

Kajian Pembatas Dosis untuk Praktek Radiografi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Mohammad Thoriq Wahyudi^[1], Mochamad Yusuf Santoso^[2]
 Jurusan Teknik Bangunan Kapal^[1], Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja^[2]
 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
 Surabaya, Indonesia
 thobiza@ymail.com

Abstrak— Setiap institusi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion perlu melakukan upaya untuk menjamin keselamatan radiasi. PPNS memanfaatkan radiasi untuk kegiatan praktek radiografi pada pelatihan inspektur pengelasan. Salah satu persyaratan proteksi radiasi adalah optimisasi. Optimisasi proteksi radiasi dilakukan dengan cara menentukan pembatas dosis untuk pekerja radiasi, peserta pelatihan dan masyarakat. Penentuan pembatas dosis dilakukan berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN dan beban kerja personil. Usulan nilai pembatas dosis untuk kegiatan radiografi di PPNS bagi pekerja radiasi, dan masyarakat umum berturut-turut adalah 6,51 mSv/tahun dan 0,3 mSv/tahun. Sedangkan untuk peserta diklat diusulkan nilai pembatas dosis sebesar 18,45 μ Sv untuk satu kali pelatihan.

Kata kunci— pembatas dosis; proteksi radiasi; optimisasi; radiografi industri;

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan tenaga nuklir dewasa ini semakin meningkat [1]. Menurut *International Atomic Energy Agency* (IAEA) yang menjadi acuan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, salah satu pemanfaatan nuklir adalah menggunakan bahan nuklir sebagai sumber radiasi pengion. Sumber radiasi pengion dapat dimanfaatkan untuk bidang industri, kesehatan, penelitian, pendidikan dan pelatihan, serta kegiatan yang menangani bahan yang mengandung konsentrat sumber radionuklida alam. Salah satu pemanfaatan sumber radiasi pengion dalam bidang industri yaitu untuk pengujian sambungan pengelasan pada radiografi industri [2].

Radiografi industri untuk pengujian tak merusak dapat menggunakan sumber radiasi pengion berupa pesawat sinar-X atau sumber radioaktif. Radiografi industri dengan sumber zat radioaktif merupakan salah satu teknik yang sudah lama digunakan karena sifatnya yang mudah dibawa kemana-mana dan ringan [3]. Teknik ini dapat digunakan untuk pengujian tak merusak sambungan pengelasan [4], baik untuk plat [5] maupun pipa[6]. Kegiatan radiografi industri tidak hanya dilaksanakan di lingkungan industri, tetapi juga dimanfaatkan untuk kegiatan pendidikan dan pelatihan (diklat) [7]. Salah satu tempat yang digunakan untuk kegiatan praktek radiografi industri untuk kepentingan pendidikan dan pelatihan adalah politeknik [8].

Walupun dilaksanakan di politeknik, keselamatan radiografi untuk praktek radiografi harus tetap menjadi perhatian serius. Hal ini dikarenakan radiografi memiliki potensi bahaya fisika berupa radiasi terhadap pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan [9]. Bahaya radiasi yang berasal dari sumber radiasi pengion bagi manusia dapat berupa kerusakan atau kematian sel. Data dari IAEA menunjukkan terdapat setengah dari kasus kecelakaan nuklir baik di negara maju maupun berkembang terjadi pada kegiatan radiografi industri [10]. Di Indonesia, setidaknya terjadi tujuh kasus kecelakaan nuklir pada tahun 2008 [11].

Beberapa kajian mengenai keselamatan radiografi nuklir sudah dilakukan. Beberapa diantaranya dilakukan analisa keselamatan radiografi untuk kegiatan yang ada di rumah sakit atau klinik kesehatan [12] dan fluoroskopi bagasi [13]. Analisa pada [14] menunjukkan adanya pengaruh paparan radiasi nuklir terhadap kesehatan pekerja radiasi. Evaluasi dosis pada peserta kegiatan praktek radiografi industri di institusi pendidikan dan pelatihan (diklat) menunjukkan perlunya ada pembatas dosis agar peserta diklat selamat dalam melaksanakan diklat [7].

Sebagai salah satu institusi yang menyelenggarakan diklat, yang di dalamnya terdapat kegiatan praktek radiografi industri, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) perlu menetapkan pembatas dosis bagi peserta diklat. Hal ini sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No. 4 Tahun 2013 pasal 43 [15]. Pada makalah ini akan dilakukan kajian yang akan dijadikan sebagai acuan dalam penetapan pembatas dosis untuk kegiatan radiografi industri di PPNS.

II. METODOLOGI

A. Prinsip Proteksi Radiasi

Sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 pasal 10, persyaratan proteksi untuk keselamatan radiasi meliputi justifikasi, limitasi dan optimisasi [15]. Justifikasi didasarkan pada asas bahwa manfaat yang diperoleh dalam penggunaan sumber radiasi lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan. Limitasi dosis diberlakukan oleh instansi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion melalui penetapan nilai batas dosis (NBD). Optimisasi dilakukan dengan menetapkan pembatas dosis untuk pekerja radiasi dan masyarakat. Berdasarkan persyaratan optimisasi dalam proteksi radiasi,

maka perlu ditetapkan nilai pembatas dosis bagi peserta diklat yang berlaku untuk satu kali kegiatan pelatihan. Hal ini dilakukan untuk menjamin bahwa peserta diklat menerima dosis serendah mungkin yang bisa dicapai dengan memperhatikan aspek sosial dan ekonomi [7].

B. Penentuan Pembatas Dosis

Terdapat dua metode untuk menentukan nilai pembatas dosis. Pertama adalah perhitungan laju dosis maksimum yang disesuaikan dengan beban kerja. Cara yang ke-dua adalah berdasarkan hasil evaluasi dosis efektif dalam kurun waktu tertentu [7]. Penelitian ini menggunakan cara yang pertama dengan perhitungan laju dosis yang ditunjukkan pada (1). Perhitungan laju dosis dilakukan pada kondisi penggunaan sumber gama untuk kegiatan praktek radiografi.

$$\dot{H} = \frac{\Gamma \times A}{r^2} \tag{1}$$

dimana:

\dot{H} = laju dosis ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)

r = jarak (m)

Γ = faktor gamma ($\mu\text{Sv}/\text{jam} \cdot \text{m}^2/\text{Ci}$)

A = aktivitas sumber (Ci)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keselamatan Radiografi Industri di PPNS

PPNS menyelenggarakan diklat *Welding Inspector* (WI). Setiap tahun terdapat 3 (tiga) angkatan diklat dengan rata-rata jumlah peserta sebanyak 35 (tiga puluh lima) orang. Salah satu materi diklat WI adalah praktek uji radiografi. Untuk menunjang pelaksanaan praktek tersebut, PPNS memiliki sumber radiasi pengion berupa pesawat sinar-X dan sumber zat radioaktif sinar gama. Untuk memenuhi persyaratan keselamatan radiasi, PPNS memiliki pekerja radiasi, yaitu petugas proteksi radiasi (PPR), radiografer tingkat I (OR) dan radiografer tingkat II (AR).

Dalam pelaksanaan kegiatan praktek radiografi menggunakan pesawat sinar-X, PPNS telah memiliki ruangan khusus yang ditunjukkan pada Gambar. 1. Ruangan ini telah memenuhi persyaratan keselamatan radiasi. Sedangkan untuk praktek menggunakan sumber radiasi gama, kegiatan praktek dilakukan di area terbuka yang ditunjukkan pada Gambar. 2. Pada pelaksanaannya, area ini akan diberikan garis pembatas untuk menjamin keselamatan pekerja radiasi, peserta diklat dan masyarakat umum.

TABEL I. NBD [15] DAN BEBAN KERJA

Personil	NBD (mSv/tahun)	Beban kerja
Pekerja radiasi	20	100 (jam/tahun)
Peserta diklat	20	3 (jam/pelatihan)
Masyarakat	1	-

Limitasi dosis akan diterapkan untuk pekerja radiasi, peserta diklat, dan masyarakat. **Error! Reference source not found.** menunjukkan NBD dan beban kerja untuk pekerja

radiasi, peserta diklat dan masyarakat. Sesuai dengan Peraturan Kepala BAPETEN No 4 Tahun 2013 pasal 17 [15], peserta diklat yang berumur di atas 18 (delapan belas) tahun, diberlakukan NBD sama dengan NBD yang ditetapkan untuk Pekerja Radiasi.



Gambar. 1 Ruang pesawat sinar-X di PPNS



Gambar. 2 Area terbuka untuk praktek radiografi di PPNS

B. Usulan Pembatas Dosis

Penentuan pembatas dosis di PPNS dilakukan untuk pekerja radiasi, peserta diklat dan masyarakat. Perhitungan laju dosis untuk pekerja radiasi dan peserta diklat dilakukan pada kondisi pelaksanaan praktek radiografi menggunakan sumber radiasi gama Iridium (Ir) – 192 dan Selenium (Se)-75. Pada masing-masing sumber dilakukan lima variasi nilai aktivitas. Posisi pekerja radiasi dan peserta diklat berjarak 15-meter dari sumber. Penahan yang digunakan adalah kolimator berbahan timbal yang memiliki tebal 1 cm. Hasil perhitungan laju dosis untuk variasi aktivitas sumber ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**

Usulan nilai pembatas dosis ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** Nilai pembatas dosis untuk

peserta diklat diperoleh dari perhitungan laju dosis saat praktikum yang disesuaikan dengan jumlah jam praktikum radiografi untuk diklat WI di PPNS. Nilai pembatas dosis untuk pekerja radiasi didapatkan dari rata-rata laju dosis untuk pekerjaan radiasi. Sedangkan untuk masyarakat, nilai pembatas dosis ditetapkan menurut Peraturan Kepala BAPETEN No No 4 Tahun 2013 pasal 46 [15]. Berdasarkan **Error! Reference source not found.**, diketahui nilai pembatas dosis untuk pekerja radiasi lebih besar dari peserta diklat. Hal ini dikarenakan beban kerja untuk pekerja radiasi lebih banyak. Selain untuk kegiatan praktek radiografi diklat WI, pekerja radiasi di PPNS juga melaksanakan pengujian tak merusak atas permintaan masyarakat umum melalui Pusat Jasa Produksi (PJP) PPNS.

TABEL II. HASIL PERHITUNGAN LAJU DOSIS UNTUK PEKERJA RADIASI DAN PESERTA DIKLAT

Aktivitas Sumber (Ci)	Laju Dosis ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	
	Ir-192	Se-75
4	7,78	0,42
5	9,72	0,52
6	11,67	0,63
7	13,61	0,73
8	15,56	0,84
Rata-rata	11,67	0,63

$$\text{Rata - rata laju dosis} = \frac{7 + 197,89}{2} = 6,15 \mu\text{Sv}/\text{jam}$$

TABEL III. USULAN PEMBATAS DOSIS DI PPNS

Personil	Pembatas Dosis
Pekerja radiasi	6,15 (mSv/tahun)
Peserta diklat	18,45 ($\mu\text{Sv}/\text{pelatihan}$)
Masyarakat	0,3 (mSv/tahun)

Nilai pembatas dosis yang terdapat pada **Error! Reference source not found.** merupakan usulan nilai pada tahapan perencanaan. Nilai ini harus dievaluasi setiap tahunnya. Evaluasi dilakukan berdasarkan dosis maksimum yang diterima oleh pekerja radiasi atau peserta diklat. Tujuannya untuk melihat apakah nilai pembatas dosis pada tahap perencanaan sudah sesuai dengan ketika tahap implementasi. Evaluasi juga harus memperhatikan peraturan-peraturan ketenaganukliran terbaru.

IV. KESIMPULAN

Sebagai salah satu institusi yang memanfaatkan sumber radiasi pengion, maka PPNS perlu menentukan nilai pembatas dosis sebagai upaya pengendalian risiko bahaya. Usulan nilai pembatas dosis untuk kegiatan radiografi di PPNS untuk pekerja radiasi, dan masyarakat umum berturut-turut adalah 6,51 mSv/tahun dan 0,3 mSv/tahun. Sedangkan untuk peserta diklat diusulkan nilai pembatas dosis sebesar 18,45 μSv untuk satu kali pelatihan. Evaluasi nilai pembatas dosis perlu dilakukan setiap tahunnya agar tujuan keselamatan radiasi tercapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) yang telah mendanai dan membantu dalam penyediaan data untuk penelitian ini.

REFERENSI

- [1] F. Suryaningsih and H. Al Rasyid, "ANALISIS CACAT PADA PLAT CARBON STEEL MENGGUNAKAN SOFTWARE ISEE UNTUK HASIL FILM IMAGING PLATE (IP)," *PRIMA-Aplikasi dan Rekayasa dalam Bid. Iptek Nukl.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [2] A. K. Banerjee, "Radiation Protection & Personnel safety in Industrial Radiography," in *Proceedings of the twenty-fifth national seminar and international exhibition on non destructive evaluation-NDE for make in India: abstracts*, 2015, pp. 0–7.
- [3] C. Polee, N. Chankow, S. Srisatit, and D. Thong-Aram, "An industrial radiography exposure device based on measurement of transmitted gamma-ray intensity," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 611, no. 1, 2015.
- [4] P. Hayward, H. New Zealand, and D. C. S. New Zealand, "Radiography of welds using selenium 75, ir 192 and x-rays," in *12th A-PCNDT 2006 – Asia-Pacific Conference on NDT*, 2006.
- [5] D. R. Kurniawan, "Analisa Hasil Pengelasan SMAW Dengan Arus 200A Pada Material Plat ST 37 Menggunakan Elektroda E7018 Yang Di Rendam Air Dengan Pengujian Radiografi Dan Makro Etsa," *Sepuluh Nopember Institute of Technology*, 2017.
- [6] Soedardjo, "KAJIAN APLIKASI RADIOGRAFI Ir 192 DAN Se 75 UNTUK INSPEKSI PIPA KETEL UAP PEMBANGKIT LISTRIK PLTU BATU BARA," in *Seminar Keselamatan Nuklir*, 2006, pp. 692–703.
- [7] S. Wiyuniati, U. Nilai, P. Dosis, B. Pekerja, and P. Pelatihan, "Usulan Nilai Pembatas Dosis Bagi Pekerja Radiasi dan Peserta Pelatihan di Pusediklat BATAN," *Widyauklida*, vol. 15, no. 1, pp. 46–51, 2015.
- [8] Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), *Informasi dan Pengenalan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (IP3NS)*. Surabaya: PPNS, 2017.
- [9] S. Hasnel and M. Akhadi, "Pengawasan untuk Optimalisasi Proteksi dalam Kegiatan Radiografi Industri," *Maj. APRI*, vol. 1, no. 1, pp. 24–32, 2014.
- [10] J. O. Aquino, F. C. A. Da Silva, A. T. Ramalho, and J. M. O. Godoy, "Evaluation of the Radiological Safety of 192 Ir Apparatus for Industrial Gamma Radiography," in *2005 International Nuclear Atlantic Conference*, 2005.
- [11] Kompas, "Tahun 2008 Minimal Terjadi 7 Kecelakaan Nuklir di Indonesia," *Kompas.com*, 2009. [Online]. Available: <https://sains.kompas.com/read/2009/02/26/08121242/tahun.2008.miminal.terjadi.7.kecelakaan.nuklir.di.indonesia>. [Accessed: 25-Jul-2018].
- [12] M. R. Tekad R., G. Anindita, and M. Y. Santoso, "Perancangan Keselamatan Ruang Radiologi Pesawat Sinar-X Di PSTA BATAN Yogyakarta," in *Proceeding 1 st Conference on Safety Engineering and Its Applicationst Conference on Safety Engineering and Its Application*, 2018, no. 1, pp. 292–297.
- [13] S. Mulyati, M. I. Katili, and Y. Kartikasari, "PENERAPAN KESELAMATAN KERJA RADIASI PADA SISTEM PELAYANAN FLUOROSKOPI BAGASI DI BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG," *LINK*, vol. 12, no. 1, pp. 8–11, 2016.
- [14] N. SEKARNINGRUM, "PENGARUH PAJANAN RADIASI GAMMA TERHADAP PENURUNAN LIMFOSIT, MONOSIT, IFN- γ , DAN CD4+ PADA PEKERJA RADIOGRAFI INDUSTRI," Airlangga University, 2016.
- [15] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*. Indonesia, 2013.

Halaman ini sengaja dikosongkan