

## ABSTRAK

### Uji Awal Prototip Ct-Scan Sinar-X Untuk Inspeksi Tak-Rusak Terhadap Struktur Beton Pasca Pemanasan

Intan Dwi Reino  
21/485950/PPA/06231

Prototip CT-Scan sinar-x untuk aplikasi industri sedang dirancang di Laboratorium Fisika Citra, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada. Alat CT-Scan dapat dimanfaatkan untuk keperluan inspeksi tak rusak pada produk industri, komponen produk industri atau specimen industri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan CT-Scan tersebut untuk mengamati pengaruh temperatur pemanasan pada beton bertulang menggunakan faktor eksposi tegangan anode-katode 170 kV dan arus filamen 5 mA. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran semen dan pasir dengan rasio 1:4 (c/s), dengan variasi diameter baja tulangan polos. Citra radiograf dihasilkan dengan resolusi spasial  $1216 \times 1936$  piksel<sup>2</sup> dan resolusi dinamis 8-bit, dengan skala pengukuran 1 mm per 9 piksel. Citra radiograf dan CT-Scan diperoleh untuk memahami perubahan struktural dan koefisien atenuasi pada beton akibat pemanasan pada 250°C hingga 550°C selama 1 jam. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan nilai koefisien atenuasi yang terlihat pada citra radiograf beton seiring peningkatan suhu. Nilai koefisien atenuasi pada beton kalibrasi menurun dari  $2,98 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu ruang menjadi  $2,64 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 250°C, dan menjadi  $2,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 550°C. koefisien atenuasi pada beton baja tulangan 8 mm, 10 mm, dan 12 mm menurun dari  $2,58 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $2,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , dan  $2,50 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 250°C menjadi  $2,49 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $2,43 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , dan  $2,40 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 550°C. Koefisien atenuasi Citra Tomografi Sebelum perlakuan temperatur pada beton baja tulangan 8 mm, 10 mm, dan 12 mm bernilai  $2,07 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , menurun menjadi  $1,97 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $1,89 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , dan  $1,88 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 250°C menjadi  $1,62 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $1,59 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , dan  $1,54 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  pada suhu 550°C. Ketebalan beton terhadap perubahan temperatur pada interval uji mempengaruhi nilai dan penurunan koefisien atenuasi. Kemampuan peralatan sinar-X Digital Industri menghasilkan nilai rata volume 1,77 pixel<sup>3</sup> dan luas 4,23 pixel<sup>2</sup> dan nilai porositas pada simulasi sampel uji sebesar 2,62 % dari volume sampe uji. Prototip yang dibangun di laboratorium Fisika Citra dengan set yang digunakan mampu mengamati pada *Makro Capillary Pores*.

**Kata kunci:** Beton pasca pemanasan, Sinar-X, CT-Scan digital, Koefisien Atenuasi, Porositas.

## ABSTRACT

### Initial Testing of X-Ray Ct-Scan Prototype For Non-Destructive Inspection Of Post Heating Concrete Structures

By

Intan Dwi Reino

21/485950/PPA/06231

An x-ray CT-Scan prototype for industrial applications is being designed at the Image Physics Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Gadjah Mada University. The CT-Scan tool can be used for non-destructive inspection of industrial products, industrial product components or industrial specimens. This research was conducted to determine the possibility of a CT-Scan to observe the effect of heating temperature on reinforced concrete using an anode-cathode voltage exposure factor of 170 kV and a filament current of 5 mA. The sample used in this research was a mixture of cement and sand with a ratio of 1:4 (c/s), with variations in the diameter of plain reinforcing steel. Radiograph images are produced with a spatial resolution of  $1216 \times 1936$  pixel<sup>2</sup> and a dynamic resolution of 8-bit, with a measurement scale of 1 mm per 9 pixels. Radiographs and CT-Scan images were obtained to understand structural changes and attenuation coefficients in concrete due to heating at 250°C to 550°C for 1 hour. The research results show a decrease in the attenuation coefficient value visible in the concrete radiograph image as the temperature increases. The average attenuation value decreased from  $0,000298 \text{ mm}^{-1}$  at room temperature to  $2,64 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at 250°C, and to  $2,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at 550°C. The average attenuation of 8 mm, 10 mm, and 12 mm reinforced steel concrete decreased from  $2,58 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $2,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , and  $2,50 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at a temperature of 250°C to  $2,49 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $2,43 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , and  $2,40 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at 550°C. The average attenuation of Tomography Image before temperature treatment on 8 mm, 10 mm, and 12 mm Reinforcing Steel Concrete is  $2,07 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , decreasing to  $1,97 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $1,89 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ , and  $1,88 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at a temperature of 250°C becomes  $1,62 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $1,59 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$ ,  $1,54 \times 10^{-4} \text{ mm}^{-1}$  at a temperature of 550°C. The thickness of the concrete against temperature changes at the test intervals affects the value and decreases the attenuation coefficient. The capabilities of the Industrial Digital X-ray equipment produced an average volume value of  $1,77 \text{ pixels}^3$  and an area of  $4,23 \text{ pixels}^2$ , with a porosity value of 2,62 % from the test sample volume. The prototype built in the Image Physics Laboratory with the setup used can observe macro capillary pores.

**Keywords:** Post-heating concrete, X-rays, digital CT-Scan, Attenuation Coefficient, Porosity.