

PENGENALAN VISUAL KERUSAKAN KELONGSONG BAHAN BAKAR NUKLIR REAKTOR KARTINI MENGGUNAKAN *EFFICIENTNETB4*

Tri Sulistiyo Hari Nugroho

22/501226/PTK/14703

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 7 Februari 2025 untuk memenuhi sebagian
persyaratan untuk memperoleh derajat Magister Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Salah satu komponen utama pada reaktor nuklir adalah elemen bakar yang terdiri dari kelongsong bahan bakar dan bahan bakar. Pengenalan kerusakan pada visual kelongsong bahan bakar dilakukan secara dini untuk mencegah kebocoran radioaktif yang dapat berisiko tinggi terhadap keselamatan operasional reaktor. Namun, data citra hasil inspeksi visual bahan bakar yang dilakukan saat ini belum digunakan dalam pengambilan keputusan terhadap kerusakan kelongsong bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis *deep learning* dalam identifikasi kerusakan pada visual kelongsong bahan bakar dengan akurasi tinggi, sebagai alternatif sistem inspeksi otomatis yang efisien dan akurat, mengurangi subjektivitas penilaian dari pelaksana, dan meningkatkan keselamatan operasional reaktor.

Dalam penelitian ini, pengambilan data gambar pada inspeksi visual dengan teknik *visual testing* menggunakan video kamera. Dalam pengolahan data dan mengintegrasikan data digunakan model *deep learning* EfficientNetB4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mampu mencapai akurasi pelatihan sebesar 96,97% dengan *loss* sebesar 0,0766, sementara akurasi validasi mencapai 92,16% dengan *loss* sebesar 0,3457. Model ini juga menunjukkan performa yang baik pada evaluasi data uji nyata dengan mendeteksi positif benar sebanyak 247 kasus (96,1%) dan negatif salah sebanyak 10 kasus (3,9%). Dengan nilai skor F1 sebesar 94%, model terbukti mampu memberikan hasil yang efisien dan akurat dalam mengidentifikasi kerusakan pada visual kelongsong bahan bakar dibandingkan dengan metode inspeksi manual, dapat mengurangi subjektivitas penilaian dari operator, dan dapat meningkatkan keselamatan operasional reaktor.

Kata kunci: kelongsong bahan bakar nuklir, inspeksi visual, *deep learning*, *efficientnetB4*, Reaktor Kartini

Pembimbing Utama : Prof. Ir. Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing Kusnanto



VISUAL DAMAGE IDENTIFICATION OF NUCLEAR FUEL CLADDING IN KARTINI REACTOR USING EFFICIENTNETB4

Tri Sulistiyo Hari Nugroho

22/501226/PTK/14703

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada as one of the requirements to obtain
the Master's Degree in Engineering Physics

ABSTRACT

The fuel element, which includes both the fuel and the fuel cladding, is one of the primary parts of a nuclear reactor. Preventing radioactive leaks, which present a serious risk to the reactor's operational safety, requires early detection of damage to the fuel cladding's aesthetic appeal. However, decisions about fuel cladding damage have not yet been made using the picture data gathered from the current visual inspection of the fuel cladding. In order to reduce the subjectivity of operator assessments, improve reactor operational safety, and provide an effective and precise substitute for automated inspection systems, this study intends to develop a deep learning-based system for highly accurate identification of damage in the visual appearance of fuel cladding.

The visual testing technique with a video camera was used in this study to gather picture data through visual assessment. The deep learning model EfficientNetB4 was used to handle and interpret the data.

The model's training accuracy was 96.97% with a loss of 0.0766, and its validation accuracy was 92.16% with a loss of 0.3457, according to the results. Additionally, the model performed well in evaluating real test data, correctly identifying 10 false negative instances (3.9%) and 247 true positive cases (96.1%). In comparison to manual inspection techniques, the model demonstrated efficiency and accuracy in detecting deterioration in the visual appearance of fuel cladding, lowering operator assessment subjectivity, and enhancing reactor operational safety, as seen by its 94% F1 score.

Keywords: nuclear fuel cladding, visual inspection, deep learning, efficientnetB4, Kartini Reactor

Supervisor : Prof. Ir. Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM.

Co-supervisor : Dr.-Ing Kusnanto

