

Evaluasi Dosis Glandular dalam Pemeriksaan Mammografi

Yulfiatry Yubhar¹, Rachmat W. Adi², Supriyanto A. Pawiro², Kardinah³

¹Staf Dinas Kesehatan Pemprov DKI Jakarta

²Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia

³Staf Medik Fungsional Radiodiagnostik, RS. Kanker "Dharmais"

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran Dosis Rata-rata Glandular (*Mean glandular Dose*) pada pemeriksaan mammografi dengan menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) terhadap 49 pasien. Dosis yang terbaca pada TLD adalah *Entrance Surface Dose* (ESD) dengan nilai rata-rata yang didapat 7.6 ($\pm$ b1 3.9) mGy. Untuk konversi ke nilai *Mean Glandular Dose*, nilai ESD dikalikan dengan nilai D_{gn} (ESD dengan faktor konversi *average glandular dose per unit exposure*) yang terkonversi dengan memperhitungkan prosentase glandular terhadap adipose. Data D_{gn} diperoleh dari perhitungan John M Boone yang menggunakan metode Monte Carlo yang masih tergantung dari nilai HVL dan ketebalan payudara. Prosentase glandular terhadap adipose dihitung dengan menggunakan metoda analisa film Nooriah Djamil. Kemudian nilai D_{gn} 0% glandular untuk kontribusi adipose maupun D_{gn} 100% glandular untuk kontribusi glandular diperoleh dari Tabel D_{gn} Boone. Nilai MGD yang diperoleh adalah 1.818 ($\pm$ b1 0.615) mGy. Nilai masih dibawah limit yang direkomendasikan FDA (*Food and Drug Administration*) yaitu < 3 mGy.

Kata kunci : mean glandular dose (MGD), entrance surface dose (ESD), thermoluminescence dosimeter (TLD)

ABSTRACT

Mean glandular Dose (MGD) during mammography has been determined for 49 patients using TLD. MGD numbers has been derived from the measured ESD (Entrance Surface Dose) by multiplying ESD with converted D_{gn} (ESD with average glandular dose per unit exposure conversion factor) incorporating the glandular percentage to adipose percentage. D_{gn} data were obtained from Boone's Monte Carlo calculation and generally is a function of HVL values and breast thickness. The glandular percentage to adipose were obtained using Nooriah Djamil's methods of mammography film analysis Both 0% glandular D_{gn} for adipose contribution and 100% glandular D_{gn} for glandular contribution were then obtained from Boone's table. Average Entrance Surface Dose (ESD) for 49 patients were found to be 7.6 ($\pm$ b1 3.9) mGy. The average MGD for 49 patients were found to be 1.818 ($\pm$ b1 0.615) mGy. These values were generally below the recommended FDA (Food and Drug Administration) limit of 3 mGy.

Key Words : mean glandular dose (MGD), entrance surface dose (ESD), thermoluminescence dosimeter (TLD)

Telah dipresentasikan pada seminar keselamatan nuklir BAPETEN, 1-2 Agustus 2007

PENDAHULUAN

Kanker payudara merupakan salah satu jenis kanker yang sering ditemukan pada wanita. Dari data RS. Kanker Dharmais tercatat jumlah pasien kanker payudara yang datang dalam stadium dini yaitu stadium I dan II adalah 13.42%, stadium III adalah 17% dan stadium IV 29.98%. Pasien yang datang dengan penyakit yang kambuh adalah 39.60%. Rata-rata usia kanker payudara adalah 48 tahun. Kasus yang datang pada usia di bawah 40 tahun sebanyak 23.66%.¹

Untuk menurunkan angka kematian yang disebabkan oleh kanker payudara perlu diupayakan untuk melakukan deteksi dini kanker payudara, salah

satunya dengan cara melakukan pemeriksaan mammografi yang dianjurkan untuk dilakukan mulai usia 35 tahun bagi wanita yang memiliki riwayat kanker dalam keluarganya, bagi wanita yang tidak memiliki riwayat kanker dalam keluarganya dari usia 40-49 tahun dilakukan 1 kali per tahun dan bagi wanita berusia di atas 50 tahun dilakukan 2 kali per tahun.¹

Pemeriksaan mamografi dilakukan menggunakan sinar-X, oleh karena itu monitoring dosis dan faktor paparan radiasi sangat perlu diperhatikan. *Food and Drug Administration* (FDA) Amerika Serikat, *American College of Radiology* (ACR) and *Mammography Quality Standards Act* (MQSA) memberikan rekomendasi bahwa batas dosis di glandular pada ketebalan payudara 4.5 cm

ALAMAT KORESPONDENSI

Yulfiatry Yubhar, Subdin Yankes Blok B Lt. 3 Dinas Kesehatan Prov. DKI Jakarta
Jl. Kesehatan No. 10 Jakarta Pusat
E-mail : yulfiatry@yahoo.com

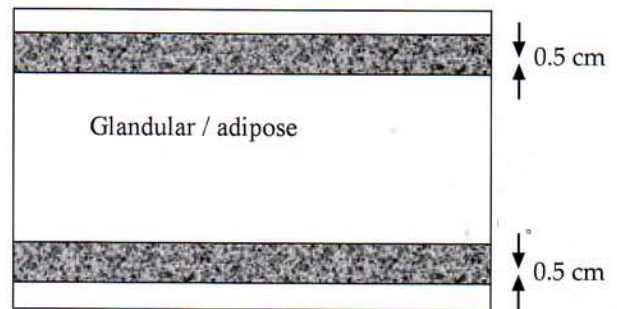
setelah dikompresi adalah 3.0 mGy per eksposi karena jaringan tersebut menunjukkan risiko yang tinggi untuk perkembangan karsinoma.² Pada jurnal tentang *Quality Control Programme in Mammography: second level quality controls* oleh E.Nassivera dan L.Nardin yang diterbitkan oleh *The British Journal of Radiology* tahun 1997 dinyatakan bahwa nilai batas Entrance Surface Dose yang bisa diterima adalah < 12 mGy.³

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian dosis *glandular* yang telah pernah dilakukan JR Gentry dan LA DeWerd dari Department of Medical Physics, University of Wisconsin Madison dan dipublikasikan pada tahun 1996. Penelitian dilakukan dengan menggunakan TLD yang diletakan pada permukaan payudara. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa *Mean Glandular Dose* berbanding lurus dengan ketebalan payudara.²

Ketebalan payudara 4.5 cm menerima rata-rata *mean glandular dose* (MGD) sebesar 1.5 – 1.8 mGy, dan ketebalan payudara 8 cm menerima rata-rata *mean glandular dose* 3 mGy. Telah dilakukan juga pembuatan Phantom yang ekuivalen dengan jaringan payudara untuk dosimetri pada mammografi oleh William P. Argo, Kathleen Hintenlang dan David E. Hintenlang yang dipublikasikan pada tahun 2004 menyatakan bahwa *Breast Tissue-Equivalent Series* (BRTES) dari phantom ini didesain sehingga menyerupai atenuasi dan densitas dari *glandular* dan jaringan *adipose* pada mammografi. BRTES mensimulasikan jaringan payudara terdiri dari *glandular* 20-70% dan dapat dikelompokkan dalam berbagai variasi ketebalan sebagai usaha menampilkan ketebalan payudara setelah dikompresi. BRTES phantom menyediakan dosimetri yang sebanding dengan phantom yang biasa digunakan, termasuk *American College of Radiology Accreditation Phantom* dan BR 12 dengan 50% *glandularity tissue-equivalent material*. Perbandingan menunjukkan bahwa rata-rata dosis di *glandular* merupakan fungsi ketebalan payudara setelah dikompresi dan komposisi jaringan.⁴

Suatu penelitian berjudul *Mammographic Breast Glandularity in Malaysian Women : Data derived from radiography* yang dilakukan oleh Noriah Jamal dkk. dipresentasikan pada tahun 2003 di *Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, Sidney, Australia menyimpulkan bahwa komposisi *glandular* di payudara menurun sebanding dengan ketebalan payudara setelah dikompresi dan usia.⁵ Komposisi *glandular* yang terdapat pada tiap-tiap orang dapat dihitung dengan cara membandingkan antara jumlah *glandular* yang tergambar pada sebuah film roentgen dengan *adipose*. Noriah Jamal dkk. menyatakan bahwa *glandular* pada payudara merupakan prosentase massa jaringan *glandular* terhadap jaringan *adipose* setelah jaringan *adipose* diukur 0.5 cm dari tepi film. Setelah jaringan *adipose* diukur 0.5 cm dari tepi film kemudian dilakukan perbandingan antara total *glandular* yang tergambar dengan jaringan *adipose*. (Gambar 1)



Gambar 1 Cara Pengukuran prosentase (%) Glandular

Pengukuran *Entrance Surface Dose* dilakukan dengan menggunakan TLD. Nilai *Entrance Surface Dose* adalah nilai yang terbaca pada TLD. Sedangkan nilai *Mean Glandular Dose* dipengaruhi oleh berbagai hal yaitu nilai *Entrance Surface Dose*, nilai HVL, prosentase *glandular* dibandingkan dengan *adipose* pada masing-masing pasien.

$$D_g = X_{ESE} \times D_{gn}$$

dengan D_g adalah *Mean Glandular Dose*, X_{ESE} adalah bacaan dari TLD dalam satuan Rontgen, D_{gn} adalah ESE dengan faktor konversi *average glandular dose* per unit exposure. Nilai D_{gn} dipengaruhi oleh prosentase *glandular* pada masing-masing pasien, ketebalan payudara setelah dikompresi dan nilai HVL.

John M. Boone, Ph.D peneliti Fisika Medis dari University of California Davis menggunakan Metode Monte Carlo untuk menghitung nilai D_{gn} untuk berbagai variasi HVL dan variasi ketebalan payudara pada 0% *glandular breast* dan 100 % *glandular breast*. Bila nilai HVL dan ketebalan yang dicari tidak terdapat pada tabel tersebut digunakan metode interpolasi. Untuk menentukan D_{gn} pada nilai persentase *glandular* tertentu (misalnya 30%) maka digunakan metoda perhitungan berikut ini:

Untuk 30 % *glandular* :

$$D_{gn-30} = D_{gn-0} (0.7) + D_{gn-100} (0.3).^6$$

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metodologi penelitian klinis dan dosis diukur langsung pada pasien dengan menggunakan TLD dengan meletakkan pada beberapa lokasi khusus pada setiap eksposi mammografi dan sebelumnya juga telah mendapat persetujuan dari dokter dimana penelitian dilakukan. Penelitian dilakukan pada sejumlah pasien sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara statistik dan sedapat mungkin mewakili suatu populasi. Analisa hasil juga mempertimbangkan aspek / parameter penting seperti usia, ketebalan payudara dan prosentase *glandular*.

Program jaminan kualitas pesawat mammografi sangat penting dalam penelitian ini, dikarenakan alat mammografi yang digunakan terletak di dalam mobil yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan dini

payudara kepada masyarakat umum dan oleh karena itu juga menderita getaran dalam transportasinya yang dicemaskan dapat mempengaruhi kinerja mesin sinar-X. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi : keakurasian kVp output, uji linearitas output, dan kualitas image. Selain itu dilakukan juga pengukuran HVL untuk tiap variasi kVp yang dipakai. Setelah semua dilakukan dan hasilnya baik baru dilanjutkan dengan pengambilan data.

Penelitian dilakukan menggunakan pesawat mammografi milik Yayasan Kesehatan Payudara Jakarta (YKJP) dengan Sekretariat di RS Kanker Dharmas Jl. Letjen S. Parman Kav. 84-86 Jakarta 11420. Pesawat yang digunakan merk *Mammomat Balance Siemens AG* yang dipasang pada tahun 2005 dengan No. Seri 1008. Pesawat ini memiliki kV maksimum 35 kV dan mAs maksimum 640 mAs. Tipe tabung C339 V dengan ukuran fokus: 0.1 mm² (fokus kecil), 0.3 mm² (fokus besar), dan menggunakan Grid Ratio (Bucky) 5:1. AEC Detektor yang digunakan adalah *solid state (9 active sensors)*. Pesawat ini terletak didalam mobil dengan luas ruang 2.75 m x 2.50 m. Tebal dinding mobil 2 mm plat besi dilapisi dengan timbal 2 mm Pb.

Thermoluminescence detector yang digunakan adalah TLD 100 LiF model Chips sebanyak 98 buah. TLD dikalibrasi dan dievaluasi oleh bagian dosimetri PTKMR BATAN Pasar Jumat. Sebelum dipakai, TLD harus dikosongkan dengan cara dipanaskan pada suhu 400 C selama 1 jam, dilanjutkan dengan pemanasan 200C selama 2 jam, dengan alat: *Thermolyne 1300 Furnace*. Untuk evaluasi/pencacahan TLD dipanaskan pada suhu 100 C sampai 250 C selama 30 detik dengan alat: *Thermoluminescent Detector Model 2000 A*. Pengukuran dilakukan maksimal 4 hari setelah eksposi.

Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data langsung pada pasien yang menjalani pemeriksaan mammografi. Pengumpulan data awal dilakukan terhadap 3 orang pasien. Dilakukan 1 kali eksposi pada posisi *cranio caudal*, dengan 1 TLD diletakkan menempel pada payudara di center radiasi, 1 TLD menempel di dekat nipple payudara dan 1 TLD menempel di tempat kaset dekat payudara. (Gambar 2)

Dari data awal dapat dilihat dosis yang diterima pada tiga titik yang berbeda. Bila beda dosis pada tiga titik tersebut tidak terlalu besar, maka selanjutnya TLD yang digunakan hanya satu dan ditempatkan tidak menempel pada payudara. Bila beda dosis pada tiga titik tersebut cukup besar, maka selanjutnya akan digunakan satu TLD yang ditempatkan pada titik yang memiliki dosis paling besar.

Selanjutnya pengumpulan data dilakukan dengan cara pencatatan dosis radiasi yang diterima di daerah *glandular* dengan menggunakan TLD terhadap 49 orang pasien dengan berbagai variasi usia dan ketebalan payudara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program jaminan kualitas pesawat keakurasian tegangan dan linearitas output dilakukan sebelum

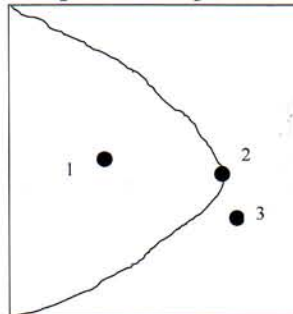
penelitian dilakukan. Pada fokus besar penyimpangan terkecil terjadi pada kVp 32 sebesar 2.5% dan terbesar terjadi pada kVp 27 sebesar 9.1 %. Pada fokus kecil penyimpangan terkecil terjadi pada kVp 32 sebesar 2.8% dan terbesar terjadi pada kVp 28 sebesar 7.5 %. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpangan masih dalam batas toleransi sesuai dengan rekomendasi NCRP # 99 dengan penyimpangan maksimum 10 %.

Pengukuran linearitas output dilakukan dengan menggunakan alat *Radcheck Plus Model 06-526* yang dihubungkan dengan *Ion Chamber*. Output yang terukur menampakkan hasil linear dengan nilai $R^2 = 0.9996$ (Gambar 3)

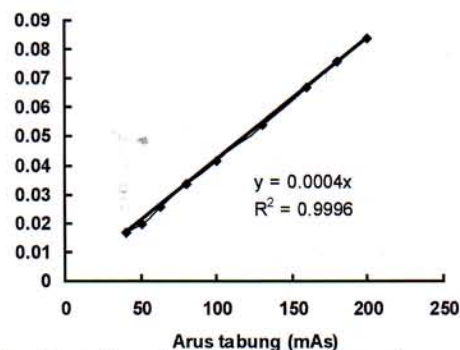
Pengujian kualitas citra/image dilakukan dengan menggunakan alat *Mammographic Accreditation Phantom S/N M-444*. Kondisi yang dipakai 25 kVp dan 63 mAs. MQSA mengeluarkan standar untuk kualitas image yang baik adalah tampak sekurangnya 4 fiber, 3 grup kalsifikasi, dan 3 massa. Pada hasil uji terlihat gambaran 4 fiber, 2 grup kalsifikasi dan 4 massa. (Gambar 4)

Pengukuran HVL dilakukan dengan menggunakan *Radcheck Plus Model 06-526* yang dihubungkan dengan *plation chamber* serta beberapa plat aluminium dengan ketebalan 0.1 mm s/d 0.4 mm. Pengukuran dilakukan pada 26, 27 dan 28 kVp. Nilai HVL yang didapatkan adalah 0.33 mm Al untuk 26 kVp, 0.367 untuk 27 kVp dan 0.35 untuk 28 kVp.

Setelah melaksanakan pengambilan data pada 49 pasien kami membahas hasilnya dengan mempertimbangkan beberapa parameter/aspek penting seperti penggolongan terhadap usia, ketebalan payudara dan prosentase *glandular*.



Gambar 2. Posisi 3 TLD yang diletakkan menyebar (1) TLD di pusat radiasi, (2) TLD di dekat nipple, (3) TLD ditempat kaset dekat payudara



Gambar 3. Kurva hubungan antara arus tabung dengan keluaran sinar-X



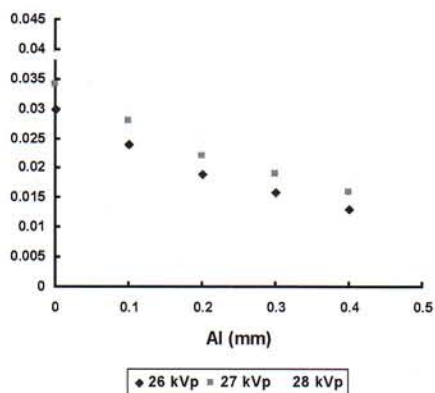
Gambar 4. Hasil Uji kualitas image

NILAI ESD DAN MGD DENGAN VARIASI USIA

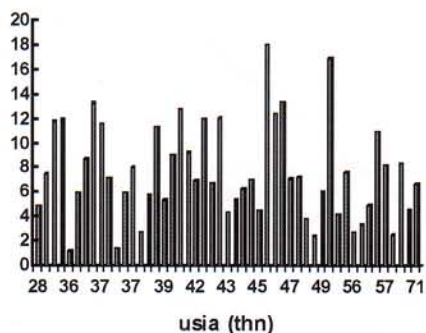
Nilai *Entrance Surface Dose* dapat diketahui dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan TLD. (Gambar 5)

Hasil bacaan yang ditampilkan oleh TLD merupakan nilai *Entrance Surface Dose* dengan rata-rata yang didapat $7.6 (\pm b1\ 3.9)$ mGy. Nilai *Entrance Dose* tidak menampakkan hubungan yang berpola jelas dengan faktor usia. (Gambar 6)

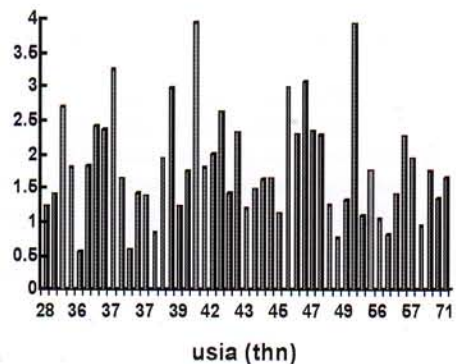
Nilai *Mean Glandular Dose* dipengaruhi oleh nilai ESD, HVL, prosentase glandular dibandingkan dengan adipose pada masing-masing pasien. Hasil penghitungan *Mean Glandular Dose* terhadap 49 pasien dengan menggunakan rumus John M Boone menghasilkan nilai rata-rata $1.818 (\pm b1\ 0.615)$ mGy. Nilai ini di bawah limit yang direkomendasikan oleh FDA yaitu $< 3\text{mGy}$ untuk ketebalan payudara 4.5 cm.



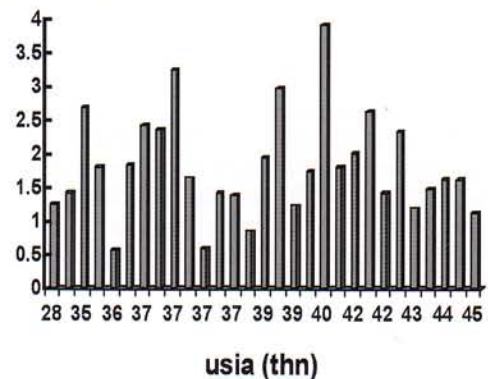
Gambar 5. Hasil Pengukuran HVL



Gambar 6. Distribusi Entrance Surface Dose terhadap faktor usia untuk seluruh pasien



Gambar 7. Distribusi dosis nilai Mean Glandular Dose dengan variasi usia

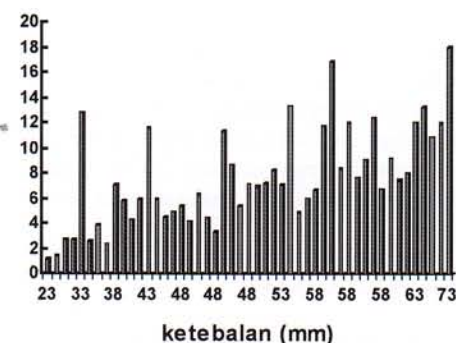


Gambar 8. Distribusi nilai Mean Glandular Dose pada usia <46 thn

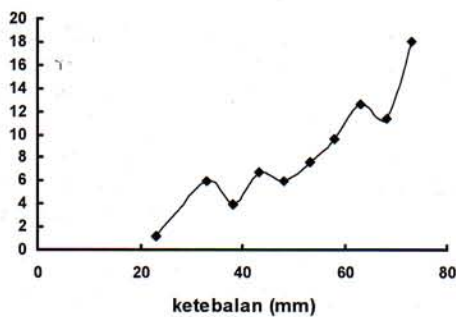
Melihat dari beberapa grafik di atas (Gambar 7 s/d Gambar 9) tampak bahwa antara nilai MGD dengan faktor usia tidak menampilkan pola yang jelas.

NILAI ESD DAN MGD DENGAN VARIASI KETEBALAN PAYUDARA SETELAH DIKOMPRESI.

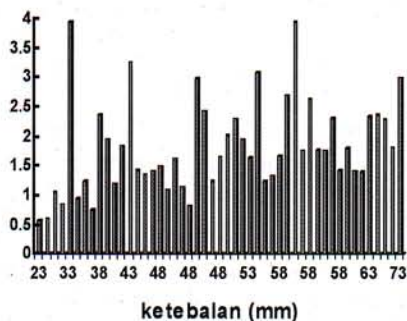
Data mengenai pengaruh ketebalan setelah kompresi terhadap nilai ESD dan MGD kami jelaskan dalam bentuk diagram balok untuk keseluruhan data (Gambar 10 dan 12) dan diagram garis untuk data rata-rata (Gambar 11 dan 13). Dari Gambar 11 dan 13 terlihat hubungan yang cukup terpolo antara nilai ESD dan MGD dengan variasi ketebalan payudara setelah dikompresi. Pada umumnya bertambah tebal payudara bertambah tinggi pula nilai ESD dan MGD yang diterima.



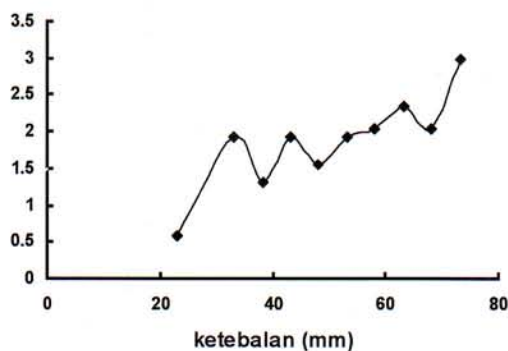
Gambar 10. Distribusi Entrance Surface Dose terhadap ketebalan payudara



Gambar 11. Distribusi nilai rata-rata Entrance Surface Dose terhadap ketebalan payudara



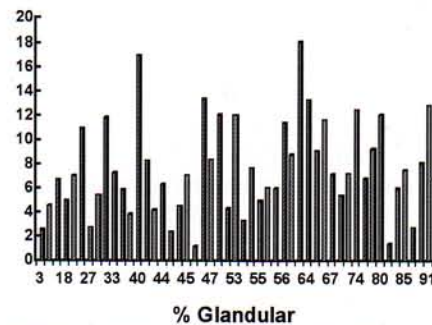
Gambar 12. Distribusi Mean Glandular Dose terhadap ketebalan payudara



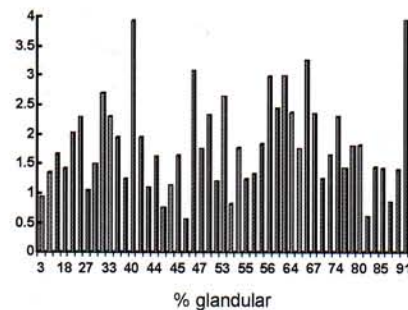
Gambar 13. Distribusi nilai rata-rata Mean Glandular Dose terhadap ketebalan payudara

NILAI ESD DAN MGD DENGAN VARIASI PROSENTASE GLANDULAR

Gambar 14 dan 15 menunjukkan hubungan antara prosentase *glandular* dengan nilai Entrance Surface Dose dan Mean Glandular Dose untuk keseluruhan pasien. Grafik di atas tidak menunjukkan pola hubungan yang jelas antara dosis dengan prosentase *glandular*. Menurut John M Boone prosentase *glandular* memang berpengaruh terhadap nilai Mean Glandular Dose, tetapi dipengaruhi juga oleh nilai HVL dan ketebalan payudara, dengan kata lain tidak dapat dikatakan hanya prosentase *glandular* yang berpengaruh terhadap nilai mean *glandular dose*.



Gambar 14. Distribusi Entrance Surface Dose terhadap prosentase *glandular*



Gambar 15. Distribusi Mean Glandular Dose terhadap prosentase *glandular*

EVALUASI NILAI ESD DAN MGD YANG DIATAS LIMIT

Food and Drug Administration (FDA) merekomendasikan limit nilai ESD adalah < 12 mGy dan limit nilai MGD adalah < 3 mGy per perlakuan radiasi (eksposi). Hasil menunjukkan penelitian 7 orang pasien (14.3%) menerima ESD > 12 mGy dan 4 orang pasien (8.2%) menerima MGD > 3 mGy. Analisa penyebab yang mengakibatkan nilai ESD > 12 mGy adalah : pada TLD dengan no 12, 18 dan 49, ESD yang diterima adalah 13.3mGy, 12.1mGy dan 16.92mGy. Prosentase *glandular* ketiga pasien ini tidak tinggi yaitu 46%, 47% dan 40%. Namun ketebalan payudara cukup tebal yaitu 53 mm, 63 mm dan 58 mm.

Selain itu, prosentase *glandular* juga tinggi yaitu 74%, 64% dan 62%, sehingga diperkirakan pasien mendapat ESD yang tinggi juga karena payudara yang cukup tebal. Sedangkan pada TLD no 31 ESD yang diterima adalah 12.83mGy. Pasien ini memiliki payudara yang tipis yaitu 33 mm, namun memiliki prosentase *glandular* yang sangat tinggi 91% , sehingga dapat dipastikan penerimaan ESD yang tinggi karena prosentase *glandular* yang tinggi.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi nilai MGD yang lebih dari 3 mGy adalah :pada TLD no 12 dan 49, MGD yang diterima adalah 3.08mGy dan 3.93 mGy. dengan ketebalan payudara 53 mm dan 58 mm dan prosentase *glandular* tidak terlalu tinggi yaitu 46% dan 40%. Data menunjukkan pasien mendapat ESD yang cukup besar karena ketebalan payudara yang cukup tebal dan juga memiliki berat badan yang berlebih yaitu 82 kg dan 80 kg walau tetap tidak dapat dipastikan bahwa berat badan yang tinggi menyebabkan penerimaan MGD yang tinggi.

Pada TLD no 31, MGD yang diterima adalah 3.94 mGy dengan ketebalan payudara cukup tipis yaitu 33 mm, tapi dengan prosentase *glandular* yang sangat tinggi yaitu 91% sehingga dapat diperkirakan bahwa MGD yang tinggi didapat karena prosentase *glandular* yang sangat tinggi. Pada TLD no 38, MGD yang diterima adalah 3.25 mGy dengan ketebalan payudara 43 mm dan prosentase *glandular* 67 %. Dari data ini terlihat payudara pasien tidak terlalu tebal dan prosentase *glandular* sebetulnya tidak terlalu tinggi. Pasien lain yang memiliki ketebalan payudara dan prosentase *glandular* yang hampir sama bahkan lebih tinggi (No TLD 32) menerima MGD masih dibawah limit yang ditetapkan, sehingga pada pasien ini belum dapat dipastikan apa sebenarnya yang menyebabkan MGD yang diterima cukup tinggi.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai rata-rata *Entrance Surface dose* adalah 7.6 ± 1.3 mGy (limit < 12 mGy) dan *Mean Glandular Dose* adalah 1.818 ± 0.615 mGy (limit < 3mGy). Kami peroleh nilai persentase pasien di atas limit FDA ESD > 12 mGy : 14.3 % dan MGD > 3 mGy : 8.2 %. Dari analisa umumnya disebabkan oleh tebalnya payudara dan prosentase *glandular* yang tinggi. *Mean Glandular Dose* tidak dipengaruhi oleh usia, karena prosentase *glandular* yang terdapat pada masing-masing orang bersifat sangat spesifik.

Mean Glandular Dose lebih berhubungan dengan ketebalan payudara setelah dikompresi, bertambah tebal payudara bertambah tinggi *Mean Glandular Dose* yang diterima. Kombinasi prosentase (%) *glandular* pada payudara, nilai HVL dan ketebalan payudara berpengaruh langsung terhadap *Mean Glandular Dose*.

KEPUSTAKAAN

1. Booklet : Kanker Payudara Apa dan Bagaimana. Yayasan Kesehatan Payudara Jakarta. 2005.
2. Gentry JR, DeWerd LA : TLD measurements of in vivo mammographic exposures and the calculated mean glandular dose across the United States, Department of Medical Physics, Medical Sciences Center, University Avenue, University of Wisconsin, Med.Phys, 1996; 23 (6) : 899 - 903
3. Nassivera E, Nardin L. Quality Control Programme : Second Level Quality Control, Department of Medical Physics, S. Chiara Hospital, Trento, Italy. *BJR* 1997, 70 : 612-8
4. Argo WP, Hintenlang K, Hintenlang DE. A tissue-equivalent phantom series for mammography dosimetry, US Army Medical Department Center and school with duty at University of Florida, *J Appl Clin Med Phys* 2004; 5 (4) : 112-9
5. Jamal N, Kwan-Hoong Ng, McLean D, Lai-Meng Looi, Moosa F. Mammographic Breast Glandularity in Malaysian Women : Data Derived from Radiography, Department of Radiology, University of Malaya, *AJR* 2004 ; 182 : 713-717
6. Boone JM. Glandular Breast Dose for Monoenergetic and High-Energy X-ray Beams : Monte Carlo Assesment, from the Department of Radiology, University of California, 1999.