

**ANALISIS OPTIMASI PERBANDINGAN MODERATOR-BAHAN  
BAKAR DAN FRAKSI MOL URANIUM PADA BAHAN BAKAR  
TERHADAP KEKRITISAN REAKTOR *MOLTEN SALT TRANSATOMIC  
POWER (TAP)* DENGAN TIPE KISI PERSEGI**

Oleh  
Dion Bagus Nugraha B.  
08/26892/TK/34129

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 15 Juni 2016. Untuk memenuhi sebagian  
persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

**INTISARI**

*Molten Salt Reactor Transatomic Power (MSR TAP)* merupakan reaktor nuklir pengembangan lebih lanjut dari Reaktor Generasi IV *Molten Salt Reactor (MSR)*. Reaktor MSR TAP ini menghasilkan daya listrik yang bersih, memiliki keselamatan pasif, mempunyai resistensi terhadap proliferasi, dan memiliki biaya yang rendah. Reaktor ini dapat mengkonsumsi bahan bakar nuklir sisa/*spent nuclear fuel (SNF)* dari penggunaan bahan bakar *Light Water Reactor (LWR)* yang komersial atau menggunakan bahan bakar utama yaitu larutan garam  $UF_4 - LiF - BeF_2$ . Moderator yang digunakan pada MSR TAP ini adalah moderator berbahan *Zirconium Hydride*.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran perbandingan nilai fraksi mol uranium dan jari-jari moderator yang optimal dari desain teras Reaktor MSR TAP agar dihasilkan pengayaan yang optimum dengan nilai  $1 < k_{eff} < 1,0065$  menggunakan program MCNP5. Selain itu penelitian ini juga bertujuan mencari pengayaan optimum yang mempunyai sifat keselamatan melekat (*inherent safety*) dengan  $\alpha_{void} < 0$ . Variasi yang dilakukan meliputi perubahan geometri jari-jari moderator dengan variasi 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm, 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, 4 cm, dan 4.5 cm; dan perubahan molar uranium pada bahan bakar  $UF_4 - LiF - BeF_2$  dengan variasi persen molar 15%, 20%, 25%, dan 30%. Geometri reaktor yang digunakan dalam silmulasi adalah *Molten Salt Reactor Transatomic Power (MSR TAP)* dari perusahaan *Transatomic Power Corporation*. Hasil penelitian menunjukkan variasi optimum perbandingan moderator bahan dan fraksi mol bahan bakar larutan garam  $UF_4 - LiF - BeF_2$  pada fraksi mol uranium bahan bakar pada variasi molar uranium 25% dengan pengayaan 2,6% dan jari-jari moderator 1,5 cm, dengan nilai  $k_{eff} 1.00124 \pm 0.00078$ . Koefisien reaktivitas *void* yang didapatkan dari variasi optimum tersebut adalah -0.0684 yang menandakan bahwa desain ini telah memenuhi syarat keselamatan melekat.

**Kata Kunci :** *Molten Salt Reactor Transatomic Power*, MCNP5, Fraksi mol uranium, Variasi optimum, Moderator, Keselamatan melekat

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

Pembimbing Pendamping : Dr. -Ing. Sihana

**ANALYTICAL OF MODERATOR TO FUEL RATIO COMPARISON  
AND URANIUM FUEL MOLE FRACTION OPTIMIZATION TOWARDS  
MOLTEN SALT REACTOR TRANSATOMIC POWER (MSR TAP)  
CRITICALITY WITH SQUARE LATTICE**

By  
Dion Bagus Nugraha B.  
08/26892/TK/34129

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics,  
Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada on June 15, 2016. In partial  
fulfilment of the requirements for the Degree of Bachelor of Engineering in  
Nuclear Engineering

**ABSTRACT**

Molten Salt Reactor Transatomic Power (MSR TAP) is a nuclear reactor further development of the Generation IV Reactor Molten Salt Reactor (MSR). MSR TAP generates clean electric power, has a passive safety, has resistance to proliferation, and has a low cost. MSR TAP can consume the rest of the nuclear fuel / spent nuclear fuel (SNF) of a commercial Light Water Reactor (LWR) fuel or use the main fuel, a salt solution  $UF_4 - LiF - BeF_2$ . MSR TAP use Zirconium Hydride material for the moderator of reactor.

This research has a purpose to determine the optimal size of uranium mole fraction on fuel and moderator radius from MSR TAP core design in order to produce optimum enrichment with the value  $1 < k_{eff} < 1.0065$  using MCNP5 program. Besides this research also aims to look for the optimum enrichment which have inherent safety characteristics with  $\alpha_{void} < 0$ . Variations were made include the changes in the geometry of the fingers moderator with a variation of 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm, 2.5 cm, 3 cm, 3.5 cm, 4 cm, and 4.5 cm; and the changes in the fuel uranium molar  $UF_4 - LiF - BeF_2$  with variations percent molar 15%, 20%, 25% and 30%. The geometry of the reactor was used in simulation was Transatomic Power (MSR TAP) of companies Transatomic Power Corporation. The results showed that the optimum variation in the moderator to fuel ratio uranium fuel mole fraction of salt solution  $UF_4 - LiF - BeF_2$  are in 25% uranium fuel mole fraction with 2.6% enrichment and a radius of 1.5 cm moderator, with a value  $k_{eff} 1.00124 \pm 0.00078$ . Void coefficient reactivity obtained from the optimum variation is -0.0684 indicating that this design has qualified inherent safety.

**Keywords :** *Molten Salt Reactor Transatomic Power, MCNP5, Uranium Fuel Mole Fraction, Optimum Variation, Moderator, Inherent Safety*

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Co-Supervisor : Dr. -Ing. Sihana