

1 DESKRIPSI RISET I (Daur Ulang Secara Langsung Limbah Nuklir dengan Metode SUPEL Menuju *Zero Release Waste*)

1.1 Deskripsi singkat

Kebutuhan energi global yang terus meningkat menjadi salah satu pendorong perbaikan berkelanjutan dari sistem energi nuklir. Hasil ini disebabkan oleh isu pemanasan global yang memaksa kita untuk mengurangi penggunaan energi fosil.

Salah satu isu penting terkait pemanfaatan energi nuklir adalah pengelolaan limbah nuklir tingkat tinggi (*high level waste*, HLW). Daur ulang setelah pemisahan/pemrosesan limbah merupakan salah satu pilihan yang menarik untuk mengelola limbah nuklir. Akan tetapi pemisahan/pemrosesan HLW sangat mahal dan perlu penanganan tanpa kontak langsung (*remote handling*), karena HLW sangat berbahaya. Disamping itu hanya negara-negara anggota tetap Dewan Keamanan PBB dan Jepang yang boleh melakukan pemisahan/pemrosesan HLW.

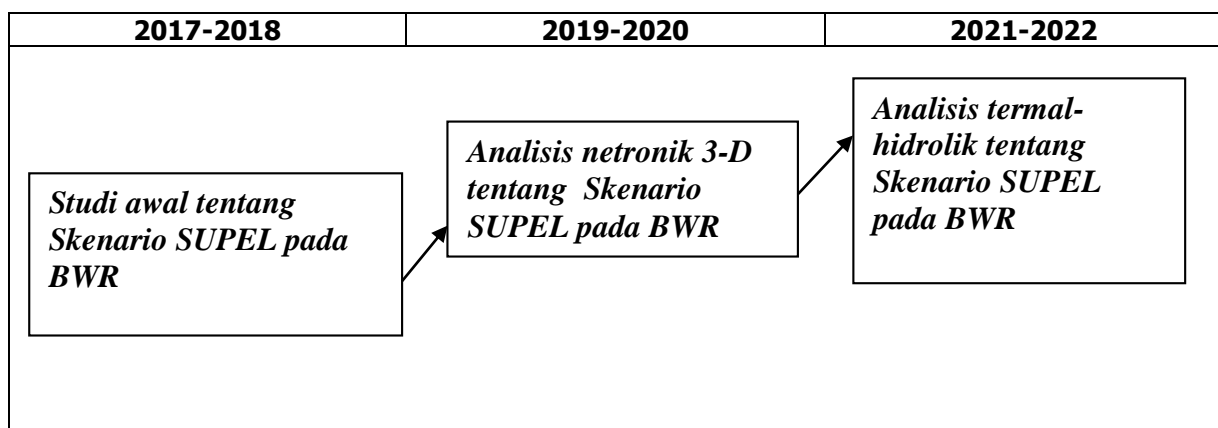
Jika suatu negara memutuskan untuk "go nuclear", negara tersebut harus memiliki metode untuk mengelola HLW dari PLTN. Korea Selatan telah mengusulkan konsep/metode DUPIC (*Direct Utilization of Spent PWR fuel In CANDU*). Namun demikian, konsep DUPIC memerlukan dua jenis PLTN, yaitu *pressurized water reactor* (PWR) and *CANadian Deuterium Uranium reactor* (CANDU). Karena memerlukan dua tipe reaktor, konsep DUPIC sangat mahal dan tidak cocok untuk Indonesia.

Untuk negara seperti Indonesia, kami telah mengusulkan suatu konsep daur ulang limbah nuklir jenis LWR secara langsung ke dalam reaktor nuklir jenis LWR, yang kami beri nama skenario SUPEL (*Straight Utilization of sPEnt LWR fuel in LWR system*). Ada dua jenis reaktor nuklir LWR (*Light Water Reactor*), yaitu PWR (*Pressurized Water Reactor*) dan BWR (*Boiling Water Reactor*). Studi awal tentang skenario SUPEL pada PWR telah dilakukan.

Pada proposal penelitian ini kami mengusulkan studi tentang skenario SUPEL pada reaktor nuklir jenis BWR.

1.2 Roadmap riset program doktor

Peta jalan riset yang telah dan akan dilakukan program doktor ini adalah sebagai berikut.



1.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none">- Publikasi di Jurnal Internasional (2)- Seminar Internasional (2)

2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none"> - Terbangunnya konsep pengelolaan limbah nuklir di Indonesia - Terbinanya kolaborasi riset dengan PT, BATAN khususnya PTRKN serta BAPETEN
3.	Presentasi pada <i>international conference</i>	Hasil penelitian ini akan dipresentasikan di ICANSE 2017
4.	Networking nasional dan internasional	<ul style="list-style-type: none"> - Terbina networking nasional dengan kolaborator di PTRKN, PTNBR dan PPIN (Pusat penelitian di bawah BATAN) serta BAPETEN. - Untuk membangun kemandirian bangsa dalam pengelolaan limbah nuklir.

1.4 Tim pembimbing dan kolaborator

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja/ Lembaga
1.	Dr. Novitrian	Fisika Reaktor	Fisika ITB
2.	Dr. Nur Asiah	Fisika Nuklir	Fisika ITB
3.	Dr. Epung Saepul Bahrum	Fisika Nuklir	BATAN

2 DESKRIPSI RISET II (Perancangan Molten Salt Reactor (MSR) Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium)

2.1 Deskripsi singkat

Belajar dari kecelakaan nuklir Three Mile Island (TMI) 1979 dan Chernobyl (1986), sejak akhir tahun 1990an telah dikembangkan reaktor nuklir generasi baru, yaitu reaktor nuklir Generasi IV, yang diharapkan mulai digunakan tahun 2030. Keenam kandidat reaktor 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 reaktor nuklir Generation-IV ini.

Isu lain yang muncul terkait dengan reaktor masa depan adalah bagaimana memproduksi gas hidrogen untuk *fuel cell* sebagai sumber energi yang *transportable* dan ramah lingkungan. Dari sejumlah reaktor yang disebutkan di atas, yang potensial untuk memproduksi gas hidrogen 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 reaktor Generasi IV. Salah satu jenis reaktor 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 hidrogen dan desalinasi air laut serta peluang pemanfaatan yang besar untuk wilayah 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.

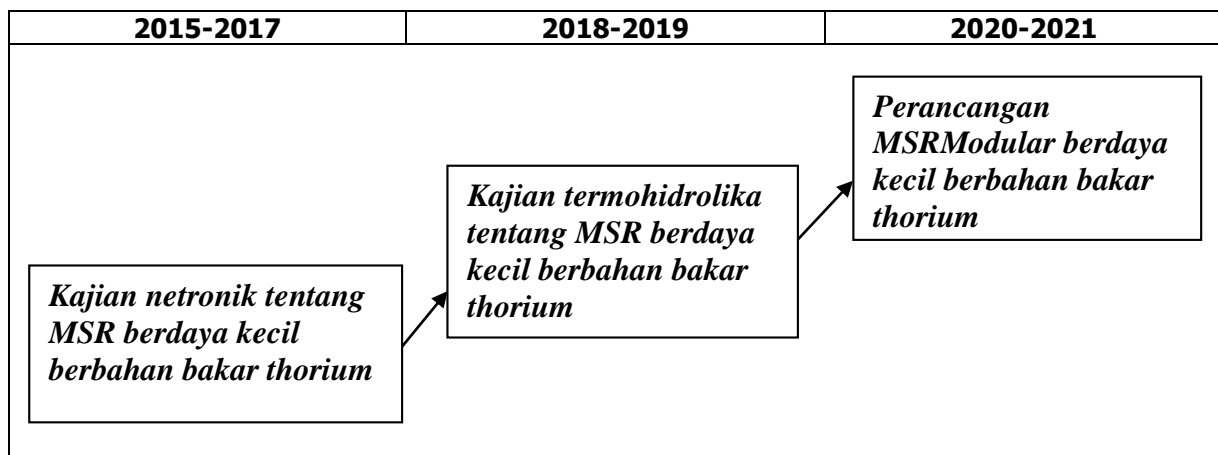
Untuk itu usulan penelitian doctor ini adalah untuk merancang MSR Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium.

Output yang akan dihasilkan dari penelitian ini adalah publikasi di jurnal internasional serta presentasi pada seminar internasional.

Penelitian ini akan memberikan dampak ke dalam KK dan peneliti berupa: terciptanya iklim penelitian yang kondusif dalam KK dan Prodi, serta tercapainya sasaran/target *road map* riset peneliti maupun KK. Dampak ke luar yang diharapkan adalah: hasil studi ini dapat memberikan kontribusi kepada pemanfaatan reaktor nuklir nasional/ internasional serta kolaborasi nasional dan internasional.

2.2 Roadmap riset program doktor

Peta jalan riset yang telah dan akan dilakukan program reaktor ini adalah sebagai berikut.



2.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none">- Publikasi di Jurnal Internasional (2)- Publikasi di Seminar Internasional (3)
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none">- Terbangunnya kemampuan menguasai teknologi MSR- Terbinanya kolaborasi riset dengan BATAN khususnya PTRKN & PPIN serta BAPETEN-
3.	Presentasi pada <i>international conference</i>	Hasil penelitian ini akan dipresentasikan di International Conference GLOBAL 2017, Korea
4.	Networking nasional dan internasional	<ul style="list-style-type: none">- Terbina networking nasional dengan kolaborator di PTRKN, PTNBR dan PPIN (Pusat penelitian di bawah BATAN) serta BAPETEN.- Penelitian ini akan melibatkan Networking internasional dengan Atilim University, Ankara, Turki, Gazi University, Ankara, Turki, dan International Thorium Molten Salts Forum (ITMSF).

2.4 Tim pembimbing dan kolaborator

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja/ Lembaga
1.	Dr. Sidik Permana	Fisika Reaktor	Fisika ITB
2.	Dr. Syeilendra Pramuditya	Fisika Reaktor	Fisika ITB
3.	Prof. Sumer Sahin	Teknik Mesin	Atilim University, Turkey

3 DESKRIPSI RISET III (Perancangan High Temperature Gas Cooled Reactor (HTGR) Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium)

3.1 Deskripsi singkat

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.

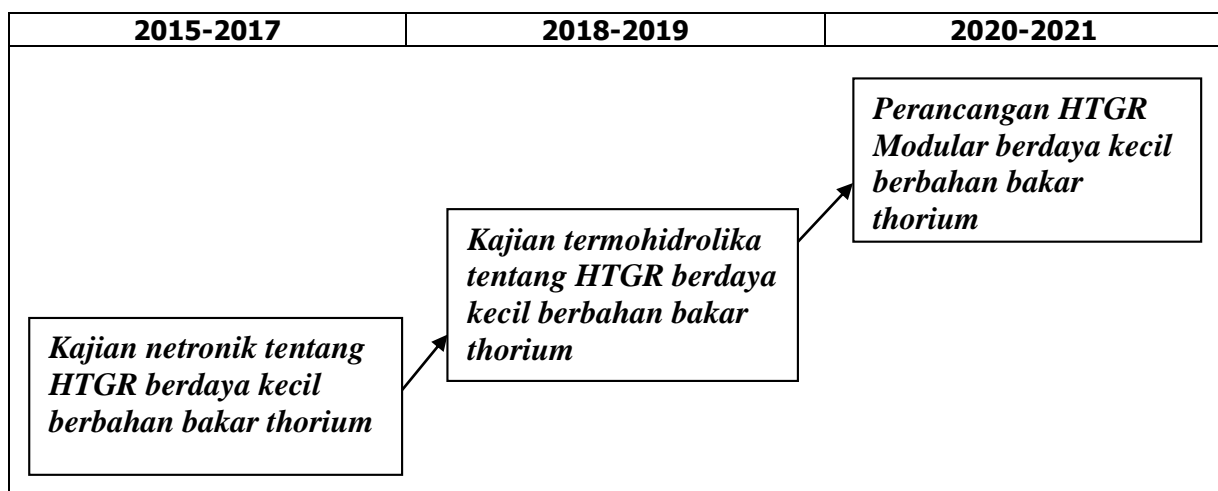
Untuk itu usulan penelitian doktor ini adalah untuk merancang HTGR Modular berdaya kecil berbahan bakar Thorium.

Output yang akan dihasilkan dari penelitian ini adalah publikasi di jurnal internasional serta presentasi pada seminar internasional.

Penelitian ini akan memberikan dampak ke dalam KK dan peneliti berupa: terciptanya iklim penelitian yang kondusif dalam KK dan Prodi, serta tercapainya sasaran/target *road map* riset peneliti maupun KK. Dampak ke luar yang diharapkan adalah: hasil studi ini dapat memberikan kontribusi kepada pemanfaatan energi nuklir nasional/ internasional serta kolaborasi nasional dan internasional.

3.2 Roadmap riset program doktor

Peta jalan riset yang telah dan akan dilakukan program doktor ini adalah sebagai berikut.



3.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none"> - Publikasi di Jurnal Internasional (2) - Publikasi di Seminar Internasional (3)
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset/Inovasi	<ul style="list-style-type: none"> - Terbangunnya kemampuan menguasai teknologi HTGR - Terbinanya kolaborasi riset dengan BATAN khususnya PTRKN & PPIN serta BAPETEN -
3.	Presentasi pada <i>international conference</i>	Hasil penelitian ini akan dipresentasikan di International Conference APS 2017, China
4.	Networking nasional dan internasional	<ul style="list-style-type: none"> - Terbinanya networking nasional dengan kolaborator di PTRKN, PTNBR dan PPIN (Pusat penelitian di bawah BATAN) serta BAPETEN. - Penelitian ini akan melibatkan Networking internasional dengan JAEA Jepang

3.4 Tim pembimbing dan kolaborator

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja/ Lembaga
1.	Dr. Sidik Permana	Fisika Reaktor	Fisika ITB
2.	Dr. Dwi Irwanto	Fisika Fisika	Fisika ITB
3.	Dr. Mitsutoshi Suzuki	Fisika Reaktor	JAEA Japan

4 LAMPIRAN