

## I. Identitas Calon Promotor

Nama Lengkap : Prof. Abdul Waris, M.Eng., Ph.D  
Fakultas/Sekolah : FMIPA  
Kelompok Keahlian : Fisika Nuklir dan Biofisika  
Telp/Fax/E-mail : (022)2500834/(022)2506452/awaris@fi.itb.ac.id

## II. Deskripsi Program

Road Map Penelitian yang diusulkan

### Judul I : Perancangan dan Fabrikasi Baterai Nuklir Betavoltaik

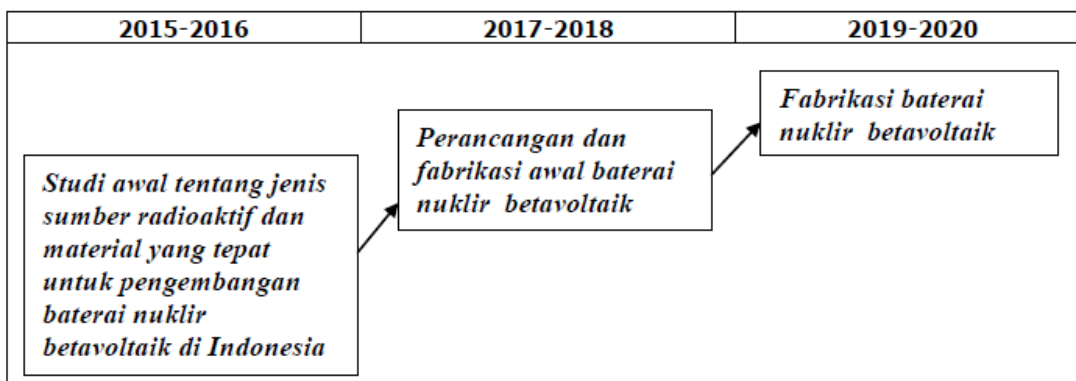
Salah satu isu yang terkait dengan otonomi masa depan adalah bagaimana menghasilkan sumber tenaga yang ramah lingkungan untuk alat transportasi seperti mobil. Untuk masalah ini fuel cell yang memanfaatkan reaksi antara oksigen dan gas hidrogen menjadi salah satu kandidat kuat sebagai sumber tenaga masa depan yang ramah lingkungan untuk alat transportasi. Disamping itu, dengan meningkatnya fasilitas kenyamanan yang ada pada perangkat elektronik portabel saat ini seperti smart hand phone dan tablet PC menyebabkan durasi penggunaan perangkat tersebut menjadi lebih singkat sehingga baterainya harus lebih sering diisi-ulang.

Energi nuklir melalui baterai nuklir betavoltaik juga merupakan solusi untuk dua isu di atas. Baterai nuklir merupakan salah satu penerapan dari reaksi nuklir untuk memanfaatkan peluruhan zat radioaktif berupa radiasi partikel beta. Sumber zat radioaktif ini berasal dari limbah nuklir dari PLTN, khususnya limbah nuklir tingkat menengah dengan umur paroh  $\leq 30$  tahun. Baterai nuklir betavoltaik memanfaatkan tenaga dari radiasi partikel beta hasil peluruhan sumber radioaktif sehingga menghasilkan tenaga yang kemudian akan dikonversi secara langsung menggunakan semikonduktor tipe-p.

Beberapa kelebihan baterai nuklir betavoltaik adalah dapat digunakan untuk waktu yang jauh lebih lama dibandingkan dengan baterai biasa (sampai 30 tahun) dan dapat digunakan untuk perangkat elektronik portabel seperti laptop dan hand phone.

Terdapat beberapa sumber radiasi lain yang merupakan bagian dari limbah nuklir tingkat menengah yang kemungkinan dapat digunakan sebagai sumber tenaga beta untuk betavoltaik. Disamping itu ada beberapa bahan semikonduktor yang berpotensi sebagai substrat baterai betavoltaik seperti Si, 4H-SiC, GaAs dan GaN.

Untuk itu usulan penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi kelayakan pemanfaatan beberapa limbah nuklir tingkat menengah untuk pengembangan baterai nuklir betavoltaik untuk perangkat elektronik portabel.



## Judul II : Perancangan Molten Salt Reactor (MSR) Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium

Belajar dari kecelakaan nuklir Three Mile Island (TMI) 1979 dan Chernobyl (1986), sejak akhir octor 1990an telah dikembangkan octor nuklir generasi baru, yaitu octor nuklir Generasi IV, yang diharapkan mulai digunakan tahun 2030. Keenam kandidat octor Generasi IV adalah GFR (Gas-Cooled Fast Reactor System), LFR (Lead-Cooled Fast Reactor System), MSR (Molten Salt Reactor System), SFR (Sodium-Cooled Fast Reactor System), SWCR (Supercritical-Water-Cooled Reactor System), VHTR (Very-High-Temperature Reactor System). HTGR (High Temperature Gas Cooled Reactor) termasuk dalam kelompok VHTR.

Kejadian di Komplek PLTN Fukushima Daichi Jepang akibat gempa 9.0 SR dan tsunami setinggi lebih dari 10 m yang menghantam wilayah Tohoku-Kanto, Jepang, menjadi bukti lain betapa pentingnya octor nuklir Generation-IV ini.

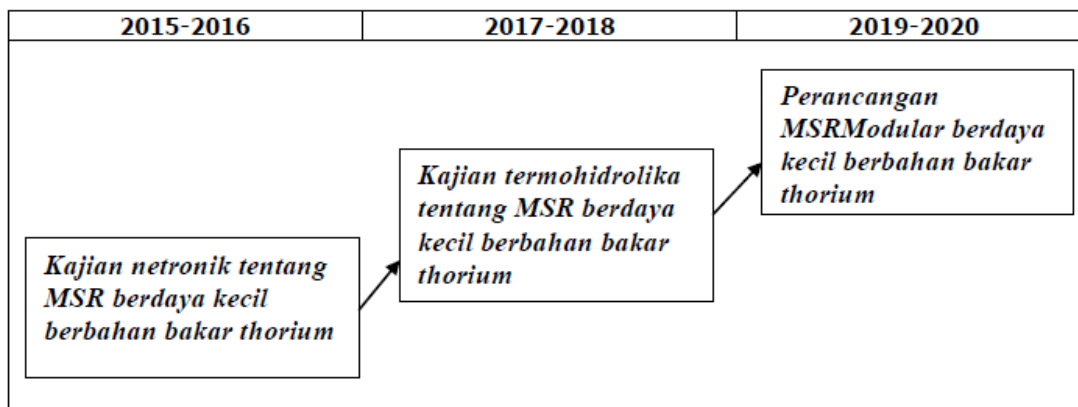
Isu lain yang muncul terkait dengan octor masa depan adalah bagaimana memproduksi gas octor n untuk fuel cell sebagai sumber octor yang transportable dan ramah lingkungan. Dari sejumlah octor yang disebutkan di atas, yang potensial untuk memproduksi gas octor n adalah HTGR dan MSR.

Sesuai dengan peta jalan riset KK Fisika Nuklir dan Biofisika, mulai tahun 2011 riset tentang daur ulang limbah nuklir dilakukan untuk octor Generasi IV. Salah satu jenis octor nuklir Generasi IV adalah MSR (molten salt reactor). Melalui Riset KK ITB 2011 telah dilakukan studi daur ulang limbah nuklir dalam MSR untuk daya kecil 150 Mwe.

Reaktor nuklir dengan daya sangat kecil dengan suhu tinggi mempunyai banyak aplikasi seperti produksi octor n dan desalinasi air laut serta peluang pemanfaatan yang besar untuk octor kepulauan seperti Indonesia. Untuk itu melalui Riset KK ITB 2012 telah dilakukan penelitian mengenai daur ulang limbah nuklir dalam MSR dengan daya sangat kecil 5-50 Mwe.

Melalui program penelitian Hibah Kompetensi Dikti 2012-2014 telah dilakukan studi daur ulang limbah nuklir dengan beberapa variasi ukuran teras dan daya keluaran. Agar mudah diaplikasikan di wilayah kepulauan Indonesia dengan jumlah penduduk yang tidak terlalu padat maka perlu dirancang MSR modular berdaya kecil.

Dari hasil kajian geologi dan geofisika, Indonesia memiliki cadangan thorium yang cukup besar. Untuk itu usulan penelitian doctor ini adalah untuk merancang MSR Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium.



### **Judul III : Perancangan High Temperature Gas Cooled Reactor (HTGR) Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium**

Sesuai dengan peta jalan riset KK Fisika Nuklir dan Biofisika, mulai tahun 2011 melalui Riset ITB 2011, rangkaian penelitian ini telah dikembangkan untuk daur ulang limbah nuklir pada sistem reaktor nuklir Generasi-IV.

Salah satu isu yang terkait dengan energi masa depan adalah bagaimana memproduksi gas hidrogen untuk fuel cell sebagai sumber energi yang transportable dan ramah lingkungan. Untuk memproduksi gas hidrogen umumnya diperlukan suhu tinggi. Dari enam (6) sistem reaktor Generasi IV, yang potensial untuk memproduksi gas hidrogen adalah HTGR (High Temperature Gas Cooled Reactor) dan MSR (molten salt reactor).

Penelitian terkait MSR telah kami lakukan melalui Riset ITB 2011-2013 dan Hibah Kompetensi Dikti 2012-2014. Melalui Hibah IA ITB tahun 2013-2014, telah dimulai riset tentang daur ulang limbah nuklir untuk reaktor HTGR (High Temperature Gas Cooled Reactor).

Seperti MSR, HTGR memiliki beberapa kelebihan dan yang paling menonjol adalah kemampuan ko-generasi, yaitu dapat digunakan sebagai sumber uap panas untuk industri kimia, desalinasi air laut, produksi hydrogen, serta enhanced oil recovery, disamping untuk produksi listrik.

Agar mudah diaplikasikan di wilayah kepulauan Indonesia dengan jumlah penduduk yang tidak terlalu padat maka perlu dirancang MSR modular berdaya kecil.

Dari hasil kajian geologi dan geofisika, Indonesia memiliki cadangan Thorium yang cukup besar. Untuk itu usulan penelitian doktor ini adalah untuk merancang HTGR Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium.

