

PERBANDINGAN DOSIS RADIASI DI UDARA TERHADAP DOSIS RADIASI DI PERMUKAAN *PHANTOM* PADA PESAWAT *CT-SCAN*

Suwarni¹, Dian Milvita¹, Heru Prasetyo², Helfi Yulianti²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

²PTKMR BATAN Jakarta
e-mail: arnhe_003@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai perbandingan dosis radiasi di udara terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* pada pesawat *CT-Scan*. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi *CTDI* dari pengukuran dosis radiasi yang dipancarkan oleh pesawat *CT-Scan* di udara dan di permukaan *phantom*. Penelitian ini menggunakan detektor *pencil ion chamber* untuk pengukuran dosis radiasi di udara dan TLD-100 untuk pengukuran dosis radiasi di permukaan *phantom*. Dari hasil pengukuran diperoleh dosis radiasi di udara lebih besar dibandingkan dengan dosis radiasi di permukaan *phantom*. Dari perbandingan dosis radiasi di udara terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* hasil yang diperoleh masih berada dalam nilai batas dosis yang dikeluarkan oleh BAPETEN (SK.BAPETEN No. 08-P/ka-BAPETEN/1-2011).

Kata kunci: *CT-Scan*, *CTDI*, dosis radiasi, *phantom*, TLD-100.

ABSTRACT

The ratio of radiation dose in the air to those on the phantoms surface of CT- Scan had been researched. The benefit of this research is to measure the CTDI estimation of radiation dose measurement emitted by CT-Scan in the air and on phantoms surface. This research used pencil ion chamber detector to measure the radiation dose in the air and TLD-100 to measure the radiation dose on the phantoms surface. The result of measurement showed that the radiation dose in the air is bigger than radiation dose on the phantoms surface. The ratio of radiation dose in the air to that on the phantoms surface is below the limit values which has been issued by BAPETEN (chief regulation BAPETEN number 08 in 2011).

Keyword: CT-Scan, CTDI, radiation dose, phantom, TLD-100

I. PENDAHULUAN

Pesawat *CT-Scan* (*Computed Tomography Scanner*) merupakan perkembangan radiologi secara moderen menggunakan prinsip kerja tomografi, dan mesin sinar-X yang berbentuk cincin (*gantry*) berputar mengelilingi pasien yang tidur terlentang. Informasi yang diperoleh kemudian dibentuk suatu citra dari jaringan yang sedang diteliti (Wibisono, 2011). Pesawat *CT-Scan* dapat menghasilkan gambar-gambar yang sangat akurat dari objek-objek di dalam tubuh seperti tulang dan pembuluh darah. Gambar tersebut sangat berguna dalam mendiagnosis berbagai penyakit, seperti kanker, penyakit jantung, *stroke* dan kelainan organ reproduktif. Citra yang dihasilkan pesawat *CT-Scan* jauh lebih teliti dibandingkan citra yang diperoleh pesawat sinar-X konvensional.

CTDI (*Computed Tomography Dose Index*) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung dosis radiasi yang diterima udara dan permukaan *phantom* dengan menggunakan detektor *ion chamber* dan detektor TLD-100 pada pemeriksaan pesawat *CT-Scan*, sehingga dosis radiasi yang diterima tubuh pasien dapat diestimasi dengan membandingkan dosis radiasi yang dipancarkan di permukaan *phantom* melalui perhitungan *CTDI*.

Penelitian mengenai pengaruh diameter *phantom* dan tebal *slice* terhadap nilai *CTDI* pada pemeriksaan *CT-Scan* telah dilakukan Apriliyanti (2013). Hasil penelitian yang diperoleh adalah nilai *CTDI* semakin berkurang ketika digunakan diameter *phantom* dan tebal *slice* yang semakin besar. Nilai *CTDI* yang dihasilkan lebih kecil dari nilai *CTDI* yang dikeluarkan berdasarkan SK-BAPETEN, hal ini menunjukkan bahwa nilai *CTDI* yang diterima *phantom* masih berada di bawah NBD (Nilai Batas Dosis).

Penelitian mengenai perbandingan dosis radiasi di udara terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* mengacu pada *International Atomic Energy Agency* (IAEA, 2007) dan

American Association of Physicists in Medicine (AAPM, 2008). Nilai dosis radiasi di udara dapat digunakan untuk mengestimasi nilai dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom* dan nilai dosis radiasi yang diterima pada permukaan *phantom* dapat digunakan untuk mengestimasi nilai dosis radiasi yang diterima permukaan kulit.

Penelitian bertujuan untuk (1) mengetahui pengaruh nilai tegangan dan arus terhadap nilai $CTDI_{Udara}$. (2) mengetahui pengaruh nilai tegangan terhadap nilai dosis radiasi di permukaan *phantom*. (3) mengetahui pengaruh diameter *phantom* terhadap nilai dosis radiasi yang dipancarkan pesawat *CT-Scan*. (4) membandingkan nilai dosis radiasi di udara terhadap nilai dosis radiasi di permukaan *phantom*. (5) membandingkan nilai dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap nilai dosis radiasi di dalam *phantom*.

II. METODE

Alat yang digunakan pada penelitian adalah (1) pesawat *CT-Scan* merek *Brilliance Philips* sebagai penghasil radiasi sinar-X. (2) detektor *Unfors Xi Set* untuk mengetahui dosis radiasi yang dipancarkan pesawat *CT-Scan* di udara. (3) TLD-100 untuk mengukur dosis radiasi yang dipancarkan pesawat *CT-Scan* di permukaan *phantom*. (4) *phantom CTDI* berbahan PMMA sebagai pengganti tubuh pasien dengan diameter 10 cm, 16 cm dan 32 cm. (5) TLD-reader untuk membaca hasil cacahan dari energi yang diserap oleh TLD-100.

2.1 Pengukuran dan Pengolahan Data $CTDI_{Udara}$

Pengukuran dosis radiasi di udara menggunakan detektor *pencil ionization chamber* yang dipasang pada pusat *gantry* pesawat *CT-Scan*. Detektor *ionization chamber* akan diradiasi dengan kondisi tebal *slice* (mm) dan waktu rotasi (s) konstan. Setelah didapatkan dosis pengukuran yang terbaca pada *Unfors Xi Base Unit* akan didapatkan nilai $CTDI_{Udara}$ dengan variasi tegangan dan arus x waktu. Variasi tegangan yang digunakan adalah 90 kV, 120 kV, 140 kV sedangkan variasi arus x waktu adalah 100 mAs, 150 mAs dan 300 mAs. Pengolahan data dosis radiasi di udara dilakukan untuk mengetahui korelasi antara arus dan tegangan yang digunakan terhadap perubahan nilai $CTDI_{Udara}$ yang diterima detektor *pencil ionization chamber* dari pesawat *CT-Scan*. Korelasi antara $CTDI_{Udara}$ terhadap tegangan dan arus dapat diketahui dengan melakukan *plot* data dari hasil *scanning*. Penelitian ini menggunakan detektor *ion chamber* dan TLD-100 pada pemeriksaan pesawat *CT-Scan multy slice* merek *Brilliance Philips* yang difokuskan pada variasi diameter *phantom* 10 cm, 16 cm dan 32 cm. Diameter *phantom* 10 cm mewakili kepala anak-anak, *phantom* 16 cm mewakili kepala dewasa dan *phantom* 32 cm mewakili perut dewasa. Selain itu terdapat ukuran lain jenis diameter *phantom* yaitu 20 cm dan 25 cm, tetapi pada penelitian ini tidak digunakan.

2.2 Pengukuran dan Pengolahan Data Dosis Radiasi di Permukaan *Phantom*

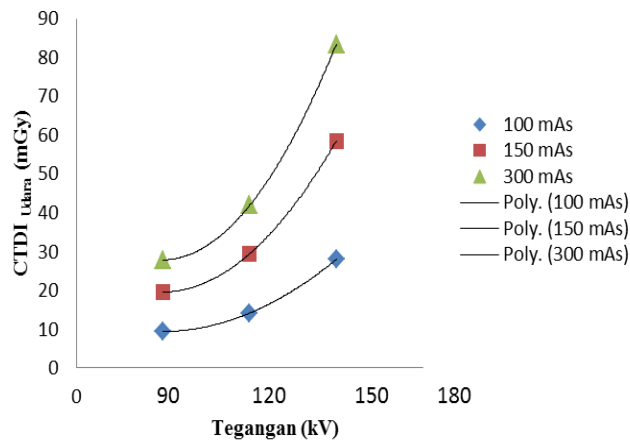
Pengukuran dosis radiasi di permukaan *phantom* dilakukan tiga variasi diameter *phantom* yaitu 10 cm, 16 cm dan 32 cm. Pemasangan *phantom* harus pada bidang datar, kedataran bidang diukur dengan *waterpass* sehingga laser dari pesawat *CT-Scan* tepat menembus posisi *marker phantom*. *Phantom* dipasang pada pusat *gantry* pesawat *CT-Scan* dengan melekatkan detektor TLD-100 pada tiga posisi *marker phantom* yaitu tiga titik yang berada pada sisi kanan (posisi jam 3) dan kiri (posisi jam 9) serta bagian depan (posisi jam 12). Akan tetapi, pelekatan detektor TLD-100 tidak dapat dilakukan pada bagian bawah (posisi jam 6), hal ini karena *phantom* berhimpitan dengan meja pemeriksaan. Selanjutnya TLD-100 dibaca menggunakan TLD-reader di PTKMR BATAN, Jakarta. Pengolahan data dosis radiasi di permukaan *phantom* dari hasil *scanning* dihitung dengan mengambil nilai rata-rata dari ketiga bagian *marker phantom* tempat pemasangan TLD-100. Nilai rata-rata tersebut merupakan dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom* selama pemeriksaan pesawat *CT-Scan*. Korelasi antara pengaruh variasi tegangan dan variasi diameter *phantom* terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* dapat diketahui dengan melakukan *plot* data dari hasil *scanning*.

III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data yang selanjutnya dianalisis sesuai dengan acuan yang telah ditetapkan. Berikut adalah hasil analisis yang diperoleh dari masing-masing parameter yang telah diukur.

3.1 Pengaruh Nilai $CTDI_{Udara}$ Terhadap Tegangan dan Arus

Hubungan nilai $CTDI_{Udara}$ terhadap tegangan pesawat $CT-Scan$ untuk setiap besar arus yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.

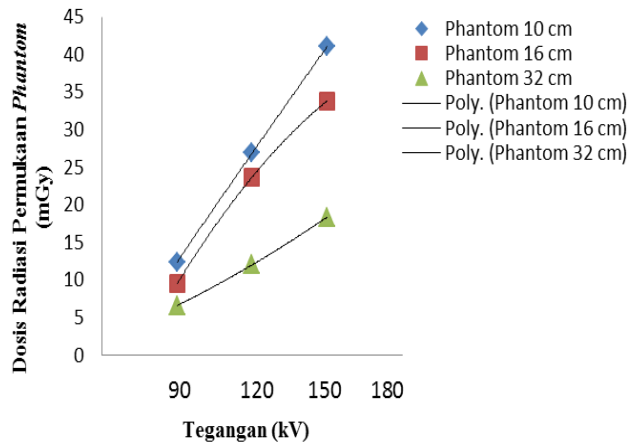


Gambar 1 Hubungan $CTDI_{Udara}$ terhadap tegangan pesawat $CT-Scan$ dengan variasi arus

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh bahwa nilai $CTDI_{Udara}$ meningkat dengan bertambah besarnya tegangan dan arus yang diberikan. Tegangan dan arus pada tabung sinar-X menentukan besarnya energi sinar-X yang diemisikan oleh tabung sinar-X. Semakin besar beda tegangan antara anoda dan katoda, elektron akan semakin dipercepat dan sinar-X yang dihasilkan memiliki energi rata-rata yang lebih tinggi, hal ini menghasilkan dosis radiasi yang tinggi, sehingga dosis radiasi yang akan dipancarkan pesawat $CT-Scan$ dapat diestimasi dengan mengatur tegangan dan arus pada panel kontrol (Chesney, 1980) dan semakin besar jumlah arus yang diberikan, jumlah elektron yang dilepaskan katoda dan yang menumbuk anoda semakin banyak, sehingga berkas sinar-X yang dihasilkan juga semakin besar (Merredith,1977). Tegangan pada pesawat $CT-Scan$ mempengaruhi dosis radiasi pasien secara langsung. Semakin besar tegangan yang digunakan, semakin besar dosis radiasi yang diterima pasien. Begitu juga sebaliknya semakin kecil tegangan yang digunakan, semakin kecil dosis radiasi yang diterima pasien.

3.2 Pengukuran Dosis Radiasi di Permukaan *Phantom* Terhadap Tegangan Pesawat $CT-Scan$

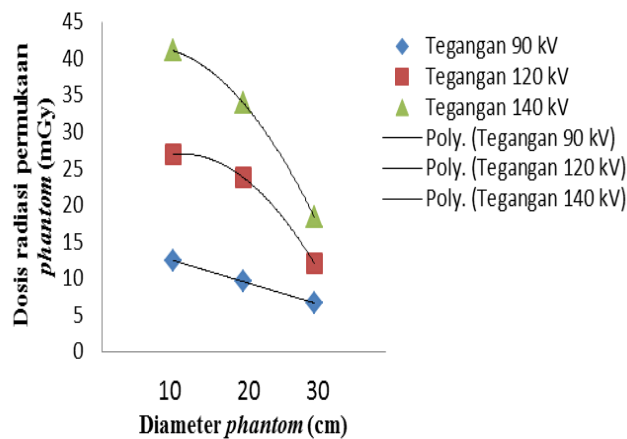
Hubungan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap tegangan pesawat $CT-Scan$ ditunjukkan pada Gambar 2, dan diperoleh bahwa pada tegangan 90 kV hingga 140 kV dosis radiasi meningkat dengan bertambahnya nilai tegangan yang diberikan. Hal ini karena tegangan tabung sinar-X menentukan besarnya energi sinar-X yang diemisikan oleh tabung sinar-X. Semakin besar beda tegangan antara anoda dan katoda, elektron akan semakin dipercepat dan energi sinar-X yang dihasilkan memiliki energi rata-rata yang lebih tinggi, hal ini menghasilkan dosis radiasi yang tinggi (Chesney, 1980). Energi sinar-X mempengaruhi dosis radiasi pasien secara langsung. Semakin besar tegangan yang digunakan semakin besar dosis radiasi yang diterima pasien. Begitu juga sebaliknya semakin kecil tegangan yang digunakan semakin kecil dosis yang diterima pasien. Besarnya dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom* dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya nilai dosis radiasi yang diterima di dalam *phantom*.



Gambar 2 Hubungan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap tegangan pesawat *CT-Scan*

3.3 Hubungan Dosis Radiasi di Permukaan *Phantom* Terhadap Diameter *Phantom*

Hubungan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap diameter *phantom* ditunjukkan pada Gambar 3.



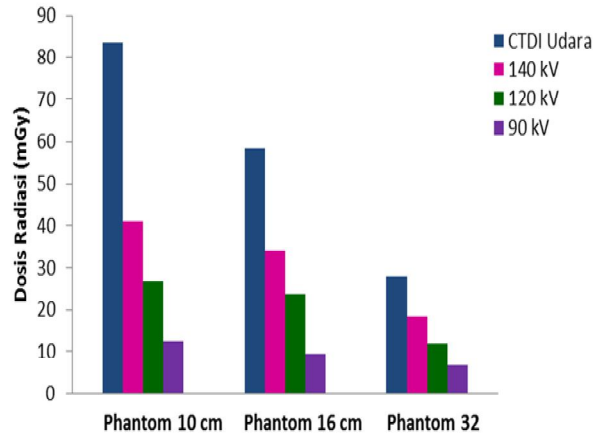
Gambar 3 Hubungan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap diameter *phantom*

Berdasarkan Gambar 3 nilai dosis radiasi yang diperoleh pada permukaan *phantom* masih berada dalam di bawah nilai batas dosis yang diperkenankan oleh BAPETEN (Perka BAPETEN No.8 tahun 2011). Panduan dosis radiasi pada pesawat *CT-Scan* untuk setiap pemeriksaan pada orang dewasa yaitu 50 mGy untuk kepala dewasa (*head*) yang diwakili *phantom* 16 cm dan 25 mGy untuk perut (*abdomen*) yang diwakili *phantom* 32 cm, untuk *phantom* 10 cm yang mewakili kepala anak-anak belum ada NBD (Nilai Batas Dosis) yang dikeluarkan BAPETEN.

Berdasarkan hipotesis bahwa penggunaan *phantom* dengan diameter besar akan memberikan nilai dosis radiasi pada permukaan *phantom* lebih kecil, jika dibandingkan dengan penggunaan diameter *phantom* yang lebih kecil. Hal ini karena ketika sinar-X memancarkan energi pada permukaan *phantom* yang lebih luas maka dosis radiasi yang diterima oleh setiap titik permukaan *phantom* tersebut semakin kecil. Begitu juga sebaliknya, ketika sinar-X memancarkan energi pada permukaan *phantom* yang lebih sempit maka dosis radiasi yang diterima oleh setiap titik pada permukaan *phantom* tersebut semakin besar (IAEA, 2007).

3.4 Perbandingan $CTDI_{Udara}$ Terhadap Dosis Radiasi di Permukaan *Phantom*

Perbandingan $CTDI_{Udara}$ terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* pada pesawat *CT-Scan* ditunjukkan pada Gambar 4.

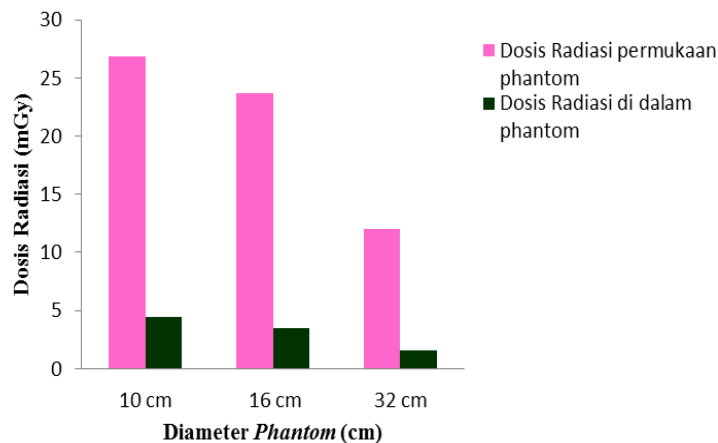


Gambar 4 Perbandingan $CTDI_{Udara}$ terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom*

Berdasarkan Gambar 4 nilai dosis radiasi permukaan *phantom* meningkat dengan bertambah besarnya nilai $CTDI_{Udara}$. Penggunaan diameter *phantom* yang berbeda akan mempengaruhi dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom*. Dosis radiasi akan menyebar pada permukaan yang lebih luas sehingga dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom* adalah kecil. Dari Gambar 4 juga dapat diketahui bahwa nilai $CTDI_{Udara}$ lebih tinggi dibandingkan nilai dosis radiasi di permukaan *phantom*. Hal ini karena dosis radiasi yang dipancarkan langsung dari sumber pesawat *CT-Scan* berinteraksi terlebih dahulu dengan molekul-molekul udara sebelum sampai ke permukaan *phantom*, sehingga pada penggunaan diameter *phantom* yang lebih besar, dosis radiasi yang diterima semakin kecil, karena berkas radiasi akan mengalami pelemahan (atenuasi) ketika melewati suatu objek atau material (Cember, 1983).

3.5 Perbandingan Dosis Radiasi di Permukaan *Phantom* Terhadap Dosis Radiasi di Dalam *Phantom*

Perbandingan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap dosis radiasi di dalam *phantom* dengan kondisi tebal *slice* yang sama yaitu 9 mm dan tegangan 120 kV, ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Perbandingan dosis radiasi di permukaan *phantom* terhadap dosis radiasi di dalam *phantom*

Berdasarkan Gambar 5 dosis radiasi di permukaan *phantom* lebih besar dibandingkan dengan dosis radiasi di dalam *phantom*. Hal ini karena energi radiasi sinar-X (foton) ketika melewati suatu materi, foton tersebut akan berinteraksi dengan atom-atom penyusun materi, sehingga daya jangkau maksimum sebuah foton bisa sangat bervariasi. Meskipun demikian fraksi total foton yang diserap oleh bahan berkurang secara eksponensial dengan ketebalan bahan melalui tiga mekanisme interaksi radiasi sinar-X terhadap suatu materi, yaitu efek foto listrik, efek Compton dan produksi pasangan (Cember, 1983).

IV. KESIMPULAN

Hasil pengukuran perbandingan dosis radiasi di udara terhadap dosis radiasi di permukaan *phantom* dapat disimpulkan bahwa: Nilai $CTDI_{Udara}$ yang diperoleh bergantung kepada tegangan dan arus yang diberikan pesawat *CT-Scan*, semakin kecil tegangan dan arus, semakin kecil pula dosis radiasi yang diterima. Nilai dosis radiasi yang diterima di udara dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai dosis radiasi yang diterima di permukaan *phantom*. Nilai dosis radiasi pada permukaan *phantom* juga bergantung kepada tegangan yang diberikan pesawat *CT-Scan*, semakin kecil tegangan yang diberikan pesawat, semakin kecil pula dosis radiasi yang diterima. Nilai dosis radiasi yang diterima di permukaan *phantom* dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai dosis radiasi yang diterima di dalam *phantom*. Diameter *phantom* yang digunakan mempengaruhi besarnya nilai dosis radiasi, semakin besar diameter *phantom*, semakin kecil dosis radiasi yang diterima permukaan *phantom*. Nilai dosis radiasi di permukaan *phantom* meningkat seiring meningkatnya nilai dosis radiasi di udara, nilai $CTDI_{Udara}$ lebih besar dibandingkan nilai dosis radiasi di permukaan *phantom*. Dosis radiasi di permukaan *phantom* lebih besar dibandingkan dosis radiasi di dalam *phantom*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of Physicists in Medicine (AAPM)., 2008, The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT, AAPM report no.204, New York.
- Apriliyanti, D. D., 2013. Pengaruh Diameter Phantom dan Tebal Slice Terhadap Nilai CTDI Pada Pemeriksaan Pesawat CT-Scan, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Cember, H., 1983, Introduction to Health Physics, Second Edition, University of California, Amerika Serikat.
- Chesney, D. N., 1980, Radiographic Imaging, University Park Press London.
- IAEA., 2007, Dosimetry in Diagnostic Radiology : An International Code of Practice, Technical Reports Series no. 457, Vienna, Austria.
- Meredith, W.J. dan J.B. Massey. 1977. Fundamental Physics of Radiology, Third Edition. Bristol : John Wright & Sons Ltd, New York.
- Wibisono, N. I., 2011, Koreksi Geometri Pengukuran Dosis Pada Phantom Menggunakan Metode CTDI, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok.
- Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 Tentang Tingkat Panduan Dosis CT-Scan untuk Setiap Pemeriksaan Pada Orang Dewasa, <http://www.bapeten.go.id/sjdih/download.php?fid=22>, diakses Juni 2012.