

**FAKTOR PENYEBAB ARTEFAK PADA HASIL RADIOGRAF (SOFT COPY) COMPUTED RADIOGRADPHY DI RSUP. DR.SOERADJI TIRTONEGORO KLATEN**

Oleh

Ayu Wita Sari<sup>1</sup>, Fadly<sup>2</sup>

Email : ayu0221@gmail.com

<sup>1,2</sup>) STIKes Guna Bangsa Yogyakarta

**Abstrak**

*Computed radiography digunakan sebagai modalitas baru dalam pembuatan diagnosa dengan banyak memberikan keunggulan dibandingkan radiografi konvensional. Computed radiography menghasilkan artefak yang berbeda dari radiografi konvensional. Artefak dihasilkan dari berbagai model perangkat computed radiography seperti imaging plate, kaset, elektro optik sebuah sistem untuk mengembangkan citra, sedangkan komputer algoritma digunakan untuk memproses gambar laten dan perangkat output hard copy. Semua komponen ini dapat menjadi sumber artefak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab artefak dan faktor penyebab artefak terbesar pada hasil radiograf (soft copy) computed radiography di instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. Metode penelitian yang digunakan yaitu studi kasus dengan pendekatan kualitatif. Data diperoleh dengan melakukan observasi, wawancara dan dokumentasi mengenai faktor penyebab artefak pada hasil radiograf softcopy computed radiography di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. Hasil penelitian menjelaskan bahwa faktor penyebab artefak pada hasil radiograf softcopy computed radiography disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor imaging plate dan kesalahan penggunaan grid. Sedangkan artefak terbesar dikarenakan faktor kesalahan penggunaan grid yaitu sebesar 82%.*

**Kata Kunci :** artefak, radiograf softcopy, computed radiography

**Abstrack**

*Computed radiology is used as a new technology in diagnosing by giving some advantages than conventional radiography. Computed radiology produces the different artifacts than the conventional one. The artifacts are produced by some models of computed radiography such as imaging plate, cassette, electrical optic, is a system to improve the images, however computer algorithm is used in processing laten images, and hard copy. All of components are the source of artifact. The purpose of this research is to know the cause of artifacts and the biggest factor of artifact in the soft copy of computed radiology result in Radiology Instalation RSUP Dr. SoeradjiTirtonegoroKlaten. The methodology of the research is case study in qualitative approach. The data is produced by observation, interview, and documentation about the cause of artifacts in computed radiology soft copy result in Radiology Instalation of RSUP Dr. SoeradjiTirtonegoroKlaten. The result of the research is explaining that the cause of the artifacts in the computed radiology softcopy result is caused by two factors, they are imaging plate and the faults of the grid using. However the biggest artifact is caused by the fault of the grid using, it is 82 %.*

*Key words:* artifact, radiology softcopy, computed radiology

**Pendahuluan**

*Computed radiography telah menggantikan proses pengambilan sinar-x pada radiologi konvensional dengan menghasilkan gambar radiografi digital berkualitas tinggi secara konsisten. Computed radiography digunakan dalam berbagai prosedur diagnostik di Instalasi Radiologi di seluruh dunia. Kelebihan penggunaan computed radiography dibandingkan dengan radiografi konvensional antara lain dapat meningkatkan kualitas gambar, mengurangi*

*pengulangan dan reject film dikarenakan computed radiography mampu memanipulasi hasil gambaran radiograf sebelum dicetak atau dupliaksi dalam hard copy sehingga dihasilkannya radiograf yang lebih berkualitas tinggi dalam waktu yang singkat, dan mampu memberikan informasi diagnostik yang optimal untuk tujuan pembelajaran.*

*Sistem computed radiography telah banyak digunakan di rumah sakit-rumah sakit besar di Indonesia sebagai modalitas baru dalam pembuatan*

diagnosa dengan banyak memberikan keunggulan dibandingkan radiografi konvensional, tetapi di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten, penulis menemukan adanya kekurangan pada sistem *computed radiography* yaitu terdapat *artefak* berupa garis-garis pada radiograf, meskipun sebagian besar *artefak* sudah sering terjadi di radiografi konvensional. Sistem *computed radiography* menghasilkan *artefak* yang berbeda dari yang ditemukan dalam radiografi konvensional. *Artefak* dihasilkan dari berbagai model perangkat *computed radiography* seperti *imaging plate*, kaset, elektro optik sebuah sistem untuk mengembangkan citra, komputer algoritma untuk memproses gambar laten, dan perangkat output *hard copy*. Semua komponen ini dapat menjadi sumber *artefak*

## Metode

### Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode survey di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

### Subyek dan Objek Penelitian

Subyek penelitian ini yaitu dokter ahli radiologi dan radiographer. Sedangkan yang menjadi objek penelitian yaitu faktor penyebab *artefak* *computed radiography*.

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-juni tahun 2017 dan dilakukan di ruangan *computed radiography* Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

### Instumen Penelitian

1) Transkrip observasi

2) Transkrip wawancara

3) Alat tulis

4) Flashdisk

5) Rekaman

6) Kamera

## Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

Peneliti melakukan observasi pada proses pembuatan radiograf dengan sistem *computed radiography* di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

2. Wawancara

Wawancara merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab sehubungan dengan obyek yang diteliti, dengan cara melakukan tanya jawab dengan sebanyak satu orang dokter ahli radiologi dan radiographer sebanyak dua orang di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

3. Dokumentasi

Membuat salinan hasil radiograf *soft copy* *computed radiography* yang terdapat *artefak*.

## Analisis Data

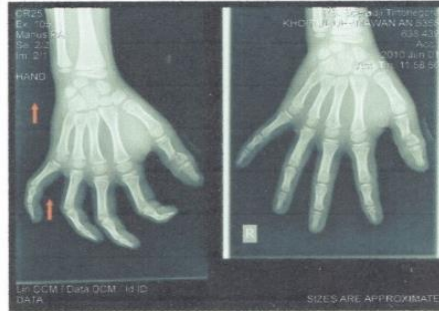
Data yang telah ditimbulkan dari hasil wawancara, kuisisioner, dan dokumentasi kemudian dibuat koding terbuka (*open close*) dari semua jawaban responden untuk kemudian dari koding tersebut dianalisis berdasarkan kelompok faktor penyebab *artefak*, menghitung jumlah dan prosentase *artefak* pada hasil radiograf *soft copy* kemudian menentukan faktor penyebab *artefak* terbesar di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

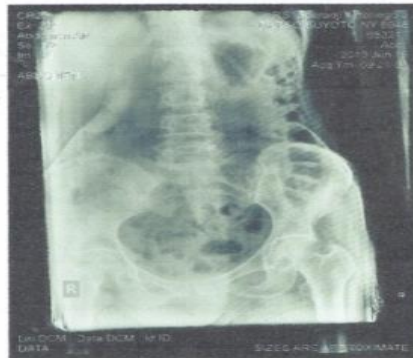
#### 1. Artefak

##### a. *Imaging plate artefak*



Gambar 1. Artefak dikarenakan goresan pada *imaging plate*

##### b. *Artefak karena penggunaan grid isolm*



Gambar 2. Artefak dikarenakan penggunaan Grid isolm



Gambar 3. Artefak dikarenakan menggunakan Grid Bucky Table

#### 2. Perhitungan jumlah *artefak* pada radiograf soft

copy

##### a. Perhitungan jumlah total *artefak* pada radiograf soft

copy

Dari hasil angket yang berhasil diperoleh di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradi Tirtonegoro Klaten, didapatkan data mengenai jumlah radiograf soft copy yang terdapat *artefak*.

**Table 1** Jumlah total *artefak* pada radiograf soft copy

Jumlah radiograf	Jumlah seluruh radiograf (y)	Jumlah radiograf yang terdapat <i>artefak</i> (x)
Minggu I	492	43
Minggu II	519	46
Minggu III	518	43
Minggu IV	433	32
Jumlah total	1962	164

Dari **table 1** perhitungan jumlah total *artefak* pada hasil radiograf soft copy periode Mei sampai dengan Juni 2010 dapat dihasilkan prosentase *artefak* pada hasil radiograf *soft copy* yaitu 8.35%.

- b. Perhitungan jumlah *artefak* berdasarkan faktor penyebab

Dari hasil angket yang berhasil diperoleh mengenai keseluruhan *artefak* pada radiograf soft copy, dilakukan pengelompokan berdasarkan faktor penyebab *artefak* kemudian dihitung prosentasenya untuk setiap faktor penyebab *artefak*. Pengelompokan *artefak* ini dapat dilihat pada table sebagai berikut:

**Table 2.** Perhitungan jumlah *artefak* berdasarkan faktor penyebab

No.	Faktor Penyebab <i>Artefak</i>	Jumlah radiograf yang terdapat <i>artefak</i> (A)	Jumlah total radiograf yang terdapat <i>artefak</i> (B)
1.	<i>Imaging plate</i>	30	164
2.	Plate reader	0	164
3.	Imaging processing	0	164
4.	Penggunaan grid	134	164

Dari **table 2** pengelompokan *artefak* pada hasil radiograf soft copy berdasarkan faktor penyebab dapat dihitung prosentase *artefak* sebagai berikut:

- a. *Imaging plate* = 18,0%  
b. Plate reader = 0%  
c. Imaging processing = 0%

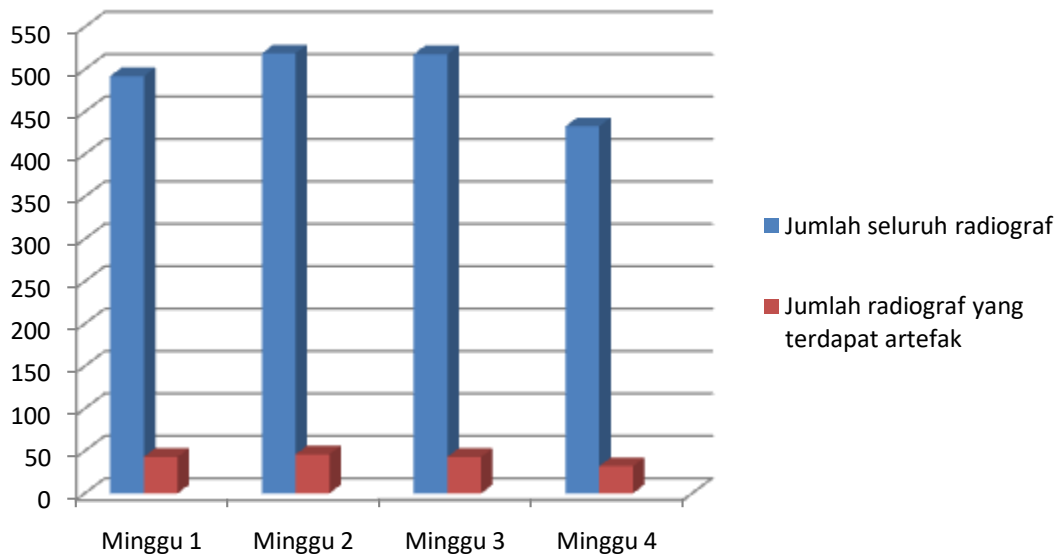
d. Penggunaan grid = 82,0%

### 3. Grafik Perhitungan jumlah *artefak*

- a. Grafik Perhitungan jumlah total *artefak* pada radiograf soft copy

Setelah dihitung jumlah total *artefak* pada hasil radiograf soft copy dapat dibuat ke dalam grafik 1.

**Grafik 1.** Jumlah total radiograf soft copy yang terdapat *artefak*

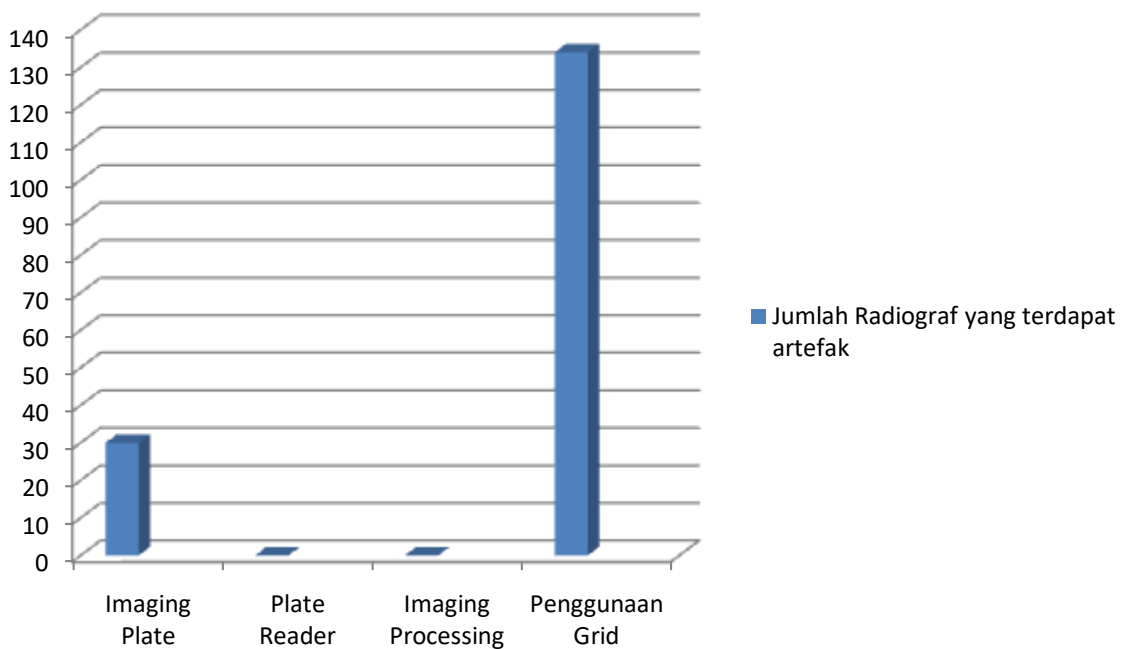


Berdasarkan table 1 dan grafik 1 pada periode bulan Mei sampai dengan Juni 2017 jumlah total radiograf soft copy yang terdapat *artefak* di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradi Tirtonegoro Klaten sebanyak 139 radiograf dari

keseluruhan pemeriksaan sebanyak 1962 radiograf soft copy.

- b. Grafik Perhitungan jumlah *artefak* berdasarkan faktor penyebab  
Setelah dihitung jumlah total *artefak* pada hasil radiograf soft copy dapat dibuat grafik 2 .

**Grafik 2.** Jumlah total radiograf soft copy yang terdapat *artefak*



Jadi selama periode bulan Juni sampai Juni 2017 dilihat dari table 2 dan grafik 2 menunjukkan bahwa prosentase kegagalan paling besar adalah akibat oleh kesalahan penggunaan grid yaitu 82% dan prosentase kegagalan paling kecil oleh faktor *imaging plate* yaitu 18%

#### 4. Diskripsi artefak berdasarkan faktor-faktor penyebab

Pada penelitian ini penulis melakukan pengambilan data dengan menggunakan metode observasi, dokumentasi dan angket. Pada metode wawancara penulis melakukan wawancara dengan dokter ahli radiologi dan radiographer di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

##### a. *Imaging plate* artefak

Pada *imaging plate* ditemukan adanya artefak karena retakan atau goresan, khususnya pada kaset ukuran 24 x 30, artefak ini sering muncul jika pengambilan radiograf dengan faktor ekposi kecil contohnya pemeriksaan ekstremitas garis artefak ini akan muncul dan sangat jelas terlihat, ditinjau dari perawatan alat, *imaging plate* rutin dibersihkan satu minggu sekali sehingga tidak ditemukannya artefak karena kotoran atau debu, identifikasi artefak ini sudah dilakukan oleh radiographer karena seringnya timbul garis pada hasil radiograf dengan menggunakan kaset 24 x 30.

Sesuai dengan pernyataan responden sebagai berikut.

*"...artefak ini memang sering terlihat pada hasil radiograf yang dibuat dengan kaset 24 x 30 dan kami sudah mengidentifikasi artefak ini karena adanya goresan pada IP"* (R3).

Artefak pada *imaging plate* ini terlihat berupa garis melintang pada hasil radiograf hal ini dapat mengganggu arah diagnosa dan juga dapat

dinyatakan sebagai artefak artinya tidak begitu mengganggu arah diagnosa.

Sesuai dengan pernyataan responden sebagai berikut:

*"...Garis ini mengganggu kalo garis ini melewati tulang dan kebetulan kasusnya trauma, ini bisa menimbulkan perkiraan garis ini fraktur, tetapi kalo garis ini tidak melewati tulang, mungkin kami bisa menganggap ini suatu artefak gitu ya."* (R1)

##### b. Artefak karena penggunaan grid

Artefak karena penggunaan grid ini sering muncul pada pemeriksaan menggunakan grid *lisolm* dan *bucky* pada meja pemeriksaan kamar B, artefak pada penggunaan grid ini dikarenakan penggunaan grid *lisolm* yang frekwensi garis gridnya kurang dari 60 line/cm yaitu 28 line/cm sehingga menimbulkan artefak *moiré pattern* atau garis-garis horizontal pada hasil radiograf.

Seperti pernyataan responden sebagai berikut:

*"...Grid lisolm ini memang sering menimbulkan artefak berupa garis, kalo ditanya tentang frekwensinya kami kurang begitu paham masalah frekwensinya minimal untuk CR ini. Yang pasti grid lisolm ini sering menimbulkan artefak, kami sudah ada rencana untuk menggantinya dan masalah quality control untuk pengujian grid *moiré pattern* belum ada"* (R2)

Artefak karena penggunaan grid pada *bucky table* ini dikarenakan grid *bucky* tidak bergerak yang seharusnya grid pada *bucky table* ini harus bergerak, pada ruang pemeriksaan kamar B menggunakan pesawat mobile dan meja pemeriksaannya menggunakan meja pesawat stationer alasan menggunakan pesawat mobile karena pesawat stationer sedang diperbaiki dan



control table untuk meja pemeriksaan tidak hidup. Dan frekwensi garis gridnya kurang dari 60 line/cm yaitu 40 line/cm, hal ini yang menyebabkan timbulnya artefak pada hasil radiograf.

Seperti pernyataan responden sebagai berikut:

“...kan pesawat stasionernya sedang rusak neh, jadi selama satu bulan ini kami pake pesawat mobile tetapi meja pemeriksaanya pake punya pesawat stasioner, trus control tablenya juga tidak hidup, otomatis gridnya juga tidak bergerak, jadi grid tidak bekerja optimal sehingga bisa timbul artefak gitu kira-kira gitu dek”.(R2)

Penggunaan grid ini biasanya digunakan untuk pemeriksaan dengan objek yang tebal seperti abdomen, artefak karena penggunaan grid ini sering mengganggu hasil diagnosa untuk kasus tertentu dan juga tidak dianggap mengganggu.

Seperti pernyataan responden sebagai berikut :

“...Kalo ini (radiograf 2),,? Dari foto yang menggunakan grid dimeja ya, kita bisa liat pesoas line nya jelas banget ya pesoas line nya tidak mengabur ya, kalo gasis artefak seperti ini sih tidak terlalu jelasnya, dilihat sekilas dengan bantuan zoom ya keliat seperti garis-garis gitu ya. Garis garis longitudinal ya, garis horizontal, tetapi kalo liat gambar aslinya artefaknya ada tetapi kurang jelas, ya samar samar kalo gak di zoom, beda sama yang menggunakan grid lisolm ya,, kalo karena grid lisolm keliatan garis garis artefaknya ya biarpun tidak di zoom. Kalo artefak karena grid dimeja masih bisa ditolerir lah, ngak terlalu mengganggu lah. Sedangkan karena grid lisolm dia itu mengganggu dan tergantung juga dari kondisi pasien dan kasusnya, gitu ya,, sebenarnya prosentasenya ngak terlalu banyak perbedaannya,

*tapi bagaimanapun bagi kita foto itu yang paling baguskan yang paling jelas”(R1)*

Dari hasil wawancara dengan beberapa responden di atas dapat diketahui penyebab artefak dan akibat dari artefak itu terhadap mengambil diagnosa.

## Pembahasan

Faktor-faktor penyebab artefak pada hasil radiograf soft copy *computed radiography* periode bulan Mei – Juni 2017 di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten disebabkan oleh dua faktor yaitu *imaging plate* dan penggunaan grid, sedangkan plate reader dan imaging processing tidak ditemukan adanya artefak.

1. Faktor-faktor penyebab artefak pada hasil radiograf soft copy *computed radiography* bulan Mei – Juni 2017 Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten sebagai berikut :

a. *Imaging plate*

Artefak karena faktor *imaging plate* sebanyak 30 radiograf dari total artefak sebesar 164 yaitu sebesar 18%. Artefak ini ditandai dengan adanya gambaran berupa garis berwarna putih pada bagian tepi radiograf jika dilihat dengan skala abu-abu normal presentase pada radiograf soft copy, hal ini dapat menyebabkan artefak pada hasil radiograf jika menutupi daerah anatomi, artefak ini biasanya ditemukan pada pemeriksaan yang menggunakan kaset berukuran 24 x 30 cm di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

Adanya artefak yang disebabkan oleh *imaging plate* ini akibat dari penggunaan *imaging plate* yang terlalu sering dan perawatan yang kurang, sering kali kaset diletakkan bertumpuk-tumpuk dan sering jatuh. Dilihat dari proses pembacaan *imaging plate* sering kali dapat

membuat *imaging plate* tersebut tergores karena jika *imaging plate* akan discan maka *imaging plate* harus dikeluarkan dari kaset dan menekuk jika melewati scan imaging processing hal ini sering kali menimbulkan bekas garis pada *imaging plate* jika penggunaan dalam jangka waktu lama, berkas garis ini akan menimbulkan *artefak* dikarenakan sensitifitas tinggi dari *phosphorimaging plate*.

Pada radiograf manus gambar 1 ditemukan adanya *artefak* berupa garis yang ditunjukkan oleh anak panah yang disebabkan oleh goresan pada *imaging plate*. Tetapi *imaging plate* yang digunakan di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten masih dalam batas normal dimana *artefak* hanya akan terlihat jika menggunakan faktor eksposi rendah, sedangkan jika menggunakan faktor eksposi tinggi *artefak* tidak nampak terlalu mengganggu hasil radiograf. Pencegahan timbulnya *artefak* karena *imaging plate* hanya bisa dengan mengganti *imaging plate* itu sendiri dan tidak dapat dilakukan perbaikan jika *imaging plate* retak ataupun terdapat goresan.

#### b. Penggunaa grid

##### 1) *Artefak* karena penggunaan grid lisolm

Penggunaan grid merupakan faktor penyebab *artefak* terbesar pada hasil radiograf sebanyak 134 radiograf dari total *artefak* 164 radiograf yaitu sebesar 82%. *Artefak* ini ditandai dengan adanya moiré pattern atau garis-garis yang berpola sejajar, *artefak* ini biasanya ditemukan pada pemeriksaan yang menggunakan grid lisolm dan grid pada *bucky table* ruang pemeriksaan kamar B di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. Adanya *artefak* ini dikarenakan penggunaan dari grid dengan frekwensi garis grid kurang dari 60 lines/cm dalam orientasinya garis grid akan discan sejajar oleh plate reader scan

lines. Semakin tinggi tingkat garis grid maka akan semakin baik dan tidak akan menimbulkan *artefak*, sebaliknya semakin kurang tingkat garis grid maka akan menimbulkan *artefak* pada hasil radiograf.

Pada radiograf abdomen gambar 2 di atas nampak garis-garis atau moiré pattern dikarenakan penggunaan grid dengan frekwensi 28 lines/cm yaitu garis grid kurang dari standar grid untuk *computed radiography* yaitu 60 lines/cm.

##### 2) *Artefak* karena penggunaan grid pada *bucky table*

Pada radiograf abdomen di atas nampak garis-garis atau pola moiré dikarenakan penggunaan *grid bucky table* dengan frekwensi garis grid 40 line.cm yang kurang dari standar grid untuk *computed radiography* yaitu 60 line/cm, dan penyebab lainnya karena *grid bucky* tersebut tidak bergerak dikarenakan pesawat ruang pemeriksaan kamar B sedang dalam perbaikan dan kontrol table tidak hidup tetapi menggunakan pesawat mobile. Tetapi *artefak* pada radiograf ini berbeda dengan *artefak* dengan menggunakan grid lisolm, jarak garis grid lebih rapat sehingga tidak terlalu nampak *artefak* karena frekwensi garis grid yang digunakan pada *bucky table* lebih tinggi dari pada garis grid lisolm. Namun hasil radiograf tetap dibaca *artefak* jika menggunakan sistem *computed radiography*. Karena pada sistem *computed radiography* minimal frekwensi garis grid tidak boleh kurang dari 60 lines/cm sehingga tidak menyebabkan *artefak* pada hasil radiograf.

##### 2. Faktor penyebab *artefak* terbesar pada hasil radiograf soft copy *computed radiography* Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten adalah sebagai berikut :

Berdasarkan dari data hasil observasi tentang faktor penyebab *artefak* pada hasil radiograf soft copy di Instalasi Radiologi RSUP Dr.



Soeradji Tirtonegoro Klaten, didapatkan jumlah *artefak* periode bulan Mei sampai dengan Juni 2017 sebanyak 164 radiograf soft copy dari keseluruhan 1962 radiograf soft copy atau sebesar 8.35% dan faktor penyebab *artefak* terbesar adalah dikarenakan kesalahan penggunaan grid sebesar *artefak* terbesar adalah kesalahan penggunaan grid sebesar 82% atau 134 radiograf dari total *artefak* 164.

### Simpulan dan Saran

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya *artefak* pada radiograf *soft copy computed radiography* di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten pada periode Mei – Juni 2017 adalah faktor *imaging plate* dan kesalahan penggunaan grid.
2. *Artefak* terbesar pada radiograf *soft copy computed radiography* di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten pada periode Mei – Juni 2017 dikarenakan faktor kesalahan penggunaan grid, yaitu 82% dari keseluruhan *artefak*, atau 134 dari 164 radiograf yang terdapat *artefak*.

Saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam proses pembuatan radiograf yang memerlukan penggunaan grid disarankan untuk menggunakan grid dengan frekwensi garis grid tidak kurang dari 60 lines/cm agar tidak menimbulkan *artefak* pada hasil radiograf.
2. Untuk pemasangan grid harus dilakukan dengan benar.
3. Apabila dijumpai *artefak* karena *imaging plate* baik karena retakan maupun goresan pada *imaging plat*, disarankan untuk mengganti *imaging plate* tersebut karena *imaging plate* tidak dapat diperbaiki melainkan harus diganti.

### Daftar Pustaka

- Ballinger, Philips. W. 1999. Meriil Atlas of Radiographic Positioning And Radiologic Procedures. Volume I, Ninenth Edition, The Cv Mosby Company. Toronto
- Bushberg, Jerold T. 2002, The essensial physics of medical imaging, second edition, Lippincot William and Wilkins, Philadelphia
- Bushong, Stedward C, 2001, Radiologic Science for Technologist Physisc, Biology and Protection, Seven edition, CV Mosby Co Missouri USA
- Cesar Lj, 2001, Department of Diagnostic Radiology, Mayo Clinicand Foundation, 200 First Street South west, Rochester MN55905, USA
- John Ball, Tony Price, Chesneys, 1995, Radiographic Imaging reflects the advances the sixth edition of in radiography, Following the success of the previous editions of this established text
- Greene, Reginald E, Oestman, Jorg Wilhelm, 1992, Computed Digital Radiography In Clinical Practice, Thieme Medical Publisher, Inc, New York
- Richard R Charlton, Adler Arlene M, 2001, Principles Of Radiographic Imaging An Art And Science, Third Edition, Dermal USA
- Papp, Jeffrey, 2006, Quality Management In The Imaging Sciencem Third Edition, Mosby Inc, USA
- Solomon SL, Jost RG, Glazer HS, Sagel SS, Anderson DJ, Molina PL. Artifacts in Computed Radiography. AJR1991;157;181-5