

**ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PERANGKAT BAHAN BAKAR
REAKTOR NUKLIR MIKRO PADA WAHANA LUAR ANGKASA**

Oleh

Anggi Nugroho

14/367545/TK/42541

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 7 Juni 2018
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Eksplorasi angkasa luar mengantarkan umat manusia kepada kemajuan ilmu pengetahuan tentang penciptaan. Berbagai jenis wahana luar angkasa terutama pesawat luar angkasa didesain untuk kepentingan ini. Reaktor nuklir didesain dengan geometri yang relatif kecil sebagai pemasok sumber energi pesawat luar angkasa. Reaktor nuklir yang sederhana terdiri dari pin bahan bakar dengan material uranium, moderator berilium dan juga *heat pipe* sebagai pemindah kalor dari teras menuju mesin konversi energi. Sistem perpindahan panas konduksi dan *heat pipe* digunakan sebagai pemindah kalor dari dalam teras reaktor.

Namun, jika sistem pemindahan kalor tidak mampu memindahkan kalor dengan baik, maka kalor akan terakumulasi di dalam teras reaktor sehingga suhu teras akan menjadi tinggi. Hal ini dapat menyebabkan melelehnya material nuklir terutama berilium sebagai moderator dengan titik leleh berkisar pada suhu 1560 K. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah suhu maksimal teras masih berada dibawah titik leleh berilium. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dan di gunakan program COMSOL sebagai perangkat lunak penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu maksimal reaktor adalah 1185,99 K - 1228,37 K pada rentang daya 10 kW - 30 kW. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa suhu operasi reaktor masih dalam parameter keselamatan karena masih dibawah suhu leleh material nuklir. Hambatan panas pada rentang daya 10 kW - 1 MW tidak menunjukkan perubahan yang signifikan (berkisar pada 0,0021 K/W).

Selanjutnya penelitian diperluas, daya reaktor diperbesar sampai suhu reaktor mencapai batas keselamatan (titik leleh berilium). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya maksimal yang menghasilkan suhu mencapai batas keselamatan sebesar 200 kW.

Kata kunci: reaktor nuklir mikro, pesawat luar angkasa, eksplorasi luar angkasa

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

Pembimbing Pendamping : Ir. Kutut Suryopratomo, MT., M.S

HEAT TRANSFER ANALYSIS OF MICRO NUCLEAR REACTOR FUEL DEVICE IN SPACECRAFT

by

Anggi Nugroho

14/367545/TK/42541

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *June 7th, 2018*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

The exploration of outer space leads mankind to the advancement of knowledge of creation. Various types of spacecraft, especially spacecraft designed for this purpose. Nuclear reactors are designed with relatively small geometries as a supplier of spacecraft energy sources. A simple nuclear reactor consists of fuel pins with uranium material, a moderator of beryllium and also a heat pipe as a heat transfer from the core to an energy conversion machine. Conduction heat transfer system and heat pipe are used as heat transfer from inside the reactor core.

However, if the heat transfer system is not able to move the heat well, then the heat will accumulate inside the reactor core so that the temperature of the terrace will be high. This can lead to melting of nuclear material, especially beryllium as moderator with melting point at temperature 1560 K. This study aims to determine whether the maximum temperature of the terrace is still below the beryllium melting point. This research uses finite element method and used COMSOL program as research software.

The results showed that the maximum temperature of the reactor was 1185,99 K - 1228,37 K at 10 kW - 30 kW power range. Thus it can be concluded that the operating temperature of the reactor is still within the safety parameters as it is still below the melting temperature of the nuclear material. The heat resistance in 10 kW – 1 MW power range does not show a significant change (about 0,0021 K/W).

Furthermore, the study is expanded, the reactor power is magnified until the reactor temperature reaches the safety limit (beryllium melting point). The results show that the maximum power that produces the temperature reaches the safety limit of 200 kW.

Keywords: micro nuclear reactors, spacecraft, space exploration

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

Co-supervisor : Ir. Kutut Suryopratomo, MT., M.S