
PENENTUAN DAERAH PAZ, UPZ, DAN LPZ BILA TERJADI KECELAKAAN NUKLIR RSG-GAS

**Anthony S., N. Nababan *)
Syahrir, Agus Gindo S., Chevy **)**

***) Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset - BATAN
) Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN

ABSTRAK

PENENTUAN DAERAH PAZ, UPZ, DAN LPZ BILA TERJADI KECELAKAAN NUKLIR RSG-GAS. Penentuan daerah PAZ, UPZ dan LPZ bila terjadi kecelakaan nuklir RSG-GAS telah dilakukan perhitungan dosis untuk menentukan Daerah Tindakan Pencegahan Segera (PAZ), Daerah Rencana Penanggulangan Segera (UPZ) dan Daerah Rencana Penanggulangan Jangka Panjang (LPZ). Kecelakaan terparah yang terjadi di reaktor adalah dengan mengasumsikan melelehnya salah satu bahan bakar. Perhitungan besarnya dosis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CalcDose, adapun variabel masukan adalah spesifikasi cerobong reaktor (tinggi, diameter dan kecepatan aliran udara), jumlah dan jenis radionuklida yang terlepas ke lingkungan melalui cerobong, serta data Meteorologi dan faktor dispersi.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai dosis efektif pada ketiga daerah masing-masing adalah sebesar ; 0.5, 0.10, 0.05 dan 0.01 mSv yang digambarkan dalam bentuk kontur di sepanjang radius (0– 50) km, dengan demikian daerah kesiapsiagaan nuklir PAZ, UPZ dan LPZ dapat ditentukan.

ABSTRACT

DETERMINATION OF PAZ, UPZ AND LPZ ZONES IN CARE OF NUCLEAR ACCIDENT HAPPENED IN RSG-GAS. Determination of PAZ, UPZ and LPZ Zones in care of nuclear accident happened in RSG-GAS, has been done the dose counting to determinate the immediate Precautionary Action Zone (PAZ), the immediate Urgent Protective Action Planning Zone (UPZ) and Longer Term Protective Action Planning Zone (LPZ) .The worst accident happened in reactor is assumed to the melting of one of fuel elements. The counting of how much the dose has been done by using “caldose soft ware”, mean while the input variable is the specification of reactor stack (high, diameter and speed of air stream), amount and kind of radionuclide that released to the environment trough the stack also meteorology data and dispersion factor. The counting result shows dose grade of the tree zones are : 0.5. 0.10. and 0.01 mSv that described in a counter along (5 – 50) Kms radius so the nuclear at the ready zone PAZ, UPZ, and LPZ can be determined.

PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna GA Siwabessy (RSG-GAS) adalah reaktor penelitian yang mampu beroperasi pada daya termal 30 MWt. Apabila terjadi kecelakaan maka efluen gas atau partikel radioaktif yang terlepas ke atmosfer melalui cerobong akan terbawa dan disebarkan oleh angin. Bentuk penyebarannya adalah sama dengan penyebaran beluk asap. Tambah kuat kecepatan angin akan tambah jauh efluen radioaktif disebarkan dan akan bertambah kecil konsentrasinya sebagai fungsi jarak. Beluk setelah meninggalkan cerobong biasanya akan membumbung naik, tinggi rendahnya kenaikan dipengaruhi oleh kecepatan angin dan tekanan efluen saat meninggalkan cerobong. Semakin tinggi

kenaikannya akan bertambah kecil efluen yang sampai di permukaan tanah. Jumlah efluen yang akan sampai di permukaan tanah sebagai fungsi jarak dari cerobong dipengaruhi oleh faktor meteorologi dan non meteorologi. Faktor meteorologi misalnya adalah arah dan kecepatan angin, karena angin akan mempengaruhi tinggi rendahnya beluk setelah meninggalkan cerobong dan jauhnya efluen disebarkan. Faktor meteorologi lainnya adalah kelas kestabilan atmosfer setempat yang mempengaruhi pola penyebaran beluk setelah meninggalkan cerobong. Kelas kestabilan atmosfer diketahui dari besarnya laju turun suhu atmosfer terhadap ketinggian atau kombinasi dari kecepatan angin dengan intensitas sinar matahari. Faktor-faktor non meteorologi misalnya adalah tinggi cerobong, tekanan efluen dan konfigurasi tinggi gedung yang ada di sekitar cerobong.

Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan dosis efektif dari jalur imersi, inhalasi dan paparan permukaan tanah sebagai fungsi jarak dengan suatu perangkat lunak CalDose. Berdasarkan hasil perhitungan dosis dapat ditentukan daerah kesiapsiagaan PAZ, UPZ dan LPZ.

Berdasarkan IAEA-TECDOC 953 untuk RSG-GAS dengan daya 30 MWt, kesiapsiagaan nuklir yang harus direncanakan adalah katagori II. Program kesiapsiagaan nuklir merupakan syarat yang harus dimiliki untuk beroperasinya reaktor nuklir. Pembuatan program kesiapsiagaan nuklir ditentukan berdasarkan kajian potensi kecelakaan terparah sesuai dengan daya reaktor. Kesiapsiagaan nuklir di RSG-GAS harus dapat memperkirakan kecelakaan terparah yang timbul sehingga dapat menentukan daerah-daerah kesiapsiagaan nuklir yang akan digunakan untuk evakuasi, atau sheltering penduduk. Daerah-daerah kesiapsiagaan nuklir tersebut adalah :

- a) PAZ, yaitu daerah sekitar fasilitas nuklir dimana tindakan penanggulangan (*sheltering* atau evakuasi) yang direncanakan segera diterapkan setelah adanya deklarasi kedaruratan secara umum. Tujuannya adalah untuk mengurangi resiko efek deterministik melalui tindakan penanggulangan sebelum lepasan (*release*) benar-benar terjadi.
- b) UPZ, yaitu daerah di sekitar fasilitas nuklir dimana tindakan Penanggulangan setelah lepasan (*release*) terjadi.
- c) LPZ, yaitu daerah paling jauh dari fasilitas nuklir namun didalamnya termasuk daerah PAZ dan UPZ. Daerah ini direncanakan untuk diterapkannya tindakan

penanggulangan dengan tujuan mengurangi dosis jangka panjang dari jalur deposisi dan injeksi bahan makanan dan air minum.

Untuk dapat memperkirakan dosis efektif dari jalur imersi, inhalasi dan paparan radiasi pada permukaan tanah sebagai fungsi jarak diperlukan perangkat lunak CalDose. Dalam tulisan ini dibahas perhitungan dosis efektif untuk menentukan ketiga daerah kesiapsiagaan nuklir apabila terjadi kecelakaan nuklir di RSG-GAS.

METODOLOGI

Penyebaran gas atau partikel radionuklida yang terlepas ke atmosfer dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Atmosfir umumnya mengalami turbulensi, dan material yang terlepas mengalami difusi selama penyebaran. Konsentrasi radionuklida di atmosfer dihitung dengan persamaan difusi. Parameter perhitungan adalah laju pelepasan bahan radioaktif ke atmosfer, kecepatan angin, tetapan peluruhan, tinggi pelepasan efektif, standar deviasi konsentrasi ke arah sumbu y dan z.

Untuk menghitung tinggi pelepasan efektif diperlukan parameter antara lain tinggi cerobong, laju aliran dari cerobong, diameter dalam cerobong, kecepatan udara, tekanan atmosfer, suhu gas dalam cerobong dan temperatur udara.

Kelas kestabilan atmosfer ditentukan berdasarkan data meteorologi antara lain kecepatan angin dan radiasi matahari (siang,malam). Kestabilan atmosfer diklasifikasikan ke dalam enam kelas kestabilan atmosfer, yaitu kelas A sampai dengan kelas F.

Untuk menghitung besarnya dosis efektif pada kecelakaan nuklir yang paling sederhana dengan menggunakan metoda faktor konversi dosis. Parameter yang digunakan adalah dosis yang diterima organ, konsentrasi radionuklida pada jalur tertentu dan faktor konversi dosis untuk organ tertentu. Pada makalah ini pembahasan dosis dibatasi pada dosis imersi, inhalasi dan iradiasi permukaan tanah.

Dosis efektif adalah dosis total yang diterima orang yang berada di sekitar tempat terjadinya lepasan radionuklida ke atmosfer. Dosis efektif merupakan penjumlahan dari dosis imersi, inhalasi dan iradiasi permukaan tanah.

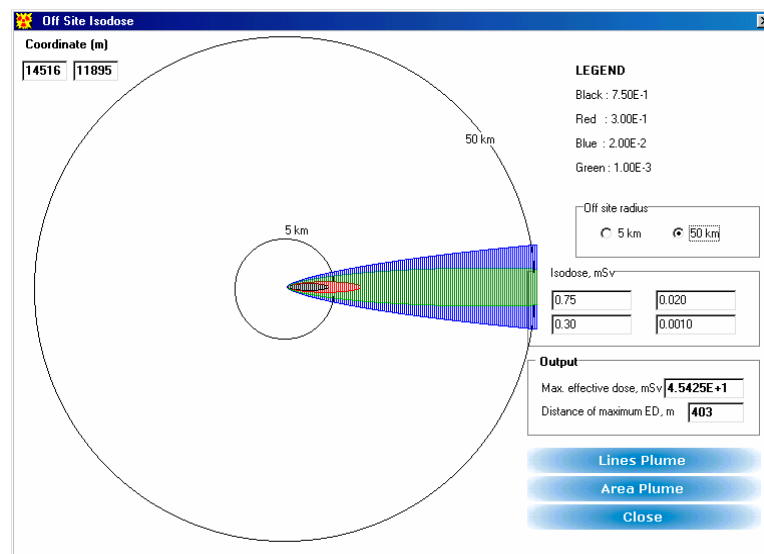
Rancangan perangkat lunak CalDose dibuat menghitung dosis efektif dengan data masukan terdiri dari empat bagian, yaitu data radionuklida dengan asumsi satu batang kendali meleleh, data atmosfer, data cerobong dan waktu. Data radionuklida berupa jumlah radionuklida yang terlepas dari cerobong. Data atmosfer terdiri dari kecepatan angin, temperatur udara, tekanan atmosfer, radiasi matahari (siang,malam). Kelas kestabilan

atmosfir diperoleh dari data atmosfir. Data cerobong terdiri dari laju alir gas, diameter dalam cerobong, suhu gas dalam cerobong dan tinggi cerobong. Data waktu merupakan waktu terjadinya lepasan, waktu imersi dalam udara terkontaminasi dan waktu berada di atas tanah terkontaminasi. Untuk menghitung dosis efektif diperlukan data faktor konversi dosis. Karena harganya konstan untuk setiap radionuklida, maka data faktor konversi dosis dijadikan sebagai data yang tetap (*default*).

Untuk memperoleh simulasi beluk sebaran akibat melelehnya satu batang kendali dapat diketahui hasil penghitungan dosis efektifnya yang diplot pada peta dengan koordinat-koordinat tertentu menggunakan degradasi warna sesuai dengan besarnya dosis efektif. Titik pelepasan pada peta dijadikan sebagai titik pusat koordinat RSG-GAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak CalDose diperoleh besaran dosis efektif maksimum sebesar $4,5425 \text{ E}+1 \text{ mSv}$ pada jarak 403 meter dari koordinat RSG-GAS dimana daerah tersebut dapat dianggap PAZ. Untuk daerah UPZ dapat digambarkan dalam bentuk kontur pada radius 0,4–5 km dimana besarnya dosis efektif adalah 0,75 mSv (hitam dan merah). Selanjutnya untuk daerah LPZ diperoleh besarnya dosis efektif adalah 0,001- 0,02 mSv (biru dan hijau) dengan radius 5-50 km dari titik RSG-GAS. Nilai dosis efektif yang diperoleh akan dibandingkan dengan batas intervensi generik (*Generic Intervention Level*) untuk mendapatkan validitas nilai dosis.



KESIMPULAN DAN SARAN

Perangkat lunak Calcdose dapat digunakan untuk mensimulasikan dispersi radionuklida di atmosfer sampai pada penghitungan dosis efektif sebagai fungsi jarak dari titik pelepasan yang akan diterima manusia untuk kondisi terjadinya kecelakaan nuklir. Besarnya dosis efektif sebagai fungsi koordinat dapat diketahui dengan cepat dan akurat. Pemanfaatan perangkat lunak calcdose untuk kasus kecelakaan nuklir dapat memberikan informasi dosis efektif kecelakaan, sehingga daerah kesiapsiagaan nuklir (PAZ, UPZ, LPZ) dapat segera dilakukan secara efektif dan efisien.

Berdasarkan perhitungan dosis, dapat disimpulkan bahwa ketiga daerah kesiapsiagaan nuklir dalam penanggulangan kecelakaan nuklir meliputi radius (0-50) km dari titik RSG GAS dengan nilai dosis efektif maksimum adalah $4,5425 \text{ E}+1 \text{ mSv}$.

Diharapkan pembuatan perangkat lunak CalDose pada waktu yang akan datang dapat terlaksana dan dibuat dalam bentuk tulisan yang dapat dipresentasikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Safety Series No. 55, *Planning for Off-site Response to Radiation Accident in Nuclear Facility*, IAEA, Vienne, 1981.
2. Safety Series No. 57, *Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases*, IAEA, Vienna, 1982.
3. *Meteorological Guide for Safety Analysis of Nuclear Reactors*, Japan Atomic Energy Commission, 1989.
4. Safety Series No. 81, *Derived Intervention Level for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Principles, Procedures, and Data*, IAEA, Vienne, 1986.
5. IAEA-TECDOC-953, *Method for the Development of Emergency Response Preparedness for nuclear or Radiological Accidents*, Vienna, July 1997.
6. IAEA-TECDOC-1092, *Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency*, Vienne, June 1999.
7. BATAN, Pedoman Umum Kesiapsiagaan Nuklir Tingkat Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Serpong di Kawasan Puspiptek Serpong, Revisi 2, Serpong, 2003.