

## Pengaruh Teknik Tegangan Tinggi Terhadap *Entrance Skin Exposure* ( ESE ) dan Laju Paparan Radiasi Hambur Pada Pemeriksaan Abdomen

Dhahryan<sup>1</sup>, Wahyu Setia Budi<sup>2</sup> dan Much Azam<sup>2</sup>

1) RSUP Karyadi

2) Laboratorium Fisika Atom dan Nuklir Jurusan Fisika UNDIP

### ABSTRACT

The measurement for influence of high voltage technique to Entrance Skin Exposure and is Rate of Scattered Radiation Exposure on abdomen inspection has been conducted. The ESE measurement is conducted using Electrometer and is calculated by semi empirical method, while in measurement of rate of scattered radiation exposure using survey meter at a distance of 100 cm from the object by varying data intake points and its direction of detector. The result indicates that the usage of high voltage technique yields absorbent dose of 124 mrad and radiation exposure of 339 mR. It is lower than the standard value of absorbent dose of 322.7 mrad and radiation exposure of 130,5 mR. The result of measurement is higher than calculation. In measurement of exposure of scattered radiation rate with detector position faced to object, on right side of cathode, it yields 1.03mR/hour with standard voltage and 0.32 mR/hour with high voltage technique. While in measuring exposure of scattered radiation rate and back-scattered obtained result on A' and C' (close to anoda and side of object) and A'' and C'' nearly same, with highest value of 1 mR/hour and 0.93 mR/hour at standard tube voltage and at high kV technique obtained lower value of 0.29mR/hour and 0.25mR/hour.

### INTISARI

Telah dilakukan pengukuran pengaruh teknik tegangan tinggi pada pemeriksaan abdomen terhadap Entrance Skin Exposure dan laju paparan radiasi hambur. Pada penelitian ini pengukuran ESE dilakukan dengan menggunakan Elektrometer dan perhitungan secara semi empiris, sedangkan pada pengukuran laju paparan radiasi hambur menggunakan surveymeter pada jarak 100 cm dari objek dengan memvariasikan titik pengambilan data dan arah detektornya. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan teknik tegangan tinggi menghasilkan dosis serap sebesar 124 mrad dan paparan radiasi sebesar 339,7 mR atau lebih kecil dari penggunaan teknik tegangan standar yang menghasilkan dosis serap sebesar 322,7 mrad dan paparan radiasi 130,5 mR. Hasil pengukuran lebih besar dibanding hasil perhitungan. Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur dengan posisi detektor menghadap ke objek didapat, pada sebelah kanan katoda menghasilkan nilai 1,03mR/jam pada penggunaan tegangan standar dan 0,32 mR/jam dengan teknik tegangan tinggi. Sedangkan pada pengukuran laju paparan radiasi hambur dan hamburan balik didapat hasil pada titik A' dan C'(dekat anoda dan samping objek) serta A'' dan C'' hampir sama, dengan nilai tertingginya 1mR/jam dan 0,93 mR/jam pada tegangan tabung standar dan pada high kV technique didapat nilai terendah 0,29mR/jam dan 0,25mR/jam.

### PENDAHULUAN

Dalam bidang radiodiagnostik, kualitas radiograf sangat berpengaruh dalam penentuan ketepatan diagnosa suatu penyakit [1]. Namun demikian, sesuai dengan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), setiap pemanfaatan sumber radiasi selalu menghendaki adanya penerimaan dosis serendah mungkin terhadap pasien, pekerja radiasi maupun masyarakat [2]. Menurut

Conference Radiation Control Program Director, Incoorporation USA, kontribusi terbesar dari total paparan radiasi terhadap manusia diperoleh dari pemeriksaan radiodiagnostik. Hal penting yang dilakukan dalam pemeriksaan radiologi adalah bagaimana memperoleh radiograf yang berkualitas dengan paparan yang sekecil mungkin dengan biaya yang terjangkau.

Faktor yang mempengaruhi kualitas radiograf antara lain faktor eksposi yang terdiri atas tegangan tabung (kV), arus tabung (mA) dan waktu penyinaran (s). Pengaturan faktor eksposi yang tepat dapat menghasilkan kontras radiograf yang optimal yaitu mampu menunjukkan perbedaan derajat kehitaman yang jelas antar organ yang mempunyai kerapatan berbeda. Tegangan tabung menentukan kualitas radiasi atau daya tembus sinar-X yang dihasilkan. Arus tabung menentukan jumlah elektron yang akan melewati target sehingga dihasilkan sinar-X yang intensitas dan energinya cukup untuk menembus organ tertentu. Waktu menentukan lamanya penyinaran sehingga menentukan kuantitas sinar-X yang dihasilkan.

Bila sinar-X diinteraksikan dengan bahan dapat diteruskan, dihamburkan dan diserap. Banyaknya foton sinar-X yang diteruskan dan dihamburkan akan berpengaruh pada kualitas radiograf yang dihasilkan, sedangkan foton sinar-X yang diserap hanya akan berpengaruh pada dosis radiasi yang diterima pasien.

Pemeriksaan radiografi abdomen menggunakan tegangan tabung 77 kV biasanya disebut dengan teknik standar atau teknik tegangan rutin, sedangkan pemeriksaan radiografi abdomen menggunakan tegangan tabung diatas 100 kV sampai 150 kV yang dalam penggunaannya disertai dengan penurunan kuat arus dan waktu penyinaran disebut dengan teknik tegangan tinggi [3]. Semakin tinggi tegangan yang digunakan semakin tinggi daya tembus foton sinar-X yang dihasilkan, semakin kurang pula radiasi yang diserap oleh kulit yang terdekat pada tabung sinar-X selama membuat radiografi yang memuaskan, sehingga lebih luas pula batas-batas keamanan bagi pasien.

**Entrace Skin Exposure ( ESE )**

Dosis pada pasien dilaporkan pada pemeriksaan diagnostik pada umumnya dilakukan dengan 3 cara yaitu: paparan pada permukaan kulit atau dikenal sebagai

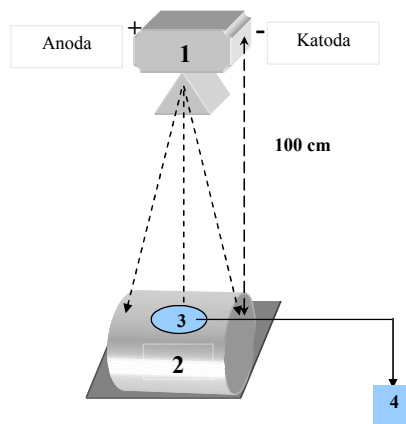
entrace skin exposure (ESE), the gonadal dose yaitu paparan pada organ reproduktif, serta dosis pada sumsum tulang (mean marrow dose). [4]

Entrace Skin Exposure ( ESE ) adalah paparan yang diukur dengan satuan milliroentgen pada pusat sumbu sinar-X dimana titik tersebut merupakan daerah yang akan dikenai radiasi. Pesawat sinar-X diatur dengan faktor eksposi yang sesuai dengan organ yang diperiksa, dan pengukuran ESE (Entrace Skin Exposure) dilakukan dengan “ Free-in-air ”.

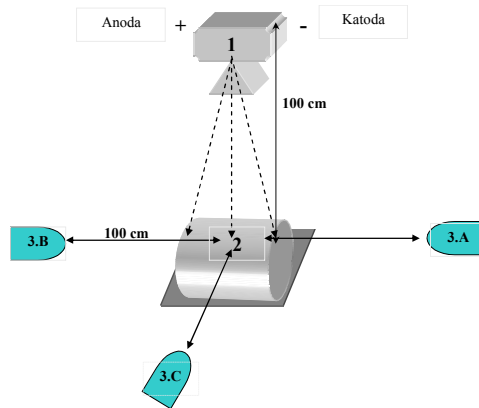
**METODE PENELITIAN**

**Pengambilan Data**

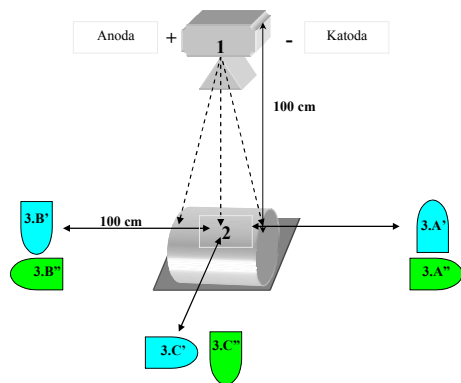
Pengukuran laju dosis serap dilakukan dengan menggunakan Elektro meter yang diletakkan di atas obyek. Penghitungan laju dosis serap dapat dilakukan secara empiris yang hasilnya kemudian dikonversikan dengan dosis serap di jaringan yaitu  $1 R = 0,95 \text{ rad}$  [5]. Pengukuran laju paparan radiasi hambur diperoleh melalui penyinaran terhadap phantom abdomen. Kemudian untuk memperoleh nilai dosis terukur yang sebenarnya adalah dengan mengalikan hasil pengukuran yang telah dirata-ratakan dengan faktor kalibrasi dari alat ukur survey meter yang digunakan. Skema Pengukuran ESE dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan laju hambur pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 1. Skema pengukuran ESE. Ket.: 1. Tabung sinar-X, 2. Phantom abdomen, 3.



Gambar 2. Susunan pengukuran laju paparan radiasi hambur dengan surveymeter pada posisi detektor menghadap ke objek. Keterangan: 1. Tabung sinar-X, 2. Phantom abdomen, 3. a. Surveymeter pada posisi sebelah kanan Katoda. b. Surveymeter pada posisi sebelah kiri Anoda. c. Surveymeter pada posisi samping Objek.



Gambar 3. Susunan pengukuran laju paparan radiasi hambur dengan surveymeter pada posisi detektor menghadap menyampingi dan membelakangi objek. Keterangan: a', a''. Surveymeter pada posisi sebelah kanan Katoda. b', b''. Surveymeter pada posisi sebelah kiri Anoda. c', c''. Surveymeter pada posisi samping Objek.

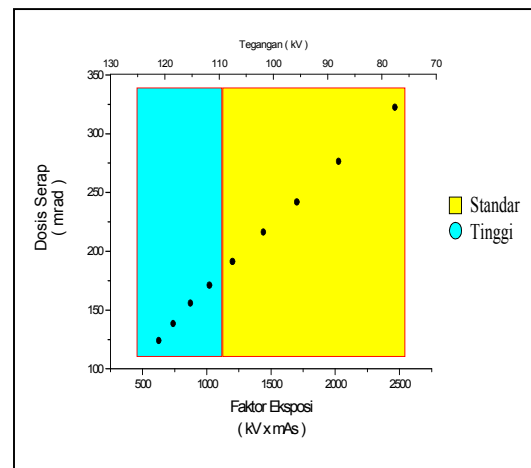
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada sub bahasan pertama dibahas tentang hubungan faktor eksposi terhadap dosis Entrance Skin Exposure ( ESE ) dan laju paparan radiasi.

**Pengukuran Dosis Serap dan Paparan Radiasi dengan Elektrometer**

Pengukuran paparan radiasi dan dosis serap dengan menggunakan alat ukur Elektrometer. Hasil penelitian yang

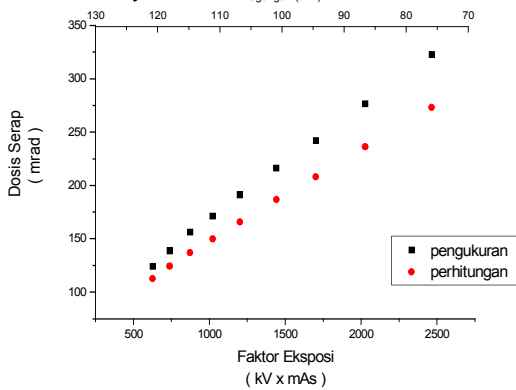
menunjukkan hubungan antara faktor eksposi dengan dosis serap dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara faktor eksposi terhadap dosis serap yang diukur dengan elektrometer pada jarak 100 cm dari tabung.

Pada gambar 4, dapat dilihat dengan penggunaan faktor eksposi standar yang biasa digunakan untuk memotret/mengeksposure pada pemeriksaan abdomen menghasilkan paparan radiasi sebesar 339,7 mR dan dosis serap yang diterima oleh pasien yaitu dan 322,7 mrad. Angka yang dihasilkan oleh Faktor Eksposi standar lebih besar dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh faktor eksposi tinggi (*high kV technique*). Paparan radiasi yang dihasilkan sebesar 130,5 mR dan dosis serap yang diterima pasien sebesar 124 mrad.

Nilai ESE secara dominan dipengaruhi oleh peningkatan maupun penurunan tegangan tabung (kV) disertai penurunan arus tabung dalam waktu (mAs) terhadap faktor eksposi. Hal ini sesuai dengan intensitas sinar-X yang sebanding terhadap kuadrat tegangan tabung. Semakin kecil nilai ESE yang terukur pada permukaan kulit pada pasien maka tujuan dari ALARA dapat tercapai. Hasil antara yang didapat dari pengukuran pada elektrometer dan hasil perhitungan dengan rumus exposure terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara faktor eksposi ( $kV \times mAs$ ) terhadap dosis serap yang diukur dengan elektrometer pada jarak 100 cm dari tabung dengan hasil perhitungan.

Pada gambar 5, hasil perhitungan dan hasil pengukuran mempunyai kesamaan yaitu paparan radiasi dan dosis serap yang diterima oleh pasien semakin meningkat apabila faktor eksposi yang digunakan semakin besar atau bisa dikatakan dengan penggunaan tegangan standar akan memberikan dosis serap dan laju paparan radiasi bagi pasien lebih besar dibandingkan dengan penggunaan *high kV technique* baik secara pengukuran maupun perhitungan.

**Pengukuran Laju Paparan Radiasi dengan menggunakan Surve meter**

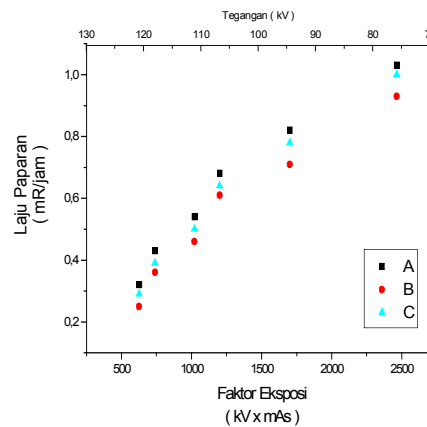
Pada penelitian ini Laju Paparan Radiasi diukur/dideteksi pada titik jarak 1 meter dari objek (phantom) yaitu 1 meter dari objek ke bawah (sebelah kanan Katoda), 1 meter dari objek ke atas (sebelah kiri anoda), dan 1 meter dari samping objek dengan menggunakan luas lapangan yang sama. Dalam pengambilan datanya survemeter divariasikan yaitu dengan memutar detektor survemeter dengan arah kedepan objek, menyamping objek serta membelakangi objek yang dilakukan pada tiap-tiap titik pengukuran.

**a. Pengukuran dengan sensor menghadap kedepan objek.**

Dari arah pengambilan data didapat bahwa hamburan yang berada di sebelah kanan katoda (tabel.A) pada faktor eksposi standar dideteksi mengalami hamburan tertinggi sebesar 1,03 mR/jam dan pada

penggunaan *high kV technique* didapat hasil hamburan terendahnya sebesar 0,32 mR/jam.

Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur pada posisi survemeter disebelah kiri anoda (tabel.B) didapatkan hasil tertinggi 0,93 mR/jam pada penggunaan tegangan tabung standar dan terendah 0,25 mR/jam pada penggunaan teknik tegangan tinggi sedangkan pada pengukuran pada posisi survemeter disamping objek (tabel.C) dengan arah detektor menghadap ke objek didapat hasil, pada penggunaan tegangan tabung standar laju paparan radiasi hambur tertingginya 1 mR/jam dan pada penggunaan *high kV technique* laju paparan radiasi hambur terendahnya sebesar 0,29 mR/jam. Dari 3 titik pengukuran diatas dengan arah detektor sama yaitu menghadap ke objek didapat hasil bahwa pada titik pengukuran disebelah kanan katoda mempunyai nilai Laju paparan lebih besar dari pada titik pengukuran arah sebelah kiri anoda maupun dari samping objek. Hal ini juga dapat dilihat pada gambar 6:



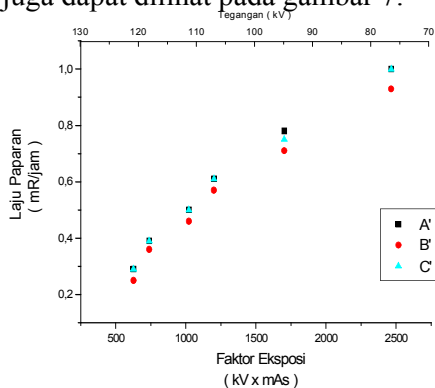
Gambar 6. Grafik hubungan antara faktor eksposi terhadap laju paparan yang diukur dengan survemeter yang arah detektornya menghadap ke objek pada jarak 100 cm.

**b. Pengukuran dengan sensor menghadap kesamping objek.**

Dari pengukuran yang dilakukan dengan sensor menghadap kesamping objek dari arah pengambilan data didapat

bahwa hamburan yang berada di sebelah kanan (tabel.A') katoda pada faktor eksposi standar dideteksi mengalami hamburan tertinggi sebesar 1 mR/jam dan pada penggunaan *high kV technique* didapat hasil hamburan terendahnya sebesar 0,29 mR/jam.

Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur pada posisi surveymeter disebelah kiri anoda (tabel.B') didapatkan hasil tertinggi 0,93 mR/jam pada penggunaan tegangan tabung standar dan terendah 0,25 mR/jam pada penggunaan teknik tegangan tinggi sedangkan pada pengukuran pada posisi surveymeter disamping objek (tabel.C') dengan arah detektor menyampingi objek didapat hasil, pada penggunaan tegangan tabung standar laju paparan radiasi hambur tertingginya 1 mR/jam dan pada penggunaan *high kV technique* laju paparan radiasi hambur terendahnya sebesar 0,29 mR/jam. Dari 3 titik pengukuran diatas dengan arah detektor sama yaitu menyampingi objek didapat hasil bahwa pada titik pengukuran disebelah kanan katoda mempunyai nilai laju paparan lebih besar dari pada titik pengukuran arah sebelah kiri anoda maupun dari samping objek..Hal tersebut juga dapat dilihat pada gambar 7:



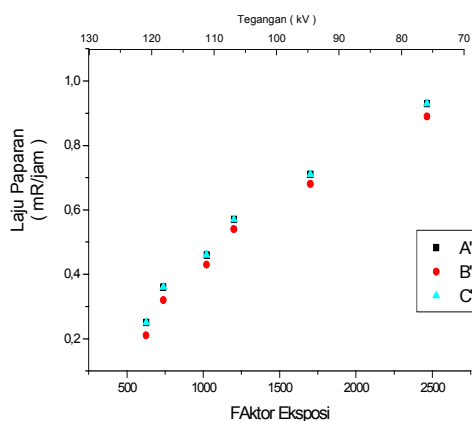
Gambar 7. Grafik hubungan antara faktor eksposi terhadap laju paparan yang diukur dengan surveymeter yang arah detektornya menghadap kesamping objek pada jarak 100 cm.

**c. Pengukuran dengan sensor menghadap membelakangi objek.**

Dari pengukuran yang dilakukan dengan sensor menghadap membelakangi

objek diperoleh hasil hamburan yang berada di sebelah kanan (tabel.A'') katoda pada faktor eksposi standar dideteksi mengalami hamburan tertinggi sebesar 0,93 mR/jam dan pada penggunaan *high kV technique* didapat hasil hamburan terendahnya sebesar 0,25 mR/jam.

Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur pada posisi surveymeter disebelah kiri anoda (tabel.B'') didapatkan hasil tertinggi 0,89 mR/jam pada penggunaan tegangan tabung standar dan terendah 0,21 mR/jam pada penggunaan teknik tegangan tinggi sedangkan pada pengukuran pada posisi surveymeter disamping objek (tabel.C'') dengan arah detektor menyampingi objek didapat hasil, pada penggunaan tegangan tabung standar laju paparan radiasi hambur tertingginya 0,93 mR/jam dan pada penggunaan *high kV technique* laju paparan radiasi hambur terendahnya sebesar 0,25 mR/jam. Dari 3 titik pengukuran diatas dengan arah detektor sama yaitu membelakangi objek didapat hasil bahwa pada titik pengukuran disebelah kanan katoda mempunyai nilai Laju paparan radiasi hambur hampir sama dengan pengukuran samping objek dan lebih besar dari pada titik pengukuran arah sebelah kiri anoda. Hal tersebut juga dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara faktor eksposi (kV x mAs) terhadap laju paparan yang diukur dengan surveymeter yang arah detektornya membelakangi objek pada jarak 100 cm.

Dari data-data hasil penelitian diatas sangat jelas tampak, bahwa dengan adanya perubahan titik pengukuran maka akan sangat mempengaruhi laju paparan radiasi pada suatu titik/tempat tertentu yang memungkinkan seorang petugas atau pekerja radiasi menerima laju dosis paparan radiasi tersebut. Selain itu juga jarak mempengaruhi besar kecilnya laju paparan radiasi yang diterima semakin dekat dengan sumber radiasi sekunder maka radiasinya akan tinggi demikian juga sebaliknya semakin jauh dari sumber maka laju paparannya semakin kecil. Selain itu juga perbedaan dosis paparan radiasi yang diterima pada suatu titik juga dapat disebabkan karena adanya pengaruh *heel effect*.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan teknik tegangan tinggi (*high kV technique*) pada pemeriksaan abdomen terhadap paparan radiasi, *Entrance Skin Exposure* (ESE) dan laju paparan radiasi hambur yang terjadi disekitar area pemeriksaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penggunaan *high kV technique* pada objek phantom abdomen menghasilkan paparan radiasi maksimal sebesar 130,5 mR dan dosis serap pasien yang terukur 124 mrad sedangkan pada penggunaan tegangan standar paparan radiasi yang terukur minimal sebesar 339,7 mR dan dosis serap pasiennya 322,7 mrad.

Hasil pengukuran lebih besar dibanding hasil perhitungan.

2. Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur dengan arah detektor menghadap ke objek didapat nilai tertinggi pada titik A(dekat katoda) dengan nilai 1,03mR/jam pada tegangan tabung standar dan pada *high kV technique* didapat nilai terendah 0,32mR/jam.
3. Pada pengukuran laju paparan radiasi hambur dan hamburan balik didapat hasil pada titik A' dan C'(dekat anoda dan samping objek) serta A'' dan C'' hampir sama, dengan nilai tertingginya 1mR/jam dan 0,93 mR/jam pada tegangan tabung standar dan pada *high kV technique* didapat nilai terendah 0,29mR/jam dan 0,25mR/jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hoxter E, 1973, *Teknik Memotret Rontgen*, terjemahan Sombu P., Penerbit Erlangga Jakarta.
- [2] Akhadi, M., 2000, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Edisi I*, Rineka Cipta, Jakarta.
- [3] Jenkins D., 1988, *Radiographic, Photographic and Imaging Process*, Mary Land Aspen Publication.
- [4] Bushong, S.C., 2001, *Radiologic Science for Technologists*, Seventh Edition, Mosby Company, Toronto.
- [5] Wiryosimin S., Drs, 1995, *Mengenal Asas Proteksi Radisi*, Penerbit ITB Bandung.

