

# INSPEKSI UPPER WING TOP SKIN PANEL MENGGUNAKAN PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)

Pujono <sup>1)</sup>, Endro Wahyu Galih <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap  
Jln. Dr Soetomo No 1, Sidakaya, Cilacap  
email: djovent@yahoo.com

## ABSTRAK

*Non Destructive Testing (NDT) adalah cara yang paling ekonomis untuk melakukan inspeksi dan cara untuk menemukan cacat. Salah satu metode inspeksi NDT adalah Ultrasonic Test yang digunakan untuk inspeksi khusus upper wing dengan menggunakan alat ultrasonic phased array di pesawat. Ultrasonic test memiliki keunggulan di atas seluruh metode NDT untuk kedalaman penetrasi dalam mendeteksi defect yang sangat baik, preparasi penggunaan alat dan benda uji yang tidak rumit dan portable, dan dapat menampilkan informasi jarak pada layar CRT atau LED. Tujuan dalam Inspeksi upper wing top skin panel menggunakan ultrasonic phased array adalah untuk mengetahui cacat korosi pada skin pesawat agar dapat dijadikan dasar dalam melakukan tindakan pencegahan dan perawatan body pesawat. Dalam uji ultrasonik ini penulis menggunakan metode phased array ultrasonic testing (PAUT). Phased array merupakan metode NDT yang dapat mendeteksi cacat dengan cepat dan akurat secara optimal dengan waktu pengerjaan yang seminimal mungkin. Metode ini sendiri agak berbeda dengan ultrasonic testing biasa, transducer/probe ultrasonic phased array ini memiliki 64 element. Dengan kata lain transducer phased array ini dapat mengarahkan dan memfokuskan pancaran gelombang ultrasoniknya. Ada 3 area yang dilakukan uji PAUT yaitu (1) trailing edge dan forward fastener row dari rear spar di Rib bay 3 – 4 dan rib bay 9 – 27, (2) trailing edge dan forward fastener row dari false rear spar. (3) forward fastener row dan after fastener row dari rear spar di rib bay 4-5 dan 5-6. Hasil yang diperoleh adalah terjadi korosi pada Rib 26-Rib 27 pada wing bagian kanan. Korosi ini terjadi pada baut dari rear spar, hal ini karena Mikroorganisme terdapat pada air yang berada pada tanki bahan bakar pesawat, air ini dapat berisi oksida besi dan garam mineral.*

**Kata kunci:** Uji Ultrasonik, Upper Wing Skin Panel, Korosi.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang transportasi terus berkembang sangat pesat, salah satunya yang sangat terlihat yaitu perkembangan transportasi disektor udara. Teknologi penerbangan dibagi menjadi 2 kebutuhan, baik untuk melayani kebutuhan militer (*aerospace*) maupun untuk umum (*airlines*). Teknologi penerbangan pada bidang militer dituntut untuk menghadapi persaingan teknologi pertahanan dunia dan menunjukkan kedaulatan sebuah bangsa. Dalam

bidang komersil juga perkembangan industri penerbangan dituntut terus meningkatkan performansinya untuk memenuhi kebutuhan transportasi udara, yang dikenal paling cepat untuk berbagai macam jarak tempuh, nyaman dan tingkat keamanan yang tinggi.

Untuk menjaga kehandalan maskapai penerbangan agar dapat beroperasi sebagaimana secara maksimal dan sesuai harapan, sebaiknya setiap perusahaan jasa penerbangan memiliki fasilitas perawatan. Dengan memiliki fasilitas

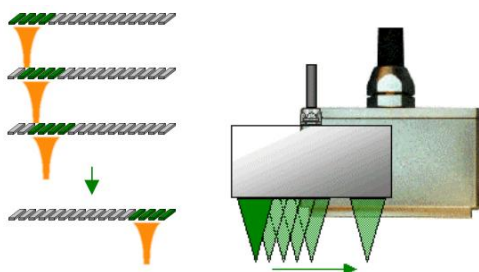
perawatan (*maintenance facility*) sendiri, maka perusahaan dapat menghemat waktu dan biaya untuk perawatan maskapainya sendiri di samping membuka lahan bisnis untuk jasa perawatan maskapai lain. Perawatan pesawat dilakukan secara berkala sesuai dengan ketentuan badan penerbangan dunia *International Civil Aviation Organization* (ICAO) di Amerika dan Dinas Sertifikasi Kelayakan Udara dibawah Departemen Perhubungan yang beralamatkan di Jl. Medan Merdeka Barat No.8 Jakarta Pusat. PT. Garuda Indonesia merupakan salah satu perusahaan jasa penerbangan nasional terbesar yang melayani jasa angkutan udara dalam dan luar negeri. Untuk melakukan perawatan pesawat, PT. Garuda Indonesia telah memiliki fasilitas perawatan purna sendiri yaitu Garuda *Maintenance Facility AeroAsia* (GMF *AeroAsia*) yang berlokasi di kawasan bandara Soekarno-Hatta Cengkareng, Tangerang, Banten. *Maintenance* pada pesawat yang dilaksanakan oleh PT. GMF *AeroAsia* sendiri ada 2 bagian utama, yaitu *line maintenance* dan *base maintenance*. Pelaksanaan *maintenance* pesawat melibatkan berbagai bidang ilmu pengetahuan, yaitu bidang elektronik instrumentasi, mekanik, mesin, manajemen, inspeksi dan lain-lain. Salah satu fasilitas *maintenance* yang menunjang 2 *maintenance* utama tersebut yang dilakukan oleh GMF *AeroAsia* adalah sistem dan proses Uji Tak Rusak atau *Non Destructive Testing* (NDT). *Non Destructive Testing* (NDT) adalah cara yang paling ekonomis untuk melakukan inspeksi dan cara untuk menemukan cacat. NDT pada pesawat dapat mendeteksi retak atau *crack*

atau cacat lainnya pada struktur badan pesawat maupun pada komponen mesin yang tidak dapat terlihat oleh mata telanjang. Dalam masa kini aplikasi NDT pada pesawat 70-80% di lakukan pada struktur pesawat, badan pesawat, landing gear dan mesin atau komponen yang terkait. Inspeksi NDT pada pesawat memiliki beberapa metode yang diterapkan, diantaranya: 1) *Liquid penetrant*, 2) *Magnetic particle*, 3) *Eddy current*, 4) *Ultrasonic*, 5) *Radiography* (*x-ray/gamma ray*), 6) *Visual/Optical* 7) *Sonic/Resonance*, 8) *Infrared Thermography*. Untuk melaksanakan *maintenance* pesawat maupun perawatan komponen industri manufaktur dan lainnya melibatkan bidang – bidang ilmu pengetahuan, yaitu bidang elektronik, mesin, ilmu bahan logam (metalurgi), inspeksi, manajemen dan lain – lain. Dengan demikian dapat dilakukan Analisis tentang proses perawatan yang dilakukan oleh perusahaan GMF *AeroAsia*. Analisis yang dapat dilakukan antara lain yaitu sistem dan proses *Non Destructive Testing* (NDT). Salah satu metode inspeksi NDT adalah *Ultrasonic Test* yang digunakan untuk inspeksi khusus *upper wing* dengan menggunakan alat *ultrasonic phased array* di pesawat A320, inspeksi *upper wing* ini untuk mendeteksi adanya korosi atau tidak di bagian *subsurface* pada *upper wing* tersebut. *Ultrasonic test* memiliki keunggulan di atas seluruh metode NDT untuk kedalaman penetrasi dalam mendeteksi *defect* yang sangat baik, preparasi penggunaan alat dan benda uji yang tidak rumit dan *portable*, dan dapat menampilkan informasi jarak pada layar CRT atau LED.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Ultrasonic Testing Phased Array* merupakan metode *non destructive test* yang sangat canggih. *Phased array* merupakan metode NDT yang dapat mendeteksi cacat dengan cepat dan akurat secara optimal dengan waktu pengerjaan yang seminimal mungkin, maka banyak sekali keuntungan memakai metode ini (Pugalendhi dan Veeraru, 2013).

Metode ini sendiri agak berbeda dengan *ultrasonic testing* biasa, *transducer/probe ultrasonic phased array* ini memiliki 64 element. Dengan kata lain *transducer phased array* ini dapat mengarahkan dan memfokuskan pancaran gelombang ultrasoniknya seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini (Poguet dkk, 2002).



Gambar 1. Pancaran Gelombang Ultrasonik

Prinsip scanning pada *Phase Array Ultrasonic Testing* dapat ditunjukkan pada Gambar 2 (Kawanami dkk, 2001). *Ultrasonic Testing* berbasis pada variasi-waktu getaran di dalam sebuah material, yang biasa disebut dengan akustik. Semua substansi material terdiri dari susunan atom atom yang mana dipaksa untuk bergetar pada posisi setimbangnya, maksudnya adalah

setiap atom akan digetarkan dari posisi awalnya ia berada pada sebuah material dengan memanfaatkan impuls dari pulsa atau gelombang suara ultrasonik dan kemampuan untuk menstabilkan diri ke posisi semula. Dengan kejadian hal demikian, maka terjadilah sebuah osilasi di dalam material tersebut.

Method	Electronic scanning	Electronic focusing
Control principle	<p>Delay time setting</p> <p>Multiple piezoelectric composites</p> <p>Imaginary ultrasonic wave propagation</p> <p>Composite wave front</p> <p>Ultrasonic wave incidence direction</p>	<p>Delay time setting</p> <p>Piezoelectric composite</p> <p>Imaginary ultrasonic wave propagation</p> <p>Composite wave front</p> <p>Focusing point of ultrasonic wave</p>
Features	Probing speed increases as a result of minimization of difficult-to-inspect areas by scanning at various angles of refraction and by electronic scanning.	Space resolution (detecting ability) is improved by ultrasonic-wave beam focusing.

Gambar 2. Scanning pada PAUT

*Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT)* merupakan metode uji ultrasonic menggunakan sebuah probe dengan multi-elemen dimana pulsa keluaran dihasilkan dari setiap elemen yang memiliki waktu tunda sedemikian rupa sehingga menghasilkan interferensi konstruktif pada sudut tertentu dan kedalaman tertentu. Jangkauan dari *phased array* ditentukan oleh ukuran elemen yang masih menggunakan rumus uji ultrasonic konvensional untuk menghitung *beam spread*. Semakin kecil ukuran elemen maka semakin tinggi jangkauan pengujian sehingga mampu menguji sudut yang besar.

Uji *ultrasonic phased array* memiliki kemampuan baik dalam mengidentifikasi jenis cacat hingga ukuran terkecil, sehingga sangat cocok untuk material yang tipis dan jenis cacat yang tidak dapat dilihat secara visual.

Pengujian menggunakan *ultrasonic phased array* dan

*ultrasonic long range* dapat mendeteksi cacat pada permukaan dan subpermukaan, sedangkan uji radiografi hanya dapat mengetahui cacat *interior* makroskopik. Identifikasi jenis cacat dapat diketahui dengan mengenali dan memahami bentuk serta ukuran dari masing-masing jenis cacat sehingga untuk pengujian dengan menggunakan metode uji sinar-x *radiography* maupun uji ultrasonik *long range* dan *phased array* mengharuskan inspektor memiliki kemampuan yang tinggi dan terlatih. Uji ultrasonik *phased array* dan *long range* merupakan peralatan uji tak rusak yang portable sehingga memudahkan inspektor dalam membawa, sedangkan uji radiografi sinar-x memiliki peralatan dengan ukuran cukup besar sehingga tidak portable. Pada penelitian ini, uji radiografi sinar-x hanya menggunakan film negatif sehingga hasil pengujian yang dibaca berupa data 2D sedangkan pengujian dengan menggunakan uji ultrasonik baik *phased array* maupun *long range* telah menggunakan PC untuk menampilkan data yang memungkinkan data terbaca dalam bentuk 3D maupun 2D (Renie dkk, 2016).

Pengujian menggunakan metode *ultrasonic long range* dapat mendeteksi lokasi terjadinya cacat dan mengetahui nilai ketebalan pada saat pengujian. Data ketebalan ini dapat digunakan untuk menghitung nilai laju korosi dan umur sisa. Namun, metode ini tidak dapat mendeskripsikan jenis cacat yang terjadi pada material tersebut. Untuk mengetahui jenis cacat tersebut

diperlukan metode lain yang mampu mendeteksi jenis cacat pada suatu material. Dalam tulisan ini, digunakan metode uji *ultrasonic phased array* dan metode uji radiografi sinar – x. Marefat et al. (2011) telah melakukan eksperimen dengan membandingkan hasil pengujian metode uji radiografi dan uji *ultrasonic phased array*.

Pengujian *ultrasonic phased array* dilakukan berdasarkan standard ASME E2491-06, dengan tipe *encoder Harfang equipment X32 series*, nomor elemen 1-32, model *probe PE -500 MI.00 P32E*, wedge model yang digunakan adalah PE - 35 WOR - 2, dengan tipe *scan Sectorial* dengan rentang sudut min 40<sup>0</sup>max 70<sup>0</sup>, dan menggunakan *software UT-STUDIO 2.3R*.

Pengujian dengan menggunakan metode *ultrasonic phased array* dapat mendeteksi bagian cacat yang tidak dapat dideteksi oleh uji radiografi sinar – x (Marefat dkk, 2011).

## METODE

### Alat dan Bahan Pengujian

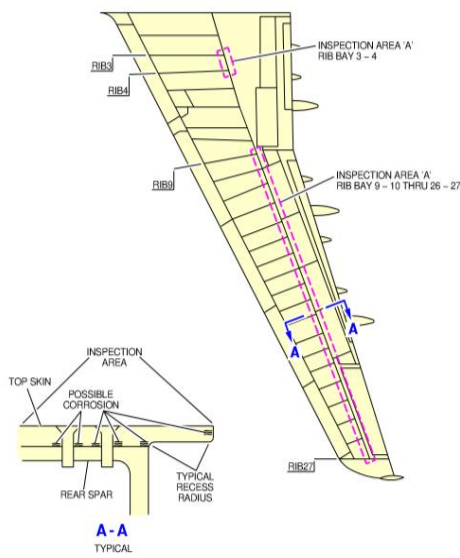
Peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk inspeksi upper wing top skin panel menggunakan *ultrasonic phased array testing* (PAUT) pada pesawat adalah sebagai berikut: a) *Ultrasonic equipment omniscan MX PAUT16-128*. b) *Probe A115-980-100*, 5 MHz *phased array* 6.4mm (0.0250 in) *elevation*, 64 *elements*, 0.8 (0.031 in) *element pitch*, 3m (9.8 ft) *connection cable*. c) *Reference block 99D57204164001*. d) *Probe guide non-metallic straight edge* 1m (3.28 ft). e) *Couplant water*

spray. f) Approved marker EDDING 8404. g) Safety belt. h) Self contained vacuum anchor.

### Material dan Area Penelitian

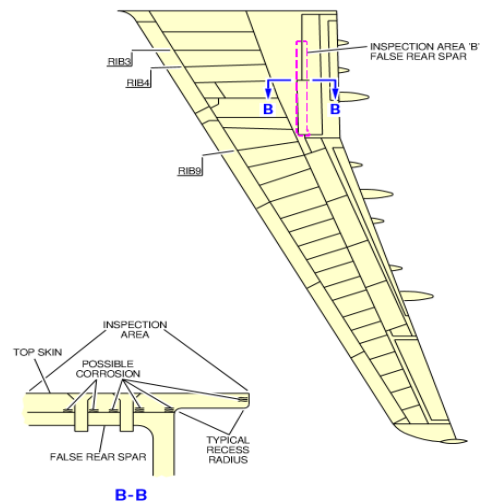
Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah *Upper Wing Skin Panel* pada pesawat yang terbuat dari aluminium dan disambung dengan baut *rear spar* dengan tiga tempat area uji seperti penjelasan sebagai berikut:

Area A, antara *trailing edge* dan *forward fastener row* dari *rear spar* di *Rib bay 3 – 4* dan *rib bay 9 – 27* seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.



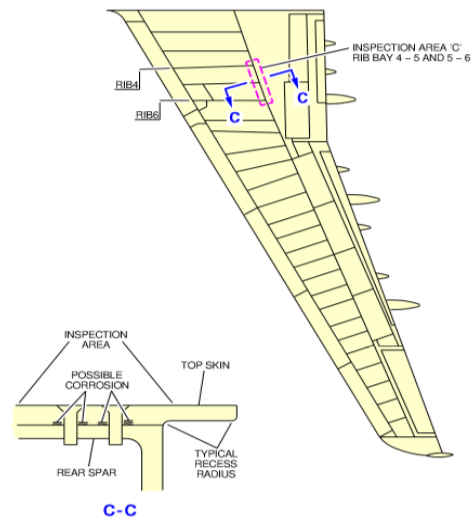
Gambar 3. Area A

Area B, antara *trailing edge* dan *forward fastener row* dari *false rear spar* seperti terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Area B

Area C, antara *forward fastener row* dan *shaft fastener row* dari *rear spar* di *rib bay 4-5* dan *5-6* seperti terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Area C

### Pelaksanaan Penelitian

#### Persiapan Inspeksi

Persiapan Inspeksi antara lain:  
 a) Untuk wilayah yang ingin diinspeksi cat tidak perlu di *removed* asalkan pada kondisi yang baik dan tidak adanya gelembung dan serpihan. Jika ada keraguan tentang

kondisi lapisan cat di daerah yang ingin di inspeksi, lapisan cat (tidak termasuk primer) harus dihapus menggunakan metode yang disetujui. b) Pastikan tidak adanya kotoran yang menempel pada daerah yang ingin di inspeksi. c) Pastikan daerah yang ingin di inspeksi bebas dari kerusakan atau kecacatan yang terlihat oleh mata. d) Gunakan *approve marker* untuk menandai atau membuat garis antara *wing rib* dan *rear spar*. e) Bagian *interface* dari *wing rib* dan *rear spar* harus di tandai agar *rib bay* dapat teridentifikasi.

### **Inspeksi area A**

Inspeksi area A antara lain: a) Tandai *rib bay* untuk di inspeksi. b) Cari *fastener* yang ada pada wilayah *rear spar*, lalu tandai *fastener*. c) Ukur 20 mm (0,787 in) dari kepala *fastener* ke bagian depan lalu tandai menggunakan *approved marker* d) Ukur 20 mm (0,787 in) dari kepala *fastener* yang terakhir ke belakang tandai menggunakan *approved marker*. e) Pastikan semua *fastener* pada wilayah *rear spar* ada pada area Probe. f) Buatlah garis lurus sebagai penanda menggunakan penggaris yang non-metal dan *approved marker* dari rib ke rib. g) Pastikan jalur *scan* akhir (*final*) harus ada lebih pada bagian tepi *trailing edge*. h) Ulangi langkah-langkah tersebut pada *rib bay* yang lain pada wilayah inspeksi area A.

### **Inspeksi area B**

Inspeksi area B antara lain: a) Tandai wilayah *False rear spar* untuk di inspeksi. b) Cari *fastener* yang ada pada wilayah *False rear spar*, lalu tandai *fastener*. c) Ukur 20 mm

(0,787 in) dari kepala *fastener* ke bagian depan lalu tandai menggunakan *approved marker*. d) Ukur 20 mm (0,787 in) dari kepala *fastener* yang terakhir ke belakang tandai menggunakan *approved marker*. e) Pastikan semua *fastener* pada wilayah *false rear spar* ada pada area Probe. f) Buatlah garis lurus sebagai penanda menggunakan penggaris yang non-metal dan *approved marker*. g) Pastikan jalur *scan* akhir (*final*) harus ada lebih pada bagian tepi *trailing edge*. h) Ulangi langkah-langkah tersebut pada *false rear spar*.

### **Inspeksi area C**

Inspeksi area C antara lain: a) Tandai *rib bay* untuk di inspeksi. b) Cari *fastener* yang ada pada wilayah *rear spar*, lalu tandai *fastener*. c) Ukur 20 mm (0,787 in) dari kepala *fastener* ke bagian depan lalu tandai menggunakan *approved marker*. d) Ukur 20 mm (0,787 in) dari kepala *fastener* yang terakhir ke belakang tandai menggunakan *approved marker*. e) Pastikan semua *fastener* pada wilayah *rear spar* ada pada area Probe. f) Buatlah garis lurus sebagai penanda menggunakan penggaris yang non-metal dan *approved marker* dari rib ke rib. g) Pastikan jalur *scan* akhir (*final*) harus ada lebih 20mm dari *fastener* bagian belakang pada *rear spar*. h) Ulangi langkah-langkah tersebut pada *rib bay* yang lain pada wilayah inspeksi area C.

### **Pelaksanaan Proses Inspeksi**

Pelaksanaan Proses Inspeksi antara lain: a) Pasang *vacuum anchor system*. b) Pakai *safety belt* lalu sambungkan pada *vacuum anchor*

system. c) Buka file *setup* kalibrasi. (Dilihat pada lampiran). d) Tandai area yang ingin di inspeksi. e) Ukur jarak area inspeksi yang akan di scan dan atur pada alat jarak yang ingin di inspeksi. (Contoh : *enter the scan path length + 50 mm*). f) Tandai area yang ingin di inspeksi, tujuannya sebagai jalur yang akan di *scan* oleh *probe*. g) Semprotkan air (*couplant*) ke area yang ingin di inspeksi. h) Letakkan *probe* (AWP05-64-08-050) pada area awal yang ingin di scan. i) Atur *gain Back Wall Echo* 80% *Full Screen Height* pada *display Omniscan MX*. j) Lakukan *scanning* dengan *probe* (AWP05-64-08-050) mengikuti jalur *scan* yang sudah di tandai sebelumnya dan lakukan *scanning* dengan cara probenya agak di tekan agar encoder dapat membaca dan dapat di baca melalui display. k) Proses scan sudah selesai, tekan tombol *Pause* pada *screen display*. l) Pada proses *scanning* ini yang terbaca pada *display* adalah C-Scan  $A^{\wedge} - I^{\wedge}$  (*Thickness Scan*), C-Scan A% (*Amplitude Scan*), S-Scan dan A-Scan. m) Analisis C-Scan  $A^{\wedge} - I^{\wedge}$  (*Thickness Scan*) dan C-Scan A% (*Amplitude Scan*). n) Korosi akan terindikasi dari penurunan dari *Back Wall Echo*  $\geq 4\text{dB}$  atau  $\geq 30\%$  *Full Screen Height* dengan penurunan ketebalan  $\geq 10\%$  dari tebal materialnya. o) Setelah membaca hasil *scan*, maka mulai lagi dengan menekan tombol *Play* yang ada pada *display*. Ulangi langkah-langkah sampai area yang *scan* di inspeksi semua.

### Acceptance Criteria

Semua indikasi yang menunjukkan *Back Wall Echo*  $\geq 4\text{dB}$

atau  $\geq 30\%$  *Full Screen Height* dengan penurunan ketebalan  $\geq 10\%$  dari tebal materialnya, maka harus di klasifikasi sebagai korosi dan di *record* lalu di buat *resume*. Indikasi tersebut harus menyatakan: a) Lokasi korosi pada *rib bay* atau *false rear spar*. b) Kedalaman korosi. c) Ukuran area korosi. d) *Scan* harus di *save*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pelaksanaan Penelitian

Proses uji *Ultrasonic Phase Array* di lakukan pada *upper wing top skin panel* seperti di tunjukkan pada Gambar 6.



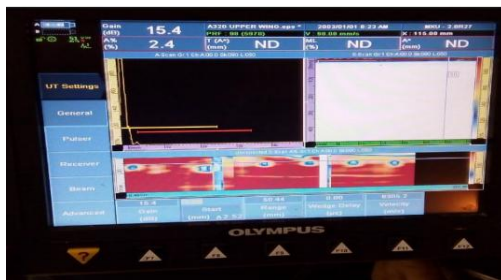
Gambar 6. Pelaksanaan Uji PAUT pada *Upper Wing Skin Panel*

Saat inspeksi berlangsung terdapat indikasi sinyal korosi antara Rib 26-Rib 27 (area inspeksi A) pada wing bagian kanan. Area korosi di tandai dengan *approve marker* seperti terlihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Posisi Korosi berada pada antara Rib 26 – Rib 27

Hasil Penelitian dengan Uji PAUT Tampilan PAUT pada alat *Ultrasonic equipment omniscan MX PAUT16-128* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Uji PAUT pada Alat

Pada area *wing top skin* pada *rib bay* dan *false rear spar* jika di temukannya korosi maka ada perbaikan dengan mengacu pada SRM (*Structural Repair Manual*) A320 pada 51-22-00. Setelah melakukan inspeksi, dibuat *report* bahwa telah menemukan korosi antara Rib 26- Rib 27 seperti ditunjukkan pada Gambar 9.

GENERAL DATA			
JOB/CARD/NO. NO.	: 801164342	A/C REG.	: PK-GLK
CUSTOMER	: CITILINK	PIN/SIN	: N/A
OBJECT	: UTI of SDI Right Outer Wing, Top Skin Panel 2 Overhang Between Rib 4 and Rib 22	LOCATION	: Hanggar 4
		MANHOURS	: 12 Hrs
INSPECTION SPECIFICATION			
E/O NO./Prod. No.	: JC No. 12.57.05/ROTN-255		
OTHER SPECIFICATION	: NTM 572907		
EQUIPMENT			
TYPE/MODEL OF EQUIPMENT	: Phased Array ACQ Module	S/N	: OMNI-102196
CALIBRATION STANDARD	: UR Refl Block/UR201	S/N	: 99D57204164001
PROBE TYPE	: Probe Phased Array	S/N	: H1762
OBJECT MATERIAL	: Aluminium		
INSTRUMENT SETTING			
FREQUENCY	: 5 MHz	GAIN	: 15.5 dB
RANGE	: 30.5 mm	DELAY	: 0 mm
INSPECTION RESULT			
DESCRIPTION			
Found Corrosion At Rib 26 - 27 RH Wing			

Gambar 9. Resume Hasil Uji PAUT

Kerusakan atau korosi yang ada pada *upper wing top skin panel* ialah adanya korosi di sekitar baut dari *rear*

*spar*, yang mana jika korosi di daerah itu telah menipiskan ketebalan material  $\geq 10\%$  dari tebal material yaitu 10 mm maka material tersebut harus ada perlakuan khusus. Korosi terjadi karena reaksi elektrokimia dari logam dengan lingkungannya. Kondisi ini menyebabkan adanya reaksi perbedaan potensial listrik dan elektrolit. Beberapa hal yang menyebabkan korosi pada area A adalah: a) Mikroorganisme. Mikroorganisme terdapat pada air yang berada pada tanki bahan bakar pesawat, air ini dapat berisi oksida besi dan garam mineral. Air ini dapat mendukung pertumbuhan bakteri dan jamur, yang keduanya dapat meningkatkan korosif serangan fisik, kimia dan enzimatik. b) Zat Asam. Zat asam pada material akan menyebabkan korosi pada sebagian besar paduan yang digunakan dalam pembangunan pesawat terbang. c) Air dan Air Keras. Air mengandung mineral dan zat kontaminan, dan gas-gas terlarut, misal oksigen. Jumlah zat - zat kontaminan ini akan mengubah kemampuan air menjadi penyebab terjadinya korosi. Air laut merupakan zat yang mengandung banyak garam dan akan sangat cepat menyebabkan korosi pada struktur pesawat. Air keras biasanya mengandung banyak basa sehingga tidak mudah menyebabkan korosi pada kebanyakan logam. Namun air keras ini dapat menyebabkan korosi pada material yang mengandung aluminium dan aluminium paduan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *Phased Array Ultrasonic Testing* dapat disimpulkan sebagai berikut:



1. Prinsip pengujian *Ultrasonic Test* adalah memanfaatkan gelombang suara untuk mendeteksi *defect* dan *Transducer ultrasonic phased array* memiliki beberapa element sehingga dapat memfokuskan pancaran gelombang ultrasonik.
2. Potensi kerusakan yang ada pada *upper wing top skin panel* ialah adanya korosi di sekitar baut dari *rear spar*, yang mana jika korosi di daerah itu telah menipiskan ketebalan material  $\geq 10\%$  dari tebal material yaitu 10 mm.

Uji PAUT pada Area B dan area C tidak ditemukan potensi kerusakan korosi.

#### DAFTAR PUSTAKA

Kawanami, Seiichi. dkk, 2001. *Development of Phased Array Ultrasonic Testing Probe*. Japan: Mitsubishi Heavy Industries, Technical Review Vol 38.

Marefat, Fereidoon. dkk. 2011. *Capabilities and Limitations of Radiography and Phased Array Ultrasonic Test in the Detection of Subtle welding defects*. Singapore: Singapore International NDT Conference & Exhibition.

Pitalokha, Renie Adinda. Dkk. 2016. *Inspeksi Cacat (Diskontinuitas) Pada Material dengan Menggunakan Uji Ultrasonik dan Uji Radiografi*. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2016. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Pugalendhi, P dan Veerarju, D. 2013. *Use of Phased Array Ultrasonic Testing*. Singapora: Singapore International NDT Conference & Exhibition.

Poguet, Jerome. dkk, 2002. *Phase Array Technology Concept Probe and Applications*. Barcelona-Spain: 8th European Congres of Non Destructive Testing.