

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Reaktor nuklir merupakan tempat terjadinya reaksi fisi berantai terkendali. Generasi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) mengalami perkembangan yang cukup pesat, dari reaktor generasi I hingga generasi IV. Reaktor generasi IV terdiri dari jenis-jenis reaktor daya yang lebih inovatif dari reaktor generasi sebelumnya. Keunggulan dari reaktor generasi IV adalah aspek ekonomi yang tinggi, menghasilkan limbah dengan kuantitas yang sangat rendah, tingkat keselamatan lanjut, dan tahan terhadap aturan NPT (*Nuclear Non-Proliferation Treaty*). NPT memuat aturan dimana nuklir digunakan untuk kepentingan damai dan tidak memungkinkan untuk dikembangkan menjadi senjata nuklir.

Salah satu reaktor yang dikembangkan pada generasi IV yaitu LMFBR (*liquid metal fast breeder reactor*). LMFBR adalah reaktor nuklir yang menggunakan pendingin primer berupa logam cair. LMFBR mempunyai daya moderasi yang rendah dan mampu menyerap panas lebih besar dari pada reaktor termal. Beberapa kandidat pendingin logam cair yang digunakan untuk reaktor cepat, diantaranya adalah Na, NaK, Pb dan Pb-Bi.

Dalam perancangan reaktor, secara umum diperlukan beberapa analisis standar, yaitu analisis neutronik, analisis termalhidrolik dan analisis keamanan. Analisis neutronik membahas kelakuan neutron di dalam teras reaktor. Perhitungan neutronik pada perancangan reaktor nuklir untuk mengetahui informasi fraksi fisil

yang dibutuhkan, data siklus bahan bakar, distribusi fluks dan daya. Hasil perhitungan neutronik diperlukan dalam perhitungan termalhidrolik.

Analisis neutronik pada reaktor cepat dengan bahan pendingin Na, Pb, dan Pb-Bi telah dilakukan oleh Nurwinda (2009) dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan pendingin Pb-Bi pada reaktor cepat memberikan karakteristik neutronik paling optimal. Cinantya (2014) juga telah melakukan analisis neutronik pada reaktor cepat berpendingin Pb-Bi dengan bahan bakar UN-PuN, UC-PuC dan MOX. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan UN-PuN memberikan distribusi fluks neutron dan distribusi daya paling besar serta juga memiliki karakteristik neutronik yang paling optimal dibandingkan dengan bahan bakar yang lain.

Analisis termalhidrolik diperlukan pada desain reaktor karena performa teras reaktor banyak dipengaruhi oleh parameter-parameter termalhidrolik. Analisis pengaruh variasi berbagai jenis bahan pendingin logam cair terhadap kinerja termalhidrolik pada reaktor cepat telah dilakukan oleh Haryani (2013) yang menyimpulkan bahwa penggunaan Pb-Bi sebagai pendingin pada reaktor cepat menunjukkan kinerja termalhidrolik paling baik.

Keamanan adalah satu aspek pada perancangan reaktor nuklir yang merupakan gabungan dari analisis neutronik dan analisis termalhidrolik. Reaktor diharapkan mampu bertahan secara mandiri tanpa mengalami pemadaman otomatis atau bantuan dari operator pada saat terjadi kecelakaan (kondisi abnormal) yang disebut dengan keselamatan inheren (*inherent safety*). Salah satu jenis kecelakaan yang mungkin terjadi adalah kecelakaan jenis ULOF (*Unprotected Loss Of Flow*)

yang merupakan kecelakaan dimana aliran bahan pendingin akan menurun akibat hilangnya daya pompa tanpa proteksi. Hal ini menyebabkan temperatur pendingin meningkat karena ketidakseimbangan antara daya dan aliran pendingin, kondisi ini akan berbahaya jika batasan-batasan termal pada bahan struktur terlampaui. Tetapi kenaikan temperatur ini menyebabkan terjadinya reaktivitas umpan balik negatif yang kemudian menekan daya untuk turun dan akhirnya menyesuaikan dengan kemampuan sirkulasi alamiah.

Sirkulasi alamiah merupakan kemampuan material pendingin untuk bersirkulasi terus menerus akibat adanya perbedaan temperatur panas dan dingin pada pipa sehingga aliran fluida timbul karena gaya apung fluida pendingin tersebut. Sirkulasi alamiah sangat penting untuk dianalisis sehingga reaktor dapat berada pada kondisi yang mendukung tercapainya keselamatan inheren pada reaktor ketika terjadi kecelakaan akibat hilangnya daya pompa utama pada reaktor nuklir.

Simulasi tentang sirkulasi alamiah pada reaktor cepat telah dilakukan sebelumnya, salah satunya yaitu analisis sirkulasi alamiah dengan pendingin Pb-Bi yang dilakukan oleh Chang dan Kune (2000). Penelitian Chang menyimpulkan bahwa untuk kode satu dimensi, penurunan tekanan terhadap laju aliran massa total dapat menentukan tingkat sirkulasi alamiah yang dicapai pada penurunan tekanan sebesar 1,0 kPa dibawah 20% fraksi laju aliran massa, kondisi ini telah dapat mencegah kecelakaan akibat aliran dari teras.

Studi fenomena sirkulasi alamiah pada pendingin Pb-Bi juga telah dilakukan oleh Novitrian dan Sofue (2004) dimana aliran sirkulasi alamiah berhasil

dicapai pada *heater pin bundle*. Penelitian ini memberikan hasil eksperimen kecepatan aliran pendingin Pb-Bi pada kondisi sirkulasi alamiah yang sedikit lebih tinggi dari perhitungan analitik.

Oktamuliani (2011) telah melakukan analisis pengaruh ukuran teras terhadap tingkat sirkulasi alamiah bahan pendingin Pb-Bi pada reaktor cepat, dengan hasil geometri kubus dengan ukuran teras  $x = y = z = 50$  cm memenuhi aspek neutronik dan mencapai tingkat sirkulasi alamiah yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran yang lebih besar.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis tingkat sirkulasi alamiah dengan bahan pendingin Na, NaK, Pb, dan Pb-Bi, sehingga akan diperoleh bahan pendingin yang lebih baik berdasarkan neutronik, termalhidrolik dan sirkulasi alamiah.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahan pendingin yang memiliki tingkat sirkulasi alamiah yang paling baik pada LMFBR sehingga dapat meminimalkan kecelakaan akibat hilangnya daya pompa.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa batasan masalah yaitu analisis tingkat sirkulasi alamiah terhadap beberapa bahan pendingin Na, NaK, Pb, dan Pb-Bi pada LMFBR dengan bahan bakar UN-PuN menggunakan kode komputasi berbasis pemrograman delphi7 dengan geometri teras berbentuk kubus ukuran medium (50 x 50 x 50) cm.

