

RADIOGRAFI SINAR-X PADA TERUMBU KARANG

Djoli Soembogo

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN
Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440.
email: djoli@batan.go.id

ABSTRAK

RADIOGRAFI SINAR-X PADA TERUMBU KARANG. Pengaplikasian radiografi sinar-X sudah berkembang dan sudah banyak dimanfaatkan pada bahan metal seperti metal baja dan carbonsteel. Radiografi ini menggunakan sumber radiasi dari mesin sinar-X. Penelitian ini mencoba pengaplikasian radiografi digital menggunakan sumber sinar-X dan media pemindai film positif Epson V700 untuk pendigitalisasian hasil radiografi konvensional film pada terumbu karang. Telah dilakukan pengujian radiografi menggunakan film Fuji 100 untuk mendapatkan kontras medium, kepekaan medium dan kualitas bayangan (image) yang baik, metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal, dan menggunakan media pemindai film positif dan sumber sinar-X, parameter pengamatan densitas film radiografi dan bentuk cacat. Radiografi sinar-X pada terumbu karang bertujuan mengetahui cacat atau diskontinuitas terumbu karang seperti porositas yang akan mengganggu penentuan umur terumbu karang. Waktu paparan sinar-X adalah 1 detik untuk ketebalan terumbu karang 5,45 mm dan 5,60 mm dengan menggunakan tegangan tinggi mesin sinar-X Rigaku sebesar 130 kV. Hasil pemindai film positif berupa radiografi digital yang memungkinkan untuk proses transfer data digital atau penyimpanan data digital secara komputerisasi. Hasil pengujian radiografi pada terumbu karang dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal didapat parameter densitas film radiografi untuk film Fuji 100 pada terumbu karang No. 2 adalah 2,55; 2,53; 2,59 dan pada terumbu karang No. 4 adalah 2,62; 2,65; 2,66, penumbra hasil radiografi didapat 0,022 mm dan 0,023 mm, dan sensitivitas film radiografi adalah 1,648% dan 1,604%. Tidak ditemukan cacat porositas yang signifikan. Status dapat diterima untuk film Fuji 100, karena densitas film sesuai dengan standar yang diacu. Status terumbu karang No. 2 dan No. 4 dapat diterima, karena sudah sesuai dengan standar yang diacu.

Kata Kunci: sinar-X, terumbu karang, SWSI.

ABSTRACT

RADIOGRAPHY OF X-RAY IN CORAL REEFS. The application of X-ray radiography has been developed and it is already widely used in metal materials such as metal steel and carbonsteel. This radiography using a source of radiation from X-ray machines. This research attempts to use the application of digital radiography X-ray source and use scanner Epson V700 positive films media for digitization results of conventional radiographic films on coral reefs. It has been testing radiography using Fuji film 100 to get the contrast medium, the sensitivity of the medium and image quality is good, Single Wall Single Image method, and using the media scanner films positive and X-ray sources, observation parameter are density radiographic film and the defect shape. Radiography uses Fuji film 100 to obtain a good contrast medium, good medium sensitivity and good quality image. Radiography of X-ray on coral reefs aims to find defects or discontinuities coral reefs such as porosity which would interfere with the determination of the age of the coral reefs. X-ray exposure time is 1 seconds for a thickness of 5.45 mm and 5.60 mm coral reefs by using a high voltage X-ray machine Rigaku of 130 kV. The result of the positive film scanner in the form of digital radiography that allows for the transfer of digital data or digital computerized data storage. The test results of radiographic on coral reefs with Single Wall Single Image method obtained radiographic film density parameter for Fuji film 100 on coral reefs No. 2 are 2.55; 2.53; 2.59 and on coral reefs No. 4 are 2.62; 2.65; 2.66, unsharpness geometric of radiographic results obtained 0.022 mm and 0.023 mm, sensitivity radiography are 1.648% and 1.604%. No defect found of Porosity that is significant. Status is acceptable for Fuji film 100, because the density of the film is in conformity with the standards referred to. Status of coral reefs No. 2 and No. 4 can be accepted, because it has conformed with the standards referred.

Keywords: X-ray, coral reefs, SWSI.

PENDAHULUAN

Pengaplikasian radiografi sinar-X sudah berkembang dan sudah banyak dimanfaatkan pada bahan metal seperti metal baja dan carbonsteel. Radiografi ini menggunakan sumber radiasi dari

mesin sinar-X. Pada dasarnya radiografi sinar-X dapat dilakukan pada non metal seperti tubuh manusia. Penelitian ini mencoba pengaplikasian radiografi digital menggunakan sumber sinar-X dan media pemindai film positif Epson V700 untuk

pendigitalisasian hasil radiografi konvensional film pada terumbu karang. Terumbu karang secara global ditemukan di daerah tropis dan sub tropis, wilayah terbesar dengan keanekaragaman karang berada di wilayah Indo Pasifik seperti perairan Australia, kepulauan Pasifik, perairan Laut Merah, perairan Indonesia, Malaysia dan Filipna, dan di bagian timur dan barat Samudera Hindia. Untuk wilayah Atlantik meskipun tidak seluas dan sebanyak terumbu karang di Indo Pasifik, tersebar di sekitar perairan Karibia, Bermuda dan Karibia, Afrika Barat dan di sekitar lepas pantai Brasil [1].

Pengujian radiografi menggunakan film Fuji 100 bertujuan untuk mendapatkan kontras medium, kepekaan medium dan kualitas bayangan (*image*) yang baik, dan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal. Pada pengujian ini juga digunakan media pemindai film positif dan sumber sinar-X, parameter pengamatan densitas film radiografi dan bentuk cacat.

Maksud radiografi pada terumbu karang dengan menggunakan media pemindai film adalah mendigitalisasi hasil radiografi konvensional menggunakan film dengan sumber sinar-X untuk proses transfer data, penyimpanan data secara digital. Pengaplikasian radiografi sinar-X pada terumbu karang bertujuan untuk mengetahui cacat atau diskontinuitas terumbu karang seperti porositas yang akan mengganggu penentuan umur terumbu karang.

TEORI

Terumbu karang terdiri dari dua kata, yakni terumbu dan karang. Istilah terumbu dan karang memiliki makna yang berlainan. Istilah karang merujuk pada sekumpulan binatang. Sedangkan terumbu merupakan struktur kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh karang [1]. Penentuan umur dan laju pertumbuhan karang dan kaitannya dengan kejadian kondisi iklim ekstrim El-nino di daerah Kepulauan Seribu dengan menggunakan sinar-X [2].

Prosedur radiografi pada terumbu karang menggunakan film Fuji 100 yang mengacu pada *ASME section V* [3] untuk teknik radiografi dan *ASME section VIII division 1 Mandatory Appendix 4* [4] untuk standar penerimaan hasil radiografi. Sesuai dengan persyaratan standar *ASME section V article 2* [3], *code T-282.1*, densitas film radiografi untuk sumber sinar-X yang terbaca pada alat densitometer mempunyai rentang 1,80 – 4,00 dan mengacu *ASME section V article 2* [3], *code T-282.2*, densitas bervariasi pada daerah periksa antara minus 15% dan plus 30%, dibandingkan densitas pada daerah *penetrometer*.

TATA KERJA

Bahan radiografi pada terumbu karang adalah sebagai berikut :

1. Ketebalan terumbu karang 5,45 mm dan 5,60 mm.
2. Larutan pemroses film terdiri dari *developer* 20 liter, air *stopbath* 20 liter, *fixer* 20, air bersih pembilas 30 liter a 1 unit
3. Film kecepatan sedang Fuji 100 ukuran 101,60 x 254 mm² a 3 film

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

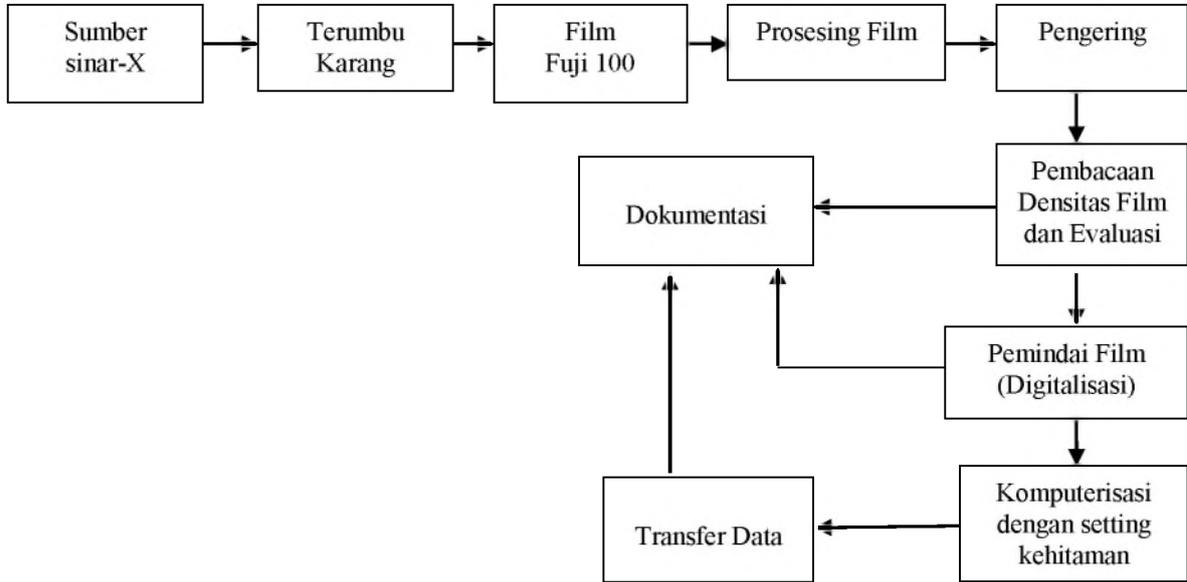
1. Mesin sumber sinar-X dan panel pengendali Rigaku 1 unit
2. Pb tebal 3mm 2 lembar
3. *Penetrometer ASTM* pelat No. 5 dan No. 7 @1 set
4. *Lead Letter Pb* untuk sinar X 1 set
5. *Hanger* 4 x 10" 2 set
6. *Stopwatch* 1 set
7. *Longtang* 2 set
8. *Surveyrometer* 1 set
9. *Rollmeter* 1 set
10. Statip pendukung 1 set
11. Pemindai film positif Epson V700 1 unit

Pengerjaan proses pemotongan terumbu karang memerlukan keahlian personal yang handal, teliti, dan akurat. Radiografi ini menggunakan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal atau *Single Wall Single Image* (SWSI) dengan 2 penetrometer pelat *ASTM* berlokasi letak di luar terumbu karang (pada film) menghadap sumber (*source side*). Dalam pengujian ini menggunakan langkah-langkah kerja seperti diperlihatkan pada Gambar 1, pengukuran tebal terumbu karang no. 2 diperlihatkan pada Gambar 2, pengukuran tebal terumbu karang no. 4 diperlihatkan pada Gambar 3, mesin sumber sinar-X merek Rigaku dan posisi terumbu karang uji diperlihatkan pada Gambar 4, Panel pengendali dan *Surveyrometer* diperlihatkan pada Gambar 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan dari 2 potongan terumbu karang masing-masing adalah 5,45 mm dan 5,60 mm. Berdasarkan tebal spesimen dengan menggunakan kurva paparan sinar-X bertegangan tinggi 130 kV (Lampiran 1) mendapatkan waktu paparan eksperimen adalah 1,00 detik untuk radiografi terumbu karang dengan jarak tegak lurus antara sumber dan film (*Source Film Distance*) tegak lurus adalah 610 mm dan dimensi *focal spot* sinar-X adalah 2,5 mm. Tegangan tinggi 130 kV diambil berdasarkan tegangan tinggi minimal mesin sinar-X, dan waktu paparan 1 detik berdasarkan eksperimental berulang yang tetap mengacu pada kurva paparan sinar-X. Dalam hal ini film yang digunakan adalah Fuji 100 berukuran 101,60 x 254 mm². Pengujian ini

mengamati parameter tingkat kehitaman film radiografi konvensional dan tingkat kehitaman film (densitas film) setelah proses.



Gambar 1. Langkah-langkah kerja.



Gambar 2. Pengukuran tebal terumbu karang No. 2.



Gambar 3. Pengukuran tebal terumbu karang no. 4.



Gambar 4. Pembangkit sinar-X Rigaku dan posisi terumbu karang.



Gambar 5. Panel pengendali dan *Surveymeter*.

digitalisasi menggunakan pemindai film positip yang bervariasi antara 1,80 - 4,00 sesuai standar yang

diacu [3, 5-10] dan bentuk cacat pada terumbu karang seperti porositas.

Tabel 1. Hasil radiografi pada terumbu karang.

No.	Terumbu Karang	Densitas Film D=1,80-4,00	Sensitivitas S (%)	Penumbra Ug (mm)	Jenis cacat	Status
1	No. 2	2,55; 2,53; 2,59	1,648	0,032	Tidak ditemukan cacat porositas	Densitas film diterima dan hasil baik
2	No.4	2,62; 2,65; 2,66	1,604	0,032	Tidak ditemukan cacat porositas	Densitas film diterima dan hasil baik

Hasil pengujian radiografi pada terumbu karang dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian densitas film berulang sebanyak 3 kali dan pengujian radiografi menggunakan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal diperoleh nilai densitas film Fuji 100 pada terumbu karang No. 2 (tebal 5,45 mm) sebesar 2,55; 2,53; 2,59. Nilai sensitivitas dan penumbra masing-masing adalah 1,648 dan 0,032. Pada pengujian terumbu karang No. 4 (tebal 5,60 mm) sebesar 2,62; 2,65; 2,66. Nilai sensitivitas dan penumbra masing-masing adalah 1,604 dan 0,032. Berdasarkan rentang densitas film yang diacu yaitu 1,80 - 4,00, status pengujian diterima dan tidak ditemukan cacat porositas. Dengan data-data tersebut diatas kerapatan (densitas) terumbu karang No. 2 lebih baik dibanding kerapatan (densitas) terumbu karang No. 4 sehingga dapat dikatakan tingkat kekeroposan terumbu karang No. 2 lebih rendah dibanding tingkat kekeroposan terumbu karang No. 4.

signifikan disebabkan karena terumbu karang mempunyai tingkat kualitas kepadatan yang tinggi dan tingkat kekeroposan yang rendah. Pengolahan dan pemotongan terumbu karang yang handal, teliti, dan akurat juga dapat mempengaruhi porositas terumbu karang, karena hal ini dapat mempengaruhi retak atau pecahnya terumbu karang pada permukaan atau di dalam badan terumbu karang. Status terumbu karang dapat diterima sesuai standar yang diacu dan sampel terumbu karang No. 2 dan No.4 dapat dilanjutkan untuk pengujian/penelitian selanjutnya dengan analisa *software Image J* untuk menentukan umur terumbu karang [1]. Hasil ini berdasarkan pengamatan di *viewer* (pembaca film positip) secara konvensional atau monitor komputer secara digital dan sudah sesuai dengan standar yang diacu. Hasil pemindaian film positip produk radiografi konvensional dengan alat pemindai Epson V700 dapat dilihat pada gambar 6.

Hasil pengujian radiografi pada terumbu karang No. 2 dan No. 4 tidak ditemukan cacat porositas yang



Gambar 6. Hasil pemindai film radiografi pada terumbu karang

KESIMPULAN

Hasil pengujian radiografi sinar-X pada terumbu karang No. 2 dan No. 4 dengan metode Ketebalan Tunggal Bayangan Tunggal didapat parameter densitas film radiografi untuk film Fuji 100 pada area terumbu karang No. 2 adalah 2,55; 2,53; 2,59 dan

area terumbu karang No. 4 adalah 2,62; 2,65; 2,66 dan tidak ditemukan cacat porositas pada terumbu karang No. 2 dan No. 4 yang signifikan. Status dapat diterima dengan film Fuji 100, karena densitas film sudah sesuai dengan standar yang diacu.

SARAN

Analisa *software Image J* diperlukan untuk menentukan umur terumbu karang yang dapat membedakan densitas tinggi dan densitas rendah dari hasil pendigitalisasian film.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan:

1. Kelompok Investigasi Tak merusak dan diagnosis, Bidang Industri dan Lingkungan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi.
2. Kelompok Sedimen, Kelautan dan Lingkungan, Bidang Industri dan Lingkungan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Komunikasi internet, <https://ensiklopedia.id/terumbu-karang/>, tanggal 12 April 2016.
2. Ali Arman, Neviaty P., Zamani dan Tsuyoshi Watanabe, *Studi Penentuan Umur dan Laju Pertumbuhan Terumbu Karang terkait dengan Perubahan Iklim Ekstrim Menggunakan Sinar-X*, Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi Vol. 9 No. 1, Hal 1 - 10, ISSN 1907-0322, Jakarta, Juni 2013.
3. ASME, *ASME section V, article 2 Radiographic Examination*, New York, 2013.
4. ASME, *ASME section VIII division 1 Mandatory Appendix 4*, New York, 2013.
5. IAEA, *IAEA/RCA Regional Training Course on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography Applications in Industry*, Kajang, Malaysia, 2-6 November, 2009.

6. IAEA, *IAEA/RCA Regional Training Course on the Use of Isee and aRTist Software for Digital Industrial Radiography (DIR) Image Analysis and Interpretation*, Kajang, Malaysia, 25-29 July 2011.
7. PUSDIKLAT BATAN, *Radiografi Level II Standar dan Petunjuk Praktikum*, Jakarta 2013.
8. API, *API STANDARD 1104*, New York, 2013.
9. ISO, *ISO 17636-2 Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detector*, Swizerland, 2013.
10. ASTM, *ASTM E2446-5=05 Standard Practice for Manufacturing Characterization of Computed Radiography System*, West Conshohocken, 2015.

TANYA JAWAB

Tjipto Sujitno

- Ide pemilihan bahan terumbu karang untuk apa?
- Terumbu karang ini nantinya untuk apa?
- Sekarang jamannya menggunakan digitalisasi, kenapa dalam menampilkan gambar-gambar masih metode konvensional?

Djoli Soembogo

- Ide karena terumbu karang bersifat
- Untuk memperbaiki siklus iklim yang ekstrim
- Investasi radiografi digital masih mahal dan eksklusif. Setuju untuk pengembangan ke depan.

- LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kurva hubungan paparan sinar-X dan ketebalan metal baja (dari buku manual alat mesin sinar-X Rigaku RF-300EGM2).

