



ANALISIS PENGUJIAN METODE *LIQUID PENETRANT TESTING* BERDASARKAN *ACCEPTANCE CRITERIA PENETRANT TESTING* PADA KOMPONEN *CESSNA 152*

Muhammad Rahmatullah Kaka Zada¹, Munawir², Rusman³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Makassar

Jalan Salodong, Untia, Kec.Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90241

Email : kakazada13463@gmail.com, munawir@poltekbangmakassar.ac.id, rusmanatkpmks@gmail.com.

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima 25 April 2023

Direvisi , 22 Mei 2023

Disetujui, 16 Juni 2023

Kata kunci:

Non Destructive Test

Liquid Penetrant test

Keretakan

Cessna 152

ASME

ABSTRAK

Pesawat Cessna 152 adalah pesawat terbang ringan bermesin tunggal yang banyak digunakan untuk pelatihan penerbangan. Struktur pesawat tersebut harus mampu menahan berbagai stress yang terjadi akibat gaya saat pesawat terbang. Salah satu area yang berpotensi mengalami penurunan kekuatan yaitu *landing gear* dan *propeller hub*. Penurunan kekuatan tersebut dapat menyebabkan terjadinya *crack* pada bagian tersebut. Oleh karena itu, deteksi cacat pada struktur pesawat sangatlah krusial. *Liquid penetrant testing* adalah salah satu metode untuk menemukan *crack* memanfaatkan daya kapilaritas pada permukaan uji sehingga *crack* dapat terlihat. Batas kriteria dari kecatatan yang ditimbulkan dapat diketahui dengan *acceptance criteria penetrant testing* ASME. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui indikasi dan batas kriteria kecacatan yang timbul pada *axle landing gear* dan *propeller hub* menggunakan *liquid penetrant testing* mengacu standar ASME . Metode yang digunakan kuantitatif dengan desain pengujian yakni hasil pengujian menyajikan data kuantitatif dari pengujian *liquid penetrant testing* pada komponen yang diuji. Diketahui hasil penelitian menunjukkan komponen *axle main landing gear* terdapat 2 kecacatan *linear (crack)* yang ukurannya diluar batasan yang ada dengan kriteria *rejected* dan *propeller hub* terdapat 2 kecacatan *linear (crack)* dan kecacatan *rounded (pin hole)* yang ukurannya diluar batasan yang ada sehingga dinyatakan juga *rejected*. Sesuai dengan standar ASME, kecacatan yang diperoleh ditolak, namun relevan tapi harus dilakukan *maintenance*.

ABSTRACT

The Cessna 152 is a light, single-engine aircraft that is widely used for flight training. The structure of the aircraft must be able to withstand various stresses that occur due to forces when the aircraft is flying. One area that has the potential to experience a decrease in strength is the landing gear and propeller hub. This decrease in strength can cause cracks to occur in that part. Therefore, detecting defects in aircraft structures is very crucial. Liquid penetrant testing is a method for finding cracks utilizing capillarity on the test surface so that cracks can be seen. The criteria limits for defects that arise can be determined using the ASME acceptance criteria penetrant testing. The aim of this research is to determine the indications and criteria limits for defects that arise in the landing gear axle and propeller hub using liquid penetrant testing referring to ASME standards. The method used is quantitative with a test design, namely the test results present quantitative data from liquid penetrant testing on the component being tested. It is known that the research results show that the main landing gear axle component has 2 linear defects (cracks) whose size is outside the existing limits according to the rejected

Keywords :

Non Destructive Test

Liquid Penetrant Test

Crack

Cessna 152

ASME

criteria and the propeller hub has 2 linear defects (cracks) and a rounded defect (pin hole) whose size is outside the existing limits so it is stated also rejected. In accordance with ASME standards, defects obtained are rejected, but are relevant but must be carried out maintenance.

Penulis yang sesuai:

Muhammad Rahmatullah Kaka Zada
Prodi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Makassar
Jalan Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90241
Surel : kakazada13463@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang adalah salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat, baik untuk keperluan bisnis, pariwisata, maupun pertahanan. Pesawat terbang memiliki berbagai komponen dan struktur yang harus selalu dalam kondisi prima agar dapat beroperasi dengan aman dan efisien. Struktur pesawat adalah bagian-bagian yang membentuk rangka dan badan pesawat, seperti *wing*, *tail*, *fuselage*, *landing gear*, dll. Struktur pesawat tersebut harus mampu menahan berbagai *stress* dan beban akibat gaya yang terjadi saat pesawat terbang, seperti gaya aerodinamis, gaya inersia, gaya sentrifugal, gaya gravitasi. Akibat dari gaya tersebut yang terus menerus bekerja dapat menyebabkan *fatigue*. *Fatigue* yaitu proses penurunan kekuatan atau keuletan logam akibat beban siklik atau berulang yang melebihi batas elastisitas logam. *Fatigue* salah satunya dapat menyebabkan terjadi pada *crack* pada struktur pesawat. (Dariswara, 2020), (Qomariyah, 2022). *Crack* atau keretakan pada pesawat adalah kondisi dimana terjadi retakan atau patahan pada material, komponen, atau struktur pesawat.

Pesawat Cessna 152 adalah pesawat terbang ringan bermesin tunggal yang banyak digunakan untuk pelatihan penerbangan. Pesawat ini memiliki kegunaan yang luas, termasuk dalam pelatihan penerbangan, penerbangan rekreasi, dan transportasi pribadi. Namun, seperti halnya pesawat lainnya, Pesawat Cessna 152 mengalami beban atau *stress* yang diterima secara terus menerus akibat gaya yang bekerja. Keselamatan penerbangan sangat penting dalam operasional pesawat, perawatan dan inspeksi pesawat terbang merupakan hal yang sangat penting dan harus dilaksanakan secara terjadwal dan sistematis. Salah satu area yang berpotensi mengalami penurunan kekuatan yaitu *landing gear* dan *propeller hub*. Penurunan kekuatan tersebut dapat menyebabkan terjadinya *crack* pada bagian tersebut. Oleh karena itu, deteksi cacat dan retakan pada struktur pesawat sangatlah krusial.

Salah satu metode inspeksi yang digunakan dalam industri penerbangan adalah *Non Destructive Test* (NDT). *Non Destructive Test* merupakan metode pengujian dan analisis yang dilakukan untuk mengevaluasi dan mendeteksi perbedaan karakteristik atau *defect* yang timbul pada material, komponen, struktur atau sistem tanpa menimbulkan kerusakan pada bagian yang diuji. Tujuan dari pengujian *non destructive test* adalah untuk mendeteksi *defect* dengan suatu prosedur baku pada suatu benda uji. Hasil dari pengujian ini akan menentukan bagaimana bagian yang timbul *defect* akan diganti atau tidak, bergantung dari jumlah dan ukuran *defect* yang timbul dengan mengacu pada suatu standar. *Non Destructive Test* memiliki berbagai keuntungan, seperti hemat biaya, hemat waktu, mudah dilakukan, dan tidak mempengaruhi fungsi atau kinerja dari objek yang diuji. *Non Destructive Test* memiliki berbagai jenis, seperti *liquid penetrant testing*, *eddy current testing*, *ultrasonic testing*, *magnetic particle*, *radiography* dan *thermography*. Masing-masing jenis *Non Destructive Test* memiliki prinsip, prosedur, peralatan, dan aplikasi yang berbeda-beda. Dalam industri pesawat terbang, Pada pemeliharaan pesawat udara *Non Destructive Test* dapat digunakan untuk pemeriksaan komponen pada pesawat, seperti korosi, kegagalan material, dan deteksi keretakan pada bagian atau struktur seperti *wing*, *landing gear* dan dll.

Salah satu metode *Non Destructive Test* yang sering digunakan yaitu metode *Liquid Penetrant Test* (*dye penetrant*) merupakan metode *Non Destructive Test* paling sederhana akan tetapi memiliki keunggulan berupa kecepatan dan keakuratan dalam mendeteksi *defect* yang ada di permukaan benda uji. Metode ini dapat digunakan untuk menemukan *defect* di permukaan terbuka pada benda uji seperti logam maupun non logam,. (Endramawan et al, 2017). Pemeriksaan penetran menggunakan *penetrating liquid* yang memasuki *porosity* permukaan dan tetap berada di sana, sehingga terlihat jelas oleh pemeriksa. Hal ini memerlukan pemeriksaan visual pada bagian tersebut setelah diproses, sehingga meningkatkan visibilitas cacat sehingga dapat dideteksi. Visibilitas bahan penembus ditingkatkan dengan penambahan satu atau dua jenis pewarna: *visible* atau *fluorescent*. (*Aviation Maintenance Technician Handbook-powerplant*, 2023) Pada metode ini, *defect* pada material akan dapat dilihat lebih jelas dengan melihat indikasi *defect* pada permukaan benda uji setelah diaplikasikan *developer* yang kemudian diamati dan diukur untuk dijadikan pelaporan kerja yang nantinya akan diterjemahkan untuk *acceptance criteria penetrant testing*.

Acceptance criteria penetrant testing merupakan standar yang digunakan untuk menentukan apakah material, komponen, atau struktur yang diuji dengan metode *liquid penetrant testing* memenuhi standar atau spesifikasi yang ditetapkan. Salah satu standar untuk menentukan *acceptance criteria penetrant testing* yaitu dengan standar *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*. Standar ASME digunakan bertujuan untuk memastikan bahwa komponen dan struktur memenuhi standar keamanan, kualitas, dan integritas standar yang ditetapkan untuk *non destructive test* salah satunya *liquid penetrant testing*.

Fernando (2019) melakukan penelitian *Non Destructive Testing* dengan metode *eddy current* dan *fluorescent penetrant inspection* untuk mengetahui *defect* yang terjadi pada *shaft pre-cooler control valve* pesawat boeing 737-800 PK-GMA. Hasil menunjukkan dari pengujian *eddy current* tidak terdapat kerusakan pada *shaft pre-cooler control valve* dengan nilai hasil tes pada titik A sebesar – 0,2 Vmx dan titik B sebesar 1,0 Vmx. Kemudian pada pengujian menggunakan *fluorescent penetrant inspection* terdapat *defect* yang timbul pada *surface shaft* tersebut dan harus dilakukan reparas mengacu pada limitasi yang terdapat pada *Component Maintenance Manual (CMM)* dan *ASTM*. Yigit et al (2021) melakukan pengujian *Non Destructive Testing* pada *wing* pesawat dengan menggunakan metode *liquid penetrant*. Pengujian dengan metode *liquid penetrant* ini didasarkan untuk mengetahui diskontinuitas permukaan atau cacat bahan dapat dideteksi secara efektif dan ekonomis. Diketahui dari hasil pengujian dengan metode *liquid penetrant* pada *wing* pesawat terdapat bermacam *damage* dan berbagai jenis *scratches* di *wing* pesawat tersebut. Kemudian Siagin et al (2022) melakukan penelitian *Non-Destructive Testing* dengan metode *liquid penetrant testing* menggunakan *solvent removable* dengan sensitivitas *visible* pada tingkat intensitas cahaya 1000 lux. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar untuk memastikan kualitas hasil dari pengelasan tersebut benar-benar memenuhi kriteria. Kriteria hasil sambungan berdasarkan *liquid penetrant testing* ditentukan berdasarkan *acceptance criteria* pada AWS dengan ASME sebagai acuan yang kritis. Berdasarkan hasil pengujian diketahui tidak ada ditemukannya cacat atau diskontinuitas pada hasil pengelasan seperti garis (*linear*) dan bundar (*rounded*) di bagian *pad eye* dan *base frame*, maka seluruh hasil pengelasan tersebut diterima (*accepted*).

Di Hangar Politeknik Penerbangan Makassar, terdapat banyak komponen komponen pada pesawat cessna 152 yang tentunya bisa diaplikasikan metode uji *Non Destructive Test* yaitu salah satunya dengan menggunakan *liquid penetrant testing*, diantaranya adalah pada bagian *axle main landing gear* dan *propeller hub* yang tentunya ini akan memberikan suatu hasil perbandingan kecacatan dan jenis kecacatan yang terdeteksi. Tentunya akan meningkatkan pengetahuan para taruna/i mengenai metode *Non Destructive Test* (uji tak merusak) sesuai prosedur ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) menggunakan *liquid penetrant test* serta jenis-jenis indikasi yang dihasilkan pada pengujian berdasarkan *acceptance criteria penetrant testing*, yang dimana metode NDT *liquid penetrant testing* ini selain harganya yang terjangkau proses pemakaiannya juga praktis sehingga ini sangat cocok diaplikasikan untuk kebutuhan praktikum serta inspeksi pada mata kuliah *Inspection Technic & Aircraft Handling*.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan desain pengujian yakni diperoleh hasil pengujian menyajikan data kuantitatif dari hasil pengujian *liquid penetrant testing* komponen pada *axle main landing gear* dan *propeller hub* Cessna 152 berdasarkan *acceptance kriteria* mengacu pada ASME (*American Society Of Mechanical Engineers*). Berikut desain penelitian yang dilakukan pada penelitian ini :

- 1) Pengumpulan Data (Studi Literatur), studi literatur dilakukan menggunakan konsep teori yang ada melalui beberapa referensi seperti buku, jurnal, penelitian terdahulu dan dokumen perusahaan yang berhubungan dengan pengujian NDT menggunakan metode *liquid penetrant testing* pada konstruksi pesawat udara.
- 2) Persiapan Alat dan Bahan, pada penelitian ini dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian NDT metode *liquid penetrant testing* seperti alat *safety*, kuas, pembersih material, vernier caliper, *cleaner*, *dye penetrant* dan *developer*.
- 3) Pengujian *Liquid Penetrant Testing*, pengujian *liquid penetrant testing* diaplikasikan pada komponen pesawat bagian *axle landing gear* dan *propeller hub*.
- 4) Pengolahan Data, berdasarkan pengujian *liquid penetrant testing* yang telah dilakukan pada *axle landing gear* dan *propeller hub* diperoleh nilai-nilai hasil *acceptance criteria penetrant testing* dan identifikasi kecocokan penggunaan metode ini pada masing masing bagian. Data – data tersebut didapat berupa sekumpulan angka – angka pada sebuah catatan, dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari hasil analisa dari pengujian *liquid penetrant testing*.
- 5) Analisa dan Pembahasan, tahap analisa dan pembahasan merupakan tahap untuk menentukan apakah pada bagian *axle landing gear* dan *propeller hub* pesawat Cessna 152 memiliki kecacatan pada bagian

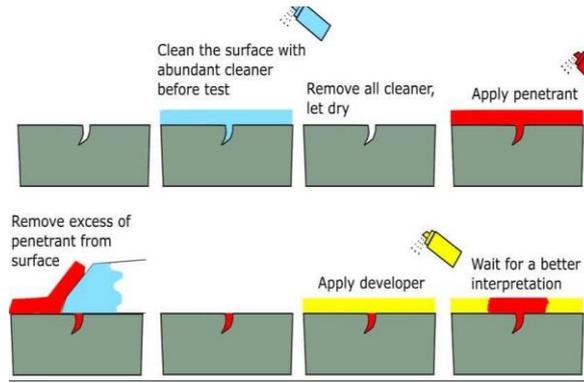
mana berdasarkan *acceptance criteria penetrant testing* serta jenis – jenis kecacatan apa saja yang terlihat pada bagian *axle landing gear* dan *propeller hub* pada Cessna 152.

- 6) Kesimpulan dan saran, dari hasil penelitian yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan apakah kecacatan pada permukaan masing masing bagian tersebut termasuk dalam kriteria apa serta jenis – jenis kecacatan apa yang terlihat pada *axle landing gear* dan *propeller hub* pada Cessna 152, kemudian memberikan saran kepada instansi agar selalu melakukan penelitian untuk mencari sebuah alternatif baru.

2.1. Pengujian *Liquid Penetrant Testing* berdasarkan ASME

Pengujian ini dilakukan dengan berdasarkan pada *American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section V article 6, 2013* pengujian ini diaplikasikan pada *axle landing gear*, dan *propeller hub cessa* 152. Berikut langkah kerja dari uji *liquid penetrant test* sebagai berikut:

- 1) Persiapan permukaan
Permukaan benda yang akan diuji harus bersih dari berbagai jenis kotoran seperti debu, karat dan kotoran lainnya dengan lebar dari daerah uji minimal 25 mm. Benda uji tersebut dapat dibersihkan dengan sikat, hal ini bertujuan agar tidak mengganggu proses aplikasi penetran dan saat mengamati hasil pengujian.
- 2) *Pre Cleaning*
Selanjutnya membersihkan benda uji menggunakan *cleaner*. Semprotkan langsung *cleaner/remover* ke permukaan benda uji, setelah itu bersihkan menggunakan kain yang bersih. Biarkan benda uji selama satu menit supaya cairan *cleaner* yang berada di diskontinuitas menguap dan bersih.
- 3) Pengaplikasian *Liquid Penetrant*.
Aplikasikan cairan penetran ke benda uji dengan cara disemprotkan atau dioleskan dengan kuas secara merata ke seluruh permukaan benda uji. Setelah itu biarkan selama 10 – 15 menit untuk cairan *penetrant* tersebut masuk atau meresap melalui di diskontinuitas pada benda uji.
- 4) Pembersihan Sisa *Liquid Penetrant* di Permukaan
Bersihkan cairan *penetrant* yang ada di permukaan dengan kain bersih dan kering, lakukan berulang dan searah. Setelah itu bersihkan kembali menggunakan cairan *cleaner* yang diaplikasikan terlebih dahulu ke kain. Jangan pernah membersihkan cairan *penetrant* dengan menyemprotkan langsung *cleaner* ke permukaan benda uji. Setelah bersih tunggu minimal selama 1-10 menit sebelum mengaplikasikan cairan *developer*.
- 5) Aplikasi Cairan *Developer*
Aplikasikan cairan *developer* dengan menyemprotkan pada permukaan benda uji. Jarak untuk penyemprotan cairan *developer* yaitu 15-20 cm terhadap permukaan benda. Namun sebelum disemprotkan pastikan benda uji, pastikan cairan *developer* sudah di *mixing* atau pencampuran *developer* sempurna.
- 6) Pengamatan dan Inspeksi Indikasi.
Pengamatan indikasi yang muncul pada benda uji dilakukan setelah 10-30 menit *developer* diaplikasikan. Pada proses ini harus dibutuhkan intensitas visibilitasnya pencahayaan minimal 100 fc (1000 Lux) untuk melihat jelas indikasi yang timbul pada benda uji. Ukur dan catat indikasi yang keluar baik indikasi relevan yang *linier* (memanjang) atau *rounded* (melingkar). Setelah pengamatan selesai sesuaikan hasilnya dengan *acceptance criteria testing* dengan *liquid penetrant testing* yang digunakan.
- 7) Pembersihan Komponen Setelah Pengamatan
Lakukan pembersihan *developer* dan *penetrant* setelah proses pengujian selesai. Benda uji dapat dibersihkan menggunakan sikat, setelah itu semprot benda uji dengan *remover* agar benda uji benar benar bersih dari cairan yang dilakukan selama pengujian.



Gambar 1. Dye Penetrant Tesing Prosedur

2.2. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini teknik analisa data yang digunakan adalah teknik analisis data kuantitatif deskriptif. Teknik ini menggunakan data berupa angka atau variabel numerik untuk mendeksripsikan atau menggambarkan hasil pengujian yakni *acceptance criteria* pada indikasi kecatatan dari hasil *liquid penetrant testing* yang dimuat pada tabel. *Acceptance criteria* pada penelitian ini menggunakan standar ASME (*American Society of Mechanical Engineers*). Adapun syarat berketerimaan jenis-jenis indikasi berdasarkan ukuran dan bentuk indikasi. *Acceptance criteria* ini berlaku pada metode *Non Destructive Testing* dengan *liquid penetrant testing*. Untuk jenis indikasi terbagi atas 2 jenis yakni :

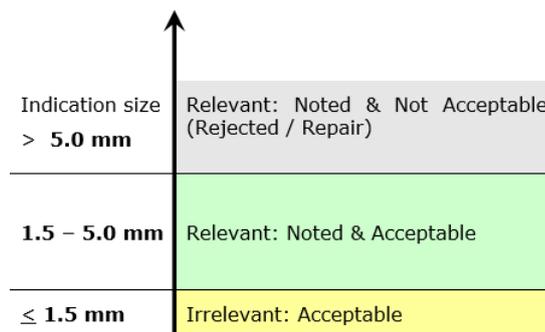
1. Indikasi *linier*, Indikasi yang memiliki panjang lebih besar dari tiga kali lebarnya
2. Indikasi *rounded* adalah salah satu dari melingkar atau elips dengan panjang sama dengan atau kurang dari tiga kali lebarnya

Hasil pemeriksaan dari *visual inspection* dengan *liquid penetrant testing* dianalisa dengan mengacu standar kriteria penerimaan (*acceptence criteria*) yaitu ASME Section VIII Divisi 1 Rev. 2010 sebagai standar kriteria ukuran dan jenis indikasi yang timbul pada inspeksi *liquid penetrant testing* adalah sebagai berikut :

1. Indikasi *linier* yang relevan (>1,5 mm)
2. Indikasi *rounded* yang relevan lebih besar dari (>5 mm)
3. Empat atau lebih indikasi *rounded* yang relevan berjajar dalam satu garis terpisah satu sama lainnya pada jarak <1,5 mm dari ujung ke ujung.

Tabel 1. *Acceptance Criteria Penetrant Testing ASME*

No	Indication Size	Kriteria
1	≤ 1.5 mm	Irrelevant : Acceptable
2	1.5 – 5.0 mm	Relevant : Noted & Acceptable
3	> 5.0 mm	Relevant : Noted & Not Acceptable (Rejected/Repair)



Gambar 2. *Acceptance Criteria Penetrant Testing ASME Section VIII Divisi 1 Rev. 2010*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jenis Serta Ukuran Indikasi Pada Axle Main Landing Gear dan Propeller Hub Cessna 152

Setelah dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* yang mengacu pada *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) terhadap komponen *axle main landing gear* dan *propeller hub cessna 152*, maka dari hasil

pengujian tersebut diperoleh hasil berupa ukuran indikasi serta jenis - jenis indikasi yang bisa dibandingkan serta dikualifikasikan dalam bentuk tabel *discontinuity* (kecacatan) sesuai dengan syarat keberterimaan kecacatan (*acceptance criteria penetrant testing*). Namun sebelum itu kita harus memberikan gambaran sebelum dan sesudah pengujian pada *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152 yang berupa dokumentasi. Berikut gambaran *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152 sebelum dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* :



Gambar 3. *Axle Main Landing Gear* dan *Propeller Hub* Cessna 152 Sebelum Dilakukan Pengujian *Liquid Penetrant Testing*

Selanjutnya gambaran *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152 setelah dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* sebelum nantinya akan diambil datanya untuk diolah dan dimasukkan dalam bentuk tabel hasil penelitian, di tabel tersebutlah nanti yang akan menyatakan jenis – jenis indikasi yang diperoleh serta ukuran – ukuran indikasi yang didapat setelah dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* pada masing – masing komponen. Berikut gambaran *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152 setelah dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* :



Gambar 4. *Axle Main Landing Gear* dan *Propeller Hub* Cessna 152 Setelah Dilakukan Pengujian *Liquid Penetrant Testing*

Selanjutnya untuk pembuktian data yang nanti akan dimasukkan pada tabel *discontinuity* (kecacatan), maka penulis juga menampilkan dokumentasi jenis - jenis indikasi serta ukuran indikasi yang didapatkan pada masing - masing bahan uji yakni pada *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152. Berikut tampilan pada *axle main landing gear* cessna 152 :



Gambar 5. Indikasi Linear Pada Axle Main Landing Gear Cessna 152

Pada gambar 5, dapat dilihat jenis indikasi yang didapatkan setelah pengujian *liquid penetrant testing* adalah indikasi *linear*. Terdapat dua indikasi *linear* pada komponen ini, yang pertama yakni 12/16 inch serta 13/16 inch. Ukuran indikasi tersebut bisa dikategorikan dalam indikasi yang relevan tapi harus dilakukan perbaikan (*repair*). Selanjutnya tampilan pada *propeller hub* cessna 152 yakni seperti berikut :



Gambar 6. Indikasi Linear dan Indikasi Rounded Propeller Hub Cessna 152

Pada gambar 6, bisa dilihat jenis indikasi yang didapatkan setelah pengujian *liquid penetrant testing* pada *propeller hub* cessna 152 adalah indikasi *linear* dan *rounded*. Terdapat dua indikasi *linear* dan satu indikasi *rounded*. Untuk ukuran indikasi *linear* pada komponen ini adalah 10/16 inch dan 4/16 inch. Serta untuk ukuran indikasi *rounded*nya adalah 5/16 inch. Dari semua ukuran indikasi tersebut bisa dikategorikan dalam indikasi yang relevan tapi harus dilakukan perbaikan (*repair*). Setelah semua jenis dan ukuran indikasi di catat, maka kita sudah bisa mengkualifikasikan masing masing hasil indikasi tersebut dalam bentuk tabel penelitian yang nanti akan dibandingkan antara *axle main landing gear* dan *propeller hub* cessna 152 yang berdasarkan *acceptance criteria penetrant testing* dan sesuai dengan *american society of mechanical engineers*.

3.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Pada bagian ini, menampilkan dan membahas gambar indikasi yang diperoleh, jenis – jenis indikasi, ukuran dari masing - masing kedua komponen, evaluasi apakah *accepted* atau *rejected* serta keterangan pada masing – masing indikasi yang akan diolah dan dimasukkan pada tabel *discontinuity* (kecacatan) yang nantinya bisa dikualifikasikan jenis serta ukuran indikasinya pada syarat keberterimaan kecacatan (*acceptance criteria penetrant testing*). Dari hasil itulah nanti kita bisa menjabarkan apakah indikasi pada kedua komponen tersebut bisa dikatakan *accepted* jika ukuran indikasinya 1.5 – 5.0 mm dan dikatakan *rejected* jika indikasi yang didapatkan melebihi dari 5.0 mm. Adapun tabel pengamatan pada komponen pertama yakni *axle main landing gear* cessna 152.

Tabel 1. Pengamatan *Axle Main Landing Gear* Cessna 152

No	Gambar	Interpretasi		Evaluasi		Keterangan
		Indikasi	Ukuran (mm)	Accepted	Rejected	
1		Linear	19.05		v	Crack
2		Linear	20.6375		v	Crack

Berdasarkan tabel 1 diatas, menurut standar *American Society of Mechanical Engineers (ASME) Section VIII Divisi 1 mandatory appendix 8* tentang metode pengujian *liquid penetrant* menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengujian harus bebas dari *linear indication, rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm. Bisa dilihat pada tabel discontinuity diatas menunjukkan pada gambar pertama mendapatkan indikasi *linear* dengan nilai awal 12/16 inch yang dikonversikan menjadi 19.05 mm, begitupun pada gambar kedua mendapatkan indikasi *linear* juga dengan nilai awal 13/16 inch yang dikonversikan menjadi 20.6375 mm. Berdasarkan data yang ada, diketahui pad *axle main landing gear* ini terdapat indikasi yang muncul melebihi batasan dari toleransi yang ada sehingga dinyatakan *rejected (repair)*. Yang artinya kecacatan yang diperoleh ditolak, namun relevan tapi harus dilakukan perbaikan (*maintenance*).

Tabel 2. Pengamatan *Propeller Hub* Cessna 152

No	Gambar	Interpretasi		Evaluasi		Keterangan
		Indikasi	Ukuran (mm)	Accepted	Rejected	
1		Linear	15.875		v	Crack

2		Linear	6.35	v	Crack
3		Rounded	7.9375	V	Pin Hole

Berdasarkan tabel 2 diatas, menurut standar *American Society of Mechanical Engineers Section (ASME) VIII Divisi 1 mandatory appendix 8* tentang metode pengujian *liquid penetrant* menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengujian harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm. Bisa dilihat pada tabel *discontinuity* diatas menunjukkan pada gambar pertama, mendapatkan indikasi *linear* dengan nilai awal 10/16 inch yang dikonversikan menjadi 15.875 mm, pada gambar kedua, mendapatkan indikasi *linear* juga dimana nilai awal 4/16 inch yang dikonversikan menjadi 6.35 mm serta pada gambar ketiga, mendapatkan indikasi *rounded* dimana nilai awal 5/16 inch yang di konversikan menjadi 7.9375 mm. Berdasarkan data yang ada, diketahui pada *propeller hub cessna 152* ini indikasi yang muncul melebihi batasan dari toleransi yang ada sehingga dinyatakan *rejected (repair)*. Yang artinya kecacatan yang diperoleh ditolak, namun relevan tapi harus dilakukan perbaikan (*maintenance*).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diambil pada proses pengidentifikasiian terhadap cacat menggunakan metode *Non Destructive Test (NDT)*, yakni *liquid penetrant testing* pada *main axle landing gear* dan *propeller hub cessna 152* maka diperoleh hasil sebagai berikut yaitu pada proses pengujian dengan menggunakan *liquid penetrant testing* diketahui terdapat *discontinuity* pada masing – masing komponen, berupa *crack* pada permukaan. Pada komponen *axle main landing gear* terdapat 2 kecacatan *linear (crack)* tetapi sudah melewati batasan *acceptance criteria penetrant testing* sehingga dinyatakan *rejected* namun relevan sehingga harus dilakukan *repair*. Begitupun pada komponen *propeller hub* terdapat 2 kecacatan *linear (crack)* dan kecacatan *rounded (pin hole)* yang ukurannya diluar toleransi yang ada sehingga dinyatakan juga *rejected* namun relevan sehingga harus dilakukan *repair*. Adapun jenis – jenis kecacatan yang didapatkan setelah dilakukan pengujian *liquid penetrant testing* pada *axle main landing gear* dan *propeller hub cessna 152* adalah yakni terdapat indikasi *linier* dan indikasi *rounded* tetapi tidak terdapat indikasi *rounded* yang relevan berjajar pada benda uji dalam satu garis pada jarak <1,5 mm dari ujung ke ujung.

REFERENSI

- [1] ASME Sec VIII Div 1– Basics. (2011). Section 8 Div 1 - Rules for construction of pressure vessels. Asme.
- [2] ASME. (1977). BPVC section VIII Div.2. ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
- [3] DARISWARA, A. (2020). *ANALISIS STRUKTUR PESAWAT TERBANG YANG MEMILIKI KERENTANAN TERHADAP KOROSI* (Doctoral dissertation, SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI KEDIRGANTARAAN).
- [4] Endramawan, T., & Sifa, A. (2018, February). Non destructive test dye penetrant and ultrasonic on welding SMAW Butt joint with acceptance criteria ASME standard. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 306, No. 1, p. 012122). IOP Publishing.
- [5] Federal Aviation Administration (FAA)/Aviation Supplies & Academics (ASA). (2023). *Aviation Maintenance Technician Handbook-powerplant*. Aviation Supplies & Academics.

-
- [6] FERNANDO, M. R. (2019). *ANALISIS KERUSAKAN PADA SHAFT PRE-COOLER CONTROL VALVE P/N 3178149JP-1 UNTUK PESAWAT BOEING 737-800 PK-GMA DENGAN METODE NON-DESTRUCTIVE TEST* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- [7] Pujono, P., & Galih, E. W. (2018). Inspeksi Upper Wing Top Skin Panel Menggunakan Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT). *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 4(2, Oktober), 65-73.
- [8] Qomariyah, R. Z. (2022). 5. Analisis “Fatigue And Damage Tolerance” Dapat Memperbaiki Sistem Pemeliharaan Struktur Pesawat Udara. *TNI Angkatan Udara*, 1(1).
- [9] Siagian, P. J. H., Arifin, N. L., Ulfah, N., & Widiastuti, H. (2022). Inspeksi Hasil Sambungan Pengelasan SMAW pada Pembuatan Frame Acid Skid dengan Metode Liquid Penetrant Testing. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, 4(1), 28-33.
- [10] Yiğit, F. N., Keskinsoy, N., Güven, T. B., & Gültekin, E. E. (2021). Non-destructive testing of aircraft wing with liquid penetrant method. *International Journal of Aeronautics and Astronautics*, 2(3), 56-60.