

Tingkat pencemaran radioaktif thorium di udara serta potensi bahayanya bagi penduduk : studi kasus pabrik kaos lampu di Cengkareng Jakarta = level of radioactivity contamination in the air and its potential hazards to public health : a case study on Incandescent Gas Mantle Factory at Cengkareng Jakarta

Suryawati, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=81122&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Penggunaan zat radioaktif dalam bermacam-macam bidang di Indonesia saat ini telah semakin luas pada berbagai segi kehidupan yang mencakup beberapa sektor dalam Pembangunan Nasional seperti bidang kedokteran nuklir, pertanian, hidrologi, industri.

Pemanfaatan tenaga atom ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan mengingat tenaga atom disamping memberikan manfaat, juga dapat menimbulkan bahaya bagi keselamatan pekerja radiasi, masyarakat umum dan komponen lingkungan lainnya maka dalam pelaksanaannya diperlukan pengawasan dan pembinaan yang ketat. Untuk tujuan ini diperlukan pemantauan radioaktivitas lingkungan terhadap industri yang memanfaatkan bahan radioaktif dalam proses produksinya.

Salah satu industri yang memanfaatkan zat radioaktif thorium alam dalam bentuk thorium nitrat (ThNO_3) sebagai pencampur bahan bakunya atau pelapis rajutan serat nilon bahan dasar kaos lampu adalah industri pembuatan kaos lampu petromak (Incandescent Gas Mantle).

Dalam proses produksi kaos lampu ini selain dihasilkan produk kaos lampu yang siap dipasarkan juga dihasilkan limbah radioaktif berbentuk cair, padat dan gas yang dibuang ke lingkungan dengan persyaratan tertentu. Dalam penelitian ini yang akan diselidiki adalah limbah gas (gas thoron) dan limbah padat berupa partikel debu radioaktif yang bersumber dari kegiatan produksi, yang kemungkinan menjadi penyebab terjadinya kontaminasi udara dalam kawasan pabrik dan lingkungan sekitarnya sehingga akan mengakibatkan naiknya tingkat radioaktivitas lingkungan.

Meningkatnya radioaktivitas lingkungan di udara, yang disebabkan oleh thorium dan anak luruhnya yang melekat di debu udara lingkungan pabrik dan kawasan pemukiman penduduk yang terdekat di sekitar pabrik akan menimbulkan potensi bahaya radiasi intema bila debu radioaktif tersebut terhisap oleh pekerja dan penduduk, kemudian terbawa masuk ke paru-paru. Tingkat bahaya radiasi ini dapat diindikasikan dari besaran tingkat kerja atau working level dan dosis ekuivalen efektif paru-paru yang diterima pekerja dan penduduk. Kedua nilai besaran ini dibandingkan dengan nilai ambang batas yang diizinkan.

Untuk mempertimbangkan adanya potensi bahaya ini, perlu diadakan penelitian tingkat radioaktivitas di dalam daerah kerja kawasan pabrik dan di luar kawasan pabrik kaos lampu dalam pemukiman penduduk yang terdekat, dapat diperkirakan tingkat bahaya radiasi terhadap pekerja dan masyarakat disekitar pabrik.

Mengingat hal tersebut, timbul beberapa pertanyaan penelitian : (1) Apakah konsentrasi radioaktif thorium dan anak luruhnya di udara dalam kawasan pabrik dan pemukiman penduduk sekitar pabrik tidak melebihi ambang batas yang diperkenankan ?. (2) Apakah konsentrasi radioaktif thorium dan anak luruhnya yang terkandung di udara dalam kawasan pabrik dan pads pemukiman penduduk terdekat sekitar pabrik tidak memiliki potensi bahaya radiasi yang melebihi nilai batas bahaya yang diizinkan bagi pekerja dan penduduk disekitar pabrik ?. (3) Apakah ada perbedaan risiko bahaya radiasi antara penduduk terdekat sekitar pabrik dengan penduduk yang bennukim jauh dari pabrik dan jika ada perbedaan, seberapa jauh perbedaan risiko/bahaya tersebut ?.

Tujuan umum penelitian ini untuk mengetahui kualitas udara dalam kawasan pabrik dan pemukiman penduduk terdekat sekitar pabrik serta potensi bahaya radiasinya terhadap pekerja dan penduduk. Tujuan khusus : (1) mengidentifikasi terjadinya pencemaran radioaktif thorium ke udara pabrik dan pemukiman penduduk terdekat sekitar pabrik, (2) menentukan besarnya potensi bahaya pencemaran radioaktif thorium yang berasal dari pabrik ini terhadap pekerja dan penduduk terdekat di sekitar pabrik, (3) menentukan besarnya perbedaan risiko/bahaya radiasi antara penduduk terdekat sekitar pabrik dengan penduduk yang jauh dari pabrik.

Hipotesis yang diajukan : (1) konsentrasi nuklida radioaktif thorium dan anak luruhnya di udara kawasan pabrik dan di udara dalam pemukiman penduduk terdekat sekitar pabrik tidak melebihi ambang batas konsentrasi radioaktif thorium dan anak luruhnya yang diizinkan, (2) konsentrasi nuklida radioaktif thorium dan anak luruhnya yang terkandung di udara kawasan pabrik dan dalam kawasan pemukiman penduduk terdekat sekitar pabrik tidak memiliki potensi bahaya yang melebihi nilai batas yang diizinkan bagi pekerja dan penduduk, (3) ada perbedaan risiko/bahaya radiasi antara penduduk terdekat sekitar pabrik dan penduduk yang jauh dari pabrik dengan nilai perbedaan yang nyata.

Metodologi penelitian yang dipergunakan adalah sebagai berikut; Pemilihan lokasi penelitian pabrik kaos lampu di Cengkareng ini berdasarkan pada pertimbangan lokasi pabrik berdekatan dengan lingkungan pemukiman penduduk yang cukup padat dan juga merupakan pabrik kaos lampu yang mempunyai kapasitas produksi terbesar di Jakarta dengan pemakaian bahan thorium nitrat 3 ton per bulan.

Sebagai unit analisis dalam penelitian ini adalah udara dan manusia yaitu pekerja dan penduduk. Teknik pengambilan sampel udara secara sampling purposip non probabilitas, berdasarkan pertimbangan; (1) jarak dari tempat kegiatan, (2) pembagian daerah medan radiasi sesuai dengan SK Dirjen BATAN No. PN 03/11601DJ1\$9 tentang ketentuan Keselamatan Kerja terhadap Radiasi, (3) keberadaan pekerja atau penduduk pada lokasi sampling, (4) besarnya radioaktivitas yang terukur pada lokasi sampling sebagai fungsi jarak, (5) keterbatasan tenaga, waktu dan biaya. Berdasarkan pertimbangan teknik pengambilan sampel udara tersebut di atas maka titik sampel udara yang diambil dalam kawasan pabrik berjumlah 16 (enam betas) titik sampel dan pada batas pagar pabrik serta luar kawasan pabrik berjumlah 12 (dua betas) titik sampel.

Sedangkan sampel pekerja yang dipilih adalah pekerja radiasi pada kegiatan produksi yang bekerja

menangani kaos lampu yang telah mengandung thorium nitrat dan penduduk yang dipilih sebagai sampel yaitu penduduk yang bermukim terdekat sekitar pabrik, baik bagian depan, belakang, kiri dan kanan pabrik. Besarnya sampel penduduk yang diambil berkisar 5%- 10% dari jumlah total penduduk pada setiap bagian dari daerah penelitian. Berdasarkan pertimbangan tersebut dipilih 30 sampel penduduk untuk setiap bagian daerah yang diamati.

Pengumpulan data primer dilaksanakan dengan cara pengukuran langsung menggunakan peralatan lapangan dan laboratorium, wawancara berdasarkan kuesioner. Data sekunder diperoleh dari bahan literatur, dari pabrik kaos lampu serta instansi lain yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

Analisis data untuk memecahkan masalah tingkat pencemaran dan potensi bahaya radiasi yaitu analisis spektrum hasil pencacahan dengan metode penentuan puncak spektrum secara langsung kemudian dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan perumusan matematis dan analisis statistik uji t.

Untuk menyelesaikan masalah perbedaan risiko/bahaya radiasi antara penduduk terdekat sekitar pabrik dengan yang jauh dari pabrik menggunakan analisis kuantitatif risiko relatif dengan desain kasus-kontrol, variabel bebas paparan radiasi dan variabel terikat dosis radiasi yang diterima penduduk, selanjutnya dilakukan test kemaknaan uji Chi-Square yang diteruskan dengan uji koefisien kontingensi.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa konsentrasi thorium-228 dan thoron di udara dalam kawasan pabrik kaos lampu tidak melebihi nilai ambang batas yang diizinkan untuk daerah kerja radiasi yaitu 22,2.10⁵ Bq/l untuk thorium-228 dan 11,1 Bq/l untuk thoron. Nilai konsentrasi thorium-228 dan thoron yang diperoleh dalam daerah sumber kegiatan produksi, yaitu thorium-228 berkisar dari tak terdeteksi sampai 1,56.10¹⁰ Bq/l dan untuk thoron berkisar antara 4,47-11,04 SO. Tingkat pencemaran thoron dalam daerah sumber ini sudah terindikasi tetapi belum melebihi ambang batas yang diizinkan, sedangkan tingkat pencemaran thorium-228 tidak terindikasi. Pada daerah luar ruang kegiatan tetapi masih dalam kawasan pabrik, konsentrasi thorium-228 dari tak terdeteksi sampai dengan 8,05. 10¹⁰ Bq/l dan konsentrasi thoron berkisar antara 0,01-4,62 Bq/l, nilai ini sudah cukup rendah dibandingkan dengan nilai ambang batas yang diizinkan, bahkan konsentrasi thorium 228 sangat rendah. Nilai konsentrasi thorium-228 dan thoron dalam kawasan pemukiman penduduk terdekat pada daerah penelitian, dari talc terdeteksi sarnpai 4,03.10^{-v} Bq/l dan 0,0007 - 0,08 BO. Nilai ambang batas konsentrasi thorium-228 dan thoron yang diizinkan dalam daerah pemukiman penduduk sebesar 1.10⁻⁵ Bq/l dan 0,4 BO.

Besarnya tingkat potensi bahaya hasil penelitian yang diindikasi melalui besaran tingkat kerja dan dosis ekuivalen efektif, yang diterima pekerja dan penduduk masih jauh di bawah nilai batas yang diizinkan, jadi belum mengidentifikasi keadaan yang cukup berbahaya bagi pekerja dan penduduk. Nilai tingkat kerja yang diperoleh untuk pekerja berkisar dari 0,034-0,245 WL serta nilai dosis ekuivalen efektif berkisar dari 5,6-20,96 m Sv/tahun, sedangkan nilai tingkat kerja yang diperoleh penduduk berkisar antara 0,001-0,013 WL dan nilai dosisnya berkisar dari 0,013-0,467 mSv/tahun. Ambang batas tingkat kerja dan dosis ekuivalen efektif yang diizinkan untuk pekerja sebesar 1,2 WL dan 50 mSv/tahun serta untuk penduduk sebesar 0,04 WL dan 1 mSv/ tahun.

Hasil analisis risiko/bahaya radiasi bagi penduduk terdekat di belakang pabrik (berjarak 5-20 meter dari pagar belakang pabrik) dengan penduduk yang bermukim jauh dari pabrik (500-520 meter belakang kiri pabrik) adalah 16 (enam belas) kali, ini berarti bahwa penduduk yang bermukim dekat dengan pabrik akan mengalami kemungkinan menerima paparan radiasi interna sebesar 16 (enam belas) kali lebih besar dari penduduk yang bermukim jauh dari pabrik.

<hr><i>ABSTRACT</i>

The use of radioactive material in Indonesia is becoming wider in various aspects of life, which covers many sectors in The National Development such as in nuclear medicine, agriculture, hydrology and industry.

Utilization of nuclear energy is aimed to increase people's welfare by emphasizing the safety and health of the community. However, the atomic energy not only provides benefits but also causes danger to the radiation workers, community and other environmental components. This requires a strict control and development in its operation. A radiation monitoring is required for industries, which utilize radioactive material in their production process.

An industry, which utilizes natural thorium radioactive material in the form of Thorium Nitrate (ThNO_3) as a mixture of its raw material, or nylon fiber net lining is the incandescent gas mantle industry.

The production process of the incandescent gas mantle not only produce the incandescent gas mantle but also liquid, solid, and gas radioactive waste which are disposed to the environment with certain requirements. In this research will be investigate the thoron gas waste and solid waste in the form of radioactive dust particle which resulted from production process enable the air contamination in the plant and its vicinity area. This will cause the increase of the environmental radioactivity level.

The increasing environmental radioactivity in the air produces an internal and external danger potential, which threatens the workers and the community in the vicinity area of the plant. Thorium and its daughter product which is adhered to the air dust of the plant and the community settlement around the plant will be inhaled by the plants' workers and or the community, and then goes through lungs, which will cause an internal contamination. This will endanger the workers in the community. The radiation danger can be indicated in the form of working level and effective equivalent dose of lungs received by workers and the community. The value of the magnitude is compared with the permitted value.

Having considered the danger potential, it is necessary to conduct a research of radioactivity level in the plant working area and the outside of the incandescent gas mantle plant in the closest community settlement area. The danger level toward the workers and the community around the project can be estimated. Due to this condition some research questions arise: (1) whether the radioactive concentration in the air around the area and around the plant, which is resulted from the plant activities, not exceeds the limit threshold value allowed? (2) Whether the radioactive concentration in the air of the plant area and the closest community settlement around the plant have no radiation danger potential that not exceeds the limit threshold value allowed toward workers and the community? (3) Whether there is a risk or radiation danger between the closest community around the plant and those that settle far away from the plant and if there is a difference, what is the risk ratio between two of them?

The general objective of this research is to identify the air quality and radiation danger potential toward worker in the plant area and the community in the closest settlement area around the plant. The specific objectives are : (1) to identify the occurrence of thorium radioactive contamination in the plant air and the closest community settlement around the plant, (2) to determine thorium radioactive contamination danger potential from the plant toward workers and the closest community around the project, (3) to determine quantity of risk or radiation danger difference between the closest community around the plant and the community far away from the plant.

The hypothesis proposed: (1) the concentration of thorium radioactive nuclide and its daughter product in the air of plant area and the air of the closest community settlement area around the plant does not exceed the threshold of the permitted radioactive concentration, (2) Thorium radioactive nuclide' concentration and its daughter product in the air and the closest community settlement area have no danger potential, that not exceeds the limit threshold value allowed toward workers and the community, (3) there is difference in risk between the community around the plant and those of far away from the plant, with significant different value. The methodology used is as follows; the selection of the incandescent gas mantle in Cengkareng and the closest community settlement environment based on consideration that the plant location nears the densely populated settlement area. Besides, the plant has the largest production capacity in Jakarta, which uses 3 tons of nitrate thorium.

As a unit of analysis in this research is the air and human being, that is workers and community. The air sampling techniques is non-probability purposive sampling, based on consideration: (1) distance from the site of activity, (2) division of radiation filed area according to decree of Directorate General of BATAN (National Atomic Energy Agency) No. PN 0311 I501DJ/89 concerning Work Safety Regulation toward radiation, (3) presence of workers or community in the sampling location, (4) the amount of radioactivity measured in the sampling location as a function of distance, (5) lack of personnel, time and fund. In the air sampling techniques the number of air sampling points in the plant area is 16 and in the plant fence, outside of the plant area is 12 samples.

While the workers samples area selected from radiation workers in production activity which handle the incandescent gas mantle which contain nitrate thorium. The community selected, as samples are those who live closest to the plant, in the front, in the back, the right and the left of the plant. The amount of samples taken was range from 5% - 10% of the total community in each research area. Based on the

The primary data collection is done by a consideration 30 samples of people are selected for each area observed direct measurement using field equipments and laboratories, interview based on questionnaire. While the secondary data is obtained from literatures and from the incandescent gas mantle and other related instances relevant with the problems being studied.

The data analysis to solve the contamination level and radiation danger potential is done by spectrum analysis of the counting results with direct spectrum peak determination method which then continued with counting using mathematical formulation and t-test statistical analysis. While to solve the radiation danger

risk difference between the community closest to the plant and those of far away from the plant using relative risk quantitative analysis with design of case-control, radiation exposure independent variable which is received by the community. Then a chi-square significance test is done which then continued with the contingency coefficient test.

From the research result, it can be identified that the thorium-228 and thoron concentration in the air of the incandescent gas mantle plant are not exceeding the threshold value allowed for radiation area that is $22,2 \cdot 10^{-5}$ Bq/l for thorium-228 and 11,1 Bq/l for thoron. The thorium-228 and thoron concentration observed in production activity area range from no detectable to $1,56 \cdot 10^{-5}$ Bq/l for thorium-228 and range from 4,47 to 11.04 Bq/l for thoron.

The thoron contamination level in the source area have been indicated, but have not exceeds the allowed threshold value, while the thorium-228 contamination level is not indicated. For outside area of the plant environment, the thorium concentration from undetectable to $8,05 \cdot 10^{-5}$ Bq/l and thoron concentration range from 0,01 - 4,62 BO, the value is relatively low compared with the allowed threshold value, the thorium-228 concentration is very low. While thorium-228 concentration value in the closest community in the researched region, from undetectable to $4,03 \cdot 10^{-5}$ Bq/l and 0,0007 - 0,08 BO. The thorium-228 threshold and thoron allowed in the community settlement is 1.105 and 0,4 Bq/l.

The extent to which the danger potential of the research result indicated through the performance level and effective equivalent dose, which is received by workers and the community is far below the allowed value limit. The value obtained, performance level for workers range from 0,034 - 0,245 WL and its effective equivalent dose range from 5,6 - 20,94 mSv, while for the community the performance level range from 0,001 - 0,013 WL and its dose range from 0,014 - 0,467 mSv. The performance limit value and effective equivalent dose allowed for workers is 1,2 WL and 50 mSv/year and for community is 0,04 WL and 1 mSv/year.

The radiation exposure risk-analysis for the community in the back of the plant (5- 20 m from the back fence of the plant), and the community far away from the plant (500 - 520 m in the back left of the plant) is 16 times larger, which means that the community close to the plant will exposure internal radiation exposure 16 times than those that live far away from the plant.