

Analisis Pengujian *Cladding* Aluminium Alloy 2024 Dengan Metode *Eddy Current* di PT Garuda Maintenance Facility AeroAsia

Agris Setiawan¹, Taufan Triandika², Dyah Probowati³

^[1, 2, 3]Program Studi Teknik Metalurgi, Jurusan Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta,
Jl. Babarsari No. 2, Sleman, Yogyakarta, Indonesia. 55281
E-mail: agrissetiawan@upnyk.ac.id
(+62 82324419627)

Abstrak

Non-destructive testing (NDT) adalah pengujian material untuk menentukan kualitas dan integritas material atau elemen struktur tanpa memengaruhi kemampuan untuk menjalannya fungsinya. NDT itu sendiri memiliki beberapa metode pengujian, yaitu *radiograph testing*, *eddy current testing*, *thermal testing*, *penetrant testing*, *ultrasonic testing*, dan *visual testing*. Metode *eddy current* biasanya digunakan pada industri aviasi untuk mencari *crack* maupun perbedaan material melalui perbedaan nilai konduktivitasnya. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dasar penentuan nilai standar reparasi *fuselage skin* Airbus dengan melakukan *cladding test*. *Cladding test* adalah tes yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan *clad* atau pelindung pada *fuselage skin*. Penelitian ini menggunakan *specimen* dengan material yang sama pada *fuselage skin* Airbus, yaitu Aluminium *clad sheet* 2024 dengan ketebalan yang berbeda. Dengan menambahkan variasi ketebalan, dimaksudkan untuk mensimulasikan pengikisan yang terjadi pada *fuselage skin* pesawat.

Kata Kunci: Non-Destructive Testing; *Eddy current*; *Cladding*; Konduktivitas; Pesawat

Non-destructive testing (NDT) is material testing to determine the quality and integrity of materials or structural elements without affecting their ability to carry out their functions. NDT itself has several testing methods, namely radiograph testing, eddy current testing, thermal testing, penetrant testing, ultrasonic testing, and visual testing. The eddy current method is usually used in the aviation industry to look for cracks and material differences through differences in conductivity values. In this study it was intended to determine the basis for determining the standard value of Airbus fuselage skin repair by conducting a cladding test. Cladding test is a test performed to determine the presence of clad or protective coating on the fuselage skin. This study used specimens with the same material as the Airbus fuselage skin, namely Aluminum clad sheet 2024 with different thicknesses. By adding variations in thickness, it is intended to simulate the erosion that occurs on the fuselage skin of the aircraft.

Key Words: Non-Destructive Testing; *Eddy current*; *Cladding*; Conductivity; Airplane

Pendahuluan

Alumunium telah dikembangkan dan dipadu bersama dengan unsur paduan lainnya seperti nikel, perunggu dan secara luas digunakan untuk pengembangan propeller, katup dan industry kapal karena mempunyai sifat mekanis dan tahan korosi yang sangat

baik (Culpan dkk, 1978; Jahanafrooz dkk, 1978; Richardson dkk, 2016; Tian dkk, 2007; Hauer dkk, 2021).

Non-Destructive testing digunakan untuk meminimalisir kemungkinan kegagalan dan juga digunakan untuk deteksi awal pada setiap anomali yang terjadi di pesawat

terutama pada bagian badan pesawat.(Janovec, Smetana, & Bugaj, 2019) Sulit untuk melakukan inspeksi bila materialnya berlapis seperti pada badan pesawat. Teknik inspeksi tanpa merusak yang dilakukan kebanyakan menggunakan pendekatan elektromagnetik, ultrasonic dan uji penetran cairan pada material konduktif seperti tambaga, alumunium atau baja (Janousek, dkk., 2008). Some of the most common nondestructive techniques are electromagnetic, ultrasonic and liquid penetrant testing. One of the OPEN ACCESS Sensors 2011, 11 2526 conventional electromagnetic methods utilized for the inspection of conductive materials such as copper, aluminum or steel is eddy current non-destructive testing [1].Inspeksi cacat pada bagian pesawat yang berlapis harus menggunakan metode yang sesuai agar lebih efektif (Khanz, 2000). Maka dari itu diperlukan metode yang sesuai. Metode *NDT Eddy Current* adalah salah satu metode yang cocok digunakan untuk mencari cacat pada material yang berlapis pada badan pesawat terbang.(Yang, Luo, & Han, 2006)

Inspeksi pada industri aviasi bertujuan untuk mencari cacat. Cacat yang dimaksud adalah suatu bahan atau

produk yang tidak memenuhi spesifikasi tertentu sehingga perlu dilakukannya pengerjaan ulang pada bahan atau produk tersebut (“Nondestructive Testing Standards: Present and Future,” 1992). Ada banyak keuntungan dari NDT di dunia industri salah satunya, peningkatan keamanan pada dunia aviasi. Dikarenakan material pembentuk pesawat memerlukan perlakuan khusus dan memerlukan pengecekan secara rutin dan tepat maka perlu adanya suatu metode untuk mengetahui adanya kecacatan terlebih dahulu sebelum pesawat lepas landas (Megson, 2013) Selain di dunia aviasi NDT juga banyak digunakan untuk melakukan inspeksi pada pipa di industri oil & gas. Dikarenakan hasil dari pengujian non-destructive yang presisi, maka perlu adanya pelatihan khusus untuk pekerja agar memiliki sertifikat melakukan pengujian non-destructive ini.

Ada beberapa kekurangan pada NDT seperti, komponen yang akan diuji perlu dibersihkan terlebih dahulu dikarenakan alat uji NDT sangat sensitif, beberapa pengujian bergantung pada konduktivitas material sedangkan beberapa material memiliki konduktivitas yang buruk, dan lain-lain (Workman dkk., 2012). Beberapa

parameter termasuk kisaran medan magnet, frekuensi operasional dan ukuran sensor yang cocok untuk jenis pengujian arus eddy (Yamada dkk, 2006). Metode pengujian arus Eddy dapat juga digunakan untuk material murni dan paduan dan juga dapat digunakan untuk mengukur kekerasan logam setelah dilakukan perlakuan panas (Mercier dkk, 2006)

Metode Penelitian

Kerja praktek yang dilaksanakan di PT GMF AeroAsia bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketebalan dan perbedaan *clad* terhadap besaran konduktivitas material uji dengan metode mengamati, memahami, menganalisis, dan studi literatur untuk proses *NDT Eddy Current*. Data yang dikumpulkan kemudian akan diolah dan dianalisis untuk dibandingkan secara teori dengan praktek secara langsung sehingga didapat sebuah kesimpulan pada pengaruh ketebalan dan perbedaan *clad* terhadap besaran konduktivitas material uji. Medan magnet yang berada disekitar sensor tersebar di bahan ferromagnetic (Rasson, dkk., 2006).

Sampel material yang digunakan untuk pengujian ini adalah Al-Clad Sheet 2024-T3 dengan kandungan *bare*

metal Al 90,7-94,7%; Cr *max* 0,1%; Cu 3,8-4,9%; Fe *max* 0,5% (“Engineering Data for Metals and Alloys,” 2018). Seluruh pengujian menggunakan standar *Airbus*. Proses yang pertama dilakukan adalah *Blend Out*, dilakukan dengan menggunakan gerinda tangan pada *specimen* dengan kedalaman yang berbeda dan dibagi menjadi 3 bagian. Proses ini bertujuan untuk melihat perbedaan saat suatu *Al-clad sheet* dilakukan *blend out*, apakah nilai konduktivitasnya akan berbeda sesuai ketebalan material atau tidak.

Material yang digunakan untuk pengujian berupa Al-Clad Sheet 2024. Penelitian ini dilakukan berdasarkan standar *Airbus* untuk mengetahui data ketebalan minimal maksimal dan nilai konduktivitas minimal maksimal. Sumber tersebut merupakan bagian dari buku panduan yang digunakan di PT GMF AeroAsia dalam bekerja.

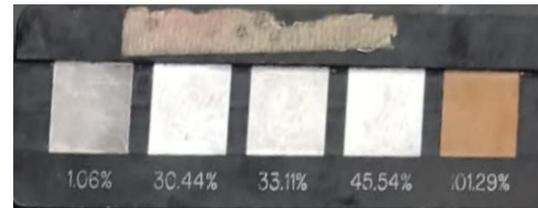
Proses yang pertama dilakukan adalah *Blend Out*, dilakukan dengan menggunakan gerinda tangan. Pada *Al-clad sheet 2024-T3* dilakukan *blend out* dengan kedalaman yang berbeda dibagi menjadi 3 bagian. Proses ini bertujuan untuk melihat perbedaan saat suatu Al-

clad sheet dilakukan *blend out*, apakah nilai konduktivitasnya akan berbeda sesuai kedalaman *blend out* atau tidak.



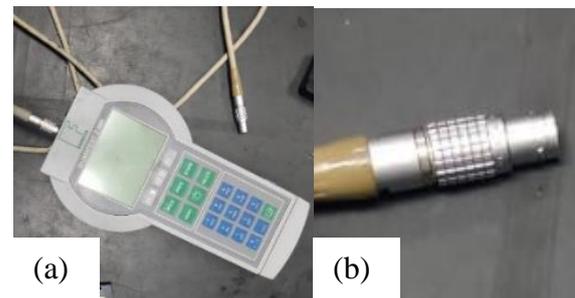
Gambar 1 Proses *blend out* spesimen

Tahap kedua pengujian adalah dengan melakukan kalibrasi alat. Sebelum dilakukannya atau digunakannya alat-alat atau instrumen *NDT*(*Non-Destructive Testing*), perlu dilakukannya kalibrasi alat untuk memaksimalkan tingkat akurasi dari alat yang akan digunakan. Pada percobaan ini digunakan lima standar untuk memaksimalkan tingkat akurasi dari alat *sigma test*. Prinsip kerja sistem kalibrasi adalah dengan cara menyamakan besaran yang keluar di layar alat *sigma test* dengan besaran konduktivitas (dalam %IACS) yang ada pada masing masing standar. Material dari standar yang digunakan mulai dari besaran konduktivitas (dalam %IACS) yang terkecil yaitu titanium (1.06 %IACS) dan yang terbesar tembaga (101.29 % IACS).



Gambar 2 Standar Kalibrasi Alat

Setelah dilakukannya kalibrasi alat barulah bisa dilakukan engetesan nilai konduktivitas dengan akurasi yang tinggi. Percobaan ini dilakukan dengan alat *sigma test* dengan prinsip *eddy current*. Pada percobaan ini diambil beberapa titik dari setiap bagian. Nilai konduktivitas akan muncul dilayar saat *probe* dari *sigma test* menyentuh dari material yang akan diuji.



Gambar 3. (a) Alat *sigma test* dan (b) *Probe sigma test*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan dari data hasil uji konduktivitas yang didapat setelah melakukan *clading test* dengan variasi ketebalan dan perbedaan *clad* terhadap besaran nilai konduktivitas yang dikerjakan didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Data Hasil Uji Konduktivitas

| Bagian Spesimen | Thickness test (mm) | Besaran Konduktivitas (%IACS) |
|-----------------|---------------------|-------------------------------|
| Full clad | 3.19 | 50.05 |
| Half clad | 2.9 | 49.62 |
| No clad | 2.8 | 31.4 |

Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa hasil dari proses pengujian yang dilakukan dengan melakukan ketebalan memiliki hasil yang baik dan sesuai dengan dasar teori yang ada. Jika dilihat besaran nilai konduktivitas pada bagian *no clad* cukup signifikan jika dibandingkan dengan besaran nilai konduktivitas dari bagian *full clad* dan *half clad*.

Material *clad* memiliki lapisan dengan material yang berbeda dengan *bare alloy*. Maka dari itu saat *clad* dari suatu material hilang sepenuhnya maka besaran nilai konduktivitas akan berbeda cukup signifikan dibandingkan material dengan *clad* utuh maupun dengan *clad* yang sudah digerinda. Jika melihat standar *Airbus* (yang tidak dapat disebarluaskan) jangkauan besaran nilai konduktivitas untuk Aluminium 2024 T3 (*bare alloy*) sebesar 28.5-32.0 %IACS, yang menandakan saat *probe* dari *sigma test* menyentuh material uji dan menunjukkan angka 28.5-32.0

%IACS, maka material tersebut sudah tidak memiliki lapisan lindung atau *clad*. Jika dilihat dari tiga bagian spesimen uji, terdapat angka 50.05; 49.62; dan 31.4. Yang menandakan ketebalan dari suatu material dan ketebalan dari *clad* suatu material tidak terlalu mempengaruhi nilai konduktivitas. Namun saat *probe* menyentuh bagian yang sudah tidak memiliki *clad* atau *bare alloy*, maka besaran nilai konduktivitas akan langsung merujuk ke jangkauan nilai minimum sampai maksimum suatu *bare alloy*, dan yang digunakan pada percobaan ini adalah aluminium 2024 T3 (28.5-32.0 %IACS)

Kesimpulan

Pengujian *cladding test* yang dilakukan dengan variasi ketebalan dan variasi bagian *clad* (*no clad*, *half clad*, *full clad*) menggunakan material Al-Clad Sheet 2024-T3, proses ini menggunakan alat *sigma test* dengan prinsip *eddy current* menunjukkan nilai 50,05; 49,62; 31,4. Berdasarkan BAC 5946, REV. AC/14 FEB 2022 *Table 1 conductivity and hardness acceptance limits*, jangkauan untuk besaran nilai konduktivitas dalam persen IACS, untuk Al 2024 T3 (*bare alloy*) memiliki angka 28.5-32.0. Pada bagian *no clad*, nilai

konduktivitas menunjukkan angka 31.4 dan masuk dalam range *conductivity acceptance limits* untuk aluminium 2024 T3 (28.5-32.0). Yang artinya sudah menyentuh *bare alloy*, dan sudah tidak memiliki *clad* sama sekali. Pada bagian *full clad* dan *half clad*. Nilai konduktivitas menunjukkan angka 50,05 dan 49,62, kedua nilai ini dinilai cukup jauh jika dibandingkan dengan *no clad* (31.4 %IACS). Dikarenakan masih mengandung *clad*, dan memang memiliki campuran *alloy* yang berbeda dengan *bare metal*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pekerja dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu yang telah membantu dalam penelitian pengaruh variasi ketebelan dan pengaruh variasi jenis material terhadap nilai atau besaran konduktivitas suatu material terhadap ada atau tidaknya cladding atau lapisan yang melindungi aluminium. pada material Al-Clad Sheet 2024 di PT *Garuda Maintenance Facility AeroAsia*, Cengkareng. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada pihak Program Studi Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi

Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Culpan, E.A., Rose, G. (1978). Microstructural characterization of cast nickel aluminium bronze. *Journal of Materials Science*, Vol. 13: 1647–1657.
- Jahanafrooz, A., F Hasan, Lorimer, G. W., et al. (1983). Microstructural development in complex nickel aluminum bronzes. *Metallurgical Transactions A*, 14: 1951–1956.
- Richardson, I. (2016). *Guide to nickel aluminium bronze for engineers*. USA: Copper Development Association,.
- Tian, R. Z., Wang, Z. T. (2007). *Handbook of copper alloy and its processing*. Changsha: Central South University Press,
- Hauer, M., Gärtner, F., Krebs, S. (2021). Process selection for the fabrication of cavitation erosion-resistant bronze coatings by thermal and kinetic spraying in maritime applications. *Journal of Thermal Spray Technology*, 30: 1310–1328.
- Engineering Data for Metals and Alloys. (2018). In *Metals Handbook Desk Edition*.
<https://doi.org/10.31399/asm.hb.mhde2.a0003082>
- Janovec, M., Smetana, M., & Bugaj, M. (2019). Eddy current array inspection of Zlin 142 fuselage riveted joints. *Transportation Research Procedia*, 40.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.042>

- Janousek, L.; Capova, K.; Yusa, N.; Miya, K. 2008. Multiprobe inspection for enhancing sizing ability in eddy current nondestructive testing. *IEEE Trans. Magn.*, Vol. 44, 1618-1621.
- Md. Mahi Uddin Khanz. (2000). Detection of defect on Aircraft Multi-layered Structure by Eddy Current technique(C/C INTRO, BELUM CONFIRM). *15th World Conference on Nondestructive Testing Roma (Italy) 15-21 October 2000*, 43.
- Megson, T. H. G. (2013). Aircraft Structures for Engineering Students. In *Aircraft Structures for Engineering Students*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61214-9>
- Nondestructive Testing Standards: Present and Future. (1992). In *Nondestructive Testing Standards: Present and Future*. <https://doi.org/10.1520/stp1151-eb>
- Workman, G. L., Moore, P. O., Testing, A. S. for N., Jolly, M., Prabhakar, A., Sturzu, B., ... Shaw, A. (2012). Nondestructive Testing Overview. In *Procedia CIRP* (Vol. 38).
- Yamada, S.; Chomsuwan, K.; Iwahara. 2006. Application of giant magnetoresistive sensor for nondestructive evaluation. In *Proceedings of the IEEE Sensors, Daegu, South Korea, October*; pp. 927-930.
- Mercier, D.; Lesage, J.; Decoopman, X.; Chicot, D. 2006. Eddy currents and hardness testing for evaluation of steel decarburizing. *NDT E Int.* 2006, 39, 652-660.
- Rasson, J.; Delipetrov. 2006. T. Progress and limitations in magnetic field measurements. In *Geomagnetics for Aeronautical Safety*, 1st ed.; Novkovski, N. Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, Volume 13, pp. 201-212
- Yang, B., Luo, F., & Han, D. (2006). Pulsed eddy current technique used for non-destructive inspection of ageing aircraft. *Insight: Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, 48(7). <https://doi.org/10.1784/insi.2006.48.7.411>