahan *blade rotor A565-616*, bahan ini termasuk kedalam *Martensitic Stainless Steel* dengan bentuk *Folk*.

Non-Destructive Testing merupakan sebuah metode untuk mendeteksi cacat atau *Discontinuitas* yang terjadi pada *Blade Rotor* Turbin Uap tanpa merusak permukaan benda. Adapun beberapa metode yang dapat digunakan dalam *Non-Destructive Testing* yaitu *Penetrant Test*, *Magnetic Particle Inspection*, *Radiography Testing*, *Ultrasonic Testing*, *Eddy Current Testing*. Pada kali ini proses inspeksi *Non-Destructive Testing* dilakukan untuk melihat kondisi *blade rotor* yang baru dibuat apakah dalam kondisi baik dan layak digunakan atau tidak. *Non-Destructive Testing* ini menggunakan perbandingan antara tipe 1 *Fluorescent Dye Metode A Water Washable* dan Tipe 1 *Fluorescent Dye Metode C Solvent Removable* dengan prosedur merujuk ASTM E-165 untuk pengujian 10 *Blade Rotor* yang baru di buat untuk mendapatkan hasil kelayakan pada suatu komponen dengan menetapkan *Blade Rotor* tersebut masuk dalam *rejectable* atau *accepted criteria* apabila ditemukan *discontinuitas* pada *Blade Rotor* yang baru di buat dengan merujuk pada standar yang tertulis di API 687.

Pada tahun 2020, Nur Ichsan, Ngainun, Bebeh, dan Dadan melaksanakan pengujian untuk mendeteksi cacat pada hasil pengelasan dengan menggunakan metode *Non-Destructive Testing (NDT) Penetrant Test*. Hasil pengujian menunjukkan terdapat sepuluh titik lokasi cacat dengan jenis *rounded indication*, yang kemudian dilakukan proses pengelasan ulang pada bagian-bagian tersebut. Pada tahun yang sama, Ragil Arif Wibowo melakukan analisis prediktif terhadap sisa umur pemakaian *heat recovery steam generator* berdasarkan ketebalan pipa. Analisis dilakukan melalui metode *Visual Test* dan *Ultrasonic Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sisa umur pemakaian terendah ditemukan pada pipa HP dengan estimasi 7,1 tahun, sedangkan sisa umur terpanjang mencapai 66,4 tahun.

Pada tahun 2021, Budiarto dan Fathurrahman Santosa melakukan analisis terhadap disc turbin uap dengan menggunakan metode *Penetrant Test*. Pengujian mengindikasikan adanya retakan yang menjalar dari bagian dalam sudu hingga ke bagian luar disc, yang menunjukkan tingkat kerusakan yang signifikan. Di tahun yang sama, Wujud Ar Rafit dan Meilinda N. melakukan analisis fenomena *creep* berdasarkan pengamatan metalografi menggunakan teknik *replica*. Sebelum pengujian tersebut, dilakukan analisis terhadap material dengan mengacu pada standar ASTM A470 Class 4 guna memastikan spesifikasi material melalui prosedur *Positive Material Identification (PMI)*. Selanjutnya, dilakukan pengujian dengan metode *Non-Destructive Testing*.

Pada tahun 2023, Novriyanti, Indra Chandra Setiawan, dan Riki Sukma Umbara melakukan analisis kualitas *blade rotor* turbin uap melalui metode *Penetrant Testing*. Tujuan penelitian adalah untuk memberikan edukasi terkait prosedur manufaktur *blade rotor* menggunakan mesin *CNC 5-Axis* serta melakukan analisis perbandingan biaya antara Tipe 1 *fluorescent dye* dan Tipe 2 *visible dye* pada 35 *blade* yang diperiksa dalam satu batch. Hasil penelitian merekomendasikan Tipe 1 Metode A untuk pengujian di dalam ruangan, dan Tipe 2 Metode C untuk pengujian di luar ruangan.

Kemudian, pada tahun 2024, Bambang Yunianto dan Prayogi Wicaksana melaksanakan proses inspeksi terhadap hasil pengelasan pada pipa ASTM A106 Grade B menggunakan metode *Magnetic Particle Test* dan *Penetrant Test*. Hasil inspeksi menunjukkan adanya indikasi cacat berupa *pin hole* dan *porosity* yang masih berada dalam batas toleransi sesuai dengan ASME Section IX Artikel 1 QW 195. Pada tahun yang sama, Ika Yuliyani, Septia Firyal Salsabila, dan Maridjo melaksanakan kegiatan *overhaul* yang berkaitan

dengan fenomena deposisi, menggunakan metode Visual Test untuk menghindari kerusakan pada komponen yang diperiksa. Pemeriksaan terhadap indikasi erosi dilakukan menggunakan Penetrant Test dengan bahan tambahan berupa magnesium oksida (MgO).

Selanjutnya, Yogi, Agus, dan Aprilia melakukan studi komparatif terhadap cacat las menggunakan metode Penetrant Test jenis kuas dan spray pada pengelasan besi plat dengan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Hasil pengujian menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara metode kuas dan spray dalam mendeteksi cacat, namun keduanya mengindikasikan keberadaan cacat porositas yang serupa. Dari segi efisiensi waktu, metode kuas memerlukan durasi yang lebih panjang dibandingkan metode spray, karena adanya kebutuhan untuk memindahkan cairan ke wadah terpisah sebelum diaplikasikan. Masih pada tahun 2024, Alvera, Indriyani, dan Fachry melakukan analisis kerusakan pada rotor pompa sentrifugal dengan menerapkan tiga metode NDT, yaitu Penetrant Test, Magnetic Particle Test, dan Visual Test. Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya goresan pada area mechanical seal seat dengan kedalaman mencapai 0,50 mm.

Terakhir, Khalimah melakukan proses inspeksi sebagai bagian dari kegiatan preventive maintenance, dengan menggunakan metode Penetrant Test dan Visible Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat akurasi tertinggi diperoleh pada fluorescent test (98,93%) dibandingkan dengan visible test (60,76%). Namun demikian, visible test memiliki keunggulan dari segi kecepatan pembacaan, yaitu 0,0051 mm/s, sedangkan fluorescent test memerlukan waktu pembacaan sebesar 0,0053 mm/s. Kekurangan yang teridentifikasi dari beberapa penelitian tersebut antara lain adalah belum digunakannya acuan standar ASTM E165 dalam prosedur inspeksi dengan metode Penetrant Test, khususnya terkait dengan waktu tunggu developer serta pemilihan cairan penetran yang sesuai. Selain itu, belum dilakukan komparasi secara sistematis antara Metode A dan Metode C untuk Tipe 1, yang berpotensi mengurangi akurasi hasil pengujian karena tidak mengacu pada standar pelaksanaan yang telah ditetapkan secara internasional.

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya Mengetahui dan memahami teknik serta prosedur inspeksi pembuatan *blade rotor steam turbine* dengan menggunakan teknik *fluorescence dye* dengan metode *Water Washable* dan *Solvent Removable*. Menganalisis komponen yang *rejectable* atau *accepted criteria* pada pembuatan *blade rotor* turbin uap sesuai standar yang telah ditetapkan. Mengevaluasi kekurangan dan kelebihan dari segi hasil *Discontinuity* yang ditemukan, waktu, biaya dan proses yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan antara metode *Water Washable* dan *Solvent Removable*.

2. Metode Penelitian

2.1. Objek, waktu dan Tempat

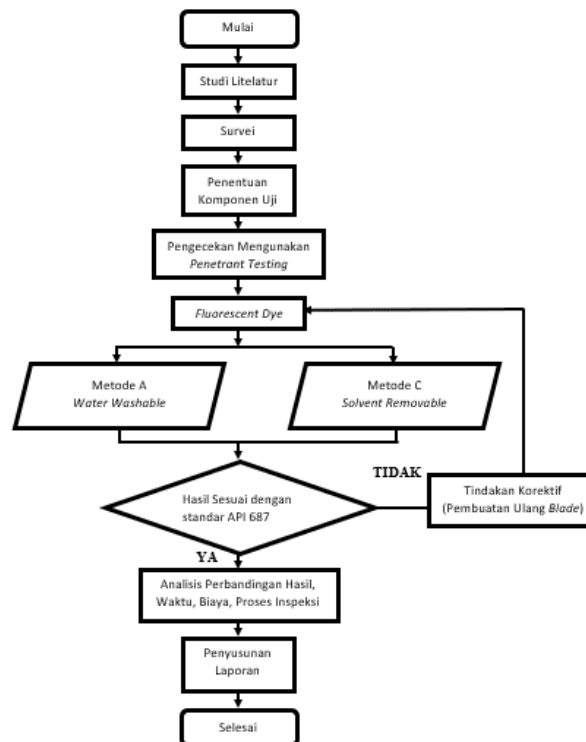
Blade Rotor yang dibuat merupakan *Blade Rotor* Turbin Uap Milik PT.X di Gresik dengan Jenis Mitsui Model SC 9.42 jenis turbin *Condensant Close Turbine* dengan daya 30.000 kwh dan kecepatan 5603 rpm. Jumlah stage dalam *Turbine* tersebut sebanyak 14 *stage*. *Blade rotor* yang akan dilakukan pengujian itu akan di pasang pada Stage 3 sejumlah 30 *Blade Rotor*; adapun bahan *blade rotor* A565-616, bahan ini termasuk kedalam *Martensitic Stainless Steel* dengan bentuk *Folk*.



Gambar 1 Turbine

Proses penelitian dilakukan pada awal tahun 2025 dengan berkelompok 3 orang dilakukan di salah satu Perusahaan pembuatan *Blade Rotor* di Bandung. ini menjelaskan objek penelitian, baik berupa individu, kelompok, organisasi, atau fenomena yang diteliti. Selain itu, cantumkan waktu pelaksanaan penelitian serta lokasi spesifik tempat penelitian dilakukan. Informasi ini penting untuk memberikan konteks mengenai ruang lingkup penelitian.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

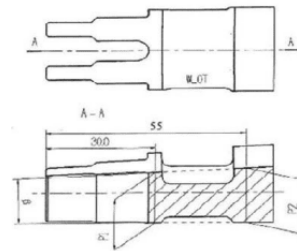


Gambar 2 Metodologi Penelitian

Metode yang dilakukan mulai dari studi literatur membaca beberapa referensi jurnal dan buku mengenai prosedur pengujian, lalu dilakukan proses observasi lapangan untuk melihat Lokasi kerja serta observasi benda uji yang akan dilakukan proses pengujian dan penelitian, sampai dengan memasuki persiapan pengujian yang terbagi menjadi beberapa tahapan, mulai dari persiapan alat dan bahan apa saja yang harus disediakan diantaranya APD, *UV Light* untuk pengambilan data saat menggunakan Tipe 1, *Light Meter* untuk mengambil data *ambient light* dalam proses pengujian, *UV Light Meter* untuk memastikan intensitas *Light Meter* masuk kedalam persyaratan, Alat ukur apabila ditemukan ketidaksesuaian sert cairan *Penetrant*

2.3. Teknik Analisis Data

- a. Pengecekan Ukuran *Blade Rotor* dilakukan secara manual menggunakan jangka sorong dengan gambar Teknik yang telah ada



Gambar 3 Gambar Teknik Blade Rotor

- b. Pengecekan UV-Light dilakukan untuk memastikan bahwa intensitas Cahaya sesuai dengan ketentuan ASTM E165 dengan minimal sebesar $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- c. Pengecekan Ambient Light memastikan bahwa intensitas cahaya putih dalam ruangan gelap untuk pengetesan metode *Fluorescent Dye* harus sesuai dengan prosedur yang ada di dalam ASTM E-165 bahwa intensitas cahaya putih di ruangan gelap tidak boleh lebih dari 20 lx atau 2 fc karena apabila lebih dari yang ditentukan maka akan menyulitkan dalam proses pengujian karena pada dasarnya pengujian dengan Tipe 1 *fluorescent test*
- d. Pengujian *Blade Rotor* menggunakan Tipe 1 Metode A dan Metode C
 1. Pre Cleaning dilakukan dengan menyemprotkan cairan pembersih kepada *blade rotor* (Metode A dan C dilakukan dengan proses yang sama)



Gambar 4 Cairan pembersih untuk Metode A dan Metode C

2. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan lap bersih (Metode A dan C dilakukan dengan proses yang sama)



Gambar 5 Proses pembersihan Cairan Cleaner menggunakan Lap untuk Metode A dan Metode C

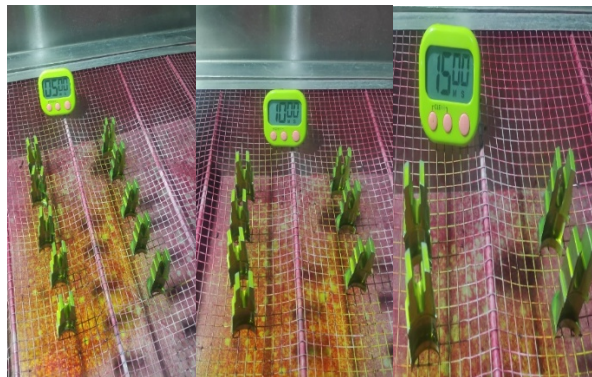
3. Aplikasikan *Penetrant* Metode A dengan cara di semprotkan dan Metode C dengan Cara di

semprotkan



Gambar 6 Cairan Penetrant Metode A dan Metode C

4. Dilakukan proses waktu tunggu selama 5, 10, dan 15 menit untuk memberikan waktu cairan masuk kedalam ketidasesuaian jika ada (Metode A dan C dilakukan dengan proses yang sama)



Gambar 7 Dwell Time Penetrant Metode A dan Metode C

5. Setelah waktu tunggu selesai maka dilakukan proses pembersihan cairan *penetrant* menggunakan air sesuai dengan metode A dan menggunakan cairan solvent untuk metode C



Gambar 8 Pembersihan Cairan Menggunakan Air Untuk Metode A dan menggunakan Solvent Untuk Metode C

6. Pengaplikasian developer dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan developer secara merata



Gambar 9 Pengaplikasian Developer Untuk Metode A dan Metode C

7. Setelah dilakukan aplikasi developer, selanjutnya dilakukan waktu tunggu developer selama 5, 10, 15 menit (Metode A dan C dilakukan dengan proses yang sama)



Gambar 10 Dwell Time Developer Metode A dan Metode C

8. Proses selanjutnya adalah post cleaning untuk menghilangkan cairan developer terhadap *Blade Rotor* (Metode A dan C dilakukan dengan proses yang sama)



Gambar 11 Pembersihan Developer menggunakan Cleaner Untuk Metode A dan Metode C

Tidak ditemukan cacat maupun *discontinuity* artinya 10 *blade rotor* yang di uji masuk dalam “*accepted criteria*” pada 1 *Stage Blade* atau pada 10 buah *Blade rotor*. Namun hanya ditemukan *false indication* pada salah satu *Blade rotor* setelah dilakukan pengetesan menggunakan Metode A maupun C Seperti yang di tunjuk kan pada Gambar dibawah *False Indication*.



Gambar 12 *False indication* pada Metode A dan Metode C

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

1. *Water Washable*, Pada *blade rotor* yang dilakukan pengujian dengan metode A yaitu *Water Washable* dengan menggunakan *dwell time penetrant* dan *dwell time developer* dengan 3 waktu yaitu menit ke 5, menit ke 10, dan menit ke 15 tidak terlihat adanya cacat ataupun *discontinuity*. Namun pada menit 15 *dwell time developer* ditemukan sebuah garis pada salah satu *rotor blade* namun itu hanyalah *Nonrelevant indication*. Hal ini berarti dari 1 *stage blade* rotor atau 10 buah *blade rotor* yang baru di buat semuanya dalam keadaan bagus baik atau disebut juga dalam keadaan “*accepted criteria*” dan siap untuk di gunakan lalu dipasang pada turbin. untuk Hasil dan proses pengujian ini telah di *approve* dan diawasi oleh Bapak Riki selaku level 2 *NDT* dan Supervisor Inspection di PT Tersebut
2. *Solvent Removable*, Sama seperti pengujian menggunakan tipe A, pengujian menggunakan Tipe C *Solvent Removable* pun tidak ditemukan adanya cacat atau dengan menggunakan *dwell time penetrant* dan *dwell time developer* dengan 3 waktu yaitu menit ke 5, menit ke 10, dan menit ke 15 tidak terlihat adanya cacat ataupun *discontinuity*. Namun sama sama hanya menemukan garis lurus di salah satu *blade rotor* yang setelah di cek kembali itu hanya lah *Nonrelevant indication*. Hal ini berarti dari 1 *stage blade* rotor atau 10 buah *blade rotor* yang baru di buat semuanya dalam keadaan bagus baik atau disebut juga dalam keadaan “*accepted criteria*” dan siap untuk di gunakan lalu dipasang pada turbin. untuk Hasil dan proses pengujian ini telah di *approve* dan diawasi oleh Bapak Riki selaku level 2 *NDT* dan Supervisor Inspection di PT Tersebut

Kelebihan

1. *Water washable*, Kelebihan dalam penggunaan metode pembersihan *water washable* ini yaitu mengandung zat pengemulsi yang dapat dengan mudah larut oleh air, *water washable* ini biasanya digunakan untuk memeriksa benda uji yang memiliki permukaan kasar maupun yang ada ulirnya. Hal ini mempermudah proses pembersihan pada *blade rotor* turbin uap daripada metode lain karena pembersihan menggunakan air akan membuat benda uji bersih secara merata.
2. *Solvent removable*, Kelebihan dalam penggunaan metode pembersihan *solvet removable* ini yaitu mempermudah saat penggunaan diluar ruangan dan cukup tidak rumit karena menggunakan kaleng

bertekanan yang sangat berbentuk *portable*, cara ini pun dapat memberikan hasil yang maksimal untuk memeriksa suatu bagian yang memiliki luas benda cukup besar dan rata

Kekurangan

1. *Water washable*, Kekurangan dalam penggunaan metode pembersihan *water washable* ini yaitu karena air yang digunakan memiliki peraturan tekanan khusus, temperatur dan posisi penyemprotan dan tentu saja tergantung pada air untuk metode pembersihan nya, volume dan kekuatan air sangat harus diperhatikan karena apabila tidak maka akan membasuh cairan *penetrant* dari dalam *discontinuity*
2. *Solvent removable*, Kekurangan dalam penggunaan metode pembersihan *solvent removable* ini yaitu karena saat setelah menggunakan pembersih ini maka tahap selanjutnya pengelapan untuk mengeringkan benda uji yang di uji, hal ini perlu diperhatikan apabila masih ada sisa *penetrant* yang menempel pada benda uji *blade rotor* tersebut maka akan menjadikan *nonrelevant indication*

Biaya

1. *Water washable*, Biaya yang perusahaan butuhkan untuk man hour yang digunakan sebesar Rp. 2.000.000/hour dan dalam pengujian kali ini biaya untuk membeli bahan bahan yang diantaranya terbagi menjadi 3 bahan, yaitu Cairan *Cleaner*, Cairan *Penetrant Water washable*, dan *Developer*. Harga bahan bahan tersebut adalah Rp. 165.000 untuk cairan *cleaner* Rp. 56.000 untuk *developer* Rp. 150.000, dan Rp. 650.000 untuk Cairan *penetrant Water washable*. Pengujian kali ini menggunakan cairan dari merk “*Magnafluk*”. Penggunaan untuk 10 *blade rotor* ini dapat menghabiskan masing masing sejumlah 1 kaleng cairan. Total biaya yang dibutuhkan untuk Metode *Water Washable* ini adalah Rp. 4.856.000
2. *Solvent removable*, Sama seperti pada metode *Water Washable*, Biaya yang perusahaan butuhkan untuk man hour yang digunakan sebesar Rp. 2.000.000/hour. Dan untuk metode *Solvent Removable* ini pun menggunakan cairan yang sama merk “*Magnafluk*” yang membutuhkan 3 bahan yang masih masih bahan memiliki harga Rp. 165.000 untuk cairan *cleaner* Rp. 56.000, untuk *developer* Rp. 150.000, dan Rp. 450.000 untuk Cairan *Penetrant Solvent Removable*. Untuk jenis cairan *cleaner* dan *developer* menggunakan jenis atau tipe yang sama dengan Metode *Water Washable* namun untuk cairan *Penetrant* menggunakan tipe yang berbeda. Untuk Jumlah total biaya yang digunakan untuk pengujian 10 *Blade rotor* yang menghabiskan masing masing 1 botol yaitu Rp. 2.656.000 yang artinya biaya yang dikeluarkan lebih sedikit dari pada menggunakan Metode *Solvent Removable*.

3.2. Pembahasan

Kelebihan dan Kekurangan Pengujian				
	Teknik Prosedur/Efektifas	Hasil Pengujian	Waktu	Biaya
Water Washable	<ul style="list-style-type: none"> - Proses Pembersihan Cairan <i>Penetrant Water Washable</i> dengan menggunakan air membuat benda uji bersih secara merata - Proses ini hanya dapat dilakukan pada tempat yang memiliki 	<ul style="list-style-type: none"> - Akurat, lebih akurat dari menggunakan Tipe Lain nya -Tidak ditemukan cacat maupun <i>discontinuity</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu yang dibutuhkan selama 63 Menit -Waktu yang dibutuhkan lebih panjang karena persiapan 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp. 4.856.000 untuk pengujian 10 <i>blade rotor</i> -Biaya yang dibutuhkan

	alat pengatur tekanan dan suhu air	- <i>Nonrelevant Indication</i> pada salah satu <i>blade rotor</i> pada saat aplikasi <i>developer</i>	<i>setting</i> tekanan dan suhu air.	lebih besar dari pada metode <i>solvent removable</i> karena harga cairan <i>penetrant ini</i> lebih mahal
Solvent Removable	- Proses Pembersihan Cairan <i>Penetrant Solvent Removable</i> dengan menggunakan <i>Cleaner</i> membutuhkan ketelitian lebih dalam proses pembersihan cairan karena takutnya masih tertinggal di benda kerja -lebih mudah di lakukan di dalam atau luar <i>workshop</i> karena tidak membutuhkan alat untuk pengecekan unsur unsur lain nya, seperti tekanan air, suhu, yang dibutuhkan oleh Metode <i>Water Washable</i> .	- Akurat, lebih akurat dari menggunakan Tipe Lain nya -Tidak ditemukan cacat maupun <i>discontinuity</i> - <i>Nonrelevant Indication</i> pada salah satu <i>blade rotor</i> pada saat aplikasi <i>developer</i>	-Waktu yang dibutuhkan selama 56 yang artinya lebih cepat 7 menit dari pada penggunaan menggunakan metode <i>Water Washable</i> -Tidak membutuhkan <i>setting</i> seperti pada metode <i>water washable</i>	- Biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp. 2.656.000 untuk pengujian 10 <i>blade rotor</i> - Biaya yang butuh lebih murah selisih Rp. 2.200.000 karena cairan <i>penetrant</i> untuk <i>solvent removable</i> lebih murah.

4. Kesimpulan

Prosedur untuk melakukan inspeksi pada *blade rotor* turbin uap dengan menggunakan teknik *Penetrant Testing* Tipe 1 *Fluorescet Dye* dengan Metode A *Water Washable* dan Metode C *Solvent Removable*. Penulis menggunakan tahapan inspeksi merujuk ASTM E-165 sebagai petunjuk prosedur dalam melakukan inspeksi. Penggunaan standar pada proses inspeksi ini dapat sesuai dengan permintaan dari konsumen itu sendiri, namun apabila konsumen tidak meminta standar yang mereka tentukan, maka sesuai dengan kebijakan dari perusahaan dokumen mana yang akan di gunakan. Dalam proses inspeksi ini sendiri penulis melakukan kegiatan dengan merujuk ASTM E-165. Dari hasil pengujian menggunakan dua metode tidak ditemukan cacat atau *discontinuity* yang artinya ke 10 *blade rotor manufacture* tersebut masuk dalam “*Accepted Criteria*”, yang selanjutnya dapat dilakukan proses pemasangan terhadap *turbine*. Namun hanya saja di salah satu *blade rotor* ditemukan adanya *Nonrelevant Indication* yang terjadi pada saat *dwell time developer* akibat *Surface* pada *Blade Rotor* yang kurang halus saat proses *Machining* sehingga membuat cairan *penetrant* terjebak di cekungan *blade*. Setelah ditemukan *Nonrelevant Indication* selanjutnya *blade rotor* tersebut di poles ulang menggunakan mesin poles dengan hasil akhir baik. Dari segi pembersihan lebih efektif metode A karena pembersihan lebih maksimal, dari segi kemudahan dan fleksibilitas lebih baik Metode C karena tidak memerlukan air bertekanan, dari Segi waktu lebih cepat Metode C dan dari segi Biaya lebih murah

menggunakan Metode C. Jadi dari beberapa parameter tersebut Tipe 1 Metode C lebih efektif digunakan dalam proses inspeksi *Blade Rotor* Turbin uap yang baru dibuat

Bibliografi

- Alvera, Indriyani, & Fachry. (2024). Analisis kerusakan pada rotor pompa sentrifugal G-1-12-C di PT X. *Surya Teknika*.
- Ar Rafit, W., & Meilinda, N. (2021). Remaining life assessment pada komponen rotor shaft turbine PLTU 600 MW. *Diseminasi FTI-1, Institut Teknologi Nasional (Itenas)*.
- Budiarto, & Santosa, F. (2021). Analisa kegagalan pada disc turbin uap penggerak kompresor CO₂ kapasitas 8000kw. *Seminar Nasional – XX Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS*, ISSN 1693-3168.
- Khalimah. (2024). *Analysis of speed and accuracy in fluorescent penetrant testing and visible dye penetrant testing on the trunnion pin of the engine gantry system at PT GMF AeroAsia* [Skripsi, Universitas Mercubuana].
- Novriyanti, Setiawan, I. C., & Umbara, R. S. (2023). Analisis kualitas blade rotor turbin uap dengan metode NDT penetrant testing. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*.
- Nur Ichsan, Ngainun, Bebeh, & Dadan. (2020). Defect analysis of carbonsteel pipe welding connections using non-destructive testing with the penetrant test method. *Risenologi (Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, dan Bahasa)*.
- Wibowo, R. A. (2020). *Peramalan sisa umur pemakaian heat recovery steam generator (HRSG) berdasarkan ketebalan pipa dengan metode non-destructive test* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Yogi, Agus, & Aprilia. (2024). Analisis perbandingan cacat las menggunakan metode liquid penetrant test dengan kuas dan spray pada plat baja NK-68 E6013. *Journal of Science and Technology*.
- Yuliyani, I., Salsabila, S. F., & Maridjo. (2024). Pengaruh deposisi dan erosi pada sudu-sudu terhadap kinerja turbin PLT Panas Bumi Patuha. *Jurnal Teknik Energi*.
- Yunianto, B., & Wicaksana, P. (2023). Analisis cacat hasil pengelasan pada pipa ASTM A106 Grade B menggunakan magnetic particle test dan liquid penetrant test di Workshop Las dan Inspeksi PPSDM Migas Cepu. *Rotasi*.