

PENGARUH CUACA PADA POLA SEBARAN RADIONUKLIDA DARI OPERASI NORMAL PWR KELAS 1000 MW ELEKTRIK DI CALON TAPAK PLTN

Sri Kuntjoro

Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir - BATAN*)
Kawasan PUSPIPTEK Gd. 80, Serpong, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

PENGARUH CUACA PADA POLA SEBARAN RADIONUKLIDA DARI OPERASI NORMA PWR KELAS 1000 MW ELEKTRIK DI CALON TAPAK PLTN. Telah dilakukan analisis pengaruh cuaca pada pola sebaran radionuklida dari operasi normal PWR kelas 1000MW elektrik di calon tapak PLTN. Analisis perlu dilakukan karena sebaran radionuklida sangat dipengaruhi oleh fluktuasi data meteorologi yaitu arah angin, kecepatan angin, curah hujan serta stabilitas atmosfer. Untuk mengetahui pengaruh cuaca digunakan data masukan iklim tahun 2008 yang dibagi kedalam dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Setiap Musim dibagi dalam dua periode waktu, pagi dan malam hari. Untuk mengetahui sebaran radionuklida digunakan program PC-CREAM. Data masukan lain selain data meteorologi adalah suku sumber reaktor PWR kelas 1000MW elektrik, dan dihitung menggunakan program EMERALD-NORMAL. Hasil yang diperoleh adalah, pada musim kemarau, baik pagi maupun malam sebaran radionuklida kearah selatan. Untuk pagi hari sebaran maksimum berada pada jarak 300m dengan dosis sebesar 5,40 μ Si, sedangkan malam hari pada jarak 1km dengan dosis sebesar 0,65 Si. Untuk musim penghujan sebaran radionuklida pada pagi dan malam hari kearah barat laut. Dosis maksimum untuk pagi dan malam hari sama-sama berada pada jarak 300m, dengan dosis masing-masing sebesar 2,8 μ Si dan 1,9 μ Si.

Kata kunci : Sebaran radionuklida, cuaca, dosis

ABSTRACT

WEATHER INFLUENCE AT RADIONUCLIDE DISPERSION PATTERN FROM NORM OPERATION OF 1000MW ELECTRIC PWR CLASS IN NUCLEAR POWER PLANT SITE CANDIDATE. Analysis of weather influence at radionuclide dispersion pattern of 1000MW electric PWR class in nuclear power site candidate has been done. Radionuclide dispersion analysis has to be done because many influence of meteorological data fluctuations such as wind direction, wind velocity, rain fall and atmospheric stabilization. To know weather influence is applied climate input data in the year 2008. Climate input data divided into two season, that is dry season and rainy season. Every Season divided into two time periods, morning and nighttime. Other input data is tribe source term of PWR class 1000MW electric, and calculated using EMERALD-NORMAL computer. Result obtained is, at dry season, either morning and also night radionuclide disperse to southern. For morning as of maximum dispersion at distance 300m with dose 5,40 μ Si, while nighttime at distance 1km with dose 0,65 μ Si. For rain season radionuclide dispersion at morning and nighttime toward northwest. Dose maximum for morning and nighttime is similarly at distance 300m, with dose each of 2,80 μ Si and 1,90 μ Si respectively.

Key words : Radionuclide dispersion, weather, dose

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang semakin meningkat di Indonesia dapat dipenuhi dengan cara membangun berbagai pembangkit listrik, antara lain pembangkit listrik tenaga nuklir. Pembangunan suatu pembangkit listrik akan memberikan pengaruh pada lingkungan. Pengaruh terjadi karena adanya gas, polutan atau radionuklida yang keluar dari cerobong dalam jumlah yang tidak membahayakan bagi lingkungan dan masyarakat, selanjutnya akan terdispersi diudara dan akhirnya sampai ke lingkungan.

Sebaran radionuklida ke udara sangat dipengaruhi oleh kondisi meteorologi ditempat dimana sebaran tersebut terjadi. Unsur-unsur yang mempengaruhi kondisi meteorologi adalah keadaan cuaca dan iklim disuatu daerah yaitu suhu udara, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, kelembaban udara, curah hujan dan stabilitas atmosfer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sebaran radionuklida ke udara sebagai akibat dari kondisi meteorologi yang terjadi selama selang waktu satu tahun. Dengan mengetahui pengaruh cuaca pada sebaran radionuklida ke lingkungan maka dapat diketahui kemana arah

sebaran radionuklida yang dominan, sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh maksimal yang akan diterima oleh lingkungan maupun pada populasi yang berada pada daerah tersebut. Sebelum penelitian ini dilakukan telah dilakukan penelitian mengenai Analisis Suku Sumber Reaktor Generik AEC 3568 MWth pada Kondisi Operasi Normal¹⁾. Kondisi yang diambil untuk penelitian terdahulu adalah kondisi cuaca rata-rata selama satu tahun tanpa memperhitungkan pengaruh cuaca.

Pada penelitian kali ini perhitungan sebaran radionuklida dilakukan untuk reaktor pada kondisi operasi normal dengan memperhitungkan pengaruh cuaca selama satu tahun. Reaktor yang digunakan sebagai suku sumber lepasan radionuklida adalah reaktor PWR AEC yang berdaya 1000 MW elektrik. Sedangkan untuk perhitungan sebaran radionuklida dilakukan menggunakan program PC-CREAM²⁾. Perhitungan suku sumber dilakukan dengan menggunakan program EMERALD-NORMAL³⁾. Untuk mengetahui pengaruh cuaca, data meteorologi yang digunakan adalah data meteorologi untuk iklim pada tahun 2008 untuk daerah calon tapak PLTN, yaitu daerah Ujung Watu, Jepara, Jawa Tengah.

Data meteorologi yang digunakan selanjutnya dipisahkan menjadi empat periode, yaitu pertama dipisahkan antara periode musim panas dan periode musim hujan. Periode musim panas dimulai dari bulan April hingga bulan September. Selanjutnya untuk periode musim penghujan diawali pada bulan Oktober hingga bulan Maret. Pembagian periode musim panas dan musim penghujan dikarenakan perbedaan curah hujan, dimana faktor curah hujan berpengaruh pada stabilitas udara. Selanjutnya setiap periode musim dibagi lagi menjadi dua periode, yaitu siang hari dimulai dari pukul 05.00 dinihari hingga pukul 16.00 dan malam hari dimulai dari pukul 17.00 hingga pukul 18.00. Pembagian periode siang dan malam dikarenakan perbedaan arah angin, dimana pada siang hari berhembus angin laut, karena tekanan udara di laut lebih tinggi dibandingkan dengan di darat, sedangkan pada malam hari berhembus angin darai, hal ini disebabkan karena tekanan di darat lebih besar dibandingkan dengan di laut.

Setelah data iklim dipisahkan menjadi empat periode, selanjutnya setiap periode dilakukan analisis untuk menentukan kelas stabilitas udara. Kelas stabilitas udara dilakukan pada 16 zona arah radial, dimulai pada 11,25° searah jarum jam dengan perbedaan 22,5° dan 6 kelas stabilitas yaitu kelas stabilitas A, B, C, D, E, F, C dengan hujan dan D dengan hujan. Data 16x8 zona kelas stabilitas digunakan sebagai data meteorologi. Dengan demikian terdapat empat data

meteorologi yang akan digunakan untuk mengetahui pola sebaran radionuklida. Analisis akan dilakukan pada 16x8 daerah sebaran radionuklida.

TEORI

Pada perhitungan sebaran radi-onuklida kelas stabilitas cuaca diperlu- kan sebagai data masukan. Untuk menentukan stabilitas atmosfer dapat dilakukan menggunakan berbagai metoda, antara lain berdasarkan kombinasi kecepatan angina dan solar radiasi, kombinasi kecepatan angin dengan gradient suhu vertical serta kombinasi arah angin v dengan turbulensi lateral σ_0 seperti dijelaskan pada table-table di bawah ini;

1. Kombinasi Kecepatan angin dan solar radiasi

Pada Tabel di bawah ini Kelas stabilitas Pasquille A s/d D diperoleh berdasarkan kecepatan angin v (m/s) serta jumlah radiasi matahari (*solar radiation*) di daerah pengukuran (W/m^2). Harga Stabilitas atmosfer yang didapat adalah berikut ini;

Tabel 1. Penentuan stabilitas atmosfer menggunakan metoda *Solar Radiation Delta-T (SRDT)*³⁾

Kecepatan Angin (m/s)	Solar Radiation (W/m^2)			
	>925	925 - 675	675 - 175	< 175
<2	A	A	B	D
2 - <3	A	B	C	D
3 - <5	B	B	C	D
5 - 6	C	C	D	D
> 6	C	D	D	D

2. Kombinasi kecepatan angin dan grasien suhu

Kelas stabilitas atmosfer juga dapat diperoleh melalui kom-binasi antara kecepatan angin dengan gradient suhu vertical. Nilai stabilitas atmosfer dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2. Penentuan stabilitas atmosfer menggunakan metoda Kombinasi kecepatan angin dan gradient suhu vertika⁴⁾

Kecepatan Angin (m/s)	Gradien suhu vertical ($^{\circ}C$)	
	< 0	≥ 0
< 2,0	E	F
2,0 - < 2,5	D	E
$\geq 2,5$	D	D

3. Kombinasi *Turbulensi Lateral* (σ_0) dengan arah angin⁵⁾

Selain kedua cara tersebut di atas, stabilitas atmosfer dapat ditentukan dengan cara kombinasi *Turbulensi Lateral* (σ_0) dengan kecepatan angin. Cara yang dilakukan adalah dengan membagi kondisi siang dan malam hari. Selanjutnya setiap kondisi dilakukan estimasi awal untuk menentukan kelas stabilitas sesuai kelompok *Turbulensi Lateral*. Selanjutnya setelah kelas stabilitas

awal diperoleh disesuaikan dengan kecepatan angin pada *Turbulensi Lateral* tersebut, sehingga di- peroleh kelas stabilitas atmosfer akhir. Kelas stabilitas atmosfer inilah yang menjadi kelas stabilitas yang digunakan pada analisis selanjutnya, dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

a. Siang hari

σ_0	Estimasi Awal Stabilitas P-G	Kecepatan Angin (m/s)	Estimasi Akhir Stabilitas P-G
$\sigma_0 \geq 22,5$	A	$U < 3$	A
		$3 \leq U < 4$	B
		$4 \leq U < 6$	C
		$U \geq 6$	D
$17,5 \leq \sigma_0 < 22,5$	B	$U < 4$	B
		$4 \leq U < 6$	C
		$U \geq 6$	D
$12,5 \leq \sigma_0 < 17,5$	C	$U < 6$	C
		$U \geq 6$	D
$7,5 \leq \sigma_0 < 12,5$	D	Semua nilai	D
$3,8 \leq \sigma_0 < 7,5$	E	Semua nilai	D
$\sigma_0 < 3,8$	F	Semua nilai	D

b. Malam hari

σ_0	Estimasi Awal Stabilitas P-G	Kecepatan Angin (m/s)	Estimasi Akhir Stabilitas P-G
$\sigma_0 > 22,5$	A	$U < 2,9$	F
		$2,9 \leq U < 3,6$	E
		$U \geq 3,6$	D
$17,5 \leq \sigma_0 < 22,5$	B	$U < 2,4$	F
		$2,4 \leq U < 3,0$	E
		$U \geq 3,0$	D
$12,5 \leq \sigma_0 < 17,5$	C	$U < 2,4$	E
		$U \geq 2,4$	D
$7,5 \leq \sigma_0 < 12,5$	D	Semua nilai	D
$3,8 \leq \sigma_0 < 7,5$	E	$U < 5$	E
		$U \geq 5$	D
$\sigma_0 < 3,8$	F	$U < 3$	F
		$3 \leq U < 5$	E
		$U \geq 5$	D

Dengan :

A = Sangat tidak stabil
D = Netral

B = Tidak stabil moderat
E = agak stabil

C = Agak tidak stabil
F = Cukup stabil

Dari ketiga metoda tersebut pemilihan metoda untuk menentukan stabilitas atmosfer disesuaikan dengan pengukuran atau data meteorologi yang ada. Pada makalah ini digunakan metoda kombinasi *Turbulensi Lateral*

(σ_0) dengan arah angin. Hal ini sesuai dengan data yang ada dari hasil pengukuran di stasiun meteorologi ditempat pengamatan yaitu data *Turbulensi Lateral* (σ_0) dan kecepatan angina untuk kondidi pagi dan malam hari.

Selanjutnya setelah data meteo-rologi diolah, maka data tersebut di-gunakan sebagai masukan pada program PC-CREAM untuk menentukan pola sebaran radionuklida. Prinsip yang digunakan pada program PC-CREAM adalah

memecakan persamaan Pasquill-Gifford⁵⁾ sebagai berikut:

$$\bar{\chi}(x,y,z,H) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\} \dots\dots\dots(1)$$

dengan;

- $\bar{\chi}$: kadar radionuklidar rata-rata (Ci/m³)
- Q : laju aktivitas radionuklida (Ci/s)
- U : kecepatan angin rata-rata (m/s)
- σ_y : koefisien dispersi horizontal, bergantung pada kelas stabilitas atmosfer
- σ_z : koefisien dispersi vertikal, bergantung pada kelas stabilitas atmosfer
- H : tinggi cerobong efektif (m)
- y : arah horizontal
- z : arah vertikal

Selanjutnya dengan masukan berupa data meteorologi, suku sumber, populasi penduduk, data konsumsi pertanian dan peternakan, maka program PC-CREAM akan menghitung aktivitas sampai ke daerah tertentu (arah radial dan radius dari sumber).

TATA KERJA

1. Mengolah data iklim untuk mendapatkan kelas stabilitas Pasquill-Gifford yang akan digunakan sebagai masukan pada program PC-CREAM. Cara yang dilakukan adalah membagi iklim menjadi dua musim yaitu musim panas dan musim penghujan. Musim panas dimulai dari bulan April hingga bulan September. Sedangkan musim hujan dimulai dari bulan Oktober hingga Maret. Setiap hari di setiap musim dibagi menjadi dua kondisi, yaitu siang hari dan malam hari.
2. Menentukan suku sumber pada kondisi normal menggunakan program EMERALD-NORMAL. Selanjutnya suku sumber dan data meteorologi digunakan sebagai masukan untuk menentukan sebaran radionuklida ke lingkungan. Perhitungan sebaran radionuklida dilakukan menggunakan program PC-CREAM. Langkah yang dilakukan adalah menentukan dosis yang diterima penduduk untuk radius 1km, untuk 16 zona. Hasil yang akan diperoleh adalah akan didapat dosis tertinggi yang diterima penduduk pada arah radial (zona) tertentu untuk setiap periode musim tertentu pada pagi dan malam hari.

3. Setelah diketahui zona yang menerima dosis tertinggi dilakukan perhitungan untuk mengetahui pola sebaran radionuklida pada zona maksimum sebagai fungsi dari jarak (radius) dari titik asal sumber radionuklida. Sebagai sumber radionuklida digunakan satu radionuklida yang memiliki aktivitas terbesar, sehingga pola sebaran radionuklida dapat ditentukan dengan lebih sederhana. Dengan demikian hasil yang akan diperoleh adalah pola sebaran radionuklida sebagai fungsi dari jarak untuk setiap musim untuk pagi dan malam hari, sehingga akan diketahui pengaruh cuaca pada pola sebaran radionuklida ke lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan untuk menentukan kelas stabilitas atmosfer untuk data tahun 2008 di calon tapak PLTN di Jepara diperoleh frekuensi kelas stabilitas atmosfer untuk empat kondisi yaitu musim panas pagi hari, musim panas malam hari, musim hujan siang hari dan musim hujan malam hari. Keempat kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 hingga Tabel 6 di bawah ini;

1. Frekuensi kelas stabilitas musim panas pada pagi hari

Tabel 3. Frekuensi kelas stabilitas musim panas pada pagi hari

ZONA	PERSENTASE FREKUENSI KELAS PASQUILLE							
	PAGI HARI							
	A	B	C	D	E	F	C	D
A	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.01	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.01	0.04	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.02	0.05	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
H	0.09	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	0.07	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUMLAH	0.20	0.29	0.45	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00

Dari Tabel 3. terlihat bahwa frekuensi stabilitas atmosfer terbesar adalah pada kelas C, yaitu stabilitas atmosfer agak tidak stabil. Secara keseluruhan stabilitas atmosfer pada musim panas di pagi hari antara agak tidak stabil hingga sangat

tidak stabil. Hal ini menyatakan bahwa berdasarkan perhitungan *turbulensi lateral* (σ_0) pada pagi hari konsentrasi polutan yang terlepas dari reaktor sangat mudah terdispersi.

2. Frekuensi kelas stabilitas musim panas pada malam hari

Tabel 4. Frekuensi kelas stabilitas musim panas pada malam hari

ZONA	PERSENTASE FREKUENSI KELAS PASQUILLE							
	MALAM HARI							
	A	B	C	D	E	F	C	D
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.05	0.00	0.00
H	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.18	0.00	0.00
I	0.00	0.00	0.00	0.15	0.13	0.16	0.00	0.00
J	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUMLAH	0.00	0.00	0.00	0.31	0.24	0.45	0.00	0.00

Dari Tabel 4 terlihat bahwa pada musim panas malam hari frekwensi stabilitas atmosfer terbesar di kelas F, yaitu stabilitas atmosfer cukup stabil. Secara keseluruhan stabilitas atmosfer berkisar

antara kondisi netral hingga cukup stabil. Hal ini menyatakan bahwa di musim panas pada malam hari polutan sangat sulit untuk terdispersi.

3. Frekuensi kelas stabilitas musim hujan pada pagi hari

Tabel 5. Frekuensi kelas stabilitas musim hujan pada pagi hari

ZONA	PERSENTASE FREKUENSI KELAS PASQUILLE							
	PAGI HARI							
	A	B	C	D	E	F	C (hujan)	D (hujan)
A	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
C	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
D	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
E	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
F	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
G	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
H	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
I	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
J	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
K	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
L	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
M	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02
N	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.03
O	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
P	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
JUMLAH	0.20	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.12

Dari Tabel 5 dapat dilihat stabilitas atmosfer terbesar ada di kelas C hujan. Secara keseluruhan stabilitas atmosfer dimusim hujan pada pagi hari berkisar pada kondisi agak tidak stabil hingga

kondisi sangat tidak stabil. Oleh karenanya pada kondisi ini polutan mudah terdispersi.

4. Frekuensi kelas stabilitas musim hujan pada malam hari

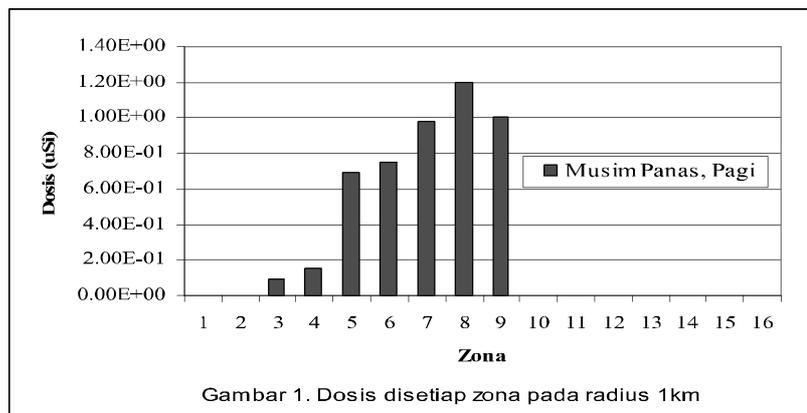
Tabel 6. Frekuensi kelas stabilitas musim hujan pada malam hari

ZONA	PERSENTASE FREKUENSI KELAS PASQUILLE							
	MALAM HARI							
	A	B	C	D	E	F	C (hujan)	D (hujan)
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.01
I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.02
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.03
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02
M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.10
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.15
O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.03
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
JUMLAH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.38	0.00	0.39

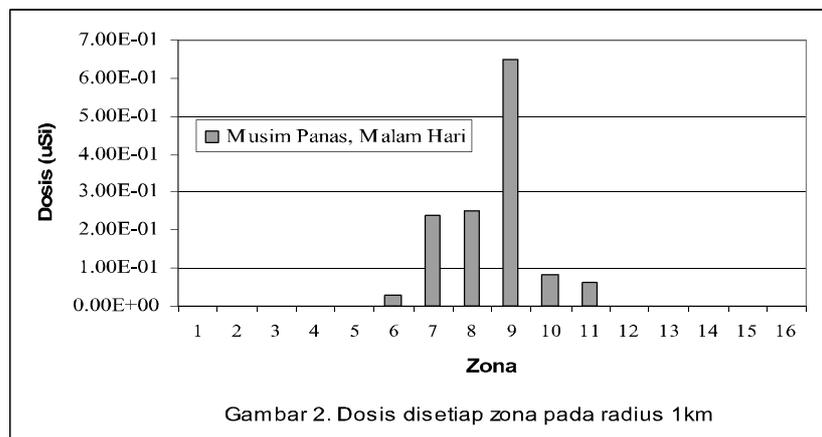
Merujuk ke Tabel 6 terlihat bahwa pada musim penghujan di malam hari stabilitas atmosfer terbesar di kelas D hujan, yaitu kondisi dimana stabilitas atmosfer pada kondisi netral. Secara keseluruhan stabilitas atmosfer pada kondisi ini antara kondisi netral hingga cukup stabil. Oleh karenanya di musim hujan pada malam hari polutan sangat sulit untuk terdispersi. Selanjutnya setelah frekuensi kelas stabilitas atmosfer diperoleh, maka dilanjutkan untuk

menentukan dosis radiasi disetiap zona radius dan arah radial menggunakan program PC-CREAM. Hasil yang diperoleh adalah dianalisis untuk mengetahui pengaruh cuaca pada pola sebaran radionuklida ke lingkungan. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 1 hingga gambar 4 di bawah ini;

5. Dosis disetiap zona pada radius 1km untuk kondisi musim panas dan pagi hari



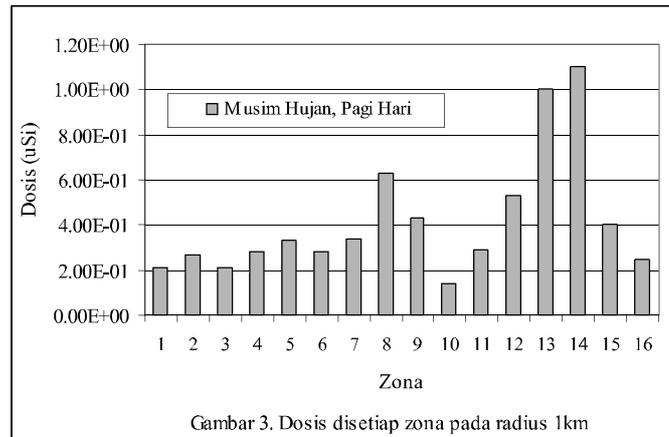
6. Aktivitas disetiap zona pada radius 1km untuk kondisi musim panas dan malam hari



Dari Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa pada musim panas arah sebaran radionuklida kearah zona 9 dan 8, yaitu ke arah selatan. Hal ini dikarenakan pada musim kemarau daerah Jepara

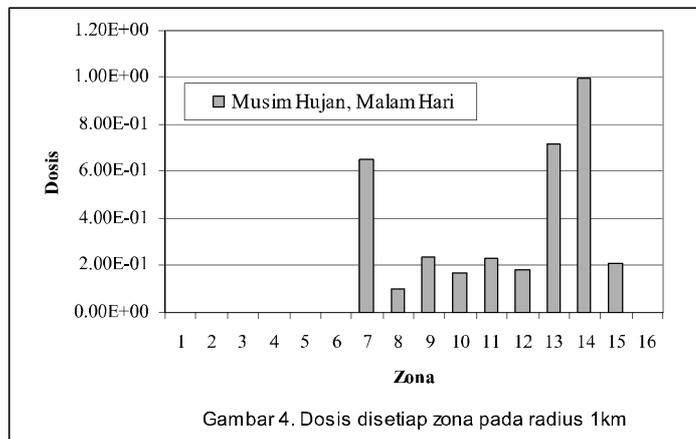
dan sekitarnya dipengaruhi oleh angin muson tenggara.

7. Aktivitas disetiap zona pada radius 1km untuk kondisi musim hujan dan pagi hari



Gambar 3. Dosis disetiap zona pada radius 1km

8. Aktivitas disetiap zona pada radius 1km untuk kondisi musim hujan dan malam hari

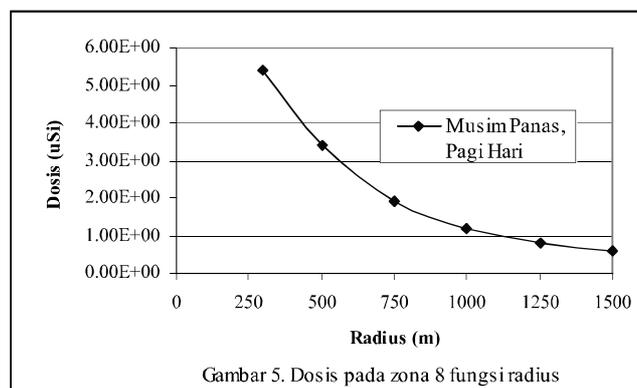


Gambar 4. Dosis disetiap zona pada radius 1km

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 terlihat bahwa arah angin terbesar baik siang maupun malam kearah zona 14, yaitu arah barat laut. Hal ini karena pada perioda ini dipengaruhi oleh angin muson barat.

Setelah diketahui zona yang memiliki dosis maksimum, maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui pola sebaran sebagai fungsi jarak (radius) pada zona tersebut untuk setiap periode musim. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut ;

9. Dosis sebagai fungsi jarak, untuk zona 8, pada musim panas dan pagi hari

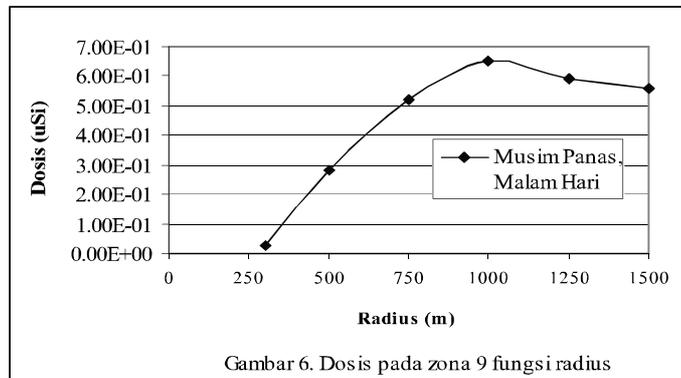


Gambar 5. Dosis pada zona 8 fungsi radius

Dari Gambar 5. terlihat bahwa pada musim panas dan pagi hari sebaran radionuklida menurun sebagai fungsi jarak. Hal ini disebabkan polutan

lebih mudah terdispersi , sehingga aktivitas radionuklida akan menurun sebagai fungsi jarak.

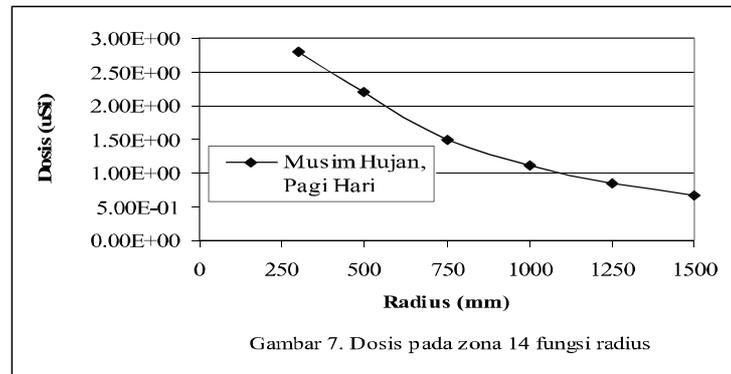
10. Dosis sebagai fungsi jarak, untuk zona 9, pada musim panas dan malam hari



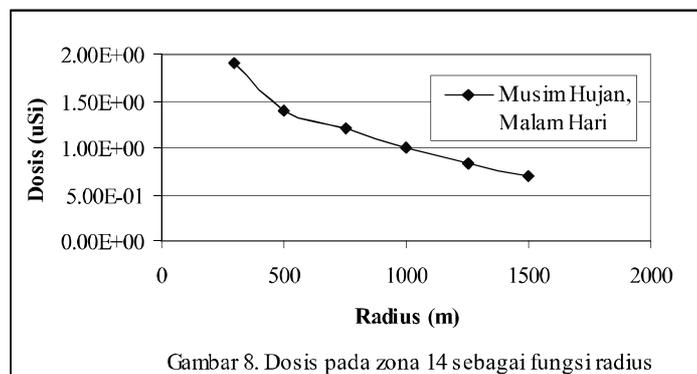
Dari Gambar 6 terlihat, pada musim panas didalam hari dimana polutan radionuklida sulit terdispersi sehingga polutan tidak mudah

terdispersi, sehingga akan terdispersi setelah mencapai jarak 1 km.

11. Dosis sebagai fungsi jarak, untuk zona 14, pada musim hujan dan pagi hari



12. Dosis sebagai fungsi jarak, untuk zona 14, pada musim hujan dan malam hari



Pada musim penghujan baik pagi maupun malam radionuklida dengan cepat terencerkan, sehingga setelah jarak 300 m konsentrasi radionuklida akan menurun sebagai fungsi dari jarak (radius).

KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sebaran radionuklida ke lingkungan sangat dipengaruhi oleh kondisi meteorologi disuatu daerah, hal ini terlihat pada hasil yang diperoleh dari perhitungan, dimana sebaran radionuklida searah dengan frekuensi stabilitas atmosfer yang terjadi di daerah pengamatan, yaitu di calon tapak PLTN, Jebara, Jawa tengah.
2. Pengaruh cuaca pada pola sebaran radionuklida terlihat dari analisis yaitu pada musim panas arah dispersi radionuklida baik siang maupun malam hari terdispersi kearah selatan. Perbedaan pola dispersi untuk siang dan malam hari adalah pada pagi hari aktivitas maksimum berada pada jarak 300 m, sedangkan pada malam hari pada jarak 1km. Hal ini dikarenakan pada pagi hari radionuklida mudah terdispersi, sedangkan pada malam hari sulit terdispersi. Pada musim hujan baik siang maupun malam radionuklida terdispersi kearah barat laut. Pada musim ini karena adanya hujan, maka radionuklida mudah terdispersi sehingga aktivitas maksimum pada pagi maupun malam mencapai maksimum pada jarak 300 m.

DAFTAR PUSTAKA

1. SRI KUNTJORO, Analisis suku sumber reaktor generik AEC 3568 MWth pada Kondisi Operasi Normal, Seminar Nasional ke 15 TKPFN, UNS-SURAKARTA, 17 Oktober 2009
2. CREAM-PC, *Consequences of release to the environment assessment Methodologi (The radiological Impact of Routine Release)*. User Guide, National Radiological Protection Board. European Commission, EUR, 17791 EN-NRPB-SR 296, Chilton, (1997)

3. EMERALD NORMAL, *Calculation of Activity Release and Potential Dose From Normal Operation of a Pressurized Water Reactor Plant*, RSIC Computer Code Collection, Oak Ridge National Laboratory, USA, 1976
4. IAEA, Safety Series, No.50-SG-S3, *Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting*, IAEA, Vienna, 1980
5. Geoffrey H. Clark, *Atmospheric Dispersion Modelling of the Atmosphere-Complexities*, ANSTO, Australia, 2004

TANYA JAWAB

Pertanyaan :

1. Apakah pola sebaran radionuklida ini sudah mempertimbangkan populasi penduduk?
2. Apakah data yang digunakan untuk calon PLTN di Indonesia?

(Yusri Heni Bapeten)

Jawaban :

1. Sudah, dengan menggunakan data populasi tahun 2008.
2. Data untuk daerah 40 km dari Ujung Watu, Jebara.