

PERBANDINGAN NILAI DENSITAS CITRA MENGGUNAKAN *GRID* BERGERAK (*MOVING GRID*) POSISI HORIZONTAL DAN VERTIKAL

Supriyati²⁾, Wahyu Setia Budi¹⁾ dan Heri Sutanto¹⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²⁾RSUD Kota Semarang

E-mail: supriyati aries@ymail.com

ABSTRACT

In making radiographs often differences exposure factors used when using moving of horizontal and vertical. This study aims to determine the comparative value of the density of the resulting image when using a moving grid of horizontal and vertical position. So that research results can be applied in an effort to improve the quality of the radiograph. The study begins with the initial test without the grid to determine density value, the second initial test using a moving grid both horizontally and vertically without the use of material / objects. Research continued with three aluminum thickness variation are 1 mm, 3 mm and 5 mm. Then using acrylic material three thickness variation are 1 cm, 2 cm and 3 cm. Results of image density measured using a densitometer. Results are then analyzed the data. The results of research show value of the image using horizontal grid density has smaller values than the vertical but still within the range of values density using vertical grid. Thus it can be said that the image density values using moving grid horizontal position is not different with density of the image using a vertical grid at the same exposure factors.

Keywords: radiograph, moving grid, density, comparison value

ABSTRAK

Dalam pembuatan radiograf sering ada perbedaan faktor eksposi yang digunakan ketika menggunakan grid bergerak (moving grid) posisi horisontal dan vertikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perbandingan nilai densitas citra yang dihasilkan ketika menggunakan grid bergerak posisi horisontal dan vertikal. Sehingga hasil penelitian dapat diaplikasikan dalam upaya meningkatkan kualitas radiograf. Penelitian diawali dengan uji awal tanpa grid untuk mengetahui nilai densitasnya, uji awal kedua menggunakan grid bergerak baik posisi horisontal dan vertikal tanpa menggunakan bahan/ obyek. Penelitian dilanjutkan dengan bahan aluminium variasi tiga ketebalan yaitu 1 mm, 3 mm dan 5 mm. Kemudian menggunakan bahan akrilik variasi tiga ketebalana, yaitu 1 cm, 2 cm dan 3 cm. Hasil densitas citra diukur dengan menggunakan densitometer. Hasil penelitian kemudian dianalisa datanya. Hasil penelitian menunjukkan nilai densitas citra menggunakan grid bergerak horisontal mempunyai nilai lebih kecil dibanding vertikal tetapi masih berada dalam rentang nilai densitas menggunakan grid vertikal. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai densitas citra menggunakan grid bergerak posisi horisontal tidak berbeda dengan nilai densitas citra menggunakan grid vertikal pada faktor eksposi yang sama.

Kata kunci : radiograf, grid bergerak, densitas, perbandingan nilai

PENDAHULUAN

Grid adalah suatu alat bantu pemeriksaan yang terdiri dari lempengan garis-garis logam yang bernomor atom tinggi (biasanya timbal) yang disusun berjajar satu sama lain dan dipisahkan oleh bahan penyekat yang dapat ditembus sinar-X. Pemanfaatan *grid* ini terutama digunakan pada organ-organ manusia yang memiliki nomor atom tinggi

seperti misalnya tulang. *Grid* berfungsi menyerap radiasi hambur yang tidak searah yang berasal dari obyek yang dieksposi [10].

Menurut jenisnya ada dua macam *grid*, yaitu *grid* diam (*stationary grid*) dan *grid* bergerak (*moving grid*). Bila menggunakan *grid* diam, pada radiograf akan terlihat gambaran garis/ strip *grid*, yang

akan sangat mengganggu ketika radiograf tersebut diamati. Bayangan garis pada radiograf tersebut dikatakan mengganggu karena menyerupai gambaran organ sesungguhnya, antara lain yaitu gambaran organ pembuluh darah. Oleh sebab itu gambaran strip/ garis pada *grid* diam tersebut dapat mengakibatkan hal yang fatal pada waktu pengamat membaca radiograf. Bayangan garis/ strip tersebut dapat dikurangi atau dihapus dengan menggunakan *grid* bergerak (*moving grid*) [7].

Pada kasus tertentu, untuk menegakkan suatu diagnosa, diperlukan radiograf perbandingan antara posisi horisontal dan vertikal, contohnya pada pemeriksaan dengan diagnosa awal *ren mobile*. Pada kasus ini digunakan *grid* bergerak posisi horisontal dan vertikal, sehingga pemahaman tentang perbandingan nilai densitas antara *grid* bergerak posisi horisontal dan vertikal mutlak diperlukan.

Terdapat dua macam *grid* bergerak (*moving grid*), yaitu *grid* bergerak posisi vertikal dan *grid* bergerak posisi horisontal. Tetapi keduanya mempunyai fungsi yang sama, yaitu untuk mengurangi radiasi hambur sebelum mencapai ke film.

DASAR TEORI

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Densitas

1. Tegangan tabung

Tegangan tabung dalam tabung sinar-X menggunakan satuan kilovolt, adalah perbedaan potensial antara dua muatan listrik, yang menyebabkan elektron bergerak dari katoda (elektroda negatif) ke anoda (elektroda positif).

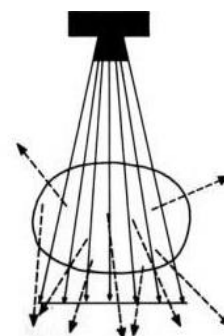
2. Arus tabung

Arus tabung dalam pembentukan sinar-X menggunakan satuan milliAmpere yaitu menentukan jumlah elektron yang melewati filamen katoda. Kuantitas sinar-X yang diproduksi dikontrol oleh arus tabung.

3. Jarak fokus ke film (*Focus Film Distance / FFD*)

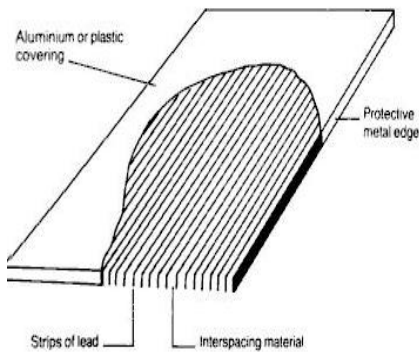
Jarak fokus ke film adalah jarak antara titik tumbuk sinar-X dengan letak film radiograf. Perubahan jarak fokus ke film akan berakibat pada perubahan nilai paparan sinar-X yang mencapai film.

Radiasi yang mencapai film terdiri dari radiasi primer dan radiasi hambur. Radiasi primer berjalan dari tabung sinar-X kemudian melalui pasien tidak mengalami perubahan arah namun intensitasnya berkurang. Radiasi primer sangat berguna dalam pembentukan pola bayangan radiograf, sesuai dengan jaringan yang ditembusnya. Sedangkan radiasi hambur bergerak ke segala arah, ke arah film secara tidak merata, tidak memberikan pola bayangan yang berarti bahkan dapat menurunkan nilai kontras pada citra radiograf [7]. Ilustrasi dari radiasi hambur ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Radiasi hambur (ditunjukkan garis terputus)

Grid terdiri dari strip sejajar dari bahan radio-opak dan radio-lusen. Strip opak biasa terbuat dari timah atau tungsten dan bahan lusen dari aluminium, kertas atau kayu. *Grid* memiliki pelindung, depan dan belakang, dari aluminium tipis atau plastik dan pelindung disekitar tepi *grid*. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Konstruksi *grid* paralel

Penggunaan *grid* diam sering terdapat gambaran garis-garis *grid* pada citra radiograf, terutama bila strip garis *grid*nya lebar maka akan mengganggu terutama pada identifikasi jaringan, pembuluh darah dan trabekula tulang. Pada *grid* bergerak, biasa digunakan *grid* fokus yang terpasang pada bingkai yang bergerak melintasi sinar-X. Garis/ strip *grid* pada radiograf ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Citra dengan *grid* diam

Pada awal penemuannya *grid* bergerak hanya mengalami sekali pergerakan, tetapi sekarang menggunakan gerakan bolak-balik (*reciprocating motion*) selama ekspos. *Grid* ini akan bergerak selama ekspos, sehingga bayangan garis/ strip *grid* dapat dikurangi atau bahkan dihapus. Gambar 4 menunjukkan radiograf ketika menggunakan *grid* bergerak.

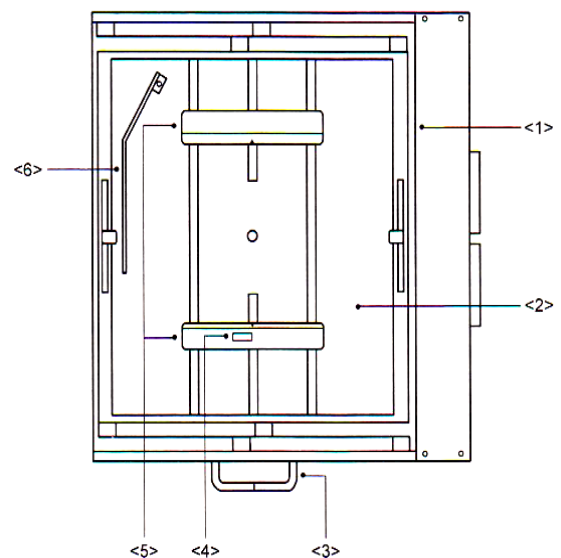


Gambar 4. Citra dengan *grid* bergerak

Mekanisme *grid* bergerak adalah :

1. Gerakan *grid* bergerak sebelum paparan dimulai dan berlanjut sampai paparan radiasi selesai.
2. Kecepatan dan rentang pergerakan *grid* selama eksposi harus cukup besar untuk menghapus strip/ garis *grid*.
3. Rentang pergerakan *grid* umumnya tidak lebih dari 5 cm, masing-masing 2,5 cm di kedua sisi pusat.
4. Gerakan *grid* harus halus/ teratur dan berkelanjutan selama eksposi
5. Konstruksi dibuat tipis agar jarak obyek ke film tidak terlalu besar.

Perangkat *Bucky* biasanya terdiri dari bingkai untuk menahan *grid*, *grid* berukuran 43 x 43 cm sehingga masih bisa mencakup film berukuran 43 x 35 cm, tempat kaset (*tray*) dan memiliki sistem penguncian kaset yang baik sehingga tidak bergeser ketika digunakan. Gerakan *grid* dimulai sebelum ekspos dan harus mempunyai rentang yang cukup besar untuk menghapus garis *grid*. Perangkat *Bucky* ditunjukkan gambar 5.



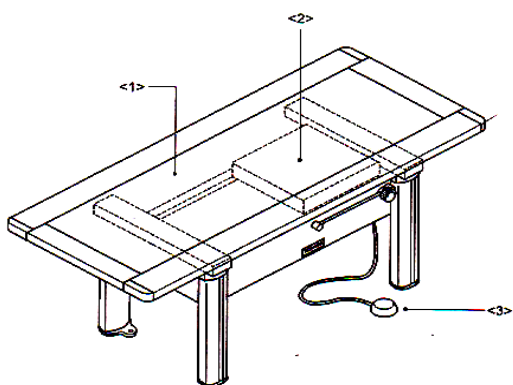
Gambar 5. Perangkat *Bucky*

Keterangan gambar :

1. Perangkat *Bucky*
2. Tempat kaset (*cassette tray*)
3. Pegangan pada baki kaset (*handle of the cassette tray*)

4. Kunci pengungkit (*lock lever*)
5. Penahan kaset (*cassette retaining brackets*)
6. Kunci deteksi kaset (*cassette detection lever*). Khusus pada sistem dengan fungsi deteksi kaset

Grid bergerak *Bucky* posisi horisontal (*top Bucky table*) adalah perangkat sederhana terdiri dari meja akrilik yang mempunyai empat kaki, perlengkapan *Bucky*, serta tempat kaset yang terletak pada bagian bawah meja pemeriksaan, sehingga dapat digerakkan sepanjang meja dibawah pasien dan dikunci sesuai dengan posisi yang diinginkan. Pengoperasian secara manual atau secara elektromagnetik. *Grid* posisi horisontal pada meja ditunjukkan gambar 6.

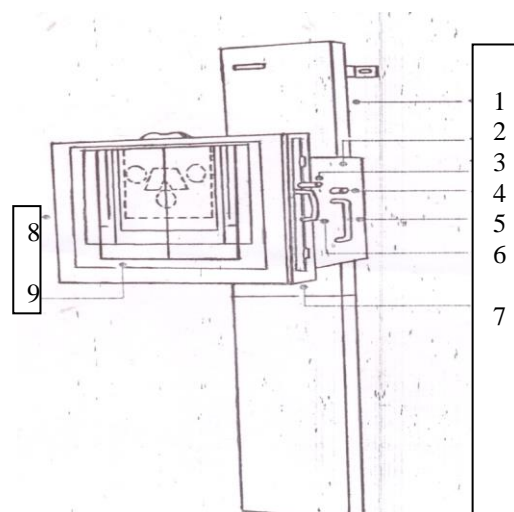


Gambar 6. Grid posisi horisontal pada meja

Keterangan gambar :

1. Meja
2. Perangkat *Bucky*
3. Pedal (*foot switch*)

Grid bergerak *Bucky* posisi vertikal/ tegak (*Bucky stand*) terdiri dari seperangkat alat yang membuat kaset dapat dinaikkan atau diturunkan, serta dapat dikunci pada posisi sesuai yang diinginkan. Kaset menghadap unit *Bucky* sehingga banyak digunakan untuk radiografi dada.



Gambar 7. Grid bergerak posisi vertikal

Keterangan gambar :

1. Tiang/ kolom
2. Penyangga *Bucky*
3. Pengunci kaset
4. Pengunci *Bucky*
5. Pegangan *Bucky*
6. Tempat kaset
7. Perangkat *Bucky*
8. Bingkai depan
9. Panel depan

METODE PENELITIAN

Pada penelitian tentang perbandingan nilai densitas citra menggunakan *grid* bergerak (*moving grid*) posisi horisontal dan vertikal, metode pengumpulan datanya diperoleh dari percobaan pertama yang dilakukan tanpa *grid*, percobaan kedua dengan *grid* bergerak. Selanjutnya percobaan ketiga dan keempat dilakukan dengan menggunakan bahan aluminium (Al) dengan tiga variasi ketebalan dan bahan akrilik dengan tiga variasi ketebalan. Masing-masing percobaan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

Percobaan pertama dilakukan tanpa *grid*. Pada posisi horisontal, kaset radiografi diletakkan pada meja. Luas lapangan penyinaran diatur seluas kaset dengan jarak fokus film sebesar 100 cm. Kemudian dilakukan eksposi dengan faktor eksposi 50 kV, 200 mA dan 0,05 detik. Pada posisi vertikal, kaset diletakkan pada standar kaset,

jarak fokus film 100 cm, dilakukan eksposi dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan pada uji awal dilakukan sebanyak tiga kali.

Percobaan pada *grid* bergerak posisi horisontal, kaset diletakkan pada perangkat *Bucky*. Luas lapangan penyinaran diatur seluas kaset dengan jarak fokus film diatur 100 cm. Kemudian dilakukan penyinaran dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Kemudian dengan *grid* bergerak posisi vertikal, kaset diletakkan pada perangkat *Bucky* posisi vertikal dengan menggunakan faktor eksposi yang sama yaitu 50 kV, 200 mA dan 0,05 detik. Percobaan menggunakan *grid* bergerak dilakukan sebanyak tiga kali.

Percobaan selanjutnya dilakukan pada bahan aluminium dengan variasi ketebalan 1 mm, 3 mm dan 5 mm. Percobaan pertama dilakukan menggunakan *grid* bergerak posisi horisontal (pada meja). Bahan diletakkan diatas meja dengan garis tengah meja pada pertengahan kaset. Kemudian kaset diletakkan pada perangkat *Bucky*. Luas lapangan penyinaran seluas kaset dan jarak fokus film sebesar 100 cm. Dilakukan eksposi dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan diulang sebanyak tiga kali. Kemudian dengan prosedur yang sama, dilakukan percobaan pada bahan yang sama dengan ketebalan yang berbeda. Pada *grid* vertikal, bahan diletakkan pada panel depan perangkat *Bucky*. Kaset dimasukkan pada perangkat *Bucky*. Luas lapangan penyinaran diatur seluas kaset. Dilakukan eksposi dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan ini diulang sebanyak tiga kali.

Berikutnya digunakan akrilik dengan variasi tiga ketebalan yaitu 1 cm, 2 cm dan 3 cm. Percobaan pertama dilakukan menggunakan *grid* bergerak posisi horisontal (pada meja). Bahan diletakkan diatas meja, kaset diletakkan pada perangkat *Bucky*. Luas lapangan penyinaran seluas kaset dan jarak fokus film sebesar 100 cm. Dilakukan eksposi dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan diulang sebanyak tiga kali. Kemudian dengan prosedur yang sama, dilakukan percobaan

pada bahan yang sama dengan ketebalan yang berbeda. Pada *grid* vertikal, bahan diletakkan pada panel depan perangkat *Bucky*. Kaset dimasukkan pada perangkat *Bucky*. Luas lapangan penyinaran diatur seluas kaset. Dilakukan eksposi dengan faktor eksposi yang sama. Percobaan ini diulang sebanyak tiga kali. Semua kaset yang telah dipergunakan dibawa ke kamar gelap untuk dilakukan proses pencucian dengan menggunakan alat pencuci film otomatis. Semua radiograf diukur densitasnya dengan menggunakan densitometer.

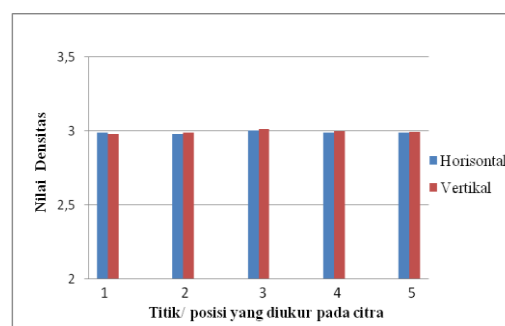
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian awal tanpa menggunakan *grid* seperti ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan nilai densitas citra tanpa *grid*

Titik pada film	Kaset Horisontal	Kaset Vertikal
1	2,99±0,01	2,98±0,01
2	2,99±0,01	2,99±0,01
3	3,00±0,01	3,01±0,01
4	2,99±0,01	2,99±0,02
5	2,99±0,01	2,99±0,01

Bila tabel tersebut disajikan dalam grafik, seperti tampak pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik nilai densitas citra tanpa menggunakan *grid*

Terlihat bahwa perbandingan nilai densitas citra pada posisi satu sampai lima masing-masing berada dalam rentang nilai

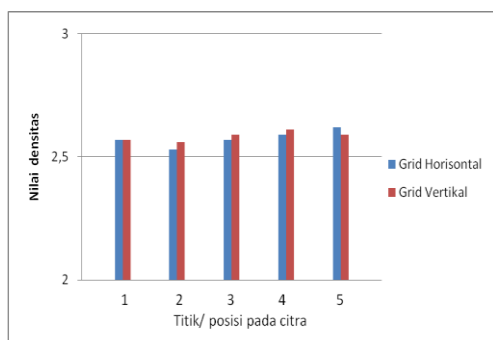
densitas pada posisi vertikalnya. Sehingga pada uji awal tanpa *grid* posisi kaset horisontal mempunyai perbandingan yang sama dengan posisi kaset vertikal.

Hasil penelitian menggunakan *grid* bergerak seperti ditunjukkan tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai densitas citra menggunakan *grid* bergerak

Titik/ posisi pada film	Grid bergerak Horisontal	Grid bergerak Vertikal
1	2,57 ± 0,03	2,57 ± 0,01
2	2,53 ± 0,04	2,56 ± 0,05
3	2,57 ± 0,01	2,59 ± 0,01
4	2,59 ± 0,09	2,61 ± 0,04
5	2,62 ± 0,06	2,59 ± 0,03

Bila tabel ditampilkan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 9. Nilai densitas citra menggunakan *grid* bergerak

Nilai densitas citra pada tabel 4.1. memiliki nilai densitas yang lebih besar dibanding pada tabel 4.2. karena bila menggunakan *grid* maka ada sebagian radiasi primer yang ikut terpotong sehingga densitas pada penelitian dengan *grid* memiliki nilai yang lebih kecil.

Dari semua titik yang diukur nilai densitasnya menunjukkan dari titik kesatu sampai kelima, memiliki perbandingan yang sama atau nilainya tidak berbeda bila menggunakan *grid* bergerak posisi horisontal dan vertikal, karena masih berada dalam rentang nilai kedua posisi. Hasil penelitian juga menunjukkan dengan penambahan ketebalan bahan aluminium yang digunakan,

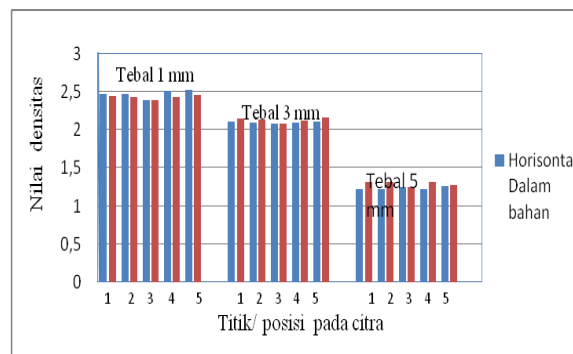
maka akan semakin kecil nilai densitas citranya.

Hasil penelitian dengan bahan aluminium seperti ditunjukkan tabel 3.

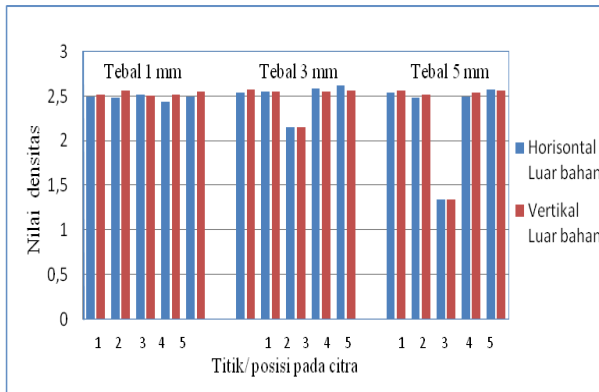
Tabel 3. Nilai densitas citra menggunakan bahan aluminium

Tbl	Titik	Horisontal Dalam bahan	Vertikal Dalam bahan	Horisontal Luar bahan	Vertikal Luar bahan
1mm	1	2,48 ± 0,08	2,45±0,06	2,50 ± 0	2,52± 0,01
	2	2,48 ± 0,05	2,44±0,02	2,49±0,03	2,56±0,04
	3	2,40 ± 0,10	2,40±0,10	2,52±0,01	2,51±0,01
	4	2,52 ± 0,07	2,44±0,04	2,44±0,05	2,52±0,04
	5	2,53 ± 0,06	2,46±0,01	2,50 ± 0	2,55±0,01
3mm	1	2,11 ±0,05	2,15±0,01	2,56±0,02	2,58±0,01
	2	2,10 ±0,05	2,14±0	2,55±0,04	2,55±0,01
	3	2,09 ±0,05	2,09±0,04	2,15± 0,01	2,15±0,01
	4	2,10 ±0,06	2,13±0,01	2,59±0,02	2,55±0,02
	5	2,11±0,05	2,17±0,01	2,62±0,06	2,56±0,02
5mm	1	1,23±0,02	1,32±0,05	2,54±0,05	2,56±0,04
	2	1,23±0,02	1,32±0,03	2,49±0,02	2,52±0,04
	3	1,25±0,01	1,25±0,01	1,34± 0	1,34± 0
	4	1,22±0,02	1,32±0,04	2,50±0,03	2,54±0,01
	5	1,27±0,01	1,28±0,03	2,58±0,02	2,57±0,01

Bila hasil disajikan dalam bentuk tabel, perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal pada posisi dalam bahan dan luar bahan seperti ditunjukkan gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal dalam bahan aluminium



Gambar 11. Perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal posisi luar bahan aluminium

Pada penelitian dengan aluminium tebal 1 mm, nilai densitas citra pada titik kesatu sampai kelima pada posisi diluar bahan mempunyai perbandingan yang sama antara posisi *grid* horisontal dan vertikal, karena berada dalam rentang nilai kedua posisi. Demikian pula perbandingan pada posisi diluar bahan mempunyai perbandingan yang sama.

Perbandingan nilai densitas yang sama antara grid horisontal dan vertikal antara posisi dalam bahan dan luar bahan juga didapat pada penelitian dengan aluminium tebal 3 mm. Pada penelitian dengan aluminium tebal 5 mm pada posisi dalam bahan, nilai densitas citra dengan *grid* horisontal bernilai sedikit lebih kecil dibanding dengan vertikal tetapi karena selisihnya kecil sekali sehingga masih dianggap sama karena selisih nilai 0,01 sampai 0,03 tidak memberikan perbedaan densitas citra yang signifikan.

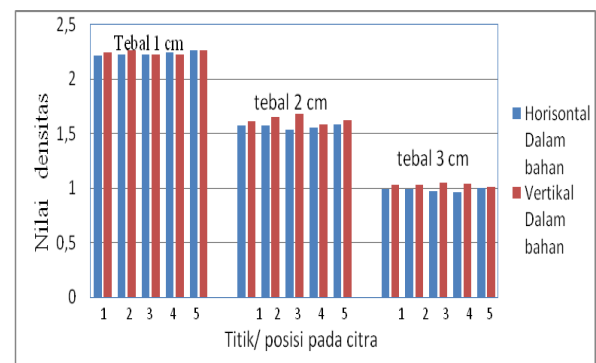
Hasil penelitian dengan bahan akrilik seperti ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Nilai densitas citra menggunakan bahan akrilik

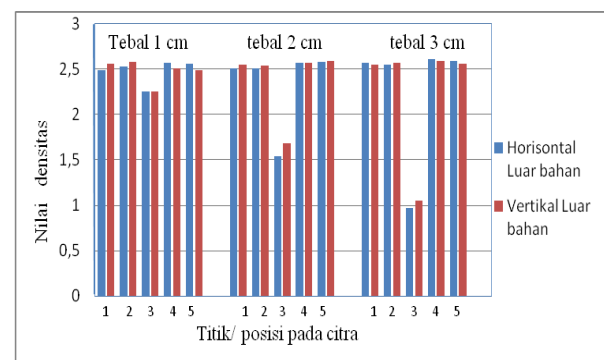
T	Tbl	Titik	Horisontal Dalam bahan	Vertikal Dalam bahan	Horisontal Luar bahan	Vertikal Luar bahan
1	1cm	1	2,22±0,02	2,25±0,02	2,49±0,01	2,56±0,07
		2	2,23±0,01	2,27±0,03	2,53±0,01	2,58±0,07
		3	2,23±0,01	2,23 ±0,01	2,26±0,04	2,26±0,04
		4	2,25±0,01	2,23 ±0,01	2,57±0,01	2,51±0,12

		5	2,27±0,01	2,27 ±0,01	2,56±0,01	2,49±0,14
2	2cm	1	1,58±0,02	1,61±0,01	2,51±0,01	2,55±0,04
		2	1,58±0,02	1,65±0,06	2,51±0,02	2,54±0,06
		3	1,54±0,01	1,54±0,01	1,68±0,02	1,68±0,02
		4	1,56±0,02	1,59±0,02	2,57±0,02	2,57 ± 0
		5	1,59±0,01	1,62±0,01	2,58±0,01	2,59±0,01
3	3cm	1	0,99±0,01	1,03±0,03	2,57±0,03	2,55 ±0,02
		2	0,99±0,02	1,03±0,01	2,55±0,01	2,57±0,06
		3	0,97±0,02	0,97±0,02	1,05±0,02	1,05±0,02
		4	0,96±0,04	1,04±0,05	2,61±0,02	2,59±0,12
		5	1 ± 0	1,01±0,01	2,59±0,03	2,56±0,05

Bila hasil disajikan dalam bentuk tabel, perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal pada posisi dalam bahan dan luar bahan seperti ditunjukkan gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal dalam bahan akrilik.



Gambar 10. Perbandingan nilai densitas citra antara grid horisontal dan vertikal luar bahan akrilik

Pada penelitian dengan akrilik tebal 1 cm, nilai densitas citra pada titik kesatu sampai

kelima pada posisi didalam bahan mempunyai perbandingan yang sama antara posisi *grid* horisontal dan vertikal, karena berada dalam rentang nilai kedua posisi. Demikian pula perbandingan pada posisi diluar bahan mempunyai perbandingan yang sama.

Perbandingan nilai densitas yang sama antara *grid* horisontal dan vertikal antara posisi dalam bahan dan luar bahan juga didapat pada penelitian dengan akrilik tebal 2 cm. Hasil penelitian dengan akrilik tebal 3 cm, juga menunjukkan perbandingan yang sama baik dalam bahan maupun luar bahan menggunakan *grid* horisontal maupun vertikal.

Hasil penelitian juga menunjukkan, dengan penambahan ketebalan bahan akrilik yang digunakan maka akan semakin kecil nilai densitasnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai densitas citra menggunakan *grid* lebih kecil dibanding tanpa menggunakan *grid*, karena bila menggunakan *grid* ada sebagian radiasi primer yang ikut terpotong.
2. Dengan penambahan ketebalan bahan yang digunakan, yaitu aluminium (Al) dan akrilik maka nilai densitas yang dihasilkan akan semakin kecil.
3. Pada perbandingan densitas antara *grid* bergerak horisontal dan vertikal, nilai densitas citra menggunakan *grid* bergerak posisi horisontal sama dengan vertikal, karena masih berada dalam rentang nilai kedua posisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, *Operating Manual for Bucky Stand*, Toshiba Medical Manufacturing Co, Ltd.
- [2]. Anonim, *Operating Manual for Floating Top Bucky Table*, Toshiba Medical Manufacturing Co, Ltd.
- [3]. Bushong, S.C, 1998, *Radiologic Science For Technologist Physics*,

- Biology and Protection*, 3rd Edition , Mosby Company, St Louis, Missouri
- [4]. Bushong, S.C,2001, *Radiologic science For Technologist*, Seventh Edition Mosby Company, Toronto
 - [5]. Carlton, Richard R,2001, *Principles of Radiographic Imaging and Quality Control*, 3rd Edition, Harles, C, Thomas Publisher, Spring Field, Illinois USA.
 - [6]. Curry, Thomas S, Dowdey, James E and Murry, Robert C, 1990, *Christensen's Physics of Diagnostic Radiology*, Fourth Edition, Lippincott Williams & Wilkins.
 - [7]. Forster, E, 1985, *Equipment for Diagnostic Radiography*, MTP Press Limited, A Division of Kluwer Boston Inc, USA.
 - [8]. Fosbinder, A Robert Fosbinder and Orth Dennis, 2012, *Essentials of Radiologic Science*, Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins
 - [9]. Hendee, William R and Ritenour, E Russel , 2003, *Medical Imaging Physics*, A John Wiley & Sons Inc. Publication.
 - [10]. Meredith, W.J and Massey, J.B, 1977, *Fundamental Physics of Radiology*, Bristol John Wright and Son Ltd.
 - [11]. Stockley, Sybil M, 1986, *A Manual of Radiographic Equipment*, Churchill Livingstone.