



**STUDI KOMPARATIF DAMPAK RADIOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA NUKLIR DAN BATU BARA:
FAKTOR DISPERSI (χ/Q) DI ATMOSFIR DAERAH SEMENANJUNG
MURIA, JEPARA**

Heru Umbara, Syahrir, Sofyan Yatim *

ABSTRAK

STUDI KOMPARATIF DAMPAK RADIOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR DAN BATU BARA : FAKTOR DISPERSI (χ/Q) DI ATMOSFIR DAERAH SEMENANJUNG MURIA, JEPARA. Telah dilakukan pengkajian faktor dispersi (χ/Q) di afmosfir daerah Semenanjung Muria, Jepara untuk perhitungan prakiraan penerimaan dosis oleh penduduk yang diterima dari pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) maupun Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara. Besarnya harga (χ/Q) dianalisis dengan model matematis menggunakan persamaan difusi. Parameter yang dimasukkan dalam perhitungan diambil dari data meteorologi tapak Ujung Watu selama satu tahun (Agustus 1994 - Juli 1995) yang diolah untuk mendapatkan data *joint frequency distribution* yaitu besaran yang mewakili prosentase berapa kecepatan angin dan kelas stabilitas udara pada 16 sektor arah angin dalam satu tahun. Hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa harga (χ/Q) tertinggi berada pada radius 300 - 700 m dari titik pembuangan yakni berkisar antara 4,750E-07 - 8,238E-07 detik/m³ untuk arah barat laut.

ABSTRACT

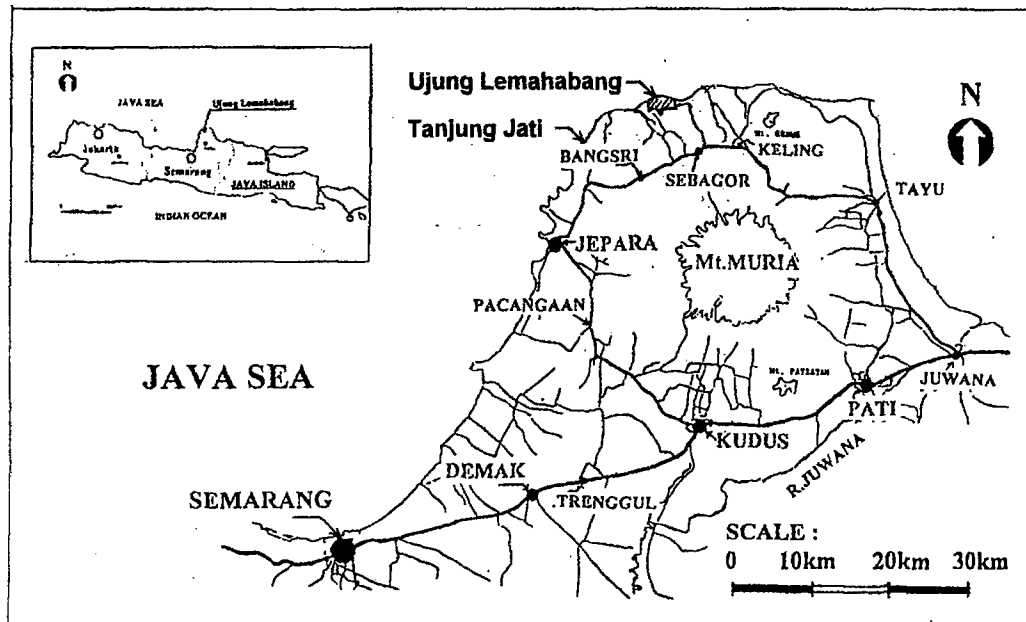
COMPARATIVE STUDY OF RADIOLOGICAL ASSESSMENT IMPACT OF NUCLEAR POWER PLANT AND COAL-FIRED POWER PLANT : THE ATMOSPHERIC DISPERSION FACTOR (χ/Q) IN MURIA PENNINSULA, JEPARA. The atmospheric dispersion factor (χ/Q) in Muria Penninsula, Jepara was carried out to calculate the exposure dose to public from nuclear power plant and coal-fired plant. The dispersion factor (χ/Q) value was calculated with mathematical model and difusion equation. Parameters used as the input data was taken from meteorological data of Ujung Watu site within one year (August 1994 - July 1995) to obtain joint frequency distribution data which were the percentage of wind speed and stability class for 16 sector within one year. The results indicated that the highest dispersion factor (χ/Q) within 300 - 700 m radius from point of release is 4.750E-07 - 8.238E-07 second/m³ for north west direction.

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil studi tapak dan studi kelayakan (STSK) rencana pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) di Indonesia yang

* Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif

dimulai pada tahun 1991 - 1996 oleh perusahaan dalam bidang konsultan teknik Newjec dari Jepang, telah didapat tiga calon tapak yaitu Ujung Watu, Ujung Grenggengan dan Ujung Lemahabang di Semenanjung Muria, Jepara [6]. Sejalan dengan rencana pembangunan PLTN tersebut telah dibangun pula Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara di daerah Tanjung Jati yang terletak di kawasan Semenanjung Muria. Jarak antara Tanjung Jati dengan calon lokasi pembangunan PLTN adalah ± 10 km sehingga harus diantisipasi dampak radiologis yang berasal dari kedua jenis pembangkit tersebut (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi calon pembangunan PLTN dan PLTU di Semenanjung Muria, Jepara [6].

Dalam pengoperasian suatu PLTN maupun PLTU batubara pelepasan limbah gas/partikulat melalui cerobong akan menambah tingkat keradioaktifan lingkungan di sekitar tapak (site). Sumber limbah gas/partikulat pada pengoperasian PLTN sebagian besar adalah gas-gas mulia yang terbentuk dari proses aktivasi sedangkan pada pengoperasian PLTU batubara sumber limbah berasal dari hasil pembakaran batubara yang berupa *fly ash* yang mengandung unsur radioaktif alam. Limbah radioaktif bentuk gas/partikulat yang terdapat dalam udara melalui sistem ventilasi dilewatkan ke sistem pembersih/penyaring udara sebelum dilepaskan melalui cerobong yang selanjutnya akan terlepas ke atmosfer sehingga dibawa dan disebarkan oleh angin. Selama perjalanannya akan mengalami proses deposisi yang akhirnya melalui berbagai perantara akan sampai ke manusia sehingga akan meningkatkan penerimaan dosis.

Kondisi meteorologi lokal di calon lokasi pembangunan PLTN akan berperan besar dalam penyebaran zat radioaktif yang terlepas ke atmosfer dan secara tidak langsung akan menentukan jumlah zat radioaktif atau dosis yang akan diterima oleh penduduk. Karakteristik atmosfer yang besar pengaruhnya dalam penyebaran limbah gas/partikulat adalah kecepatan angin, arah angin, variasi

tekanan, densitas, temperatur, turbulensi dan stabilitas atmosfer. Penyebaran limbah gas/partikulat di atmosfer mengalami proses dispersi yang bergerak searah dengan arah angin. Untuk menghitung konsentrasi pada suatu titik dibawah angin (*down wind*) diasumsikan bahwa limbah gas/partikulat mempunyai distribusi normal pada bidang tegak lurus arah angin [3].

Dalam kajian ini akan dilakukan perhitungan faktor dispersi di udara (χ/Q) daerah Semenanjung Muria sebagai dasar perhitungan prakiraan penerimaan dosis oleh penduduk di sekitar tapak. Mengingat keterbatasan data meteorologi yang tersedia maka diasumsikan data meteorologi untuk Tanjung jati serupa dengan daerah Ujung Watu, Semenanjung Muria. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan paket program GENII dengan menggunakan data meteorologi setempat. Faktor dispersi (χ/Q) di udara yang diperoleh akan digunakan untuk perhitungan prakiraan penerimaan dosis oleh penduduk akibat pengoperasian PLTN maupun PLTB batubara.

METODOLOGI

Perhitungan faktor dispersi (χ/Q) di atmosfer menggunakan model persamaan distribusi Gauss untuk 16 sektor arah angin dan radius hingga 100 km dari titik pelepasan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan paket program GENII - *The Hanford Environmental Radiation Dosimetry Software System* yang dibuat oleh *The U.S. Department of Energy, Northwest Laboratory* [4]. Data masukan adalah data meteorologi daerah Semenanjung Muria yang diperoleh laporan NewJec tahun 1995 yang berupa data arah angin untuk ketinggian 40 m, suhu udara yang terdiri dari dua level ketinggian yaitu 10 m dan 100 m serta kecepatan angin pada ketinggian 40 m [5].

Model Dispersi Atmosfir

Pembuangan limbah gas/partikulat secara kontinyu ke atmosfer akan terbawa oleh angin dan terdispersi sebagai beluk. Perpindahan dan pencampuran di atmosfer ditentukan oleh keadaan atmosfer sepanjang arah difusi.

Parameter-parameter atmosfer yang penting adalah kecepatan angin, arah angin dan gradien temperatur vertikal yang menentukan arah pindah, pengenceran dan pencampuran turbulensi.

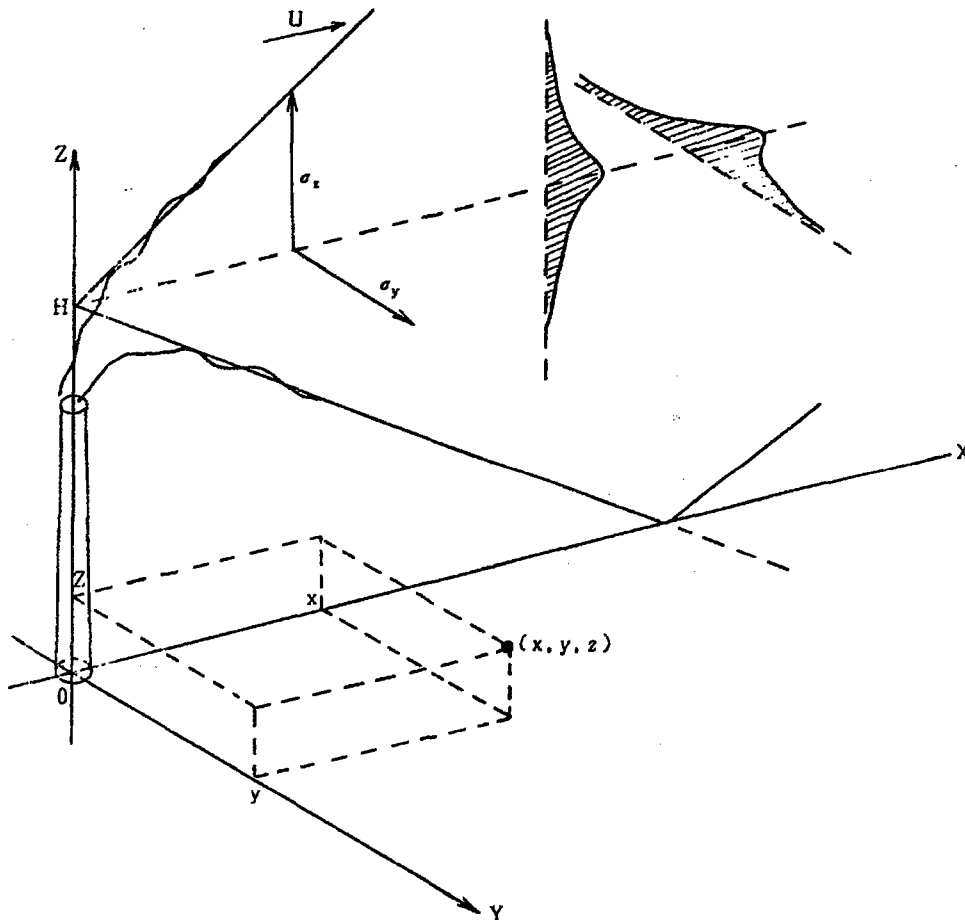
Model dispersi *Gauss* (Gambar 2) dipilih untuk mempelajari proses dispersi beluk di atmosfer. Model ini banyak digunakan sebagai metode perhitungan konsentrasi beluk dengan sumber tunggal kontinyu. ini sangat sederhana karena hanya memberikan pengukuran parameter meteorologi di suatu titik dan parameter-parameter distribusinya dapat ditentukan secara empiris dari sifat beluk [3].

Formula dispersi

Untuk menghitung faktor dispersi (χ/Q) pada pelepasan jangka panjang (tahunan) digunakan persamaan [2] :

$$\left(\frac{\chi}{Q}\right)_p = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{N}{2\pi x} \sum_{j=1}^M \frac{\exp(-h^2 / 2\sigma_{zj}^2)}{\sigma_{zj}} \sum_{k=1}^K \frac{P_{p,jk}}{u_{jk}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana N = jumlah sektor arah angin; P_{p,jk} = frekuensi sektor arah angin p, kategori difusi j dan kelas kecepatan angin k; K = jumlah kelas kecepatan angin; M = jumlah kategori difusi; x = jarak searah angin (m); Q = laju pelepasan (Bq.detik⁻¹); u = kecepatan angin rata-rata pada tinggi pelepasan efektif (m.detik⁻¹); σ_y, σ_z = parameter difusi (m) sebagai fungsi jarak x dan stabilitas atmosfer dan h = tinggi pelepasan efektif (m)



Gambar 2. Gambar beluk dari cerobong dengan model distribusi Gauss

Untuk menghitung tinggi pelepasan efektif digunakan persamaan [2] :

$$h = H + \Delta h \dots\dots\dots(2)$$

dimana H adalah tinggi cerobong dan Δh adalah naik mula limbah. Untuk menghitung naik mula limbah digunakan persamaan [2]

$$\Delta h = 3 \frac{W}{u} D \dots\dots\dots(3)$$

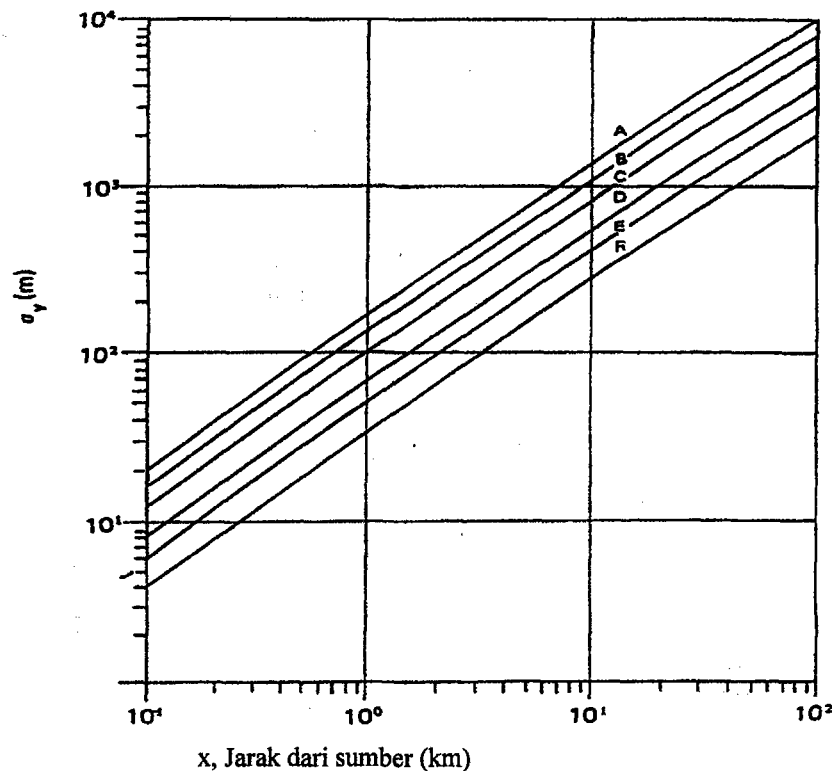
dimana W = kecepatan pelepasan (m/detik); D = diameter cerobong (m) dan u = kecepatan angin (m/detik).

Parameter dispersi

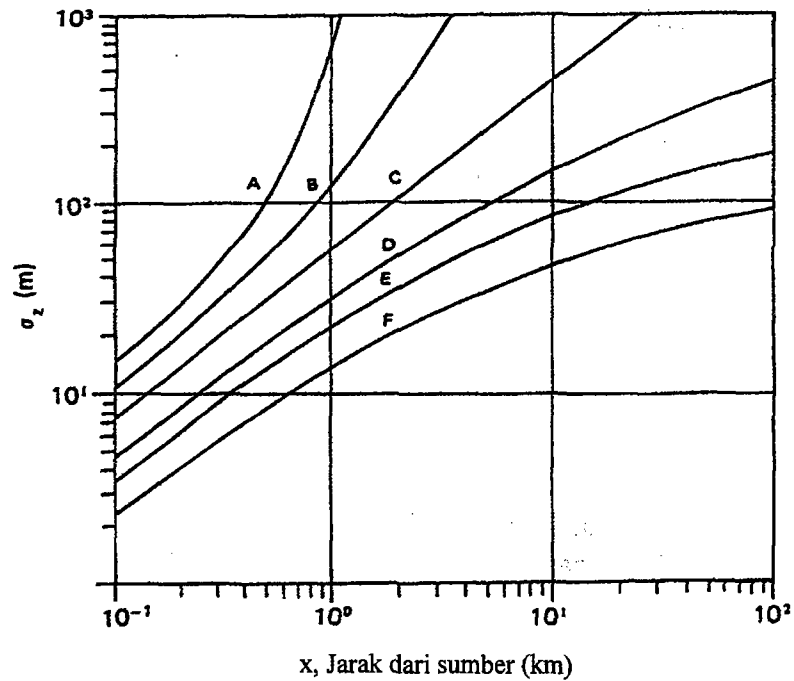
Parameter dispersi terdiri dari ; parameter dispersi lateral (σ_y) dan parameter dispersi vertikal (σ_z). Parameter σ_y dan σ_z bertambah besar apabila jarak dari titik pelepasan bertambah. Berdasarkan kelas stabilitas atmosfer dari Pasquill dan Gifford harga parameter σ_y dan σ_z ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 [1].

Stabilitas atmosfer

Untuk menentukan stabilitas atmosfer perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain ; profil temperatur, liputan awan, radiasi matahari dan kecepatan angin. Laju turun temperatur yang didefinisikan sebagai $-(\Delta T/\Delta z)$ dapat digunakan sebagai dasar penentuan stabilitas atmosfer di dua titik dengan perbedaan ketinggian. Hubungan antara kelas stabilitas atmosfer dengan laju turun temperatur ditunjukkan dalam Tabel 1 [1].



Gambar 3. Koefisien dispersi horizontal sebagai fungsi dari jarak dari sumber [1]



Gambar 4. Koefisien dispersi vertikal sebagai fungsi dari jarak dari sumber [1]

Tabel 1. Hubungan antara kelas stabilitas atmosfer dengan laju turun temperatur

Kelas Stabilitas Atmosfir	Laju turun temperatur ($\Delta T/\Delta z$), °C		
A (sangat labil)			$(\Delta T/\Delta z) < -1,9$
B (labil)	$-1,9 \leq$	$(\Delta T/\Delta z) <$	$-1,7$
C (agak labil)	$-1,7 \leq$	$(\Delta T/\Delta z) <$	$-1,5$
D (netral)	$-1,5 \leq$	$(\Delta T/\Delta z) <$	$-0,5$
E (cukup stabil)	$-0,5 \leq$	$(\Delta T/\Delta z) <$	$1,5$
F (stabil)		$(\Delta T/\Delta z) >$	$1,5$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diolah untuk disesuaikan dengan format sebagai *input data* pada program GENII yang berupa pengelompokan kecepatan angin, stabilitas atmosfer yang penentuannya berdasarkan perbedaan temperatur (ΔT) terhadap perbedaan ketinggian (Δz), rata-rata kecepatan angin untuk tiap sektor serta tinggi cerobong (*stack*) yang dalam perhitungan ini diambil ketinggian 100 m.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa faktor dispersi di atmosfer untuk daerah Semenajung Muria dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

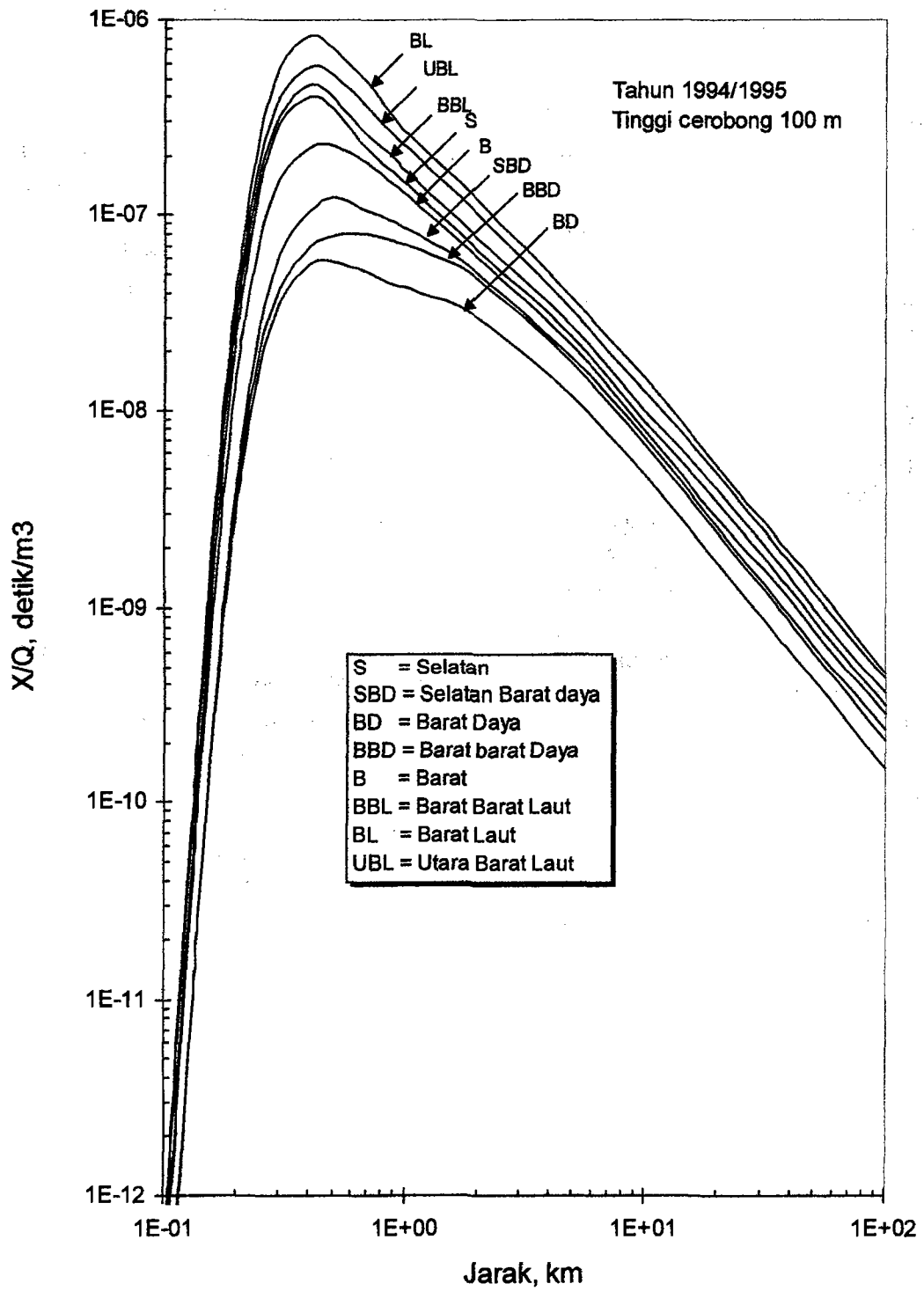
Sesuai dengan distribusi arah angin, arah yang dominan adalah arah barat laut. Dengan demikian maka harga (χ/Q) pada sektor ini relatif lebih besar dibandingkan sektor lainnya. Harga (χ/Q) tertinggi diperoleh pada radius 300 - 700 m dari titik pelepasan yaitu sebesar $4,750E-07 - 8,238E-07$ detik/ m^3 .

SIMPULAN

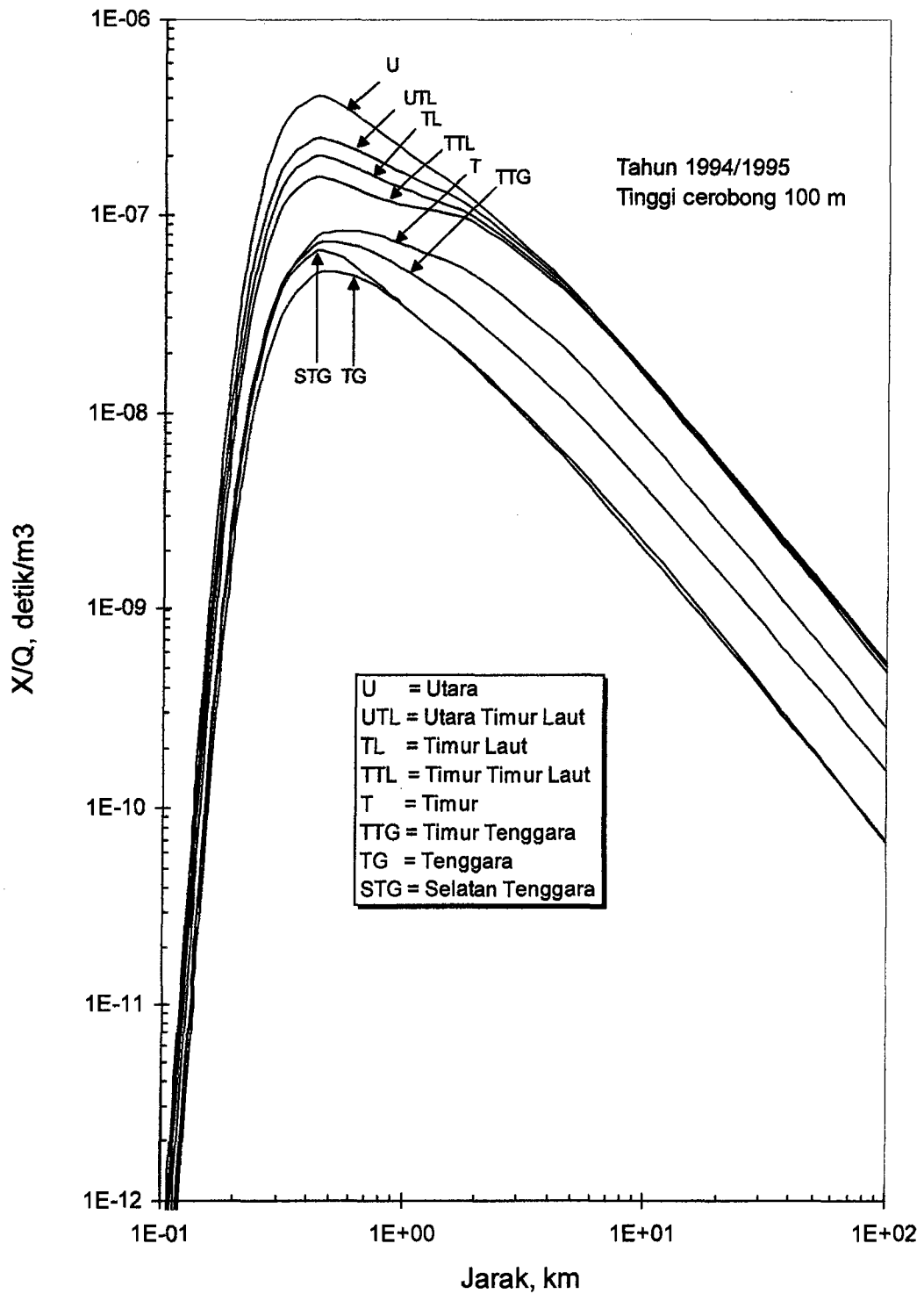
Berdasarkan hasil perhitungan faktor dispersi (χ/Q) di atmosfer untuk daerah Semenanjung Muria diperoleh hasil bahwa nilai (χ/Q) tertinggi diperoleh pada sektor barat laut pada radius 300 - 700 m dari titik pelepasan yaitu sebesar $4,750E-07 - 8,238E-07$ detik/ m^3 . Faktor dispersi (χ/Q) di atmosfer ini akan digunakan untuk perhitungan prakiraan penerimaan dosis oleh penduduk akibat pengoperasian PLTN dan PLTU batubara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asano, T., K. Shinohara and O. Narita., ORION-II, A Computer Code to Estimate Environmental Concentration and Dose Due to Airborne Release of Radioactive Material, Tokai Work, Japan, 1987.
2. International Atomic Energy Agency, Generic Model and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, Safety Series No. 57, Vienna, 1982.
3. Meade, P. J., Meteorological Aspect of the Peaceful uses of Atomic Energy, World Meteorological Organization, Technical Note No. 33, Geneva, 1968.
4. Napier, B.A., R.A. Peloquin, D. L. Strenge, and J. V. Ramsdell, Hanford Environmental Dosimetry Upgrade Project, GENII - The Hanford Environmental Radiation Dosimetry Software System, PNL-6584, Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington, 1988.
5. NEWJEC, Topical Report on Meteorology (Step-3), Jakarta, 1995.
6. NEWJEC, Feasibility Study of the First Nuclear Power Plants, Step-1 Report, Executive Summary, Newject Inc, Jakarta.



Gambar 6. Faktor Dispersi (X/Q) tahunan arah Selatan - Utara-Barat Laut daerah Semenanjung Muria, Jepara



Gambar 5. Faktor Dispersi (X/Q) tahunan untuk arah Utara - Selatan-Tenggara daerah Semenanjung Muria, Jepara