



**ANALISIS DESAIN PERANGKAT BAHAN BAKAR SMALL-PWR DENGAN TEKNOLOGI FCMF
BERBASIS URANIUM NITRIDA PADA
KONDISI OPERASI TANPA BORON TERLARUT**

DEDY PRASETYO HERMAWAN, Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.; Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

**ANALISIS DESAIN PERANGKAT BAHAN BAKAR SMALL-PWR DENGAN
TEKNOLOGI FCMF BERBASIS URANIUM NITRIDA PADA KONDISI OPERASI
TANPA BORON TERLARUT**

Oleh

Dedy Prasetyo Hermawan

12/330413/TK/39573

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 29 September 2016
Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Biaya dan waktu pembangunan PLTN sering kali menjadi aspek pertimbangan dalam pembangunan reaktor nuklir. *Small Modular Reactor* (SMR) merupakan jenis reaktor yang memiliki keunggulan biaya lebih murah dan waktu pembangunan lebih singkat jika dibandingkan dengan PLTN skala besar. Meskipun demikian, dalam pembangunan PLTN juga harus memperhatikan aspek keselamatan dan keandalannya, terlebih setelah kecelakaan Fukushima Daiichi. Untuk meningkatkan aspek keselamatan, dikembangkan sebuah konsep bahan bakar yang memiliki fitur-fitur keselamatan yang tidak dimiliki oleh bahan bakar konvensional. Konsep bahan bakar tersebut disebut *accident-tolerant fuel* (ATF). Salah satu bahan bakar yang masuk kategori ATF adalah bahan bakar dengan teknologi FCM. Meskipun demikian, teknologi bahan bakar FCM tidak memiliki performa neutronik yang lebih baik dibandingkan bahan bakar konvensional. Untuk meningkatkan performa bahan bakar FCM dapat dilakukan dengan menggunakan bahan bakar yang memiliki densitas yang tinggi, seperti uranium nitrida dan *packing fraction* partikel TRISO dalam batang bakar ditingkatkan. Pada penelitian ini dilakukan analisis neutronik bahan bakar FCM berbasis UN menggunakan kode *Serpent* untuk mengetahui performa neutronik bahan bakar FCM berbasis UN. Pada penelitian ini juga dilakukan variasi suhu pada tiga kondisi, yaitu kondisi pada suhu kamar, kondisi operasi dan kondisi transien. Selain itu, dilakukan variasi densitas moderator untuk mengetahui koefisien reaktivitas void dari moderator. Hasil dari penelitian ini adalah semakin tinggi pengayaan ^{15}N dalam bahan bakar, semakin baik performa neutronik dari bahan bakar FCM berbasis UN. Koefisien reaktivitas suhu bahan bakar bernilai negatif pada tiga kondisi, suhu ruangan ($310\text{ K} \pm 10\text{ K}$), suhu operasi ($900\text{ K} \pm 20\text{ K}$), dan suhu transien ($1200\text{ K} \pm 20\text{ K}$). Akan tetapi, koefisien reaktivitas void bernilai positif karena desain *fuel assembly* berada pada kondisi *over-moderated* sehingga diperlukan penelitian lanjutan terhadap geometri perangkat bahan bakar.

Kata kunci : *accident-tolerant fuel, fully ceramic microencapsulated, TRISO, uranium nitrida, Serpent*

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

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.



**ANALISIS DESAIN PERANGKAT BAHAN BAKAR SMALL-PWR DENGAN TEKNOLOGI FCMF
BERBASIS URANIUM NITRIDA PADA
KONDISI OPERASI TANPA BORON TERLARUT**

DEDY PRASETYO HERMAWAN, Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.; Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

**ANALYSIS OF FUEL ASSEMBLY DESIGN IN SMALL PWR USING URANIUM
NITRIDE-BASED FCMF TECHNOLOGY ON SOLUBLE BORON FREE
OPERATIONAL CONDITIONS**

By

Dedy Prasetyo Hermawan

12/330413/TK/39573

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Physics Engineering
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 29 September 2015
in partial fulfilment of the requirements for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Cost and time of construction of nuclear power plants are often the aspects considered in the construction of nuclear reactors. Small Modular Reactor (SMR) is a type of reactor that has the advantage of lower cost and shorter construction time when compared with large-scale nuclear power plants. Nevertheless, in the construction of nuclear power plants must also consider aspects of safety and reliability, especially after the Fukushima Daiichi accident. To increase the safety aspect, developed a concept fuel that has safety features not possessed by conventional fuels. Fuel concept is called accident-tolerant fuel (ATF). One of the fuel in the category ATF is the fuel with FCM technology. Nonetheless, FCMF technology has not better neutronic performance than conventional fuels. To improve the performance of fuel FCM can be performed using a fuel that has a high density, such as uranium nitride and packing fraction of TRISO particle in improved fuel rods. In this research, neutronic analysis of FCM UN-based fuel are done with code Serpent. In this study, also carried out the temperature variations on three conditions, namely at room temperature conditions, operating conditions and transient conditions. Also, variation in moderator density are done to determine the void reactivity coefficient of moderator. The results of this study is the higher enrichment ^{15}N in the fuel, the better the neutronic performance of the FCM UN-based fuel. The fuel temperature reactivity coefficient is negative on all three conditions, room temperature ($310\text{ K} \pm 10\text{ K}$), operation temperature ($900\text{ K} \pm 20\text{ K}$), and transient temperature ($1200\text{ K} \pm 20\text{ K}$). However, the void reactivity coefficient is positive because the design of the fuel assembly is in over-moderated conditions thus follow up research about fuel assembly geometry are needed.

Keywords : *accident-tolerant fuel, fully ceramic microencapsulated, TRISO, uranium nitride, Serpent*

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

Co-supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.