

ANALISIS KECELAKAAN JENIS *SMALL BREAK LOSS OF COOLANT ACCIDENT* (SBLOCA) PADA PRESSURIZED WATER REACTOR (PWR) GENERIK 3-LOOP DENGAN ACCIDENT TOLERANT FUEL (ATF) MENGGUNAKAN RELAP5

oleh

Fathurrahman Setiawan

14/364235/TK/41924

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 4 Juni 2018
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Program *Accident Tolerant Fuel* (ATF) merupakan salah satu solusi yang ditawarkan untuk meningkatkan performa keselamatan reaktor, utamanya reaktor berpendingin air ringan (LWR). Program ini diimplementasikan dengan mengganti material pin bahan bakar dan/atau kelongsong dengan material yang lebih baik karakteristiknya dibandingkan sistem bahan bakar konvensional ($UO_2 - Zircaloy$). Adanya penelitian ini dimaksudkan untuk menilai performa berbagai jenis material ATF dari segi termal hidraulik dengan menyimulasikannya dalam kondisi kecelakaan jenis SBLOCA menggunakan *code* RELAP5/Mod3.3.

Model yang digunakan untuk simulasi ialah hasil modifikasi model referensi bertipe PWR 3-loop yang telah divalidasi dalam kondisi *steady-state*. Modifikasi model referensi menghasilkan model standar kondisi transien SBLOCA, yang divariasikan nilai konduktivitas termal dan kapasitas panasnya sesuai dengan material yang digunakan yaitu UN, U_3Si_2 , dan FCM untuk pin bahan bakar serta FeCrAl dan SiC untuk kelongsong. Diperoleh 12 kombinasi pasangan yang akan dimodelkan dan disimulasikan untuk kemudian dianalisis peristiwa penting dan dibandingkan performanya. Parameter *Peak Cladding Temperature* (PCT) digunakan sebagai tolak ukur perbandingan performa setiap model. Asumsi konservatif digunakan dalam permodelan pada penelitian ini.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa profil nilai PCT setiap model ditentukan oleh kondisi *core uncover* yang terjadi setelah peristiwa *loop seal clearance*. Penggunaan berbagai jenis material ATF menghasilkan kondisi *core uncover* yang berbeda-beda tergantung kepada karakteristik termal hidraulik model. Adapun sifat termal material mempengaruhi besarnya laju peningkatan nilai PCT ketika terjadi *core uncover*. Diperoleh hasil bahwa material UN dan FeCrAl memberikan performa terbaik sebagai material ATF dalam menurunkan nilai PCT jika dibandingkan dengan bahan bakar konvensional. Selain itu, dari setiap model yang disimulasikan tidak diperoleh nilai PCT yang melebihi batas keselamatan.

Kata kunci: ATF, termal hidraulik, RELAP5/Mod3.3, PWR 3-loop, SBLOCA.

Pembimbing utama : Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing. Sihana

SMALL BREAK LOSS OF COOLANT ACCIDENT ANALYSIS FOR A 3-LOOP PWR WITH ACCIDENT TOLERANT FUEL (ATF) USING RELAP5

by

Fathurrahman Setiawan

14/364235/TK/41924

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics

Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 4 June, 2018

in partial fulfillment of the Degree of

Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Accident Tolerant Fuel (ATF) program has been developed to be one of the solution for enhanced reactor safety, especially in Light Water Reactor (LWR). This program is implemented by using materials which properties are better than UO_2 – Zircaloy in neutronics and also thermal hydraulics aspects. The objective of this research is to perform an assessment of ATFs performance in thermal hydraulic behaviour by simulating SBLOCA accident using RELAP5/Mod3.3.

RELAP5 simulates a modified reference model of 3-loop PWR which had been validated in steady-state conditions. Modifying the reference model provides standard transient model for SBLOCA, which is then varied the value of thermal conductivity and heat capacity according to each material that used. Uranium-nitride, uranium-silicide, fully ceramic fuels, advanced steel cladding, and silicon carbide cladding is used as varied fuel pins and cladding in this research. Total of twelve fuel systems are modelled, including UO_2 – Zircaloy as a standard fuel system. All of this model then compared to each other to see the difference of thermal hydraulics behaviour in transient condition to get the best enhanced accident tolerant fuel. By using Peak Cladding Temperature (PCT) parameter, assessment of ATF performance was performed. Conservative assumptions are also taken into account for this modelling.

Based on this research, PCT value is determined by the depth and periode of core uncoverly after loop seal clearence incident. The characteristic of core uncoverly is distinguished by various of ATF materials which used and affected thermal hydraulics system behaviour. As the fuels was exposed, thermal properties of materials affected the value of PCT increases rate. Uranium-nitride fuels and advanced steel clad are the best ATF materials that observed in this research with their good thermal properties. Moreover, all the simulated models provide PCT's values that are lower than the value of acceptance criteria.

Keywords: ATF, thermal hydraulics, RELAP5/Mod3.3, 3-loop PWR, SBLOCA.

Supervisor : Dr. Alexander Agung, S.T, M.Sc.

Co-supervisor : Dr.-Ing. Sihana