



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

**ANALISIS PENGULANGAN CITRA DIGITAL
PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY***

**TUGAS AKHIR
STUDI LITERATUR**

**Natalino De Jesus Sipa Casenube
NIM : 17.010.45**

**FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIS
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RONTGEN
SEMARANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN
Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur

Karya Tulis Ilmiah/KTI dari mahasiswa :

Nama : Natalino De Jesus Sipa Casenube

NIM : 17.01.054

Tahun Akademik : 2019/2020

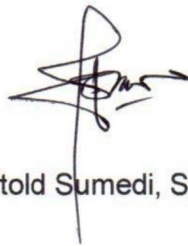
Judul KTI : **ANALISIS PENGULANGAN CITRA DIGITAL PADA
COMPUTED RADIOGRAPHY**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Karya tulis Ilmiah/KTI untuk diajukan
pada ujian sidang Karya Tulis Ilmiah/KTI Ujian Akhir Program Tahun 2020.

Di : Semarang

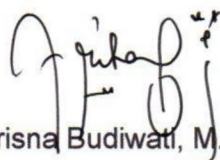
Pada Tanggal : 23 September 2020

Pembimbing I :



(Bertold Sumedi, SKM, M.Kes)

Pembimbing II :


(Trisna Budiwati, M.Si)

HALAMAN PENGESAHAN
(Karya Tulis Ilmiah Literatur)

Karya Tulis Ilmiah/KTI Literatur dari mahasiswa:

Nama : Natalino De Jesus Sipa Casenube
NIM : 1701054
Tahun Akademik : 2019/2020
Judul KTI : Analisis Pengulangan Citra Digital Pada *Computed Radiography*

Telah diperiksa dan diujikan secara Lisan Komprehensif pada Ujian Sidang Karya Tulis Ilmiah/KTI Literatur Ujian Akhir Program Tahun 2020 dihadapan Penguji Program Studi D III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang pada:

Hari/tanggal : Jumat : 25 September 2020
Tempat : Universitas Widya Husada Semarang
Jl. Subali Raya No.12 Krapyak, Semarang

Dan dinyatakan

Tim Penguji,

Ketua Penguji (Pembimbing I) : () (Bertold Sumedi, SKM, M.Kes)

Penguji I : () (Fadli Felayani, S.ST, M.K.M)

Penguji II : () (Siti Rosidah, S.St, M.Kes)

Karya Tulis Ilmiah ini telah diperbaiki sesuai dengan keputusan Tim Penguji.

Mengetahui
Program Studi Diploma III Teknik Rontgen
Universitas Widya Husada Semarang
Ketua,



Nanik Suraningsih, SST, M.kes

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : NATALINO DE JESUS SIPA CASENUBE

Nim : 17.01.054

Akademik : DIII TEKNIK RONTGEN UNIVERSITAS WIDYA HUSADA
SEMARANG

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa penulisan Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur yang saya susun dengan judul “Analisis Pengulangan Citra Digital Pada *Computed Radiography*” tahun 2020 adalah asli penulisan saya, dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademis di suatu Institusi Pendidikan serta sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika kemudian hari ternyata ditemukan kesamaan sebagai hasil perbuatan disengaja, meniru atau menjiplak hasil karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan perbuatan saya tersebut dengan menanggung segala konsekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku atas plagiat yang saya lakukan. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab.

Semarang, 25 September 2020

Tertanda

(Natalino De. J. S Casenube)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebuah hasil perjuangan yang dengan tulus dipersembahkan kepada mereka yang istimewa, kepada mereka yang luar biasa :

1. Puji dan syukur kepada Tuhan Maha Esa, karena cinta dan kasih sayang-Mu yang telah memberikan kekuatan untuk menyelesaikan Kariah Tulis Ilmiah Studi Literatur.
2. Orang Tua, Kakak, dan Keluarga Tercinta, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada bapak, mama, adik, serta keluarga tercinta yang telah memberikan cinta kasih sayang dan segala dukungan yang selalu membuatku termotivasi, selalu mendoakan saya, selalu menasehati saya menjadi lebih baik.
3. Dosen yang Terhormat, Bapak Bertold Sumedi SKM, M.Kes., dan Ibu Trisna Budiwati, M.Si, serta semua dosen DIII Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang, terimakasih sudah menjadi pahlawan bagi penulis.
4. Teman-teman Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang khususnya kelas Petter Lioyd. Terimakasih atas bantuan dan dukungan serta motivasi dari kalian semua.
5. Kepada sahabat-sahabat saya, Aji, Febrika, Farok, Lorenzo, Nelia, dan Distyo, terimakasih buat bantuan dan doanya selama saya berada di tanah rantau.
6. Teman-teman kost Timor-Leste dan ibu kos. Terimakasih sudah mau memberikan motivasi dan dukungan, dan sudah mau menjadi keluarga kedua bagi saya selama saya menjadi perantau di Semarang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur ini dengan Judul “Analisis Pengulangan Citra Digital Pada *Computed Radiography*”

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan pengarahan dari semua pihak, akan banyak menemui hambatan dan kesulitan, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg., M.M., Ketua Universitas Widya Husada Semarang.
2. Ibu Ns. Maulidta Karunianingtyas Wirawati, M.Kep., selaku Dekan Fakultas Kesehatan dan Keteknisian Medis Universitas Widya Husada Semarang.
3. Nanik Suraningsih, S.ST., M.Kes., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang.
4. Bapak Bertold Sumedi, SKM., M.Kes., sebagai Pembimbing I dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur ini atas bimbingan, saran, koreksi, dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis.
5. Ibu Trisna Budiwati, M.Si., sebagai Pembimbing II dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur ini atas bimbingan, koreksi, dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis.
6. Segenap dosen dan staff Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang.
7. Bapak Riyadi, S.ST., Selaku *Clinical Instructor* di Instalasi Radiologi RSAU dr. M. Salamun Bandung yang sudah mengijinkan penulis untuk mengambil judul Karya Tulis Ilmiah.

8. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan motivasi dan materi, serta doa yang tiada henti.
9. Teman-teman kost Timor-Leste dan ibu kos. Terimakasih sudah mau memberikan motivasi dan dukungan, dan sudah mau menjadi keluarga kedua bagi saya selama saya menjadi perantau di Semarang.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis berusaha dengan segala kemampuan yang penulis miliki, namun penulis menyadari bahwa penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun penulis guna perbaikan dan penyempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi lembaga kesehatan pada khususnya.

Semarang, 25 September 2020

Penulis

MOTTO

“Kuatkan dan teguhkanlah hatimu, janganlah takut dan gementar karena mereka, sebab TUHAN, Allahmu, Dialah yang berjalan menyertai engkau; ia tidak akan membiarkan engkau dan meninggalkan engkau”

(Ulangan 31 : 6)

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepada ku

(Filipi 4 : 3)

“Nilai dari seseorang itu di tentukan dari keberaniannya memikul tanggung jawab, mencintai hidup dan pekerjaannya”

(Khalil Gibran)

Tidak ada rahasia untuk sukses, kesuksesan adalah hasil dari persiapan, kerja keras, dan belajar dari kegagalan

(Colin Powet)

I Belive I Can

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Natalino De Jesus Sipa Casenube
Tempat, Tanggal lahir : Fatununi, 24 Desember 1998
Alamat : Fatununi Oe-Cusse Pantemakassar
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Khatolik
Kewarganegaraan : Timor-Leste
Nomor Handphone : +62 85893438340
Nomor Telepon : -
Email : casenube10@gmail.com
Riwayat Pendidikan :

NO	Riwayat Pendidikan	Tahun Masuk dan Tahun Lulus
1	Pri-Maria Palaban	2000 – 2007
2	EBC St. Antanio Oe-cusse	2010 – 2013
3	ESG Palaban	2014 – 2016
4	D III Teknik Rontgen STIKES Widya Husada Semarang	2017 – 2020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
MOTTO.....	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jaminan Mutu	9
2.2 Standar Pelayanan Minimal.....	10
2.3 Analisis Pengulangan.....	12
2.4 Kerangka Teori.....	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	38
3.2 Metode Pengambilan Data	38
3.3 Alur Penelitian	41
3.3 Pengolahan Data dan Analisa Data	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	44
4.2 Pembahasan	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54

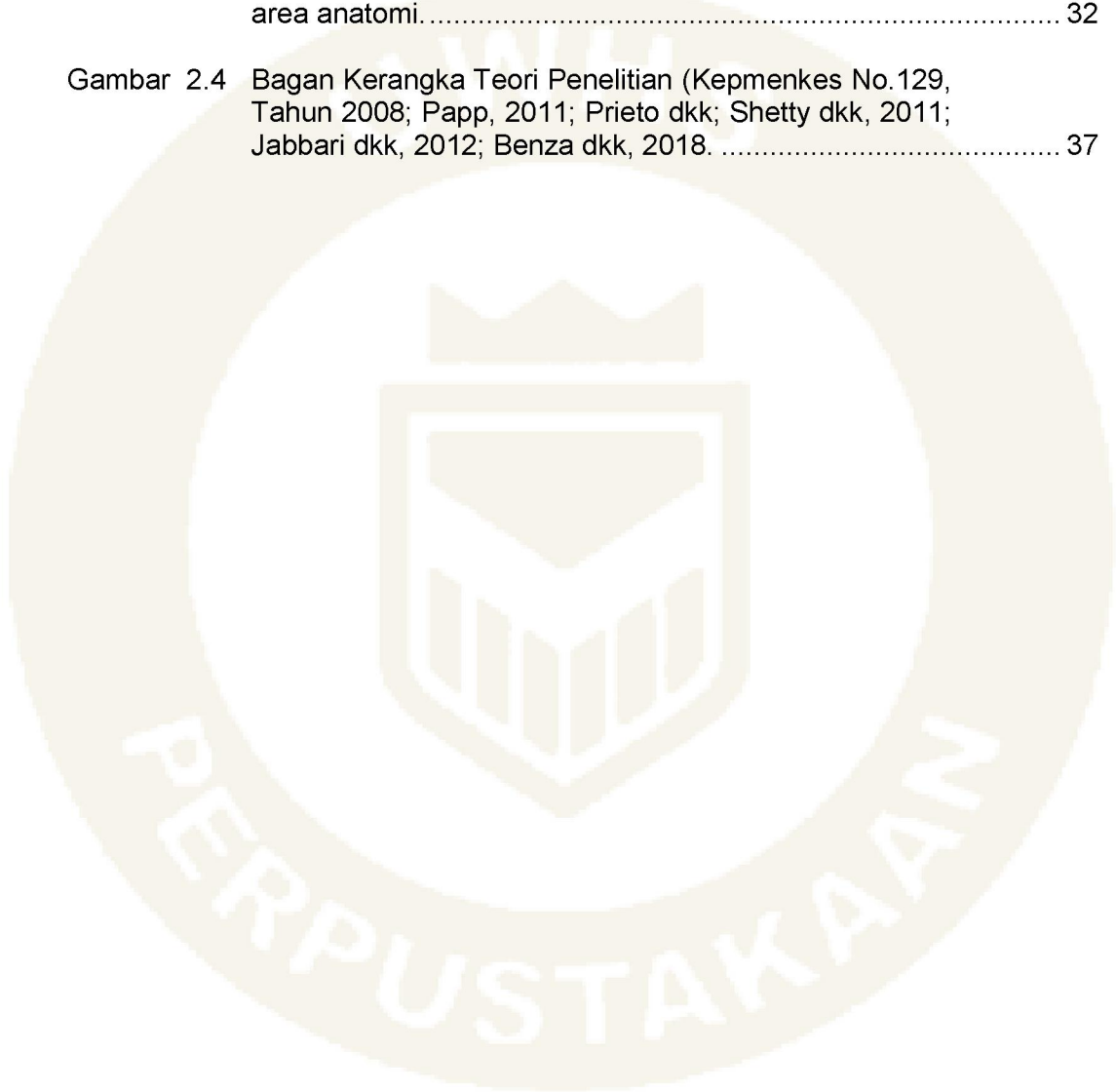
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR ISTILAH

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Distribusi penyebab untuk jumlah radiografi yang diulang.....	20
Gambar 2.2	Penyebab gambar yang ditolak.....	31
Gambar 2.3	Tingkat penolakan mahasiswa dan departemen per area anatomi.....	32
Gambar 2.4	Bagan Kerangka Teori Penelitian (Kepmenkes No.129, Tahun 2008; Papp, 2011; Prieto dkk; Shetty dkk, 2011; Jabbari dkk, 2012; Benza dkk, 2018.	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kejadian kegagalan pelayanan rontgen.....	11
Tabel 2.2	Distribusi pasien berdasarkan usia di ketiga rumah sakit.....	18
Tabel 2.3	Analisis radiografi yang diulang di ketiga pusat radiologi	19
Tabel 2.4	Analisis radiografi yang di ulang di pusat radiologi Imam Khoemein.....	22
Tabel 2.5	Analisis Radiografi yang di ulang di pusat radiologi Ayatollah Taleghani.....	23
Tabel 2.6	Analisis radiografi yang diulang di pusat radiologi Shahid Motahari.....	25
Tabel 2.7	Dosis pasien per film dan per pengulangan untuk setiap pemeriksaan di ketiga rumah sakit.....	26
Tabel 2.8	Penyebab gambar yang ditolak per area anatomi.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Form Hasil Ekstraksi
- Lampiran 2 Textbook Jeffrey Papp 2011 dengan judul *Quality Management In The Imaging Sciences*.
- Lampiran 3 Kemenkes No. 129 Tahun 2008 Tentang Standar Pelayanan Minimal Radiologi.
- Lampiran 4 Jurnal 1 Jabbari dkk 2012 dengan judul *Patient Dose From Radiographic Rejects/Repeats in Radiology Centers of Urmia University of Medical Sciences*.
- Lampiran 5 Jurnal 2 Benza dkk 2018 dengan judul *The Cause of Reject Images in a Radiology Department at a State Hospital in Windhoek Namibia*.

ANALISIS PENGULANGAN CITRA DIGITAL PADA

COMPUTED RADIOGRAPHY

Natalino De J.S Casenube¹⁾ Bertold Sumedi²⁾ Trisna Budiwati²⁾

INTISARI

Pada penelitian ini penulis membandingkan empat pustaka yaitu dua *textbook* dan dua jurnal internasional. Pengulangan citra digital merupakan salah satu program jaminan mutu radiografi. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 129/Menkes/SKII/2008 batas penolakan film $\leq 2\%$ dan periode analisis selama 3 bulan. Menurut Papp (2011), standar pengulangan untuk prosedur yang diperbolehkan yaitu 4%-6%. Menurut Jabbari dkk (2012), standar pengulangan yang diperbolehkan dari IAEA yaitu 5-10%. Menurut Benza dkk (2018), Standar pengulangan tidak boleh melebihi 5-10%. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

Jenis Penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan *Study Literature Review*. Kajian literatur dilakukan terhadap tiga pustaka yaitu 1 *textbook* dan 2 jurnal internasional yang diterbitkan antara tahun 2011 sampai 2018 yang diperoleh dari *Google Cendekia* dan *American Journal Radiologi* (AJR). Menggunakan *keywords* pencarian jurnal "*Patient Dose, Radiography, Exposure, Repeat Rate*" dan "*Reject Film Analysis, Reject Rate, X-ray Images*".

Hasil dari ketiga pustaka terdapat persamaan yang sama yaitu sama-sama untuk mengetahui hasil analisis pengulangan citra digital dan faktor-faktor yang menyebabkan pengulangan, tetapi dari ketiga pustaka terdapat beberapa metode yang berbeda. Metode yang berbeda terletak pada standar pengulangan dan faktor-faktor penyebab pengulangan. Menurut KMK 2008 standar penolakan maupun pengulangan yang diperbolehkan yaitu $\leq 2\%$. Menurut *Textbook* Papp (2011) Standar pengulangan yang diperbolehkan adalah 4-6%. Menurut Jurnal 1 Jabbari dkk (2012) standar pengulangan yang diperbolehkan yaitu 5-10%. Menurut Jurnal 2 standar yang diperbolehkan yaitu 5-10%. Saran dari penulis terkait analisis pengulangan, dari satu *textbook* dan dua jurnal internasional yang penulis *review*, pihak radiologi harus bisa mengurangi penolakan dan pengulangan pada faktor eksposi agar presentase yang di hasilkan bisa sesuai dengan peraturan kepmenkes no. 129 tahun 2008 dengan standar pengulangan $\leq 2\%$.

Kata kunci : Analisis Pengulangan Citra Digital, *Computed Radiography*

1) Mahasiswa Prodi DIII Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang

2) Dosen Prodi DIII Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaminan mutu merupakan suatu program manajemen yang digunakan untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan dengan cara melakukan pengumpulan data kemudian mengevaluasi data tersebut secara sistematis. Tujuan utama dari program jaminan mutu adalah untuk meningkatkan pelayanan terhadap pasien, teknik manajemen, kebijakan dari prosedur unit departemen radiologi, efektifitas, efisiensi pelayanan dan menghasilkan gambaran radiografi tepat waktu (Papp, 2011).

Program ini ditekankan pada faktor manusia, dalam hal ini adalah radiografer yang dapat menyebabkan variasi kesalahan. Salah satu bagian program dari jaminan mutu adalah program kendali mutu yang berkaitan dengan teknik pemeliharaan dan pemantauan manajemen pengolahan radiografi secara langsung untuk melihat suatu pelayanan terhadap pasien dapat dikontrol secara langsung. Adanya program jaminan mutumaka seorang petugas tidak seharusnya merasa terbebani untuk bekerja dengan sempurna. Sehingga dengan adanya program jaminan mutu tersebut akan menjadi langkah awal yang baik untuk melakukan perbaikan (Papp, 2011).

Pelayanan radiologi sebagai bagian yang terintegrasi dari pelayanan kesehatan secara menyeluruh merupakan bagian dari amanat Undang-Undang Dasar 1945 dimana kesehatan adalah hak fundamental setiap rakyat dan amanat UU No. 23 Tahun 1992 tentang kesehatan. Bertolak dari hal tersebut serta makin meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap

pelayanan kesehatan, maka pelayanan radiologi sudah selayaknya memberikan pelayanan yang berkualitas. Penyelenggaraan pelayanan radiologi umumnya dan radiologi diagnostik khususnya telah dilaksanakan di berbagai sarana pelayanan kesehatan, mulai dari sarana pelayanan kesehatan sederhana, seperti puskesmas dan klinik-klinik swasta, maupun sarana pelayanan kesehatan yang berskala besar seperti rumah sakit kelas A. Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terjadi dewasa ini telah memungkinkan berbagai penyakit dapat dideteksi dengan menggunakan fasilitas radiologi diagnostik yaitu pelayanan yang menggunakan radiasi pengion dan non pengion (Kepmenkes Nomor 1014/MENKES/SK/XI/2008).

Radiasi yang dimaksud radiasi pengion adalah gelombang elektromagnetik dan partikel bermuatan yang karena energi yang dimilikinya mampu mengionisasi media yang dilaluinya. Dalam upaya mengurangi pengaruh radiasi yang merusak, dikenal sebagai upaya proteksi radiasi (BAPETEN No. 8 Tahun 2011). Keselamatan radiasi dapat diartikan sebagai suatu tindakan yang dilakukan untuk melindungi pasien, pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi. Dalam upaya mengurangi pengaruh radiasi yang merusak yang dikenal sebagai upaya proteksi radiasi (Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011).

Keselamatan radiasi setiap sarana pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan radiodiagnostik dan radiologi intervensional memenuhi keselamatan radiasi sebagaimana yang diatur dalam Peraturan Kepala BAPETEN tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan

Pesawat Sinar-X Radiodiagnostik dan Radiologi Intervensional. Penerapan optimisasi sebagaimana yang dimaksud pada pasal 36 ayat 1 dan 2 dilaksanakan melalui prinsip optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi yang meliputi : a) Pembatasan dosis untuk pekerja radiasi dan anggota masyarakat, dan b) Tingkat panduan paparan medik untuk pasien. Pembatas dosis sebagaimana dimaksud pada pasal 36 ayat huruf A ditentukan oleh Pemegang Izin pada tahap desain bangunan fasilitas (Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011).

Keputusan Kepala Bapeten Nomor 01-P/Ka-BAPETEN/ I-03 tentang pedoman dosis pasien radiodiagnostik menyebutkan bahwa berbeda dengan dosis radiasi terhadap pekerja radiasi dan masyarakat, maka dosis penyinaran medik tidak dapat ditentukan nilai batasnya, karena adanya faktor lain yang lebih penting yaitu tujuan diagnostik yang diharapkan, namun demikian ditekankan bahwa petugas radiologi harus mengusahakan agar dosis yang diterima oleh pasien tetap serendah mungkin yang dapat dicapai (*As Low As Reasonably Achievable*-ALARA). Adanya kelebihan dosis yang bagi pasien merupakan indikasi bahwa penanganan pasien tidak sesuai standar.

Analisis pengulangan merupakan suatu proses yang sistematis untuk mendata gambar-gambar yang ditolak atau diulang dan menentukan penyebab pengulangan sehingga pengulangan gambar dapat diminimalkan dan dosis pasienpun menjadi lebih rendah. Pengulangan foto terjadi akibat radiografi tidak dapat menegakkan diagnosa dikarenakan objek tidak sesuai dan tidak terlihat (Papp, 2011).

Salah satu pelaksanaan aspek keselamatan yang diterapkan di instalasi radiologi adalah menekan jumlah dosis radiasi yang diterima oleh pasien dan petugas dengan cara menganalisis pengulangan foto rontgen. Analisis pengulangan foto merupakan prosedur menganalisis pengulangan foto dari suatu program manajemen mutu yang bertujuan untuk menekan jumlah dan mengetahui faktor penyebab pengulangan foto menggunakan *computed radiography* dengan cara menganalisis data dan menemukan solusinya. Faktor penyebab pengulangan foto yang sering terjadi adalah posisi pasien, faktor eksposi, artefak, pergerakan pasien, dan kesalahan dalam memilih program (Papp 2011).

Menurut Kepmenkes No. 129 Tahun 2008 Tentang Standar Pelayanan Minimal Radiologi menyatakan bahwa tingkat pengulangan radiografi $\leq 2\%$. Pengulangan radiografi di instalasi radiologi seringkali melebihi dari standar yang ditetapkan maka perlu dilakukan identifikasi penyebab pengulangan radiografi sehingga dapat diminimalkan.

Menurut *Textbook Papp* (2011), dengan judul *Quality Management In The Imaging Sciences*, untuk studi analisis pengulangan yang dilakukan pada departemen tanpa prosedur *quality control* untuk kamar gelap, prosesor dan peralatan, 75% dari semua pengulangan disebabkan oleh kepadatan optik yang tidak tepat dari gambar radiografi. Dengan adanya protokol *quality control*, penelitian telah menunjukkan bahwa sebagian besar pengulangan adalah hasil dari kesalahan penentuan posisi. Prosedur *quality control* menunjukkan bahwa kesalahan penentuan posisi sebagai penyebab nomor satu dari paparan berulang. Tingkat pengulangan untuk prosedur radiografi harus tidak melebihi 4%-6% melewatinya harus kurang dari 5% untuk

prosedur mamografi. Tingkat pengulangan yang berulang pada mamografi tidak dapat berubah lebih dari 2%.

Pada penelitian ini, penulis juga akan menggunakan beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya tentang analisis pengulangan citra digital sebagai kajian teori yang akan dipakai untuk bahan kajian (selain *textbook*). Adapun literatur yang akan dilakukan *review* mengenai analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian dari *Iranian journal* dengan judul *Patient Dose From Radiographic Rejects/Repeats in Radiology Centers of Urmia University of Medical Sciences*, penelitian dari Jabbari dkk (2012) yang bertujuan untuk mengevaluasi tingkat penolakan/pengulangan radiografi dan juga untuk menentukan dosis untuk pasien dari penolakan/pengulangan radiografi di pusat radiologi Universitas Kedokteran Urmia. Selama periode 4 bulan, pemeriksaan yang paling sering dipilih di ketiga pusat radiologi. Suatu bentuk yang dirancang sebagai bentuk analisis penolakan/pengulangan untuk radiografer yang melengkapi setiap kali sebuah film yang ditolak/diulang oleh ahli radiologi. Data yang dikumpulkan komplikasi pada akhir setiap minggu dan dimasukkan kedalam komputer untuk analisis pada akhir studi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pengulangan radiografi tertinggi dan terendah adalah untuk pelvis 14,01%, dan untuk ekstremitas atas masing-masing 4,17%. Alasan utama untuk faktor penyebab pengulangan radiografi adalah karena *exposure* (54%) dan *positioning* (18%). Tingkat pengulangan rata-rata di ketiga rumah sakit adalah 7,20%. Ditemukan bahwa kesalahan manusia memiliki peran penting untuk pengulangan

radiografi, hal ini menunjukkan bahwa pasien yang memiliki radiografi yang diulang menerima rata-rata 3,23 Gy cm². Berdasarkan temuan pada peneliti ini harus diingat bahwa tingkat pengulangan tertinggi yaitu pelvis. Mengingat organ radiosensitif terkait dengan pelvis terutama pada pasien anak-anak pada beberapa pertimbangan khusus yang harus diterapkan untuk pemeriksaan pelvis.

2. Jurnal dengan judul *"The Cause of Reject Images in a Radiology Department at a State Hospital in Windhoek Namibia"*. Penelitian dari Benza dkk (2018). *Reject Film Analysis* (RFA) adalah metode jaminan kualitas (QA) mapan dalam radiologi diagnostik yang memberikanindikasi sumber kesalahan pencitraan dan menyoroti area dimana perbaikan dapat dilakukan. Meskipun adopsi dihitung radiografi (CR) yang memiliki jangkauan dinamis yang luas dan kemampuan *post-processing* citra, citra radiografi masih ditolak sehingga menekankan peran RFA reguler di departemen radiologi mana pun. RFA biasa dapat mengurangi paparan radiasi pasien dan personel serta mengurangi biaya operasional departemen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penolakan gambar dan menghitung tingkat penolakan di departemen radiologi negara di Windhoek Namibia. Menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, eksploratif, non-eksperimental dan deskriptif, menolak citra yang diperoleh melalui periode dua bulan diambil dari sistem radiografi komputer. Gambar tersebut kemudian dinilai untuk mengidentifikasi alasannya untuk penolakan kemudian tingkat penolakan dihitung. Dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen

secara keseluruhan sebesar 8%. *Positioning* (63%), *exposure* (24,9%), *gridlines* (1,7%), *collimation* (2,2%), tidak adanya penanda anatomi (2,8%), dan artefak (5,5%), diidentifikasi sebagai penyebab penolakan gambar. Radiografi *chest* dan *skull* memiliki tingkat penolakan tertinggi masing-masing sebesar 48,1% dan 9,9%. Kesalahan pemosisian adalah kontributor tertinggi untuk menolak gambar. Meskipun tingkat penolakan keseluruhan dalam penelitian ini berada dalam kisaran yang direkomendasikan IAEA 5-10%, tingkat penolakan yang terkait dengan area anatomi individu memerlukan penyelidikan lebih lanjut.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik dan ingin mengkaji lebih lanjut dari beberapa pustaka tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* dan menuangkan ke dalam Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“ANALISIS PENGULANGAN CITRA DIGITAL PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut: Bagaimana hasil analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* menurut kajian Papp (2011), Jabbari dkk (2012), Benza dkk (2018) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari peneliti ini adalah: Mengetahui hasil analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* menurut kajian Papp (2011), Jabbari dkk (2012), Benza dkk (2018).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Bagi pembaca khususnya mahasiswa Prodi Diploma III Teknik Rontgen sebagai pengetahuan mengenai program analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* dan faktor-faktor penyebabnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

Dapat memberikan pertimbangan dan masukan dalam meningkatkan mutu dan kualitas pelayanan radiologi serta dapat meningkatkan kualitas foto yang optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaminan Mutu

Jaminan mutu merupakan suatu program manajemen yang digunakan untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan dengan cara melakukan pengumpulan data kemudian mengevaluasi data tersebut secara sistematis. Tujuan utama dari program jaminan mutu adalah untuk meningkatkan pelayanan terhadap pasien, teknik manajemen, kebijakan dari prosedur unit departemen radiologi, efektifitas, efisiensi pelayanan dan menghasilkan gambaran radiografi tepat waktu (Papp, 2011).

Program ini ditekankan pada faktor manusia, dalam hal ini adalah radiografer yang dapat menyebabkan variasi kesalahan. Salah satu bagian program dari jaminan mutu adalah program kendali mutu yang berkaitan dengan teknik pemeliharaan dan pemantauan manajemen pengolahan radiografi secara langsung untuk melihat suatu pelayanan terhadap pasien dapat dikontrol secara langsung. Adanya program jaminan mutu maka seorang petugas tidak seharusnya merasa terbebani untuk bekerja dengan sempurna. Sehingga dengan adanya program jaminan mutu tersebut akan menjadi langkah awal yang baik untuk melakukan perbaikan (Papp, 2011).

Program jaminan mutu terutama berkaitan dengan pemeliharaan peralatan pencitraan sinar-X pada kondisi operasi yang optimal untuk memberikan informasi diagnostik yang diperlukan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), mendefinisikan program penjaminan kualitas dalam radiologi diagnostik sebagai upaya terorganisir oleh fasilitas operasional staf untuk

memastikan bahwa gambar diagnostik yang dihasilkan memiliki kualitas yang cukup tinggi sehingga mereka secara konsisten memberikan informasi diagnostik pada tingkat serendah mungkin, biaya dan setidaknya paparan yang mungkin dari pasien terhadap radiasi pengion (WHO, 2013).

Tujuan dari program jaminan mutu di bidang radiologi adalah untuk melihat kinerja dan semua faktor yang dapat mempengaruhi kualitas radiograf serta untuk mengurangi penolakan film dalam radiologi. Beberapa penolakan film di unit radiologi mencapai 20%. Manajemen pengadaan barang harus dibuat dalam suatu unit radiologi dengan jumlah yang lebih tinggi dari jumlah penolakan dan pengulangan film. *Repeat analysis* untuk menghindari dan mengontrol kesalahan dalam pengolahan film maka diharapkan suatu instalasi radiologi mempunyai program analisis penolakan dan pengulangan radiografi yang disebut analisis (Papp, 2011).

2.2 Standar Pelayanan Minimal (SPM)

2.2.1 Pengertian SPM

Standar Pelayanan Minimal (SPM) adalah ketentuan tentang jenis dan mutu pelayanan dasar yang merupakan urusan wajib daerah yang berhak diperoleh setiap warga secara minimal. Juga merupakan spesifikasi teknis tentang tolak ukur pelayanan minimum yang diberikan oleh Badan Layanan Umum kepada masyarakat (Kepmenkes No.129 Tahun 2008).

2.2.2 Prinsip Penyusunan Standar Pelayanan Minimal

Di dalam penyusunan SPM telah memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Kepmenkes No.129 Tahun 2008).

- a. Konsensus, berdasarkan kesepakatan bersama berbagai komponen atau sektor terkait dari unsur-unsur kesehatan dan departemen terkait yang secara rinci terlampir dalam daftar tim penyusun.
- b. Sederhana, SPM disusun dengan kalimat yang mudah dimengerti dan dipahami.
- c. Nyata, SPM disusun dengan memperhatikan dimensi ruang, waktu dan persyaratan atau prosedur teknis.
- d. Terukur, seluruh indikator dan standar didalam SPM dapat diukur baik kualitatif dan kuantitatif.
- e. Terbuka, SPM dapat diakses oleh seluruh warga atau lapisan masyarakat.
- f. Terjangkau, SPM dapat dicapai dengan menggunakan sumber daya dan dana yang tersedia.
- g. Akuntabel, SPM dapat dipertanggung gugatkan kepada publik.
- h. Bertahap, SPM mengikuti perkembangan kebutuhan dan kemampuan keuangan, kelembagaan dan personil dalam pencapaian SPM.

2.2.3 Menurut KEPMENKES Nomor. 129 Tahun 2008,

Uraian SPM Kejadian Kegagalan Pelayanan Rontgen (KMK Nomor 129 Tahun 2008). Berikut tabel 2.1 tentang kejadian kegagalan pelayanan rontgen dalam Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit.

Judul	Kejadian kegagalan pelayanan rontgen
Dimensi mutu	Efektifitas dan efisiensi
Tujuan	Tergambarnya efektifitas dan efisiensi pelayanan rontgen.

Lanjutan tabel

Definisi operasional	Kegagalan pelayanan rontgen adalah kerusakan foto yang tidak dapat dibaca.
Frekuensi pengumpulan data	1 bulan.
Periode analisis	3 bulan.
Numerator	Jumlah foto rusak yang tidak dapat dibaca dalam 1 bulan.
Denominator	Jumlah seluruh pemeriksaan foto dalam 1 bulan.
Sumber data	Register radiologi.
Standar	$\leq 2 \%$.
Penanggung jawab	Ketua komite mutu/tim mutu.

2.3 Analisis Pengulangan

Pada penelitian dengan studi literatur ini penulis menggunakan beberapa literatur sebagai bahan kajian, yaitu *textbook* dan jurnal penelitian. Seperti yang sudah dijelaskan dalam Bab I, bahwa penulis menemukan adanya perbedaan dalam menentukan faktor penyebab pengulangan diantara literatur yang dipakai dalam penelitian ini. Berikut ini pemaparan masing-masing teori yang akan dikaji oleh penulis.

2.3.1 Analisis Pengulangan Menurut *Textbook*

Textbook yang akan dipakai dalam penelitian ini dengan judul *Quality Management In The Imaging Sciences* Oleh Jeffrey Papp pada tahun 2011 dengan nomor ISBN: 978-0-323-05761-5 untuk melengkapi teori.

a. Definisi Analisis Pengulangan

Analisis pengulangan merupakan suatu proses yang sistematis untuk mendata gambar-gambar yang ditolak atau diulang dan

menentukan penyebab pengulangan sehingga pengulangan gambar dapat diminimalkan dan dosis pasien pun menjadi lebih rendah. Pengulangan foto terjadi akibat radiografi tidak dapat menegakkan diagnosa dikarenakan objek tidak sesuai dan tidak terlihat (Papp, 2011).

b. Faktor-Faktor Penyebab Pengulangan

1. *Positioning*

Pengaturan tabung sinar-X, posisi pasien, kolimator dan penerima gambar yang kurang tepat dapat menyebabkan hilangnya informasi anatomi yang ingin dilihat. Kesalahan posisi juga dapat dikarenakan faktor pasien yaitu pada pasien dengan kondisi yang tidak baik seperti hilangnya kesadaran dan kesakitan karena trauma (Prieto dkk, 2015).

2. *Overexposed*

Kondisi gambaran radiografi yang *overexposed* terjadi karena pemilihan faktor eksposi tegangan tabung dan kuat arus yang terlalu tinggi sehingga gambaran yang dihasilkan hitam atau memiliki tingkat densitas yang tinggi (Shetty dkk, 2011).

3. *Underexposed*

Kondisi gambaran radiografi yang *underexposed* terjadi karena pemilihan faktor eksposi tegangan tabung dan kuat arus yang tidak tepat dan tidak sebanding dengan tebal objek yang diperiksa, sehingga hanya sedikit sinar-X yang diteruskan dan diterima oleh *imaging plate* (Shetty dkk, 2011).

4. Motion

Motion adalah gambar yang kabur yang disebabkan oleh gerakan pasien, sumber sinar-X, atau reseptor gambar. Hal ini mengakibatkan hilangnya detail yang tercatat secara signifikan. Gerakan pasien dapat dikurangi dengan waktu paparan yang singkat, imobilisasi, dan instruksi yang tepat kepada pasien (Papp, 2011).

5. Artefak

Artefak disebabkan oleh benda-benda yang dapat berada didalam atau didalam pasien ketika prosedur diagnostik dilakukan. Contoh artefak yaitu meliputi kancing, kalung, anting, jepit rambut, rambut basah, dan perhiasan tindik badah (Papp, 2011).

6. Faktor Lainnya

Faktor lainnya adalah kesalahan alat, salah permintaan, dan dobel eksposi.

c. Rumus Perhitungan Pengulangan

Menurut Papp (2011), rumus perhitungan persentase sebagai berikut:

- a. Menghitung persentase pengulangan secara keseluruhan dapat ditulis dengan rumus :

$$\frac{\text{Jumlah pengulangan untuk tujuan tertentu}}{\text{Jumlah total pengulangan}} \times 100$$

- b. Menghitung persentase pengulangan dan penolakan radiograf berdasarkan penyebab ditulis dengan rumus :

$$\frac{\text{Jumlah gambar yang diulang}}{\text{Total jumlah gambar yang diambil}} \times 100$$

d. Evaluasi Analisis Pengulangan

Menurut Papp (2011), persentase penolakan maupun pengulangan film yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%$. Hal ini dilakukan karena dengan angka *repeat* kecil maka dapat diketahui bahwa pelayanan yang diberikan kepada pasien menjadi lebih cepat dan dosis yang diterima pasien juga lebih sedikit. Keuntungan dari angka pengulangan yang rendah adalah meningkatkan efektifitas, menurunkan pengeluaran dan dosis pasien dapat rendah. Angka penyebab pengulangan adalah persentase dari pengulangan karena sebab spesifik, seperti, kesalahan teknik dan dihitung menggunakan persamaan rumus.

2.3.2 Analisis Pengulangan Menurut jurnal 1

Penelitian ini ada di dalam jurnal *Iranian* diterbitkan pada tahun 2012 dengan judul "*Patient Dose From Radiographic Rejects/Repeats In Radiology Centers Of Urmia University Of Medical Sciences*" yang ditulis oleh Nasrollah Jabbari, Ahad Zeinali, Leili Rahmatnezhad dengan nomor ISSV: Vol 4, No.2. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat penolakan/pengulangan radiografi dan juga untuk menentukan dosis untuk pasien dari penolakan/pengulangan radiografi di tiga pusat radiologi (Imam Khomeini, AyaTollah taleghani dan Shahid Motahari) dari Universitas Kedokteran Urmia.

Analisis penolakan/pengulangan adalah sejenis evaluasi subjektif dari kualitas gambar di mana gambar yang dinilai berkualitas

buruk dan dikategorikan menurut penyebabnya. Program ini adalah metode yang berguna dan mapan untuk kendali mutu dalam radiologi diagnostik dan memberikan informasi bermanfaat tentang kemandirian suatu departemen. Dengan demikian, tujuan dari analisis penolakan/pengulangan adalah mengidentifikasi cara untuk meminimalkan paparan pasien dan mengurangi biaya. Departemen radiologi diagnostik akan dapat mengidentifikasi area masalah yang potensial, meneliti alasan untuk masalah ini dan menemukan cara untuk memperbaikinya.

a. Data dan Metode Penelitian

Metodologi Program Analisis Pengulangan (RAP) yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *reject* dan *repeat*. *Reject* adalah radiografi yang tidak berguna kemudian dibuang, sedangkan *repeat* adalah radiografi yang diambil kembali untuk memberikan informasi diagnostik lebih lanjut dan dikirim dengan aslinya untuk pelaporan. Masing-masing dari dua konteks dalam penelitian ini dianggap sebagai radiografer berulang.

Alasan utama penolakan dan pengulangan adalah salah satu dari enam parameter yang dikategorikan dalam enam kelompok yaitu : *overexposure*, *underexposure*, kesalahan posisi, pergerakan pasien, kesalahan processor dan lain-lain. Setelah menentukan alasan untuk pengulangan film dibandingkan dengan kategori yang disebut diatas, angka-angka ini direkam pada formulir analisis pengulangan.

Data yang dikumpulkan dikompilasi pada akhir setiap minggu dan dimasukkan kedalam komputer untuk menganalisis pada akhir periode penelitian. Jumlah total radiograf yang ditolak dan jumlah total radiograf yang diulang selama periode empat (4) bulan sebanyak 28.657 radiografi dari tiga rumah sakit.

b. Hasil Penelitian

Penyebaran dari jumlah pasien yang diperiksa sebagai fungsi gender menunjukkan bahwa di ketiga rumah sakit, jumlah pasien pria dan wanita masing-masing total adalah 9.634 dan 7.403. Distribusi pasien berdasarkan umur dan juga bisa diperhatikan pada tabel 2.2. Hasil dari yang dianalisis dengan pemeriksaan jenis diberikan pada tabel 2.3. Jumlah total pemeriksaan di ketiga rumah sakit adalah 17.305 menggunakan 28.657 radiograf pada 16.421 pasien. Jumlah ini mencakup radiografi konvensional dan prosedur radiologi dengan media kontras, jumlah total pengulangan adalah 2.065 di antaranya 263 adalah untuk *upper limb investigation*, 297 untuk *lower limb*, 189 untuk *skull*, 312 untuk *spine/tulang belakang*, 74 untuk *pelvis*, 618 untuk *thorax*, 70 untuk *plain abdomen*, 169 untuk radiografi gastrointestinal dan 46 untuk *intravenous radiography*. Tingkat pengulangan tertinggi dan terendah adalah *pelvis* dan *upper limb* yaitu 14,01% dan 4,17%, rata-rata pengulangan di tiga rumah sakit adalah 7,20% dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pengulangan cukup besar.

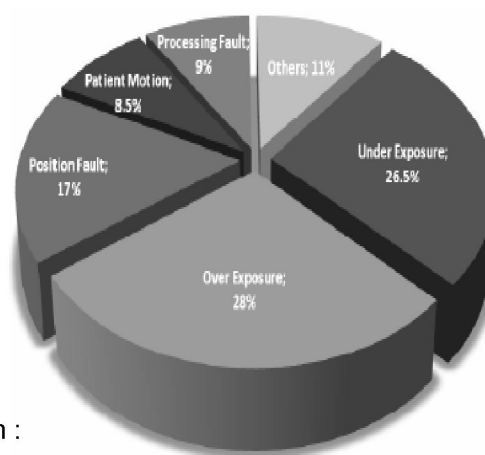
Tabel 2.2 Distribusi pasien berdasarkan usia di ketiga rumah sakit.

Kelompok umur (tahun)	Jumlah pasien	Persentase
0-5	716	4.20
5-15	2170	12.73
≥14	14152	83.06
Total	17038	100

Tabel 2.3 Analisis radiografi yang diulang di ketiga pusat radiologi.

Pemeriksaan	Jumlah pemeriksaan	Jumlah Radiograf	Under-exposure	Over-exposure	Kesalahan Posisi	Patient Motion	Kesalahan Proccesing	Others	Total	Repeat Rate (%)
Upper limb	4206	6301	77	85	31	16	32	22	263	4.71
Lower limb	3832	5749	113	59	60	12	24	29	297	5.17
Skull	1377	2548	38	56	39	23	13	20	189	7.42
Spine	1614	3713	78	93	75	19	21	26	312	8.40
Pelvis	352	528	21	21	14	5	5	8	74	14.01
Chest	42745	5695	158	207	78	53	66	56	618	10.58
Plain abdomen	406	552	23	14	12	10	6	5	70	12.68
Gastrointestinal Radiography	688	3079	25	30	38	29	16	58	196	6.38
Intravenous Urography	85	483	13	11	6	7	4	5	46	9.52
Total	17305	28657	546	576	353	174	187	229	2065	7.20
% Cause For Repeat			26.44	27.89	17.09	8.42	9.05	11.09	100	

Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa distribusi penyebab untuk jumlah keseluruhan film yang diulang di semua pusat radiologi yang sedang diteliti. Alasan utama radiograf yang diulang adalah faktor-faktor paparan yang tidak pas. Sekitar 54.13% dari semua radiografi yang diulang karena paparan yang tidak maksimal (*Under/over exposure*).



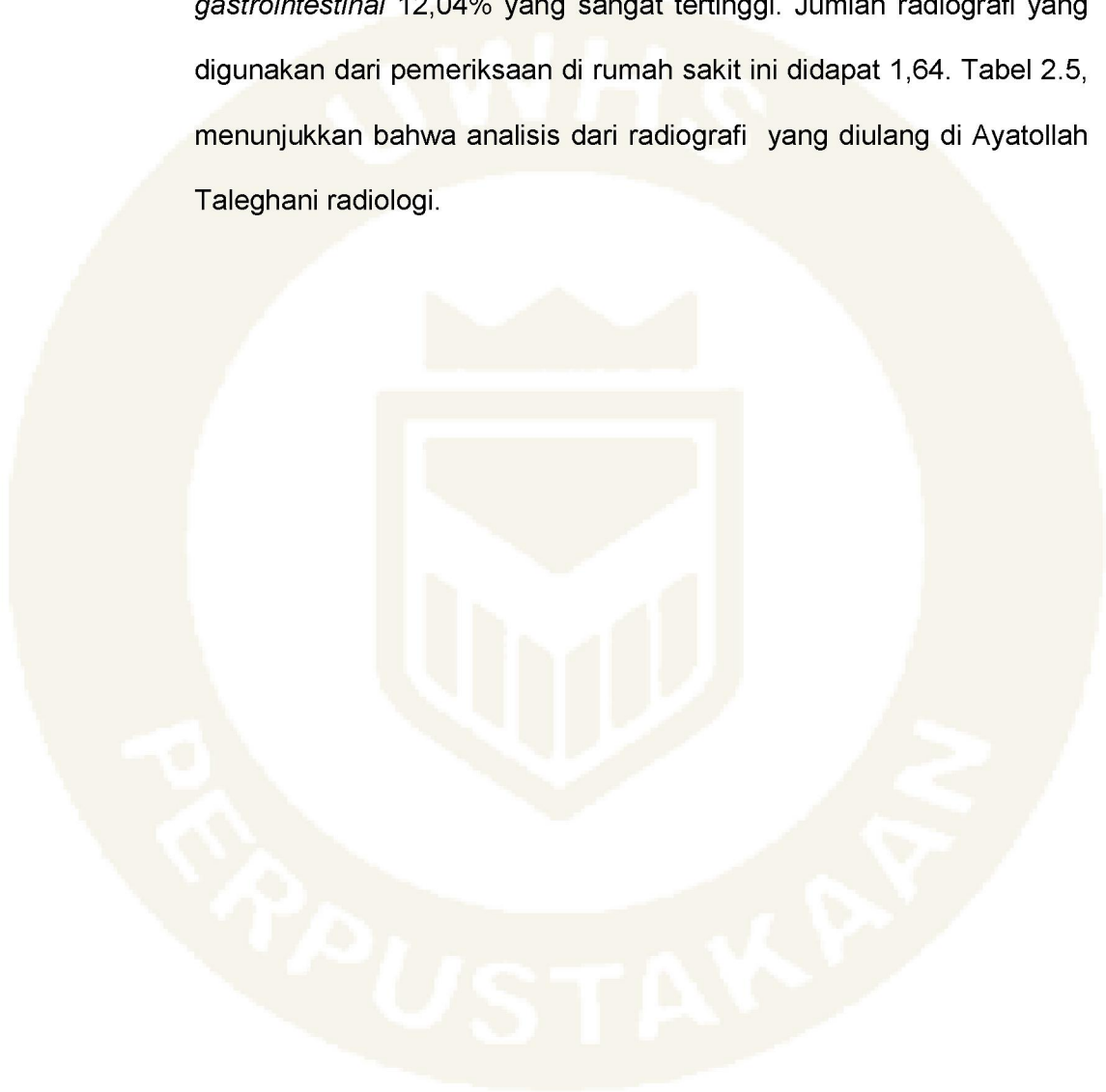
Keterangan :

1. Position fault 17%
2. Overexposure 28%
3. Underexposure 26.5%
4. Patient Motion 8.5%
5. Processing Fault 9%
6. Others 11%

Gambar 2.1 Distribusi penyebab untuk jumlah radiografi yang diulang.

Analisis radiografi yang diulang di rumah sakit *Imam Khomeini* menunjukkan rata-rata angka pengulangan yaitu 5,84% dengan nilai tertinggi dan terendah pengulangan untuk *pelvis* yaitu 13,46% dan untuk *upper limb* 3,7% dari masing-masing penyebab. Jumlah pemeriksaan yang digunakan dari rumah sakit ini yaitu 1,72% yang memperlihatkan di tabel 2.4, menunjukkan bahwa analisis dari radiografi yang diulang di pusat radiologi *Imam Khomeini*.

Analisis radiografi yang diulang di rumah sakit *Ayatollah Taleghani* menunjukkan rata-rata angka pengulangan 9,86% dengan pengulangan tertinggi dan terendah untuk *abdomen* 17,95% dan untuk *lower limb* 7,80%, untuk *skull* 17,53%, untuk *pelvis* 14,28, dan *gastrointestinal* 12,04% yang sangat tertinggi. Jumlah radiografi yang digunakan dari pemeriksaan di rumah sakit ini didapat 1,64. Tabel 2.5, menunjukkan bahwa analisis dari radiografi yang diulang di *Ayatollah Taleghani* radiologi.



Tabel 2.4 Analisis radiografi yang di ulang di pusat radiologi Imam Khoemeini.

Pemeriksaan	Jumlah pemeriksaan	Jumlah Radiograf	Under-exposure	Over-exposure	Kesalahan Posisi	Patient Motion	Kesalahan Proccesing	Others	Total	Repeat Rate (%)
Upper limb	3514	5270	58	70	19	11	26	11	195	3.70
Lower limb	2805	4207	81	46	38	4	13	13	195	4.63
Skull	1092	2013	25	44	22	11	4	11	117	5.81
Spine	1248	2865	50	69	55	8	8	15	205	7.15
Pelvis	206	312	14	12	8	2	2	4	42	13.36
Chest	1682	2018	70	80	18	18	25	18	229	11.35
Plain abdomen	295	389	14	9	5	5	3	4	40	10.28
Gastrointestinal Radiography	498	2234	12	6	25	12	7	34	96	4.30
Intravenous Urography	48	283	10	7	2	3	2	2	26	9.19
Total	11388	19591	334	343	192	74	90	112	1145	5.84
% Cause For Repeat			29.17	29.96	16.77	6.46	7.86	9.78	100	

Tabel 2.5 Analisis radiografi yang di ulang di pusat radiologi Ayatollah Taleghani.

Pemeriksaan	Jumlah pemeriksaan	Jumlah Radiograf	Under-exposure	Over-exposure	Kesalahan Posisi	Patient Motion	Kesalahan Proccesing	Others	Total	Repeat Rate (%)
Upper limb	205	307	7	4	6	1	2	5	25	8.14
Lower limb	342	513	13	3	11	3	4	6	40	7.80
Skull	1092	2013	25	44	22	11	4	11	117	17.53
Spine	198	453	15	13	10	6	5	4	53	11.70
Pelvis	56	84	2	3	3	1	1	2	12	14.28
Chest	2210	2650	56	75	48	21	18	21	239	9.02
Plain abdomen	50	78	4	2	4	3	1	0	14	17.95
Gastrointestinal Radiography	97	432	7	15	7	9	3	11	52	12.04
Intravenous Urography	14	83	2	1	2	1	0	1	7	8.43
Total	3256	4754	111	119	100	49	37	53	469	9.86
% Cause For Repeat			23.67	25.37	21.32	10.45	7.89	11.30	100	

Analisis radiografi yang diulang di rumah sakit *Shahid Motahari* menunjukkan tingkat pengulangan rata-rata 10,50%. Tingkat pengulangan tertinggi sebesar 18,82% diamati untuk pemeriksaan *plain abdomen*. Hal ini mungkin disebabkan oleh fakta bahwa frekuensi relatif dari pemeriksaan ini paling rendah. Tingkat pengulangan *pelvis* (15,91%), *chest* (14,60%) dan tulang belakang (13,57%) juga sangat tinggi. Jumlah radiograf yang digunakan per pemeriksaan di rumah sakit ini ditemukan 1,62. Tabel 2.6 menunjukkan analisis radiografi yang diulang di pusat radiologi *Shahid Motahari*. Tabel 2.7 menunjukkan evaluasi nilai rata-rata produk luas dosis per pengulangan dan nilai rata-rata tertimbang produk luas dosis untuk setiap pemeriksaan per pengulangan.

Tabel 2.6 Analisis radiografi yang diulang di pusat radiologi Shahid Motahari.

Pemeriksaan	Jumlah pemeriksaan	Jumlah Radiograf	Under-exposure	Over-exposure	Kesalahan Posisi	Patient Motion	Kesalahan Prosesing	Others	Total	Repeat Rate (%)
Upper limb	487	733	12	11	6	4	4	6	43	5.87
Lower limb	685	1029	19	10	11	5	7	11	63	6.12
Skull	201	381	8	9	8	8	6	6	45	11.81
Spine	168	398	13	11	10	5	8	7	54	13.57
Pelvis	90	132	5	6	3	2	2	3	21	15.91
Chest	853	1027	32	52	12	14	23	17	150	14.60
Plain abdomen	61	85	5	3	3	2	2	1	16	18.82
Gastrointestinal Radiography	93	413	6	9	6	8	6	13	48	11.62
Intravenous Urography	23	117	1	2	3	3	2	2	13	11.11
Total	2661	4315	101	114	61	51	60	66	453	10.50
% Cause For Repeat			22.29	25.16	13.46	11.26	13.24	14.57	100	

Tabel 2.7 Dosis pasien per film dan per pengulangan untuk setiap pemeriksaan di ketiga rumah sakit.

Pemeriksaan	Persentase Tingkat Pengulangan	Ukuran Film (cm ²)	ESD rata-rata per radiografi (mGy)	Rata-rata DAP per radiografi (Gy · cm ²)	Rata-rata tertimbang nilai DAP per pengulangan (Gy · cm ²)
Upper limb	12.74	24 x 30	0.38	0.27	0.034
Lower limb	14.38	24 x 30	0.96	0.68	0.098
Skull	9.15	24 x 30	1.95	1.40	0.128
Lumbar spine	15.11	30 x 40	10.25	2.85	0.431
Pelvis	3.58	35 x 42.5	2.18	2.6	0.093
Chest	29.93	35 x 35	0.55	0.67	0.200
Plain abdomen	12.88	35 x 42.5	5.4	3.1	0.400
Intravenous Urography (IVU)	2.23	30 x 40	8.76	10.51	0.234
Nilai rata-rata produk luas-dosis per pengulangan = 2,76 Gy · cm ²					

c. Diskusi dan Kesimpulan

Analisis data pengulangan radiografi dalam penelitian ini menunjukkan rata-rata tingkat pengulangan 7,20%. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa nilai khas dari tingkat pengulangan adalah 3,5% sampai 19,3%. Dari informasi yang diperoleh dari metodologi bahwa alasan utama pengulangan radiografi adalah fungsi multi parameter, seperti pengalaman kerja personel, beban kerja pusat radiologi, menggunakan sistem kontrol eksposur otomatis (pengatur waktu foto) dan lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alasan utama pengulangan radiografi adalah karena kesalahan pemaparan (54%) dan posisi (18%).

Dalam penelitian ini jumlah rata-rata radiografi yang digunakan per pemeriksaan adalah 1,60. Nilai ini lebih rendah dari sebagian besar nilai yang dipublikasikan, yang berkisar dari 2,4 sampai 4,0 radiografi per pemeriksaan dan lebih tinggi dari nilai yang diperoleh (1,5 radiografi per pemeriksaan) oleh *Al-Malki et al.* Jumlah radiografi yang digunakan per pemeriksaan di RS *Imam Khomeini* relatif lebih banyak dibandingkan dua rumah sakit lainnya. Tampaknya, hal ini terkait dengan fakta bahwa RS *Imam Khomeini* adalah RS darurat dan trauma.

2.3.3 Analisis Pengulangan Menurut Jurnal 2

Penelitian ada di dalam jurnal *Namibian* diterbitkan pada tahun 2018 dengan judul "*The Cause of Reject Images in a Radiology Department at a State Hospital in Windhoek Namibia*" yang ditulis oleh Benza Charlene, Christine Damases-Kasi, Edwin R Daniels, Mondjila

Amkongo, Caroline Nabasenja, dengan No. ISSN: Volume 5 Nomor 1. penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penolakan gambar dan menghitung tingkat penolakan di departemen radiologi negara di Windhoek Namibia.

Gambar penolakan dalam radiografi adalah gambar yang tidak terdiagnosis, karena tidak memberikan informasi yang diperlukan untuk membantu diagnosis klinis karena kualitasnya yang buruk. Pengulangan radiografi karena kualitas gambar awal yang buruk meningkatkan dosis radiasi yang diterima oleh pasien dan personil. Peningkatan dosis pada pasien juga meningkatkan kemungkinan terjadinya kanker.

Reject film analysis (RFA) adalah metode jaminan kualitas (QA) yang mapan dalam radiologi diagnostik yang memberikan indikasi sumber kesalahan pencitraan dan menyoroti area di mana perbaikan dapat dilakukan. Studi sebelumnya yang dilakukan pada sistem radiografi konvensional mengidentifikasi eksposur, diikuti oleh posisi, sebagai penyebab utama penolakan gambar. Adopsi terbaru dari *computed radiography* yang memiliki rentang dinamis yang luas dan gambar *postprocessing* kapabilitas memungkinkan perbaikan kesalahan eksposur yang kurang atau berlebihan. Terlepas dari kemampuan *postprocessing* gambar pada *computed radiography*, Komisi Internasional untuk Perlindungan Radiasi (ICRP), mencatat bahwa peran RFA adalah untuk memberikan informasi yang relevan yang akan mengurangi biaya dan paparan radiasi bagi pasien dan personel. Selain mengidentifikasi penyebab gambar penolakan, RFA

juga menyertakan penghitungan tingkat penolakan. Tingkat penolakan didefinisikan sebagai persentase gambar yang diulang karena kesalahan atau kualitas gambar yang buruk.

a. Bahan dan Metodologi

Metode penelitian ini adalah kuantitatif, eksploratif, non-eksperimental, dan deskriptif yang dilakukan dari Juni hingga Agustus 2015 di departemen radiologi rumah sakit negeri pendidikan di Windhoek, Namibia. Peneliti mengizinkan untuk melakukan studi diperoleh dari Kementerian Kesehatan dan Layanan Sosial Namibia serta radiografer utama departemen radiologi.

Data diambil dari *NX Viewer, tipe 8700 SU1 (build 9.0.1813) sistem (Agfa healthcare N.V. Septesstraat 27, 2640 Mortsel Belgium)*, sistem dengan perangkat lunak pelacakan penolakan yang melekat yang memungkinkan ahli radiografer untuk menunjukkan alasan penolakan gambar, serta mengidentifikasi siapa yang menolak gambar. Semua gambar penolakan diambil dari sistem komputer selama periode penelitian setiap minggu. Gambar yang ditolak kemudian dikelompokkan sebagai dilakukan oleh siswa atau radiografer. Area anatomi yang dicitrakan, serta alasan penolakan juga dicatat.

b. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Paket Statistik untuk Ilmu Sosial (SPSS) versi 22. Grafik dibuat menggunakan *Microsoft Office Excel 2007/2010*. Penyebab gambar penolakan ditentukan

menggunakan statistik deskriptif yang disajikan melalui distribusi frekuensi.

c. Rumus Perhitungan Tingkat Penolakan dan Pengulangan.

Tingkat penolakan atau pengulangan ditentukan sebagai berikut:

Reject Rate % =

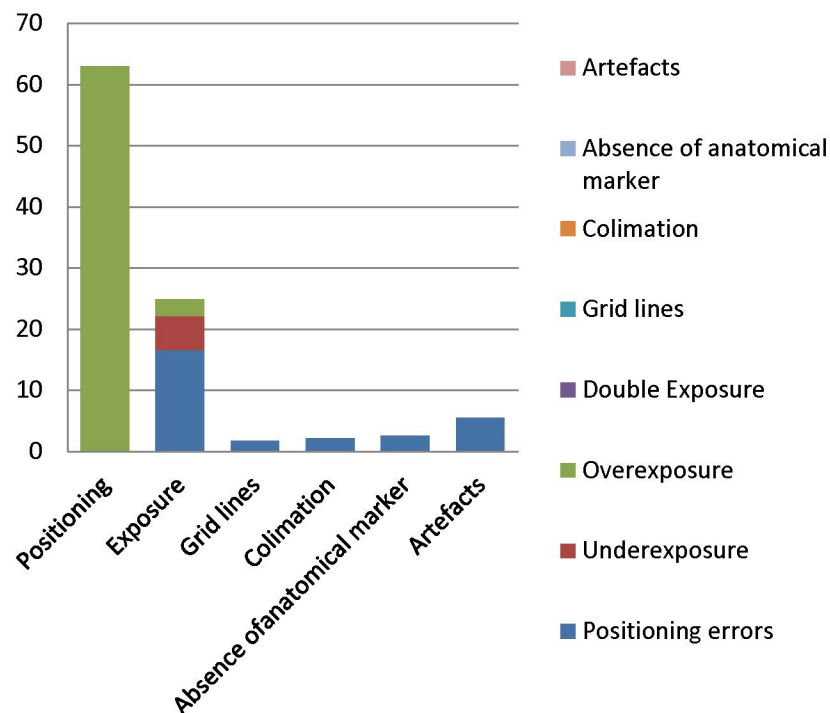
$$\frac{\text{Jumlah gambar yang ditolak}}{\text{Jumlah Pemeriksaan}} \times 100$$

d. Hasil

Hasil penelitian ini sebanyak 181 gambar penolakan dimasukkan dalam penelitian ini.

1. Faktor penyebab gambar yang ditolak

Faktor penyebab gambar penolakan dalam penelitian ini meliputi *positioning*, *exposure*, adanya garis kisi, kolimasi, tidak adanya penanda anatomi dan keberadaan artefak yang menghitung tingkat penolakan sebesar 63% (114), 24,9% (45), 1,7% (3), masing-masing 2,2% (4), 2,8% (5) dan 9,9% (18), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Mengenai kesalahan faktor eksposur, *underexposure*, *overexposure* dan *doubelexposure* berkontribusi masing-masing yaitu 16,6%, 5,5% dan 2,2%.



Gambar 2.2 Penyebab gambar yang ditolak.

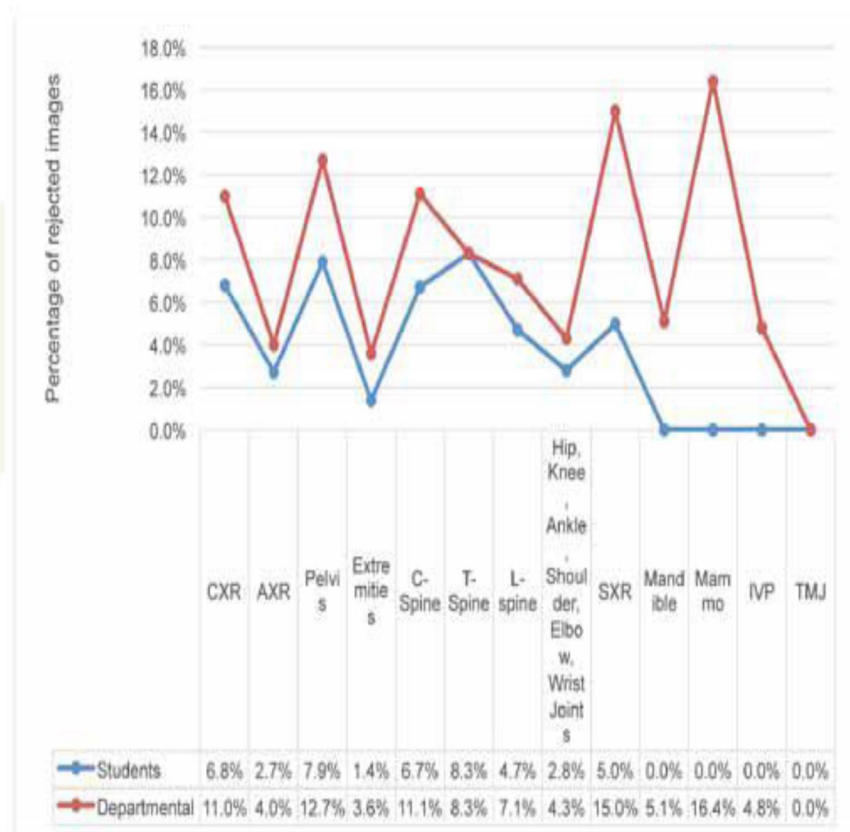
2. Reject rate

Untuk menghitung tingkat penolakan departemen, jumlah gambar penolakan dibagi dengan jumlah total gambar yang dilakukan. Dari 2258 pemeriksaan radiologi yang dilakukan selama periode penelitian ini, 181 yang ditolak seperti ditunjukkan pada Tabel 2.8. Hal ini menghasilkan tingkat penolakan departemen sebesar 8% (181 gambar) dan tingkat penolakan siswa sebesar 4,5% (102 gambar).

3. Tingkat penolakan per anatomi

Mammogram (16,4%), *skull* (15%), *pelvis* (12,7%), *Cervical spine* (C-spine, 11,1%), *chest X-ray (CXR)*(9,9), dan *Thoracic spine* (T-spine, (8.3 %) mencatat tingkat penolakan yang lebih tinggi daripada tingkat penolakan departemen sebesar 8,0%.

Radiografi T-spine, pelvis, chest, C-spine dan skull yang sering ditolak oleh siswa yaitu 8,3%, 7,9%, 6,8%, 6,7% dan 5,0%, masing-masing, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tingkat penolakan mahasiswa dan departemen per area anatomi.

4. Tingkat penolakan mahasiswa dan departemen

Positionining dan *underexposure* adalah penyebab penolakan yang sering diulang. Untuk *Positionining*, 57 radiografi *chest* yang ditolak, dan 12 radiografi *skull* yang ditolak. *Chest* masih mencatat penolakan tertinggi untuk *underexposure* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.8.

e. Diskusi

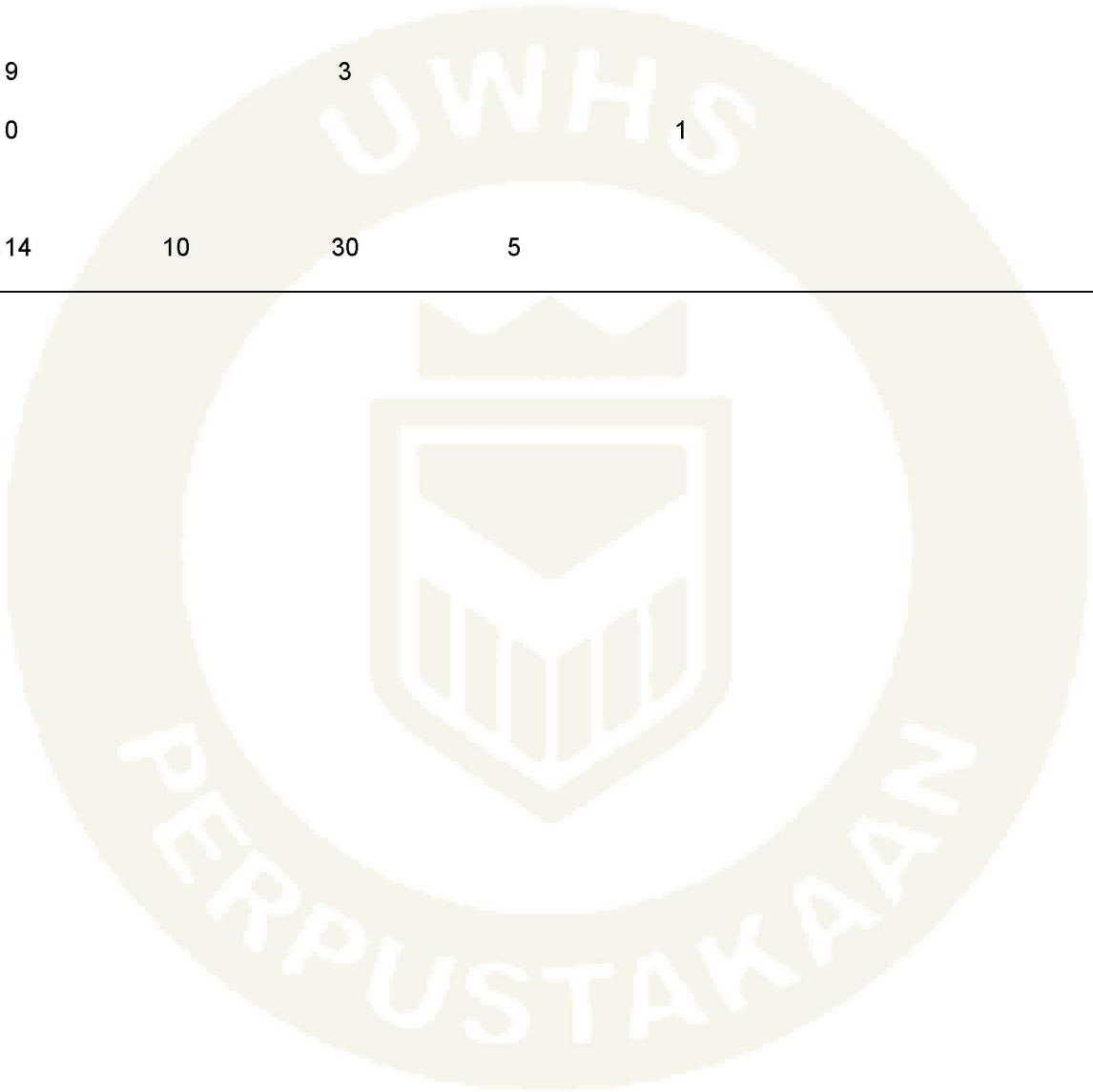
Jumlah gambar yang ditolak selama penelitian ini adalah 181 dari 2258 gambar yang terpapar, 102 di antaranya ditolak oleh siswa. Tingkat penolakan siswa adalah 4,5% sedangkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan adalah 8%. Meskipun tingkat penolakan departemen lebih tinggi dari beberapa studi yang ditinjau, itu masih dalam kisaran 5% dan 10% yang direkomendasikan oleh IAEA.

Positioning dan *exposure* adalah penyebab utama penolakan gambar pada studi ini, dengan lebih sedikit penolakan yang dihasilkan dari adanya garis grid, kolimasi, ketiadaan penanda anatomi dan keberadaan artefak. Literatur sebelumnya mencatat bahwa eksposur (*underexposure*, *overexposure*), keduanya memiliki tingkat penolakan tertinggi mulai dari 19,2% sampai 54%; sedangkan *positioning* memiliki tingkat penolakan tertinggi mulai dari 23,8% hingga 56%. Bertentangan dengan temuan tersebut, *positioning* memiliki tingkat penolakan tertinggi sebesar 63,0% dan eksposur (24,9%) dalam penelitian ini. Tingkat penolakan 24,9% yang dicatat karena *underexposure*, *overexposure*, eksposur berkontribusi masing-masing sebesar 16,6%, 5,5% dan 2,8%. Dalam studi ini, kekurangan eksposur mencatat tingkat penolakan tertinggi setelah pemosisian. Toleransi eksposur dalam *computed radiography* diatur oleh *Indeks Exposure* (EI).

Indeks exposure adalah ukuran level sinyal yang dihasilkan oleh detektor digital untuk paparan insiden tertentu yang dikirimkan melalui pasien, sebanding dengan rasio signal-to-noise kuadrat (SNR),

danterkait dengan kualitas gambar. Peralatan bawaan *Indeks exposure* menghasilkan konten noise yang dapat dikenali lebih tinggi untuk radiograf yang kurang pencahayaan dibandingkan dengan radiografi yang terlalu terang karena sinyal tinggi yang direkam oleh detektor dari yang terakhir.

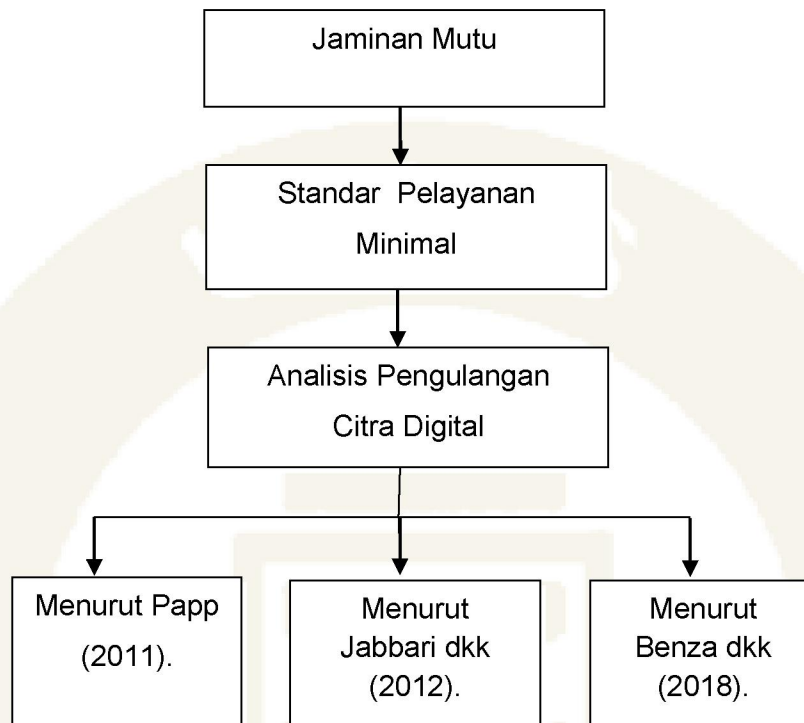




Mammo-	9		3				12	73
Grams								
IVP	0				1		1	21
TMJ								1
Total	114	10	30	5		10	181	2258

2.4 Kerangka Teori

Berikut gambar 2.4 tentang kerangka teori penelitian.



Gambar 2.4 Bagan Kerangka Teori Penelitian (Kepmenkes No.129, Tahun 2008; Papp, 2011; Prieto dkk; Shetty dkk,2011; Jabbari dkk, 2012; Benza dkk, 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan penulis dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan *Study Literature review*.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2020.

3.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dalam menyusun karya tulis ilmiah ini dengan mengutip atau kajian teori, jurnal, maupun studi pustaka analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

Studi literatur ini dimulai dengan menggunakan kata kunci di basis data yang berisi jurnal bahasa inggris dan bahasa indonesia yang relevan. Basis data yang digunakan adalah Google Cendekia dan AJR (*American Journal Radiologi*). Pencarian dibatasi untuk jurnal-jurnal yang dipublikasikan pada tahun 2010-2020 menggunakan kata kunci "*Patient Dose, Radiography, Exposure, Repeat Rate*" dan "*Reject Film Analysis, Reject Rate, X-ray Images*".

Jurnal-jurnal tersebut direduksi menggunakan kriteria tertentu. Kriteria yang digunakan dapat dibagi menjadi dua macam. Kriteria pertama adalah kelengkapan artikel dan bahasa. Artikel ilmiah atau jurnal yang dipilih adalah artikel yang diterbitkan dalam bahasa inggris. Kelengkapan jurnal dianggap utuh jika memuat judul, nama pengarang, penerbit,

abstrak, serta terdapat isi artikel yang lengkap hingga daftar pustaka. Kriteria adalah relevansi artikel yang dipilih adalah artikel yang membahas tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*. Berdasarkan kriteria pertama didapat hasil 13 artikel dan setelah dilakukan reduksi kembali berdasarkan kriteria kedua didapatkan hasil 5. Beberapa artikel memiliki banyak kesamaan mengenai informasi beberapa metode maupun tujuan yang dinyatakan secara berulang sehingga diperoleh data sangat kompleks dan belum sistematis, maka dilakukan reduksi kembali menjadi 2 jurnal yang relevan dengan studi ini. Beberapa kriteria kelayakan dan kriteria inklusi yang digunakan untuk mereduksi sumber literatur adalah sebagai berikut:

3.2.1 Kriteria Kelayakan

a. Kriteria Data

Kriteria data yang digunakan merupakan penelitian prospektif/retrospektif (penelitian observational).

b. Kriteria Analisis

Analisis yang dilakukan adalah untuk mengetahui standar analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* dan faktor-faktor penyebabnya.

c. Kriteria Hasil Data

Kriteria hasil data merupakan data yang menjelaskan tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

3.2.2 Kriteria Inklusi

- a. Jurnal dianggap relevan apabila dapat diakses utuh (memuat judul, nama pengarang, tahun terbit, penerbit, abstrak, serta terdapat isijurnal yang lengkap hingga daftar pustaka.
- b. Jurnal yang di dalamnya terdapat pembahasan tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, penulis melakukan pencarian dan pengumpulan bahan literatur dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan Sumber Pencarian Data

Penelitian studi literatur ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang bersumber dari basis data Google Cendekia dan AJR (*American Journal Radiologi*).

2. Melakukan Pencarian

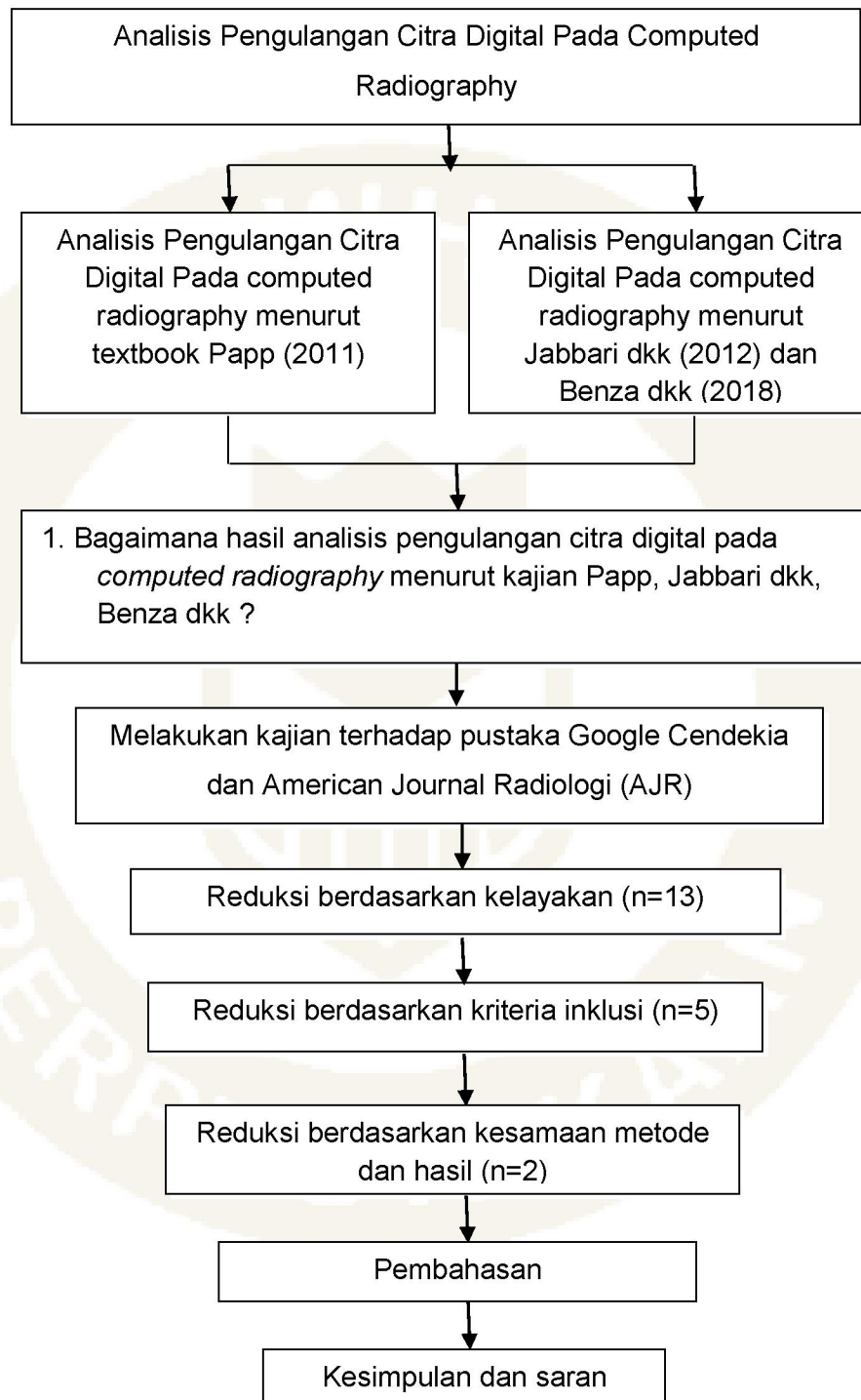
Penelitian studi literatur ini dilakukan dengan membatasi pencarian untuk jurnal-jurnal yang dipublikasikan pada tahun 2010-2020 dengan menggunakan kata kunci "*Patient Dose, Radiography, Exposure, Repeat Rate*, dengan Nomor ISSN Vol. 4 No.2" dan "*Reject Film Analysis, Reject Rate, X-ray Images* dengan nomor ISSN Vol. 56 No.1".

3. Pemilihan Literatur

Penelitian studi literatur ini dilakukan dengan pemilihan topik dari beberapa jurnal dan buku tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* yang telah dianggap relevan berdasarkan kriteria maka dikumpulkan untuk dijadikan landasan atau sumber data penelitian.

3.3 Alur Penelitian

Berikut ini merupakan gambar alur penelitian dalam Studi Literatur.



Gambar 3.1 Kerangka Alur Pengumpulan Data

3.4 Pengolahan Data dan Analisis Data

Peneliti mengumpulkan data dengan cara melakukan kajian terhadap beberapa pustaka yang terkait dengan tema tersebut. Data dari hasil reduksi berdasarkan kriteria tertentu yang sudah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan dan analisa sebagai berikut :

3.4.1 *Literature reviewing*(merangkum literatur)

Penelitian ini menggunakan beberapa jurnal dan buku (*textbook*) dengan berbagai macam metode, tujuan, dan hasil. Penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* dari beberapa jurnal yang berkaitan dengan tema tersebut maka penulis melakukan *review* dan merangkum jurnal-jurnal yang telah didapat sehingga tidak dapat dihindari terdapat beberapa metode maupun tujuan yang dinyatakan secara berulang sehingga diperoleh data sangat kompleks dan belum sistematis. Merangkum data merupakan bentuk analisis untuk mempertajam, memfokuskan, membuang, dan menyusun data ke arah pengambilan kesimpulan.

3.4.2 Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk tulisan berupa tabulasi maupun ringkasan jurnal dengan cara menganalisis hasil penelitian dari jurnal-jurnal yang dipakai untuk penelitian ini sehingga data-data penelitian tersebut dapat disajikan kepada khalayak umum dengan sangat mudah. Tujuan penyajian data adalah untuk menggabungkan informasi yang dikutip dari jurnal. Pada langkah ini peneliti berusaha menyusun data yang relevan sehingga menjadi informasi yang dapat disimpulkan dan memiliki makna.

3.4.3 Penarikan kesimpulan

Data yang didapatkan dari jurnal dan *textbook* yang berkaitan dengan tema tersebut kemudian penulis melakukan *review* dari data-data dalam jurnal dan *textbook* kemudian penulis mencari dan mengetahui akibat atau konklusi dari suatu eksperimen atau kejadian yang sudah dilakukan dan dapat ditarik kesimpulan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Seleksi Artikel

Penulis menggunakan jurnal dalam penelitian studi literatur ini yaitu berjumlah 2 jurnal yang terkait dengan analisis pengulangan citra digital pada *computed radiografi*. Data literatur diidentifikasi dari beberapa basis data seperti Google Cendekia dan *American Journal Radiologi*. Jurna-jurnal tersebut direduksi menggunakan kriteria tertentu. Kriteria yang digunakan dapat dibagi menjadi dua macam. Kriteria pertama adalah kelengkapan artikel dan bahasa. Artikel ilmiah atau jurnal yang dipilih adalah artikel yang diterbitkan dalam bahasa inggris. Kelengkapan jurnal dianggap utuh jika memuat judul, nama pengarang, penerbit, abstrak serta terdapat isi artikel lengkap hingga daftar pustaka. Kriteria kedua adalah relevansi artikel yang dipilih adalah artikel yang membahas tentang analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*. Berdasarkan kriteria pertama didapat hasil 13 artikel dan setelah dilakukan reduksi kembali berdasarkan kriteria kedua didapatkan hasil 5. Beberapa artikel memiliki banyak kesamaan mengenai informasi beberapa metode maupun tujuan yang dinyatakan secara berulang sehingga diperoleh data sangat kompleks dan belum sistematis, maka dilakukan reduksi kembali menjadi 2 jurnal yang relevan dengan studi ini yaitu jurnal penelitian Jabbari dkk (2012) dan jurnal penelitian Benza dkk (2018).

4.1.2 Deskripsi Jurnal

Berikut tabel 4.1 tentang deskripsi *textbook* dan jurnal-jurnal terkait dengan analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

Tabel 4.1 *Textbook* dan jurnal yang terkait dengan Analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*.

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian atau Temuan
Papp	2011	Quality Management In The Imaging Sciences	Untuk mengetahui besarnya angka persentase penolakan maupun pengulangan dan faktor-faktor penyebabnya dari pengulangan citra digital tersebut.	Metode analisis pengulangan dilakukan dengan mengisi lembar kerja disimpan dan dicatat. Selanjutnya menghitung gambar yang diulang dengan dengan setiap hari dan mencatatnya pada lembar kerja adalah metode metode termudah. Lembar kerja harus mencakup prosedur radiografi yang dilakukan di departemen bersama dengan kemungkinan penyebab pengulangan.	Persentase penolakan maupun pengulangan radiografi yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%$.
Jabbari dkk.	2012	Patient dose from radiographic rejects / repeats in radiology centers of urmia university of medical sciences.	Mengevaluasi tingkat penolakan / pengulangan radiografi dan untuk menentukan dosis pasien dari penolakan/ pengulangan radiografi di pusat radiologi urmia.	Metodologi Program Analisis Pengulangan (RAP) yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah <i>reject</i> dan <i>repeat</i> . Alasan utama penolakan dan pengulangan adalah salah satu dari enam parameter yang dikategorikan dalam enam kelompok yaitu : <i>overexposure</i> , <i>underexposure</i> , kesalahan posisi, pergerakan pasien, kesalahan processor dan lain-lain. Setelah menentukan alasan untuk pengulangan film dibandingkan dengan kategori yang	Penyebaran dari jumlah pasien yang diperiksa sebagai fungsi gender menunjukkan bahwa di ketiga rumah sakit, jumlah pasien pria dan wanita masing-masing total adalah 9.634 dan 7.403. Distribusi pasien

disebut diatas, angka-angka ini direkam pada formulir analisis pengulangan.

berdasarkan umur..
Jumlah total pemeriksaan di ketiga rumah sakit adalah 17.305 menggunakan 28.657 radiograf pada 16.421 pasien. Jumlah ini mencakup radiografi konvensional dan prosedur radiologi dengan media kontras, jumlah total pengulangan yaitu 2.065 gambar.

Benza dkk. 2018	The Cause of Reject Images in a Radiology Departement at a State Hospital in Windhoek Namibia.	Untuk mengidentifikasi penyebab penolakan gambar dan menghitung tingkat penolakan di departemen radiologi negara di Windhoek Namibia.	Menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, eksploratif, non-eksperimental, dan deskriptif, gambar penolakan yang diperoleh selama periode dua bulan diambil dari sistem computed radiography. Gambar-gambar tersebut kemudian dinilai untuk mengidentifikasi alasan penolakan dan tingkat penolakan dihitung di departemen radiologi rumah sakit negeri pendidikan di Windhoek, Namibia. Peneliti mengizin untuk melakukan studi diperoleh dari Kementerian Kesehatan dan Layanan Sosial Namibia serta radiografer utama departemen radiologi. Data diambil dari NX Viewer, tipe 8700 SU1 (build	Dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan sebesar 8%. Positioning (63%), exposure (24,9%), gridlines (1,7%), collimation (2,2%), tidak adanya penanda anatomi (2,8%), dan artefak (5,5%), diidentifikasi sebagai penyebab
-----------------	--	---	--	--

9.0.1813) sistem (Agfahealthcare N.V. Septesstraat 27, 2640 Mortsel Belgium), sistem dengan perangkat lunak pelacakan penolakan yang melekat yang memungkinkan ahli radiografi untuk menunjukkan alasan penolakan gambar, serta mengidentifikasi siapa yang menolak gambar. Semua gambar penolakan diambil dari sistem komputer selama periode penelitian setiap minggu..

penolakan citra. Radiografi chest dan skull memiliki tingkat penolakan tertinggi masing-masing sebesar 48,1% dan 9,9%.

Berdasarkan tabel 4.1 penulis melakukan kajian terhadap tiga pustaka yaitu satu *textbook* dan dua jurnal internasional mengenai analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*. Penulis menemukan perbedaan yang signifikan dalam metode penelitian yang digunakan dalam ketiga pustaka tersebut. Menurut *textbook* Papp (2011) tujuan dari pustaka ini adalah untuk mengetahui besarnya angka persentase penolakan maupun pengulangan dan faktor-faktor penyebabnya dari pengulangan citra digital tersebut. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis pengulangan dilakukan dengan mengisi lembar kerja disimpan dan dicatat. Selanjutnya menghitung gambar yang diulang dengan dengan setiap hari dan mencatatnya pada lembar kerja adalah metode metode termudah. Lembar kerja harus mencakup prosedur radiografi yang dilakukan di departemen bersama dengan kemungkinan penyebab pengulangan. Hasil dari pustaka ini adalah persentase penolakan maupun pengulangan radiografi yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%$.

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Jabbari dkk (2012) dengan judul "*Patient dose from radiographic rejects/repeats in radiology centers of urmia university of medical sciences*" tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi tingkat penolakan/pengulangan radiografi dan untuk menentukan dosis pasien dari penolakan/pengulangan radiografi di pusat radiologi urmia.

Metode penelitian yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah *reject* dan *repeat*. Alasan utama penolakan dan pengulangan adalah salah satu dari enam parameter yang dikategorikan dalam enam kelompok yaitu : *overexposure*, *underexposure*, kesalahan posisi, pergerakan pasien,

kesalahan processor dan lain-lain. Setelah menentukan alasan untuk pengulangan film dibandingkan dengan kategori yang disebut diatas, angka-angka ini direkam pada formulir analisis pengulangan. Hasil dari penelitian ini adalah penyebaran dari jumlah pasien yang diperiksa sebagai fungsi gender menunjukkan bahwa di ketiga rumah sakit, jumlah pasien pria dan wanita masing-masing total adalah 9.634 dan 7.403. Jumlah total pemeriksaan di ketiga rumah sakit adalah 17.305 menggunakan 28.657 radiograf pada 16.421 pasien. Jumlah ini mencakup radiografi konvensional dan prosedur radiologi dengan media kontras, jumlah total pengulangan adalah 2.065 di antaranya 263 adalah untuk *upper limb investigation*, 297 untuk *lower limb*, 189 untuk *skull*, 312 untuk *spine/tulang belakang*, 74 untuk *pelvis*, 618 untuk *thorax*, 70 untuk *plain abdomen*, 169 untuk radiografi gastrointestinal dan 46 untuk *intravenous radiography*. Tingkat pengulangan tertinggi dan terendah adalah *pelvis* dan *upper limb* yaitu 14,01% dan 4, 17%, rata-rata pengulangan di tiga rumah sakit adalah 7,20% dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pengulangan cukup besar.

Berdasarkan jurnal kedua yang ditulis oleh Benza dkk (2018) dengan judul "*The Cause of Reject Images in a Radiology Department at a State Hospital in Windhoek Namibia*" tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengidentifikasi penyebab penolakan gambar dan menghitung tingkat penolakan di departemen radiologi negara Windhoek Namibia.

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, eksploratif, non-eksperimental, dan deskriptif, gambar penolakan yang diperoleh selama periode dua bulan diambil dari sistem computed radiography. Gambar-

gambar tersebut kemudian dinilai untuk mengidentifikasi alasan penolakan dan tingkat penolakan dihitung di departemen radiologi rumah sakit negeri pendidikan di Windhoek, Namibia. Peneliti mengizinkan untuk melakukan studi diperoleh dari Kementerian Kesehatan dan Layanan Sosial Namibia serta radiografer utama departemen radiologi. Semua gambar penolakan diambil dari sistem komputer selama periode penelitian setiap minggu. Gambar yang ditolak kemudian dikelompokkan sebagai dilakukan oleh siswa atau radiografer. Area anatomi yang dicitrakan, serta alasan penolakan juga dicatat. Hasil penelitian ini adalah dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan sebesar 8%. Ketiga pustaka memiliki persamaan yaitu sama-sama mengetahui standar analisis pengulangan dan faktor-faktor penyebabnya, akan tetapi tujuan penelitian, serta metode penelitian dan hasil penelitian yang digunakan setiap pustaka berbeda.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan kajian terhadap tiga pustaka yaitu satu *textbook* dan dua jurnal internasional mengenai analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* maka penulis akan membahas sebagai berikut:

Menurut KMK., (2008) standar pengulangan di Keputusan Menteri Kesehatan nomor: 129/Menkes/SK/II/2008 tentang standar minimal Rumah Sakit yaitu $\leq 2\%$. Analisis pengulangan dilakukan 3 bulan sekali dan dengan frekuensi pengumpulan data yaitu 1 bulan sekali.

Menurut *Textbook* Papp (2011) Analisis pengulangan merupakan suatu proses yang sistematis untuk mendata gambar-gambar yang ditolak atau diulang dan menentukan penyebab pengulangan sehingga

pengulangan gambar dapat diminimalkan dan dosis pasienpun menjadi lebih rendah. Pengulangan foto terjadi akibat radiografi tidak dapat menegaskan diagnosa dikarenakan objek tidak sesuai dan tidak terlihat. Persentase penolakan maupun pengulangan radiografi yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%-6\%$. Hal ini dilakukan karena dengan angka *repeat* kecil maka dapat diketahui bahwa pelayanan yang diberikan kepada pasien menjadi lebih cepat dan dosis yang diterima pasien juga lebih sedikit. Keuntungan dari angka pengulangan yang rendah adalah meningkatkan efektifitas, menurunkan pengeluaran dan dosis pasien dapat rendah. Faktor-faktor yang menyebabkan penolakan maupun pengulangan yaitu, *Positioning*, *Overexposed*, *Underexposed*, *Motion*, Artefak, dan Faktor Lainnya.

Analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* menurut jurnal yang ditulis Jabbari dkk (2012), mengenai evaluasi tingkat penolakan dan pengulangan di tiga rumah sakit, masing-masing persentase penolakan dan pengulangan yaitu $\leq 5\%-10\%$. Faktor-faktor yang menyebabkan penolakan dan pengulangan yaitu karena *exposure* (54%) dan *positioning* (18%), tingkat pengulangan radiografi tertinggi dan terendah adalah untuk pelvis 14,01 %, dan untuk ekstremitas atas masing-masing 4,17%.

Menurut penulis, analisis pengulangan terhadap penelitian Jabbari dkk (2012) terdapat perbedaan dengan KMK 2008. Perbedaan yang terletak pada standar analisis pengulangan yaitu $\leq 5\%-10\%$. Perbedaan selanjutnya terletak pada faktor-faktor yang menyebabkan penolakan dan pengulangan yaitu karena *underexposure* (26.5%), *overexposure* (28%), *position fault* (17%), *patient motion* (8.5%), *processing fault* (9%), dan *others* (11%). Sedangkan menurut KMK (2008) analisis pengulangan yang diperbolehkan adalah $\leq 2\%$.

Jurnal kedua yang ditulis oleh Benza dkk (2018) Standar pengulangan citra digital pada *computed radiography* yang diperbolehkan dari IAEA yaitu $\leq 5-10\%$, menurut penulis tidak sesuai dengan keppres no. 129 tahun 2008 yang mengatakan bahwa tingkat pengulangan citra digital yang diperbolehkan yaitu $\leq 2\%$. Faktor-faktor yang menyebabkan pengulangan citra digital menurut Benza dkk (2018) dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan sebesar 8%. *Positioning* (63%), *exposure* (24,9%), *gridlines* (1,7%), *collimation* (2,2%), tidak adanya penanda anatomi (2,8%), dan *artefak* (5,5%).

Menurut penulis dua jurnal literatur standar pengulangan rumah sakit di Indonesia menggunakan peraturan KepMenKes No. 129 tahun 2008 minimal $\leq 2\%$ dan dua *textbook*, standar pengulangan di luar negeri menggunakan peraturan berbeda-beda, contoh Jeffrey Papp 4%-6%, Jabbari dkk 5%-10% dan Benza dkk 5%-10%.

Saran dari penulis terkait analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*, dari satu *textbook* dan dua jurnal internasional yang penulis *review*, diperoleh persentase pengulangan selama 3 bulan terlampau melebihi batas yang diperbolehkan yaitu $\leq 2\%$, akan tetapi pihak radiologi harus bisa mengurangi penolakan dan pengulangan pada faktor eksposi agar presentase yang di hasilkan bisa sesuai dengan peraturan keppres no. 129 tahun 2008 dengan standar pengulangan $\leq 2\%$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tiga kajian teoritis yang penulis *review*, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* sebagai berikut:

5.1.1 Analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography* dari ketiga pustaka yang mendukung teori Papp (2011) ialah jurnal yang ditulis oleh Jabbari dkk (2012) Menurut *textbook* Papp (2011), persentase penolakan maupun pengulangan radiografi yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%$. Menurut jurnal yang ditulis Jabbari dkk (2012), mengenai evaluasi tingkat penolakan dan pengulangan di tiga rumah sakit Namibia, masing-masing persentase penolakan dan pengulangan yaitu 7,20%. Faktor-faktor yang menyebabkan penolakan dan pengulangan yaitu karena Position fault, Overexposure, Underexposure, Patient Motion, Processing Fault dan Others. Menurut Benza dkk (2018) yaitu: standar pengulangan yang diperbolehkan dari IAEA adalah $\leq 5-10\%$. Faktor-faktor yang menyebabkan pengulangan citra digital yaitu: dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan sebesar 8%. *Positioning* (63%), *exposure* (24,9%), *gridlines* (1,7%), *collimation* (2,2%), tidak adanya penanda anatomi (2,8%), dan *artefak* (5,5%), diidentifikasi sebagai penyebab penolakan citra. Radiografi *chest* dan *Skull*

memiliki tingkat penolakan tertinggi masing-masing sebesar 48,1% dan 9,9%.

5.1.4 Kedua jurnal internasional tersebut, terdapat beberapa persamaan dan perbedaan. Persamaan kedua jurnal sama-sama mengetahui tingkat penolakan dan pengulangan citra digital sebagai tujuan dari penelitian. Perbedaannya yaitu dari standar pengulangan dan penentuan faktor-faktor penyebab pengulangan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut :

Analisis pengulangan citra digital pada *computed radiography*, dari satu *textbook* dan dua jurnal internasional yang penulis *review*, diperoleh presentase pengulangan selama 3 bulan terlampau melebihi batas yang diperbolehkan yaitu $\leq 2\%$, akan tetapi pihak radiologi harus bisa mengurangi penolakan dan pengulangan pada faktor eksposi agar presentase yang di hasilkan bisa sesuai dengan peraturan kepmenkes no. 129 tahun 2008 dengan standar pengulangan ≤ 2 .

DAFTAR PUSTAKA

- BAPETEN, 2011. *Keselamatan Radiasi*. Dipetik 09 08, 2018, dari DEPKUMHAM: www.djpp.depkumham.go.id.
- Bushong C, Stewart, 2013. *Radiologic Science For Technologists*. Tenth Edition. St. Louis Mosby.
- Benza dkk, 2018. *The Causes Of Reject Images In A Radiology Department At A State Hospital In Windhoek*. University Of Namibia.
- Efraim A.E Metboki, 2015. Analisis Pengulangan Citra Digital Dengan Penggunaan *Computed Radiography* di Instalasi Radiologi RSUD Bendan Kota Pekalongan.
- Jones, A. Kylie, and Co, 2015. *Orgoing Quality Control in Digital Radiography : Report of AAPM Imaging Physics Comite Task Group 151*. Houston, Texas : American Association of Physists in Medicine.
- Jabbari dkk, 2012. *Patient Dose From Radiographic Rejects/Repeats In Radiology Centers Of Urmia University Of Medical Sciences*.
- Llyod, peter J, 2001. *Quality Assurance Workbook for Radiographer and Radiological Technologist, of Lecture (retired)*. School of Medical Radiation :University of South Australia.
- Manderi, Meylanny Junita, 2019. *Analisis Pengulangan Citra Digital Dengan Modalitas Computed Radiography di Instalasi Radiologi Rumah Sakit RSUD Bendan Pekalongan*.
- Papp, Jeffrey, 2011. *Quality Management in The Imaging Sciences*. Fourth Edition. St Louis : Mobsy.
- Puspita, Mega Indah. Dan Rosidah Siti, 2019 . *Penyusunan Karya Tulis Ilmiah*. Semarang
- Rahmayani Resti, 2015. *Pengaruh Retake Radiografi Terhadap Cost Unit di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Panti Nugroho Yogyakarta*.
- Republik Indonesia, 2008. *Keputusan Menteri Kesehatan No 129/Menkes/Sk/II/2008 Tentang Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit*.
- Republik Indonesia, 2008. *Keputusan Menteri Kesehatan No. 1014/Menkes Sk/II/2008 Tentang Standar Pelayanan Radiologi Diagnostik Di Sarana Pelayanan Kesehatan*.
- Republik Indonesia, 2008. *Keputusan Menteri Kesehatan. No 1250/Menkes/Sk/II/2008. Keselamatan Pelayanan Radiodiagnostik*

Ritu dkk, 2017. *Comparative Analysis of Computed Radiography and Direct Digital Radiography Imaging and Their Artifacts*. India.

Shetty, M. Chandrakant, 2011. *Computed Radiography Image Artifacts Revisited*. Karnataka. India.

Sugiyono, 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Alfabeta : Bandung

Suharsimi Arikunto, 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. PT RINEKA CIPTA . Jakarta.

World Health Organization (WHO), 2013. *Quality Assurance in Diagnostic Radiology*, 1984, P.13. Geneva.



DAFTAR ISTILAH

Artefak	Benda asing
<i>Computed Radiography</i>	<i>Computed Radiography</i> adalah metode akuisisi citra digital yang digunakan dalam radiografi diagnostik umum.
<i>Fluoroscopy</i>	Pemeriksaan penunjang dalam bidang diagnostik.
<i>Overexpose</i>	Densitas tinggi
Panoramic	Pemeriksaan penunjang dalam bidang diagnostik.
<i>Reject Film Analysis</i>	RFA adalah untuk memberikan informasi yang relevan yang akan mengurangi biaya dan paparan radiasi bagi pasien dan personel.
<i>Repeat Analysis</i>	merupakan suatu proses yang sistematis untuk mendata gambar-gambar yang ditolak atau diulang dan menentukan penyebab pengulangan sehingga pengulangan gambar dapat diminimalkan dan dosis pasien pun menjadi lebih rendah.
<i>Ultrasonography</i>	Pemeriksaan penunjang dalam bidang diagnostik.
<i>Underexpose</i>	Desitas rendah

DAFTAR LAMPIRAN
FORM HASIL EKSTRAKSI

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian atau Temuan
Papp	2011	Quality Management In The Imaging Sciences	Untuk mengetahui besarnya angka persentase penolakan maupun pengulangan dan faktor-faktor penyebabnya dari pengulangan citra digital tersebut.	Metode analisis pengulangan dilakukan dengan mengisi lembar kerja disimpan dan dicatat. Selanjutnya menghitung gambar yang diulang dengan dengan setiap hari dan mencatatnya pada lembar kerja adalah metode metode termudah. Lembar kerja harus mencakup prosedur radiografi yang dilakukan di departemen bersama dengan kemungkinan penyebab pengulangan.	Persentase penolakan maupun pengulangan radiografi yang diperbolehkan adalah sebesar $\leq 4\%$.
Jabbari dkk.	2012	Patient dose from radiographic rejects / repeats in radiology centers of urmia university of medical sciences.	Mengevaluasi tingkat penolakan / pengulangan radiografi dan untuk menentukan dosis pasien dari penolakan/ pengulangan radiografi di pusat radiologi urmia.	Metodologi Program Analisis Pengulangan (RAP) yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah <i>reject</i> dan <i>repeat</i> . Alasan utama penolakan dan pengulangan adalah salah satu dari enam parameter yang dikategorikan dalam enam kelompok yaitu : <i>overexposure</i> , <i>underexposure</i> , kesalahan posisi, pergerakan pasien, kesalahan processor dan lain-lain. Setelah menentukan alasan untuk pengulangan film dibandingkan dengan kategori yang disebut diatas, angka-angka ini direkam pada formulir analisis pengulangan.	Penyebaran dari jumlah pasien yang diperiksa sebagai fungsi gender menunjukkan bahwa di ketiga rumah sakit, jumlah pasien pria dan wanita masing-masing total adalah 9.634 dan 7.403. Distribusi pasien berdasarkan umur.. Jumlah total pemeriksaan di ketiga rumah sakit

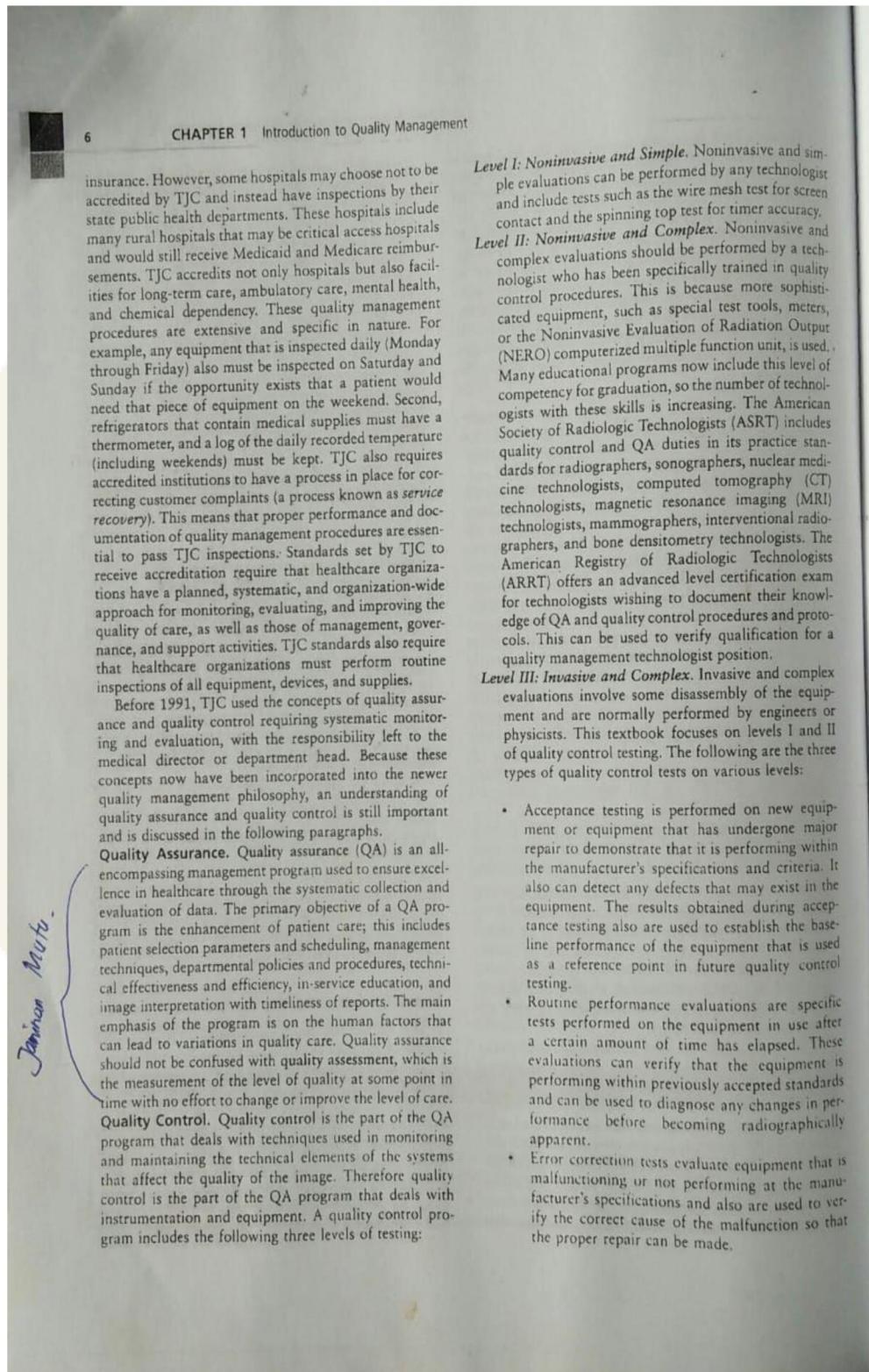
adalah 17.305 menggunakan 28.657 radiograf pada 16.421 pasien. Jumlah ini mencakup radiografi konvensional dan prosedur radiologi dengan media kontras, jumlah total pengulangan yaitu 2.065 gambar.

Benza dkk. 2018	The Cause of Reject Images in a Radiology Departement at a State Hospital in Windhoek Namibia.	Untuk mengidentifikasi penyebab penolakan gambar dan menghitung tingkat penolakan di departemen radiologi negara di Windhoek Namibia.	Menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, eksploratif, non-eksperimental, dan deskriptif, gambar penolakan yang diperoleh selama periode dua bulan diambil dari sistem computed radiography. Gambar-gambar tersebut kemudian dinilai untuk mengidentifikasi alasan penolakan dan tingkat penolakan dihitung di departemen radiologi rumah sakit negeri pendidikan di Windhoek, Namibia. Peneliti mengizin untuk melakukan studi diperoleh dari Kementerian Kesehatan dan Layanan Sosial Namibia serta radiografer utama departemen radiologi. Data diambil dari NX Viewer, tipe 8700 SU1 (build 9.0.1813) sistem (Agfahealthcare N.V. Septesstraat 27, 2640 Mortsel Belgium), sistem dengan perangkat lunak pelacakan penolakan yang melekat yang	Dari 2258 gambar yang ditinjau, 181 gambar ditolak, menghasilkan tingkat penolakan departemen secara keseluruhan sebesar 8%. Positioning (63%), exposure (24,9%), gridlines (1,7%), collimation (2,2%), tidak adanya penanda anatomi (2,8%), dan artefak (5,5%), diidentifikasi sebagai penyebab penolakan citra. Radiografi chest dan skull memiliki tingkat penolakan tertinggi
-----------------	--	---	--	---



memungkinkan ahli radiografi untuk menunjukkan alasan penolakan gambar, serta mengidentifikasi siapa yang menolak gambar. Semua gambar penolakan diambil dari sistem komputer selama periode penelitian setiap minggu.. masing-masing sebesar 48,1% dan 9,9%.

1. Textbook Jeffrey Papp (2011) dengan judul *Quality Management In The Imaging Sciences*.



CHAPTER 10

Outcomes Assessment of Radiographic Images

KEY TERMS

accuracy	negative predictive value	repeat analysis
artifacts	positive predictive value	reticulation marks
chatter	prevalence	sensitivity
histogram error	receiver operator characteristic curve	specificity

OBJECTIVES

At the completion of this chapter the reader should be able to do the following:

- Explain the importance of repeat analysis studies in quality management
- Determine the causal repeat rate of a diagnostic imaging department
- Determine the total repeat rate of a diagnostic imaging department
- Identify artifacts that may appear in radiographic images
- Explain the corrective action required for elimination of the appearance of image artifacts
- Explain the difference between the concepts of accuracy, sensitivity, and specificity

OUTLINE

Repeat Analysis 169	Wet-Pressure	Age Fog 176
Advantages 169	Sensitization 174	Safelight Fog 177
Improved Department	Hyporetention 174	Radiation Fog 177
Efficiency 169	Insufficient Optical	Pressure Marks 177
Lower Department Costs 169	Density 174	Static 177
Lower Patient Doses 169	Excessive Optical	Crescent or Crinkle
Causal Repeat Rate 169	Density 174	Marks 177
Total Repeat Rate 170	Exposure Artifacts 175	Scratches 177
Artifact Analysis 170	Motion 175	Cassette Marks 177
Film/Screen Radiography 170	Patient Artifacts 175	Computed Radiography and
Processing Artifacts 170	Improper Optical	Digital Radiography
Emulsion Pickoff 170	Density 175	Artifacts 177
Gelatin Buildup 172	Improper Patient Position or	Heat Blur 178
Curtain Effect 172	Missing Anatomy of	Improper Image
Chemical Fog 172	Interest 175	Brightness 178
Guide Shoe Marks 172	Quantum Mottle 175	Quantum Mottle 178
Pi Lines 172	Poor Film-to-Screen	Defects in the Imaging
Chatter 173	Contact 175	Plate 178
Dichroic Stain 173	Double Exposure 175	Phantom Image
Reticulation Marks 173	Grid Artifacts 175	Artifact 178
Streaking 173	Handling and Storage	Increased Sensitivity to
Hesitation Marks 173	Artifacts 176	Scatter 178
Water Spots 174	Light Fog 176	Double Exposure 179

Computed Radiography	
Scanner Malfunction	179
Foreign Objects	179
Halo Artifacts	179
Printer Errors	179

Diagnostic Performance	
Measurement	180
Accuracy	182
Sensitivity	182
Specificity	182

Positive Predictive Value	182
Negative Predictive Value	182
Receiver Operator Characteristic	183
Curve	183
Summary	183

The desired outcome of a diagnostic x-ray study is the creation of an acceptable diagnostic image, a correct diagnosis by the interpreting physician, and the satisfaction of all internal and external customers (e.g., the patient, referring physician, and third-party payer). Most of the material in the previous chapters has involved a discussion of quality control testing to ensure that the equipment delivers optimal image quality. However, quality control testing can only minimize the risk of obtaining subquality images but cannot prevent them entirely; therefore, a quality management program also must include looking at the final outcome of a diagnostic x-ray procedure (e.g., image quality and correct diagnosis) and determining the quality of the outcome to see if further improvement can be achieved. Steps involved in this outcome assessment include a repeat analysis of images (to avoid future repeats); an artifact analysis of images (to identify the cause and prevent future occurrence); and an accuracy, sensitivity, and specificity analysis of the diagnosis (to measure the combination of image quality and correct diagnosis of the interpreting physician).

REPEAT ANALYSIS

An important aspect of a quality management program is a retake, or repeat analysis, procedure. This is a systematic process of cataloging rejected images and determining the nature of the repeat so that repeat images can be minimized or eliminated in the future. Repeat analysis provides important data about equipment and accessory performance, departmental procedures, and the skill level of the technical staff. With this knowledge, solutions can be found to minimize repeats and also document the effectiveness (or lack thereof) of quality control and quality assurance protocols. Even departments that have switched to digital imaging can benefit greatly by using a repeat analysis program.

Advantages

The main advantages of lower department repeat rates are improved department efficiency, lower department costs, and lower patient doses.

Improved Department Efficiency. With the number of repeats kept low, the amount of time that patients must spend undergoing diagnostic procedures decreases. This increases patient (customer) satisfaction and allows the department to service more patients in the same period.

Lower Department Costs. When the number of repeat images is reduced, the costs associated with film, processing, labor, and depreciation of the equipment decrease significantly. Studies by the Food and Drug Administration (FDA) estimate the average cost of a repeat radiograph in a film/screen department to be about \$25 per image (on the basis of a 14- × 17-inch sheet of film at a unit cost of \$2) when the previously mentioned factors are considered. If a diagnostic imaging department averages 20 repeats per day for 1 year, the department wastes more than \$182,000 (which would pay the annual salaries of six technologists or equip an x-ray room with a new x-ray tube and generator). Film and processing costs are considerably less in digital departments, but labor and depreciation of equipment costs are still significantly reduced with a lower repeat rate.

Lower Patient Doses. A diagnostic image that is unacceptable results in the repeat of that particular view, which means that the patient must be re-exposed to ionizing radiation. As an example, a lumbar spine series performed on a 200-speed imaging system yields an entrance skin exposure of approximately 600 millirad (6 milligray [mGy]). A repeat of this study would obviously double this amount of radiation.

Causal Repeat Rate

In repeat analysis studies performed on departments without quality control procedures for the darkroom, processor, and equipment, 75% of all repeats were caused by improper optical density of the radiographic images. With quality control protocols in place, studies have demonstrated that most repeats are results of positioning errors. Digital departments with quality control procedures also show positioning errors as the number one cause of repeat exposures. Table 10-1 indicates

TABLE 10-1 Nationwide Averages of Repeat Causes for Departments with Quality Control Procedures

Category	% Repeat
Positioning	35
Overexposure	15
Miscellaneous (e.g., artifacts)	14
Underexposure	13
Patient motion	9
Mechanical problems	8
Darkrooms	6

nationwide averages of repeat causes for departments with quality control procedures.

For a repeat analysis study to be done, a worksheet such as the one included in Figure 10-1 (for film/screen departments) or Figure 10-2 (for CR or DR departments) should be used so that the proper statistical information is obtained and recorded. Because reject film images are saved for silver reclamation purposes in film/screen departments, sorting them daily and recording the data on the worksheet are the easiest methods. In digital departments, the database of many CR and DR systems can be accessed to yield repeat analysis data. Most departments tabulate the data monthly to obtain a large enough statistical sample (at least 250 patients) for reliability. It is recommended that the same individual be responsible for performing the analysis, as image viewer differences can affect the outcome of the repeat analysis study. The worksheet should include the radiographic procedures performed in the department, along with the possible causes of rejection such as positioning, overexposure, underexposure, motion, artifacts, and miscellaneous causes. Once the data have been recorded for the specified period, the causal repeat rate and the total department rate should be determined. The causal repeat rate is the percentage of repeats from a specific cause such as positioning error or technique error and is calculated with the following equation:

$$\text{Causal Repeat Rate} = \frac{\text{Number of repeats for a specific cause}}{\text{Total number of repeats}} \times 100$$

For example, if a radiology department has a total of 185 repeat images during a 1-month period and 67 of the 185 are the result of positioning errors, then the percent of repeats caused by positioning error is 36%. Many radiology information systems (RIS's) can calculate the causal repeat rate when department staff enter the number and cause of repeat images into the system.

Total Repeat Rate

The total department repeat rate is determined with the following equation:

$$\text{Total repeat rate} = \frac{\text{Number of repeat images}}{\text{Total number of views taken}} \times 100$$

For example, if a department performs a total of 1160 views during a 1-month period and 132 are rejected and must be repeated, then the total department repeat rate is 11.4%. Some automatic film processors have a counting device recording the total number of images processed that can be used as the total number of views taken in the equation (most CR and DR systems have software that can access the total number of images processed during a given period of time to obtain the same information). Many factors influence this rate,

such as the quality of the equipment, the competence of the technical staff, the patient population, data collection method, shift (weekend, evening, or day shift), and the number of images accepted by radiologists to diagnose.

Data from the repeat analysis are used to identify which of these factors is a major contributor to the overall repeat rate. If a particular piece of equipment is often identified as being at fault for repeat images, data from the repeat analysis can be used to justify repair or replacement costs. If certain employees demonstrate an abnormally high number of repeats, additional in-service education or other corrective action can be used to help alleviate the problem. *Repeat rates for radiographic procedures should not exceed 4% to 6% and should be less than 5% for mammographic procedures. Mammographic repeat rates cannot change by more than $\pm 2\%$ each quarter.* However, this may not be practical in all departments, when the amount of variation that may be present in imaging equipment, technologist experience level, institutional image quality acceptance standards, and patient population is considered. Any departments with repeat rates exceeding 10% to 12% should be examined seriously because these departments are inefficient and contribute to a high patient dose.

ARTIFACT ANALYSIS

One cause of rejected images listed in the repeat analysis worksheet is the presence of image artifacts. An artifact is anything on a finished radiograph that is not part of the patient's anatomy. Artifacts can contribute significantly to the total repeat rate; therefore, a thorough knowledge of artifacts and their possible causes is necessary so that corrective action can be taken.

Film/Screen Radiography

Image artifacts found in film/screen radiography can be placed into one of three categories: processing artifacts, exposure artifacts, and handling and storage artifacts.

Processing Artifacts

Processing artifacts are caused by or occur during the processing of diagnostic images.

Emulsion Pickoff. In emulsion pickoff, the emulsion is removed from or "picked off" of the film base. This occurs when two images are stuck together before or during processing and then pulled apart afterward. It also occurs with single sheets of film that are processed in underreplenished developer that results in glutaraldehyde failure. Since glutaraldehyde is the weak hardener added to the developer solution that keeps the film from sticking to the rollers, failure of this ingredient will cause the emulsion to be removed from the film and deposited on the rollers.



FIGURE 10-10 Wet-pressure sensitization.

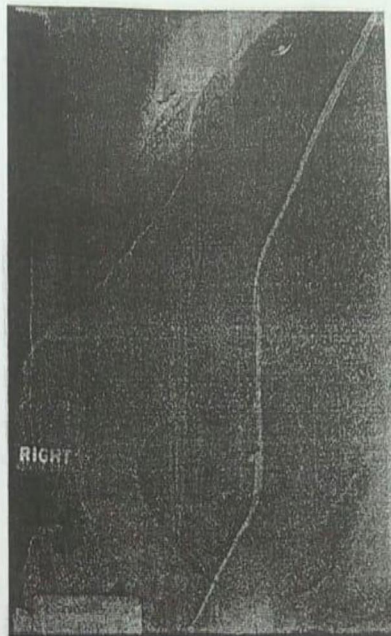


FIGURE 10-11 Hyporetention.

Exposure Artifacts

Exposure artifacts are caused by the patient, the technologist, or the equipment during a diagnostic procedure.

Motion. A motion artifact is a blurring of the image caused by the motion of the patient, x-ray source, or image receptor. This results in a significant loss of recorded detail. Patient motion can be reduced with short exposure time, immobilization, and proper instructions to the patient.

Patient Artifacts. Patient artifacts are caused by items that can be either on or within the patient when a diagnostic procedure is performed. Examples of patient artifacts include buttons, snaps, necklaces, earrings, hairpins, wet hair, and body piercing jewelry.

Improper Optical Density. Improper selection of technical factors by the technologist or improper cell selection with automatic exposure control results in improper optical density.

Improper Patient Position or Missing Anatomy of Interest. Improper patient position or missing anatomy of interest is the result of improper patient, x-ray, or image receptor position by the technologist or improper collimation, which can clip the anatomy of interest.

Quantum Mottle. Quantum mottle is a blotchy appearance in a radiograph that is caused by statistical variations in the number of x-ray photons covering a specific area. This is usually present when low milliamperere-second (mAs) exposure factors (<2 mAs) are used. This can occur with film/screen radiography, computed radiography (CR), digital radiography (DR), fluoroscopy, computed tomography, and nuclear medicine imaging.

Poor Film-to-Screen Contact. Poor film-to-screen contact results in localized blurring of the radiographic image, which also may demonstrate slightly increased optical density in these regions.

Double Exposure. Double exposure occurs when an image receptor is exposed more than once before the image is processed.

Grid Artifacts. Improper use of a grid causes grid artifacts, which include grid lines, grid cutoff, and moiré effect.

Grid Lines. Grid lines are shadows of the lead strips that appear on the resulting image and are caused by failure of the grid to move during the exposure, improper grid-focusing distance, improper angulation of the central ray with respect to the grid lines, or improper centering (Fig. 10-12).



FIGURE 10-19 Artifact caused by scratches on a CR image plate. (Courtesy of Janet Petersen, Elmhurst Memorial Hospital, Elmhurst, IL.)

radiation) can cause a decrease in image contrast that postprocessing software may not be able to correct.

Double Exposure. As with film/screen image receptors, CR imaging plates can be double exposed, leading to both images being lost because data are entered during preprocessing functions (Fig. 10-21).

Computed Radiography Scanner Malfunction. CR scanner malfunction can cause skipped scan lines, missing pixels, and distorted images (Fig. 10-22). These also can be caused by memory problems, digitization problems, or communication errors. Dust and debris also can collect on the rotating polygonal mirror or light collection optics in the IRD. Lasers also have a limited life and must be replaced periodically.

Foreign Objects. Dirt and debris can find their way to CR image plates and DR flat panels, causing light-colored specks similar to those that occur with dirty intensifying screens in film/screen radiography (Fig. 10-23).

Halo Artifacts. Halo artifacts appear as dark bands at the interfaces of structures that differ widely in brightness level such as barium examinations or metal prosthesis.

Printer Errors. Both CR and DR systems rely on dry laser printers to produce hard copies of images. Even though these devices are generally more reliable than wet film processors, they are still subject to problems including incorrect density calibration, light leaks, transport problems, and laser misalignment. These can lead to artifacts such as shading, which results in dark areas

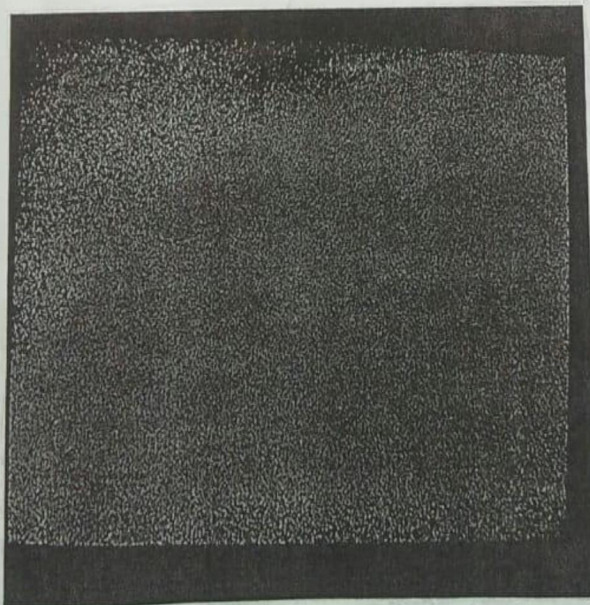
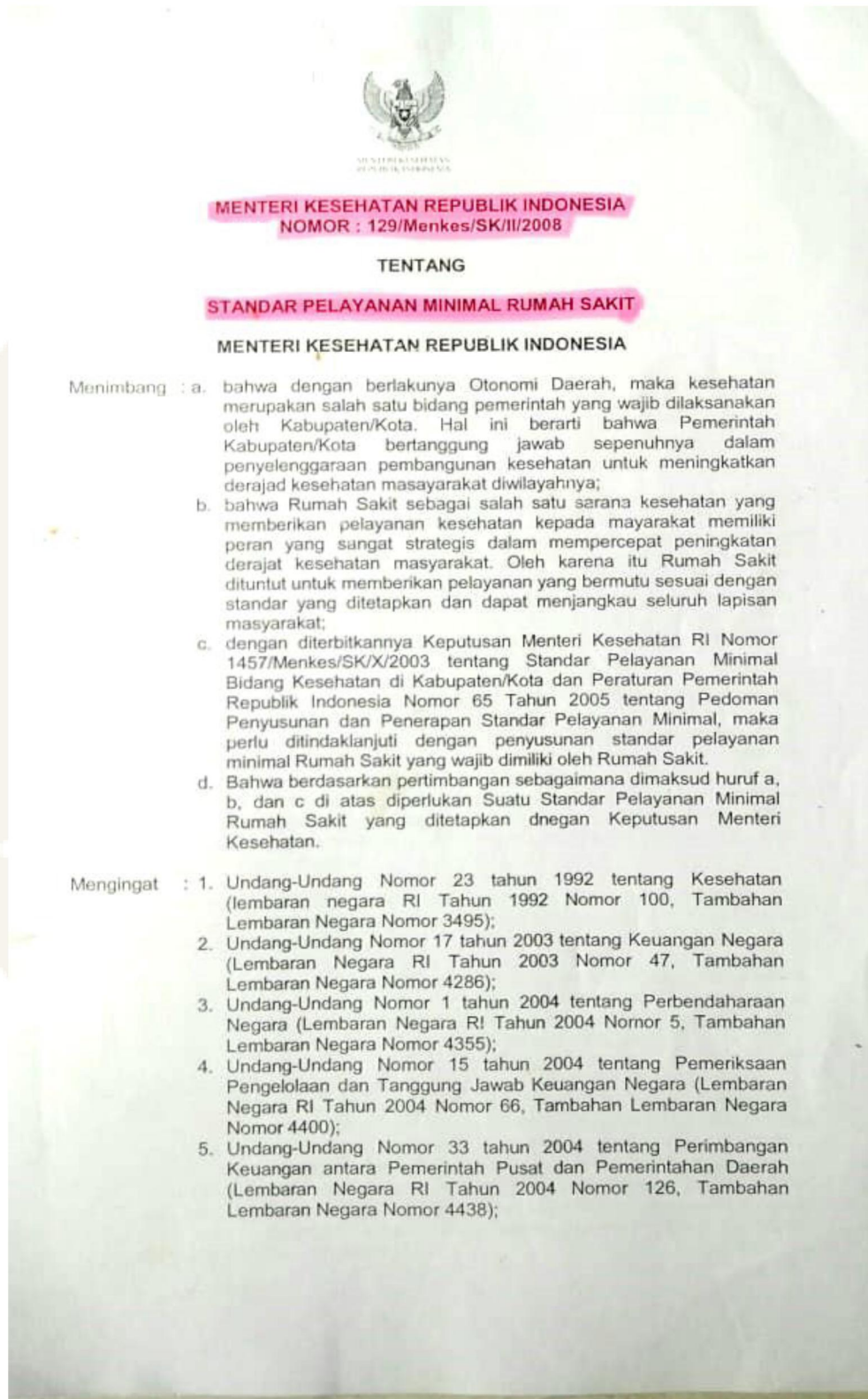


FIGURE 10-20 Phantom image caused by incomplete erasure of CR imaging plate. (Courtesy of Janet Petersen, Elmhurst Memorial Hospital, Elmhurst, IL.)

2. Lampiran 3 Kemenkes No. 129 Tahun 2008 Tentang Standar Pelayanan Minimal Radiologi.



VII. RADIOLOGI

1. Waktu tunggu hasil pelayanan thorax foto

Judul	Waktu tunggu hasil pelayanan thorax foto
Dimensi mutu	Efektifitas, kesinambungan pelayanan, efisiensi
Tujuan	Tergambarnya kecepatan pelayanan radiologi
Definisi operasional	Waktu tunggu hasil pelayanan thorax foto adalah tenggang waktu mulai pasien di foto sampai dengan menerima hasil yang sudah diekspertisi
Frekuensi pengumpulan data	1 bulan
Periode analisis	3 bulan
Numerator	Jumlah kumulatif waktu tunggu hasil pelayanan thorax foto dalam satu bulan.
Denominator	Jumlah pasien yang difoto thorax dalam bulan tersebut.
Sumber data	rekam medis
Standar	< 3%
Penanggung jawab	Kepala instalasi radiologi

2. Pelaksana ekspertisi hasil pemeriksaan

Judul	Pelaksana ekspertisi hasil pemeriksaan
Dimensi mutu	Kompetensi teknis
Tujuan	Pembacaan dan verifikasi hasil pemeriksaan rontgen dilakukan oleh tenaga ahli untuk memastikan ketepatan diagnosis
Definisi operasional	Pelaksana ekspertisi rontgen adalah dokter spesialis Radiologi yang mempunyai kewenangan untuk melakukan pembacaan foto rontgen/ hasil pemeriksaan radiologi. Bukti pembacaan dan verifikasi adalah dicantulkannya tanda tangan dokter spesialis radiologi pada lembar hasil pemeriksaan yang dikirimkan kepada dokter yang meminta.
Frekuensi pengumpulan data	1 bulan
Periode analisis	3 bulan
Numerator	Jumlah foto rontgen yang dibaca dan diverifikasi oleh dokter spesialis radiologi dalam 1 bulan.
Denominator	Jumlah seluruh pemeriksaan foto rontgen dalam 1 bulan.
Sumber data	Register di Instalasi Radiologi
Standar	100 %
Penanggung jawab	Kepala instalasi radiologi

3. Kejadian kegagalan pelayanan rontgen

Judul	Kejadian kegagalan pelayanan rontgen
Dimensi mutu	Efektifitas dan efisiensi
Tujuan	Tergambarnya efektifitas dan efisiensi pelayanan rontgen
Definisi operasional	Kegagalan pelayanan rontgen adalah kerusakan foto yang tidak dapat dibaca
Frekuensi pengumpulan data	1 bulan
Periode analisis	3 bulan
Numerator	Jumlah foto rusak yang tidak dapat dibaca dalam 1 bulan
Denominator	Jumlah seluruh pemeriksaan foto dalam 1 bulan
Sumber data	Register radiology
Standar	< 2 %
Penanggung jawab	Kepala instalasi Radiologi

4. Kepuasan pelanggan

Judul	Kepuasan pelanggan
Dimensi mutu	Kenyamanan
Tujuan	Tergambarnya persepsi pelanggan terhadap pelayanan radiologi
Definisi operasional	Kepuasan pelanggan adalah pernyataan puas oleh pelanggan terhadap pelayanan radiology
Frekuensi pengumpulan data	1 bulan
Periode analisis	3 bulan
Numerator	Jumlah pasien yang disurvei yang menyatakan puas
Denominator	Jumlah total pasien yang disurvei (n minimal 50)
Sumber data	Survei
Standar	≥ 80 %
Penanggung jawab	Ketua komite mutu/tim mutu

3. Jurnal 1 Jabbari dkk (2018) dengan judul *Patient Dose From Radiographic Rejects/Repeats in Radiology Centers of Urmia University of Medical Sciences*.

Vol.4, No.2, 94-100 (2012)
<http://dx.doi.org/10.4236/health.2012.42015>

Health

Patient dose from radiographic rejects/repeats in radiology centers of Urmia University of Medical Sciences, Iran

Nasrollah Jabbari^{1*}, Ahad Zeinali¹, Leili Rahmatnezhad²

¹Department of Medical Physics and Imaging, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran;

*Corresponding Author: njabbarimp@yahoo.com, njabbarimp@gmail.com

²Department of Midwifery, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

Received 3 November 2011; revised 3 December 2011; accepted 16 December 2011

ABSTRACT

Medical diagnostic X-rays are the largest man-made source of ionizing radiation received by the members of the general public. The aim of this study was to evaluate the radiographic reject/repeat rate and also to determine dose to the patients from radiographic rejects/repeats in radiology centers of Urmia University of Medical Sciences. During a 4 month period the most frequently examinations were chosen in three radiology centers. A form was designed as a reject/repeat analysis form for radiographers to complete each time a film was rejected by radiologists or repeated. The collected data were compiled at the end of each week and entered into a computer for analysis at the end of study. The results of this study showed that highest and lowest repetition rates were for pelvis, 14.01% and upper limb, 4.17%, respectively. The main reasons of repetition of radiographs were due to exposure (54%) and positioning (18%) errors. The average repeat rate in all three hospitals was 7.20%. It was found that human error has important role to repetition of radiographs. It is demonstrated that those patients having repeated radiographs received an average of 3.23 Gy·cm². Based on the findings of this study it must be remembered that the highest repetition rate was for pelvis. Considering the radiosensitive organs related to pelvis especially in pediatric patients some special considerations must be applied for pelvis examinations.

Keywords: Patient Dose; Radiography; Exposure; Repeat Rate

1. INTRODUCTION

Medical imaging provides valuable information with

regard to normal and diseased anatomy that can occur within the human body. As we know an important goal in radiography is to obtain the best diagnostic information by delivering the least radiation dose to the patient [1]. On the other hand, radiology is a most valuable aid to diagnosis when employed in accordance with the general health needs of the individual patient, but its use should be tailored to the needs of that patient [2].

The use of ionizing radiation in medical imaging contributes the largest amount of man-made exposure to the public [3]. It has been estimated that about 21% of the total somatic dose and about 10% of the total genetically significant dose arise from medical procedures, the most important contributor being diagnostic radiology [4]. Diagnostic procedures contribute more than 95% of the medical exposures [5]. There is no safe dose of radiation, as in theory it takes only a single photon or particle to cause damage to DNA resulting in a genetic alteration [6].

Being aware of the harmful effects of radiation, it is necessary to keep the total exposure level as low as consistent with other requirements of practice. In this regard the International Commission on Radiological Protection (ICRP) recommends that medical exposure should be kept as low as reasonably achievable (ALARA) [7].

Reduction of image quality may cause repetition of radiography examination and unnecessary radiation dose to the patient [8]. Optimization in X-ray imaging in order to reduce patient doses during diagnostic radiology examinations is a complex process given the high level of image quality required [9]. In general, the optimization process necessarily requires a balance between patient dose and image quality and it is important that diagnostic quality of the image is not lost in the cause of dose reduction [2]. With that in mind, efforts have been made to assure both the general public and workers that may be exposed to radiation that any exposure they may receive is as low as reasonably achievable-the basis of the ALARA program. However, Images with unacceptable quality can result from

unwarranted reductions in patient dose. So, patients are often repeatedly exposed to radiation which results in increasing their annual exposure.

Reject/repeat film analysis is a sort of subjective evaluation of image quality where images judged to be of poor quality are categorized according to cause. This program is a useful and well-established method for quality control in diagnostic radiology and provides valuable information about the efficacy of a department [10]. Thus, the objective of reject/repeat analyses is identifying ways to minimize patient exposure and reduce costs. Diagnostic radiology departments would be able to identify potential problem areas, scrutinize the reasons for these problems and come up with ways to rectify them [11].

The ICRP has recommended the use of diagnostic reference levels (DRLs) as a first step in the optimization of diagnostic radiography [12]. With employing DRLs, it is possible to find those hospitals where radiation doses are exceptionally high and where practices may need to be improved [13].

In projection radiography, the assessment of air kerma or dose at the entrance surface of the patient is a common approach to patient dosimetry. Entrance surface air kerma (ESAK) is the air kerma on the central X-ray beam axis at the point where the X-ray beam enters the patient or phantom, which includes the effects of backscatter [14,15]. ESAK is recommended by the ICRU for dosimetry in medical imaging. The entrance surface dose (ESD) is defined as the absorbed dose to air at the point of intersection of the X-ray beam axis with the entrance surface of the patient, including backscattered radiation [16]. The United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2008 report uses entrance surface dose for patient dosimetry. ESAK and ESD may be measured using thermoluminescent dosimetry (TLD) but measuring ESD with TLDs is not suitable for routine patient dose assessment. Normally, patient dose is assessed by applying suitable Monte Carlo calculated conversion coefficients to a routinely measured quantity such as ESD [17].

This study is therefore conducted to estimate the patient dose by the use of ESD and dose-area product (DAP) quantities from UNSCEAR 2008 report. So, the aims of this study were: determining dose to the patient from radiographic repeat in Urmia University of Medical Sciences, providing a set of recommendations to reduce the repeat rate and improving the safety culture.

2. DATA AND METHODS

In this study, the most frequently examinations were chosen in three radiology centers (Imam Khomeini, Ayatollah Taleghani and Shahid Motahari) of Urmia University of Medical Sciences. Repeat analysis program (RAP) methodology was used in this work [8]. Reject is a useless radiograph and is discarded. Repeat is a radiograph

which is retaken to provide further diagnostic information and is sent with the original for reporting. Each of the two contexts in this study considered as repeated radiograph. After a review of the literature, a list of information relevant to repeated radiographs was compiled [18-20]. A form was designed as a repeat analysis form for radiographers to complete each time a film was repeated. The radiographers were informed about the study through a series of presentations. The forms included the following information: type of examination, number and size of film used, number and size of film repeated, reason for repetition, gender and age group (infant (0 - 5 years), child (5 - 14 years), adult (14 years and above)) [4].

The main reasons for the rejects or repeats is one of the six parameters which categorized in six group; overexposed, under-exposed, position error, patient movement, processor fault and others.

After determining the reason for film repeat as compared to the categories mentioned on the above, these numbers recorded on the repeat analysis form.

The collected data were compiled at the end of each week and entered into a computer for analysis at the end of the study period. The total number of repeated radiographs and the total number of exposed radiographs were determined over a four-month period.

A total of 28657 radiographs from three hospitals were included. The overall repeat rate obtained by dividing the total number of repeated radiographs to the total number of exposed radiographs during the study period. The repeat rate per category was determined by dividing the number of repeats per category to the total number of repeated radiographs.

The DAP value for examination per repeat was used as an indicator of exposure to the patient. The dose-area product has been calculated by multiplying the entrance surface dose per film for the respective selected examination obtained from UNSCEAR report 2008, by the area of the X-ray film size or has been obtained directly from UNSCEAR report 2008 [17]. The dose-area product for intravenous urography (IVU) examination calculated from IAEA report 1996 [21].

The weighted average value of the dose-area product for each examination per repeat and the average value of the dose-area product per repeat were calculated. In this regard the dose-area product was multiplied by the respective percentage of repeats to obtain the weighted average value of the dose-area product for each examination per repeat.

3. RESULTS

The distribution of the total number of patients examined as a function of gender showed that in all three hospitals the number of male and female patients were 9634 and 7403 respectively. The Patients' distribution by age

is also shown in Table 1. The results analyzed by examination type are given in Table 2. The total number of examinations in all three hospitals was 17305 using 28657 radiographs on 16421 patients. This total number included the conventional plain radiography and radiological procedures with contrast media. The total number of repetitions was 2065 of which 263 were for upper limb investigation, 297 for lower limb, 189 for skull, 312 for spine, 74 for pelvis, 618 for Chest, 70 for plain abdomen, 196 for Gastrointestinal Radiography and 46 for intravenous urography. The highest and lowest repetition rates were for pelvis, 14.01% and upper limb, 4.17%, respectively. The average repeat rate in all three hospitals was 7.20%. The average number of radiographs used per examination in three hospitals was found to be 1.60.

Figure 1 shows the distribution of causes for the total number of repeated films in all radiology centers under study. The main reason of repeated radiographs was improper exposure factors. About 54.13% of all repeated radiographs were due to improper (under/over) exposure.

The analysis of repeated radiographs in Imam Khomeini hospital showed an average repeat rate of 5.84% with the

highest and lowest repetition for pelvis, 13.46% and upper limb, 3.7%, respectively.

The number of radiographs used per examination in this hospital is found to be 1.72. Table 3 shows the analysis of the repeated radiographs in Imam Khomeini radiology center.

The analysis of repeated radiographs in Ayatollah Taleghani hospital showed an average repeat rate of 9.86% with the highest and lowest repetition for plain abdomen, 17.95% and lower limb, 7.80%, respectively. The repeat rates of skull (17.53%), pelvis (14.28%) and gastrointestinal system (12.04%) were also significantly high. The number of radiographs used per examination in this hospital is found to be 1.46. Table 4 shows the analysis of the repeated radiographs in Ayatollah Taleghani radiology center.

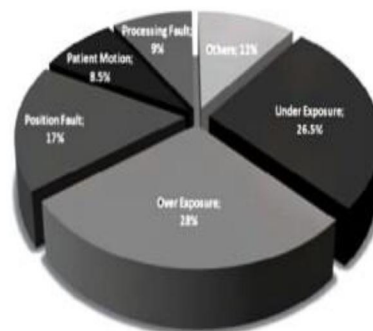


Figure 1. Distribution of causes for the total number of repeated radiographs.

Table 1. Patients' distribution by age in all three hospitals.

Age group (years)	Number of patients	Percentage
0 - 5	716	4.20
5 - 14	2170	12.73
≥14	14152	83.06
Total	17038	100

Table 2. Analysis of the repeated radiographs in all three centers.

Examination	Number of Examination	Number of Radiographs	Under-exposure	Over-exposure	Position fault	Patient motion	Processing fault	Others	Total	Repeat rate (%)
Upper limb	4206	6310	77	85	31	16	32	22	263	4.17
Lower limb	3832	5749	113	59	60	12	24	29	297	5.17
Skull	1377	2548	38	56	39	23	13	20	189	7.42
Spine	1614	3713	78	93	75	19	21	26	312	8.40
Pelvis	352	528	21	21	14	5	5	8	74	14.01
Chest	4745	5695	158	207	78	53	66	56	618	10.85
Plain abdomen	406	552	23	14	12	10	6	5	70	12.68
Gastrointestinal Radiography	688	3079	25	30	38	29	16	58	196	6.36
Intravenous urography	85	483	13	11	6	7	4	5	46	9.52
Total	17305	28657	546	576	353	174	187	229	2065	7.20
% Causes for repeat			26.44	27.89	17.09	8.42	9.05	11.09	100	

Table 3. Analysis of the repeated radiographs in Imam Khomeini radiology center.

Examination	Number of Examination	Number of Radiographs	Under-exposure	Over-exposure	Position fault	Patient motion	Processing fault	Others	Total	Repeat rate (%)
Upper limb	3514	5270	58	70	19	11	26	11	195	3.70
Lower limb	2805	4207	81	46	38	4	13	13	195	4.63
Skull	1092	2013	25	44	22	11	4	11	117	5.81
Spine	1248	2865	50	69	55	8	8	15	205	7.15
Pelvis	206	312	14	12	8	2	2	4	42	13.46
Chest	1682	2018	70	80	18	18	25	18	229	11.35
Plain abdomen	295	389	14	9	5	5	3	4	40	10.28
Gastrointestinal Radiography	498	2234	12	6	25	12	7	34	96	4.30
Intravenous urography	48	283	10	7	2	3	2	2	26	9.19
Total	11388	19591	334	343	192	74	90	112	1145	5.84
% Causes for repeat			29.17	29.96	16.77	6.46	7.86	9.78	100	

Table 4. Analysis of the repeated radiographs in ayatollah Taleghani radiology center.

Examination	Number of Examination	Number of Radiographs	Under-exposure	Over-exposure	Position fault	Patient motion	Processing fault	Others	Total	Repeat rate (%)
Upper limb	205	307	7	4	6	1	2	5	25	8.14
Lower limb	342	513	13	3	11	3	4	6	40	7.80
Skull	84	154	5	3	9	4	3	3	27	17.53
Spine	198	453	15	13	10	6	5	4	53	11.70
Pelvis	56	84	2	3	3	1	1	2	12	14.28
Chest	2210	2650	56	75	48	21	18	21	239	9.02
Plain abdomen	50	78	4	2	4	3	1	0	14	17.95
Gastrointestinal Radiography	97	432	7	15	7	9	3	11	52	12.04
Intravenous urography	14	83	2	1	2	1	0	1	7	8.43
Total	3256	4754	111	119	100	49	37	53	469	9.86
% Causes for repeat			23.67	25.37	21.32	10.45	7.89	11.30	100	

The analysis of repeated radiographs in Shahid Motahari hospital showed an average repeat rate of 10.50%. The highest repeat rate of 18.82% was observed for plain abdomen examination. This may be due to this fact that the relative frequency of this examination is the lowest. The repeat rates of pelvis (15.91%), chest (14.60%) and spine (13.57%) were also significantly high. The number of radiographs used per examination in this hospital is found to be 1.62. Table 5 shows the analysis of the repeated radiographs in Shahid Motahari radiology center.

Table 6 shows the evaluation of the average value of the dose-area product per repeat and the weighted average value of the dose-area product for each examination per repeat.

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

An analysis of radiographic repeat data in this study showed an average repeat rate of 7.20%. The previous studies reported that the typical values of repeat rates were 3.5% to 19.3% [3,6,22]. From the information acquired by the methodology, it is obvious that the main reason for radiographic repeat is a function of multi parameters, such as working experience of the personnel, workload of the radiology center, using automatic exposure control system (photo timers), etc. The results of this study showed that the main reasons of repetition of radiographs are due to exposure (54%) and positioning (18%) errors. It was found that human error has important role to these causes.

Table 5. Analysis of the repeated radiographs in Shahid Motehari radiology center.

Examination	Number of Examination	Number of Radiographs	Under-exposure	Over-exposure	Position fault	Patient motion	Processing fault	Others	Total	Repeat rate (%)
Upper limb	487	733	12	11	6	4	4	6	43	5.87
Lower limb	685	1029	19	10	11	5	7	11	63	6.12
Skull	201	381	8	9	8	8	6	6	45	11.81
Spine	168	398	13	11	10	5	8	7	54	13.57
Pelvis	90	132	5	6	3	2	2	3	21	15.91
Chest	853	1027	32	52	12	14	23	17	150	14.60
Plain abdomen	61	85	5	3	3	2	2	1	16	18.82
Gastrointestinal Radiography	93	413	6	9	6	8	6	13	48	11.62
Intravenous urography	23	117	1	3	2	3	2	2	13	11.11
Total	2661	4315	101	114	61	51	60	66	453	10.50
% reasons for repeat			22.29	25.16	13.46	11.26	13.24	14.57	100	

Table 6. Patient dose per film and per repeat for each examination in all three hospitals

Examination	Percent of repeat rate	Film size (cm ²)	Average ESDs per radiograph (mGy)	Average DAP per radiograph (Gy cm ²)	Weighted average value of DAP per repeat (Gy cm ²)
Upper limb	12.74	24 × 30	0.38	0.27	0.034
Lower limb	14.38	24 × 30	0.96	0.68	0.098
Skull	9.15	24 × 30	1.95	1.40	0.128
Lumbar spine	15.11	30 × 40	10.25	2.85	0.431
Pelvis	3.58	35 × 42.5	2.18	2.6	0.093
Chest	29.93	35 × 35	0.55	0.67	0.200
Plain abdomen	12.88	35 × 42.5	5.4	3.1	0.400
Intravenous urography (IVU)	2.23	30 × 40	8.76	10.51	0.234

Average value of dose-area product per repeat = 2.76 Gy cm²

These results are consistent with previous studies which reported that exposure and patient positioning errors are the main reasons for repeat of examinations [3,6,9,23]. Repetition due to exposure error considered as over-exposure and under-exposure. Over-exposure gives a dark film with decreased resolution and under-exposure results in soft film and drop out the detail. So, accurate exposure is one of the important factors providing a good quality image with high resolution.

In this study the average number of radiographs used per examination was 1.60. This value is lower than most of the published values, which range from 2.4 to 4.0 radiographs per examination [24,25] and higher than the value obtained (1.5 radiographs per examination) by Al-

Malki *et al.* [3]. The number of radiographs used per examination in the Imam Khomeini hospital is relatively higher than the other two hospitals. It seems, this is related to this fact that the Imam Khomeini hospital is an emergency and trauma hospital.

The main objective of this study was to determine the patient dose from radiographic repeats. As we have shown, the radiographic repeat rate (7.20%) in all three hospitals involved 6.17% of patients. This led them to have an average of 1.17 additional radiographs. Based on the average value of the dose-area product per repeat (2.76 Gy cm²), we can conclude that those patients having repeated radiographs received an average of 3.23 Gy cm². This average value is lower than that obtained by Al-Malki *et al.*

[3]. This has been caused by the use of small film sizes and low value of average repeat rate in this study. In addition, the average value is lower than that obtained by Mustafa et al [26]. It can be due to the use of updated [17] values of exposure per radiograph that are relatively lower except chest. The values used by the Mustafa for chest, abdomen and lumbar spine were 0.26, 6.41 and 8.84 mGy per radiograph. While the average values used in this study are 0.55, 5.4 and 10.25 mGy per radiograph respectively.

So, in comparison with earlier studies the results from this current work indicate a continuing downward trend in doses for most of the common radiographs and examinations studied. In this regard the mean ESDs showed a distinct downward trend with time for all types of radiographs except chest. The mean ESD for PA chest radiographs showed an insignificant reduction between NRPB report 2000 (0.15 mGy) [27] and this study (0.17 mGy) from UNSCEAR report 2008 [17]. For lateral chest radiographs there was an apparent increase between NRPB report 2000 (0.85 mGy) and those used in this study (0.94 mGy) [17]. The average dose-area product value for IVU examination ($10.51 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$) was almost the same as the value obtained by Muller et al ($10.17 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$) [28].

Typical the average dose for common radiographic examinations have dropped. There is evidence that this reduction is partly due to the use of faster film-screen combinations and it may also have been assisted by the observed increase in the use of modern digital imaging equipment.

The results obtained by this study showed that the highest repetition rate was for pelvis (14.01%). It is documented that the pelvic region contains some of the most radiosensitive organs in the body [29]. The UNSCEAR report 2008, states that the average dose that a patient receives from a pelvic X-ray is 2.18 mGy [17]. Considering the radiosensitive organs related to pelvis and patient dose received from a pelvis examination, this repeat rate is high. So, some special considerations must be applied for pelvis and abdomen examinations.

It may be noted that one way to enforce the ALARA principle within radiography centers is through a properly conducted repeat analysis. The current work demonstrated that the infant and children groups of this study involved nearly 17% of patients. The most of these group patients are belong to the Shahied Motahari hospital which is a maternity and children hospital. Reports from Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation and ICRP [7,30] show that children are clearly more sensitive to radiation than adults as they have more dividing cells which radiation can affect [31]. Children, therefore, need more careful evaluation with regard to the necessity of examination, and the radiographic technique needs to be more exacting. It must be remembered that the gonads and bone marrow protection are of major importance in pediatric patients.

Finally, it was said that the main objective of x-ray examination is to obtain optimum diagnostic information with minimum diagnostic exposure. This can be achieved by giving careful consideration to the use of X-ray equipment, its design and how the procedure is performed. This study pointed out that the repeat rate in the Shahied Motahari hospital is relatively higher compared to other hospitals. This hospital is dedicated to infants, children and women. So, it seems that the application of some special considerations for this radiology department is necessary.

The results obtained by this repeat analysis study provided valuable information to suggest preventive measures to reduce repeats. In this regard the following recommendations are prescribed for the radiology department to reduce the repeat rate and to improve the radiation safety culture.

- 1) Use of ALARA principles
- 2) Implementation of quality assurance and quality control programs of imaging
- 3) Implementation of repeat analysis program periodically
- 4) Avoid the use of grids whenever possible
- 5) Use of additional filtration
- 6) Use of high-voltage technique
- 7) Use of short time exposure
- 8) Use of high-speed screen-film system
- 9) Use of proper dark room conditions and procedures
- 10) Doing the job distribution of the technical staff carefully to reduce human error.

We hope this work will contribute to an improvement of the safety culture and QA program of the concerned hospitals and finally will contribute to reduce the rate of repeats.

REFERENCES

- [1] Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M. and Boone, J.M. (2002) The essential physics of medical imaging. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- [2] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (2008) Radiation protection in diagnostic and interventional radiology. Radiation Protection Series Publication No. 14.1, Victoria.
- [3] Bassey, C.E., Ojo, O.O. and Akpabio, I. (1991) Repeat profile analysis in an x-ray department. *Journal of Radiological Protection*, 11, 179-183.
- [4] Al-Malki, M.A., Abulfaraj, W.H., Bhuiyan, S.I. and Kin-sara, A.A. (2003) A study on radiographic repeat rate data of several hospitals in Jeddah. *Radiation Protection Dosimetry*, 103, 323-330.
- [5] Supe, S.J., Lyer, P.S., Sasane, J.B., Sawant, S.G. and Shirva, V.K. (1992) Estimation and significance of patient doses from diagnostic X-ray practices in India. *Radiation Protection Dosimetry*, 43, 209-211.
- [6] Canon, C.L. (2010) McGraw-Hill specialty board review

- radiology. McGraw-Hill Companies, New York.
- [7] International Commission on Radiological Protection (1991) Recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP Publication 60, Oxford.
 - [8] Shabestani Monfared, A., Abdi, R. and Saber, M.A. (2007) Repeat analysis program in radiology departments in Mazandaran province—Iran; impact on population radiation dose. *Iranian Journal of Radiation Research*, 5, 37-40.
 - [9] Sniureviciute, M. and Adliene, D. (2005) Problems with film processing in medical X-Ray imaging in Lithuania. *Radiation Protection Dosimetry*, 5, 260-263. doi:10.1093/rpd/nch577
 - [10] Lau, S.L., Mak, A.S., Lam, W.T., Chau, C.K. and Lau, K.Y. (2004) Reject analysis: A comparison of conventional filmscreen radiography and computed radiography with PACS. *Radiography*, 10, 183-187. doi:10.1016/j.radi.2004.03.014
 - [11] Zewdeneh, D., Teferi, S. and Admassie, D. (2008) X-ray reject analysis in Tikur Anbessa and Bethzatha Hospitals. *Ethiopian Journal of Health Development*, 22, 63-97.
 - [12] International Commission on Radiological Protection (1996) Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication, Oxford.
 - [13] Kiljunen, T., Jarvinen, H. and Savolainen, S. (2007) Diagnostic reference levels for thorax X-ray examinations of paediatric patients. *The British Journal of Radiology*, 80, 452-459. doi:10.1259/bjr/60918774
 - [14] International Atomic Energy Agency (2007) Dosimetry in diagnostic radiology. International code of practice. IAEA Technical Reports Series No. 457, Vienna.
 - [15] International Commission on Radiation unites and measurements (1998) Fundamental quantities and unites for ionizing radiation. ICRU Report 60.
 - [16] Duggan, L., Warren-Forward, H., Smith, T. and Kron, T. (2003) Investigation of dose reduction in neonatal radiography using specially designed phantoms and LiF:Mg, Cu,P TLDs. *The British Journal of Radiology*, 76, 232-237. doi:10.1259/bjr/79291075
 - [17] United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (2008) Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR Report 2008.
 - [18] Watkinson, S., Moores, M. and Hill, S.J. (1994) Reject analysis: Its role in quality assurance. *Radiography*, 50, 189-194.
 - [19] Dunn, M.A. and Rogers, A.T. (1998) X-ray film reject analysis as a quality indicator. *Radiography*, 4, 29-31. doi:10.1016/S1078-8174(98)80027-8
 - [20] Koichi, C., Mamoru, K., Yutaka, K., et al. (2010) Radiation dose and radiation protection for patients and physicians during interventional procedure. *Journal of Radiation Research*, 51, 97-105. doi:10.1269/jrr.09112
 - [21] International Atomic Energy Agency (1996) International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation source. IAEA Safety Series No. 115, Vienna.
 - [22] Nixon, P.P., Thorogood, J., Holloway, J. and Smith, N.J. (1995) An audit of film reject and repeat rates in a department of dental radiology. *The British Journal of Radiology*, 68, 1304-1307. doi:10.1259/0007-1285-68-816-1304
 - [23] Peer, S., Peer, R., Walcher, M., Pohl, M. and Jaschke, W. (1999) Comparative reject analysis in conventional film screen and digital storage phosphor radiography. *European Radiology*, 9, 1693-1696.
 - [24] Chu, W.K., Ferguson, S., Wunder, B., Smith, R. and Vanhoutte, J.J. (1982) A Two-year reject/retake profile analysis in paediatric radiology. *Health Physics*, 42, 53-59. doi:10.1097/00004032-198201000-00005
 - [25] Adler, A., Carlton, R. and Wold, B. (1992) An analysis of radiographic repeat and reject rates. *Radiologic Technology*, 63, 308-314.
 - [26] Mustafa, A.A., Vasisht, C.M. and Sumarasekara, S.J. (1987) Analysis of wasted X-ray films: Experience in two Kuwait hospitals. *The British Journal of Radiology*, 60, 513-515. doi:10.1259/0007-1285-60-713-513
 - [27] Hart, D., Hillier, M.C. and Wall, B.F. (2000) Doses to patients from medical X-ray examinations in UK. NRPB-W14, Chilton.
 - [28] Müller, M., Heicappell, R., Steiner, U., Merkle, E., Aschoff, A.J. and Miller, K. (1998) The average dose-area product at intravenous urography in 205 adults. *The British Journal of Radiology*, 71, 210-212.
 - [29] Clark, P.A. and Hogg, P. (2003) Reject/repeat analysis and the effect prior film viewing has on a department's reject/repeat rate. *Radiography*, 9, 127-137. doi:10.1016/S1078-8174(03)00036-1
 - [30] Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (1990) Health effects of exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR V, Washington DC.
 - [31] McEntee, M.F. and Kinsella, C. (2010) An examination of practice during radiography of the clavicle. *Radiography*, 16, 125-130. doi:10.1016/j.radi.2009.12.002

4. Jurnal 3 Benza dkk (2018) dengan judul *The Cause of Reject Images in a Radiology Department at a State Hospital in Windhoek Namibia*

MAY 2018 | volume 56 number 1

THE SOUTH AFRICAN RADIOGRAPHER

OPEN ACCESS online only

peer reviewed ORIGINAL ARTICLE

The causes of reject images in a radiology department at a state hospital in Windhoek, Namibia

Charlene Benza *BRad Radiography* | Christine Damases-Kasi *PhD Medical Radiation Sciences* | Edwin R Daniels *BTech Radiography* | Mondjila Amkongo *BRad Radiography* | Caroline Nabasenja *MTech Radiography*
University of Namibia, Faculty of Health Sciences, School of Nursing, Windhoek, Namibia

Abstract

Purpose Reject film analysis (RFA) is a well-established method of quality assurance (QA) in diagnostic radiology that gives an indication of the sources of imaging errors and highlights areas where improvements can be made. Despite the adoption of computed radiography (CR) which has a wide dynamic range and image post-processing capabilities, radiographic images are still rejected thereby emphasising the role of regular RFA in any radiology department. Regular RFA can reduce radiation exposure to patients and personnel as well as decreasing departmental operational costs. Therefore, this study aimed to identify the causes of reject images and to calculate the rejection rates at a state radiology department in Windhoek, Namibia.

Methods Using a quantitative, explorative, non-experimental and descriptive research approach, reject images obtained over a two-month period were retrieved from the computer radiography system. The images were then assessed to identify the reasons for rejection; reject rates were calculated.

Results Of the 2258 images reviewed, 181 were reject images, resulting in an overall departmental reject rate of 8%. Positioning (63%), exposure (24.9%), gridlines (1.7%), collimation (2.2%), absence of anatomical markers (2.8%), and artefacts (5.5%), were identified as the causes for image rejection. Chest and skull radiographs had the highest reject rates of 48.1% and 9.9%, respectively.

Conclusion Positioning error was the highest contributor to reject images. Even though the overall reject rate in this study was within the IAEA 5–10% recommended range, reject rates associated with individual anatomical areas require further investigation.

Keywords reject film analysis, reject rate, X-ray images

Introduction

A reject image in radiography is an undiagnostic image, as it does not provide the necessary information to aid clinical diagnosis due to its poor quality.^[1,2] Repeating radiographs due poor quality of the initial images increases the radiation dose received by patients and personnel.^[3] An increase in the dose to patients also increases the probability of the occurrence of cancer.^[4] For a radiographic image to be deemed diagnostic, it must demonstrate the radiographic anatomy under examination; be properly marked with anatomical markers to show patient orientation; and include patient details as well as date of examination.^[5–7] A radiographer must therefore correctly position a patient and choose correct exposure factors to obtain optimal radiographic images.

Reject film analysis (RFA) is a well-established method of quality assurance (QA) in diagnostic radiology,^[1,8] that gives an indication of the sources of imaging errors and highlights areas where improvements can be made.^[2]

Previous studies conducted on conventional radiography systems identified exposure, followed by positioning, as the leading causes of image rejection.^[1,3,9–12] Recent adoption of computed radiography (CR) that has a wide dynamic range and image post-processing capabilities^[13,14] enables rectification of under- or overexposure errors. In spite of CR image post-processing capabilities, the International Commission on Radiation Protection (ICRP),^[15] notes that the role of RFA is to provide relevant information that would reduce cost and radiation exposure to both patients and personnel. In addition to identifying the causes of reject images, RFA includes calculating the reject rate. Reject rate is defined as the percentage of images that are repeated due to errors or poor image quality.^[1]

In 2009, a RFA study was conducted in the same radiology department in Namibia to assess the effect of exposure charts on the reject rate of extremities on the conventional radiography system.^[15] The study recorded decreased reject rates for extremities due to adherence to exposure chart factors. The recent upgrade from conventional to CR at the state radiology department necessitated this current study to identify the causes for reject images, and to calculate the reject rates thereof so as to establish areas for corrective action.

Materials and methodology

This was a quantitative, explorative, non-experimental and descriptive study conducted from June to August 2015 at a radiology department of a teaching state hospital in Windhoek, Namibia. Permission to conduct the study was obtained from the Ministry of Health and Social Services of Namibia as well as the principal radiographer of the radiology department.

Data were retrieved from the NX Viewer, type 8700 SU1 (build-9.0.1813) system (Agfahealthcare N.V. Septesstraat 27, 2640 Mortsel Belgium); a system with an inherent reject tracking software that allows radiographers to indicate reasons for image rejection, as well as identify who rejected an image. All reject images were retrieved from the computer system during the re-

www.sorsa.org.za

35

search period on a weekly basis. The reject images were then grouped as performed by either a student or a radiographer. The anatomical areas imaged, as well as the reasons for rejection, were also recorded. The departmental and student reject rates were calculated.

Data analysis

Data were analysed using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 22. Graphs were created using Microsoft Office Excel 2007/2010. The causes of reject images were determined using descriptive statistics presented by means of frequency distributions.

Calculation of reject and repeat rates

The reject or repeat rate was determined as follows¹⁴:

$$\text{Reject Rate (\%)} = \frac{\text{Number of rejected images}}{\text{Number of examinations}} \times 100$$

Results

A total of 181 reject images were included in the study.

Causes of reject images

Causes of reject images in this study in-

cluded patient positioning, exposure, presence of grid lines, collimation, absence of anatomical markers and presence of artefacts accounting for reject rates of 63% (114), 24.9% (45), 1.7% (3), 2.2% (4), 2.8% (5) and 9.9% (18), respectively, as shown in Figure 1. Regarding exposure factor errors, underexposure, overexposure and double exposure contributed 16.6%, 5.5% and 2.2%, respectively.

Reject rates

To calculate a departmental reject rate, the number of reject images is divided by the total number of images performed. Of the 2258 radiological examinations performed during the period of this study, 181 were rejected as shown in Table 1. This resulted in departmental reject rate of 8% (181) and student reject rate of 4.5% (102).

Reject rates per anatomical area

Mammograms (16.4%), skull (15%), pelvis (12.7%), cervical spine (C-spine; 11.1%), chest x-ray (CXR) (9.9%), and thoracic spine (T-spine; (8.3%) recorded reject rates higher than the departmental reject rate of 8.0%. The T-spine, pelvis, (CXR), C-spine and skull radiographs were the five most rejected examinations by students at 8.3%, 7.9%, 6.8%, 6.7% and 5.0%, respectively, as shown in Figure 2.

Student and departmental reject rates per anatomical area

Positioning and underexposure were the commonest causes of rejects. For positioning, 57 images were rejected for the chest, and 12 images were rejected for the skull. The chest still recorded the highest rejects for underexposure as shown in Table 1.

Discussion

Akintomide et al¹⁵ and Waaler and Hofmann¹⁶ emphasise radiation safety measures must be applied for all radiation utilised in medical facilities including periodical RFA. The authors established that RFA identifies the causes of image rejection and allows a proactive approach to reduce errors that result in radiographic examinations being repeated. Subsequently, diagnostic or optimal radiographic image qualities or standards can be established and maintained. The aim of this study was therefore to identify the causes of image rejection at a state radiology department, and calculate the reject rates thereof.

The total number of rejected images during this study was 181 out of 2258 exposed images, of which 102 were rejected by students. The student reject rate was 4.5% while the overall departmen-

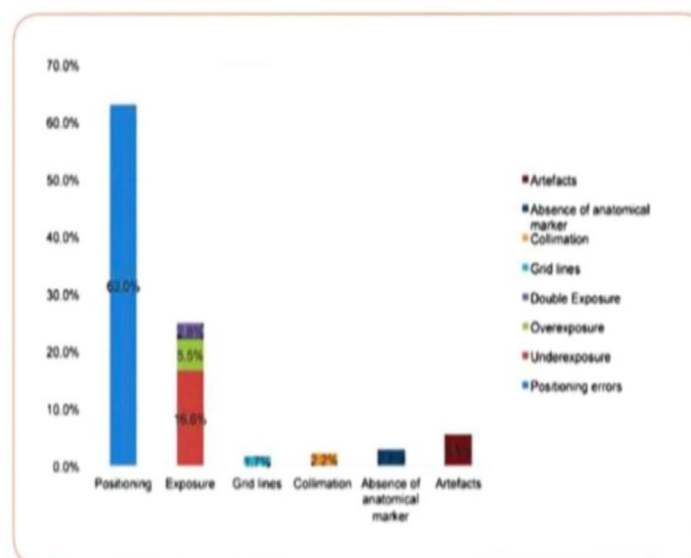


Figure 1. Causes of reject images.

Table 1. Causes of reject images per anatomical area

ANATOMICAL AREA	POSITIONING	EXPOSURE			GRIDLINES	COLLIMATION	ANATOMICAL MARKER	ARTEFACTS	TOTAL NO. OF REJECTED IMAGES	TOTAL NO. OF EXAMINATIONS PERFORMED
		OVER EXPOSURE	UNDER EXPOSURE	DOUBLE EXPOSURE						
Chest	57	3	12	3	2		5	4	86	882
Abdomen	2		1						3	75
Pelvis	2	1			2			3	8	63
Extremities	8	2	4						14	418
C-spine	5		4					1	10	19
T-spine	2								2	24
L-spine	7							2	9	127
Hip, Knee, Ankle, Shoulder, Elbow, Wrist Joints	8	3	2	1		2			16	325
Skull	12	1	4	1					18	121
Mandible	2								2	39
Mammograms	9		3						12	73
IVP*	0				1				1	21
TMJ†										1
Total	114	10	30	5				10	181	2258

*Intravenous Pyelogram

†Temporomandibular joint

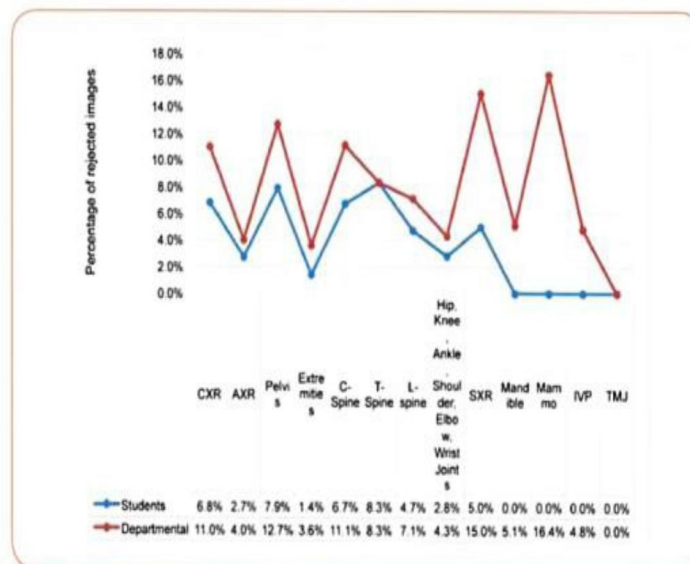


Figure 2. Student and departmental reject rates per anatomical area.

tal reject rate was 8%. This departmental reject rate is similar to the 8.6% obtained by Akintomide et al^[1]; but higher than the 4.94% of Zewdenh et al,^[11] 2.3% by Peer et al^[1] and 4.9% by Foos et al^[17] as recorded in previous studies. Although the departmental reject rate is higher than some of the studies reviewed, it is still within the 5% and 10% range recommended by the IAEA.^[11] It is important to note that even though the overall reject rate obtained in this study is within the acceptable range, it should be a departmental objective to lower it further.

There is evidence that advancement from film screen radiography (FSR) to CR imaging system can reduce departmental reject rate, due to the latter's employment of automated exposure control (AEC), post-processing and wide dynamic range capabilities.^[18] The results of RFA conducted by Peer et al^[1] proved the expected reduction to be true. The current study was conducted on a CR system. Thus reject rates were expected to be similar as those recorded in the respective studies of Peer et al^[1] and Foos et al.^[17] However, when juxtaposed against other RFAs, this study showed a reject rate higher than those of the CR studies reviewed. The findings of the current study could be an indication that CR does not necessarily result in a reject rate lower than that of FSR; there could be other factors that contribute to image rejection other than the radiographic imaging system in use. Therefore, the findings should be interpreted with caution because this study included students in the study cohort, which could have influenced the reject rates.

Positioning and exposure were the main causes of image rejection in previous studies.^[1,18,12] Similarly, positioning and exposure were the main causes identified during this study, with fewer rejects resulting from presence of grid lines, collimation, absence of anatomical markers and presence of artefacts. Earlier literature recorded that exposure (underexposure, overexposure or both) had the highest reject rate ranging from 19.2% to 54%; while positioning had the second highest reject rate ranging from 23.8% to 56%.^[1,8,11-12] Contrary to those findings, positioning had the highest reject rate of 63.0% followed by exposure (24.9%) in this study. This is an expected trend in CR due to its wide dynamic range and post-processing capabilities.

The 24.9% reject rate recorded due to underexposure, overexposure, double exposure contributed 16.6%, 5.5% and 2.8%, respectively. These findings are lower than those found by Akintomide et al^[1] (41.67% due to underexposure),^[1] and Yousef^[8] (26.8% and 19.2% reject rates due to under and overexposure, respectively). Unlike in FSR, where exposure factors must be precise to produce optimal radiographic images, CR has a higher exposure tolerance^[11] coupled with its image post-processing capabilities such as contrast enhancement, collimation, annotation of images with anatomical markers as well as positioning orientation which may be responsible for the lower reject rates due to exposure factors in this study.

In this study, underexposure recorded the highest reject rate after positioning. The exposure tolerance in CR is manned by the exposure index (EI). EI is a "measure of the signal level produced by a digital detector for a given incident exposure transmitted through the patient, it is proportional to the signal-to-noise ratio squared (SNR²), and it is related to image quality".^[19] The inherent equipment EI results in higher recognisable noise content for underexposed radiographs compared to overexposed radiographs due to the high signal recorded by the detectors from the latter. As such, overexposed radiographs that would be clearly evident in FSR appear of diagnostic quality in CR resulting in high radiation dose exposure to patients. The RFA measurements for overexposure may then become inaccurate due to the overexposed radiographs appearing diagnostic. This may be responsible for the lower number of overexposed radiographs compared with underexposed in the current study.

In radiography, anatomical markers must be present in the primary x-ray beam in order to identify the anatomical right and left.^[20] Digital annotation of anatomical markers may attract medico-legal implications in case of human error during their placement resulting in surgery to wrong side, incorrect chest drain placement, and in situs inversus.^[5,12] In studies conducted in Nigeria,^[1] Iran,^[8] and Ethiopia,^[11] it was evident that as the anatomical area increased in size and complexity, so did reject rates. Spinal, pelvic and skull radiographs were classified as complex radiographic examinations.^[1,8,11] Jabbari et al^[8] recorded their highest anatomical

reject rate of (14.01%) from pelvic images; Akintomide et al^[1] recorded their highest reject rate from the lumbar spine (53.06%), followed by that of the skull (50%) and abdomen (25%). In this current study, skull (15%), pelvis (12.7%), C-spine (11.1%), chest x-ray (CXR) (9.9%) and T-spine (8.3%), recorded the highest reject rates for general radiography studies as shown in Figure 2. Additionally, the skull and spines recorded high reject rates due to positioning compared to exposure, presence of grid lines, collimation, absence of anatomical markers and presence of artefacts as shown in Table 1. Although chest radiography is not considered a complex procedure, it is one of the examinations that contributed to a high number of repeated examinations in this study. This could be attributed to the high incidence of performing chest radiography examinations at the study site thereby increasing their frequency of rejection. For most of the studies reviewed, extremities had the lowest reject rate of upper limb radiography (4.17%),^[8] and lower limb radiography (2%).^[1] This study obtained similar results of 3.6% for extremities as shown in Figure 2. The findings of this study corroborated that a reject rate may be dependent on the complexity of the anatomical region under examination.

Conclusion

The overall departmental reject rate in this study was 8% and it thus complies with the IAEA recommended range of 5%-10%. The causes of reject images included positioning, exposure, presence of grid lines, collimation, absence of anatomical markers and artefacts. Despite employment of CR, with its image post-processing capabilities, regular RFA remains an important activity in the radiography department. It identifies causes of reject images and allows a department to correct these errors in order to reduce the radiation exposure to patients and personnel, as well as decrease departmental operational costs. The wide dynamic range of the CR system resulted in a low number of images being rejected due to exposure compared to positioning error that could not be corrected by the system. Radiographers must be wary of the additional radiation dose exposure to patients with overexposed radiographs that the CR system identifies as diagnostic; and as well as the medical legal aspects following annotation of digital anatomical markers.

Recommendations

Even though the overall reject rate obtained in this study was within the acceptable range, it should be a departmental objective to lower it further. Positioning was the highest contributor to reject images; this suggests a need for staff and students to continuously attend refresher courses or continuing professional development activities in imaging anatomical areas that pose the highest challenges. Radiographers should be trained on the importance of consistent and precise use of exposure charts with a CR system, as overexposed images reflect as diagnostic images resulting in higher radiation doses to patients. Furthermore, standardised quality assurance measures should be

used to overcome the factors contributing to image rejection.

Limitations of the study

The study was conducted at one state hospital. Thus, the results cannot be generalised to the rest of Namibia. Another limitation was the omission of operator names for some reject images thereby compromising the calculation of the true reject rates of both radiographers and students. This is because the reject images could have been performed by either students or radiographers.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the staff of the radiology departments

where the data were collected for their co-operation throughout the research project.

Competing interests

The authors declare that they did not have competing interests and the research was not funded.

Contributions of authors

Guarantor of integrity of entire study – CN: Study design and concept – CB: Literature review – CB, CDK, ED, CN: Statistical analysis – CB, CDK, CN: Manuscript preparation and editing – CB, CDK, ED, MA, CN

References

- Peer S, Peer R, Walcher M, Pohl M, Jaschke W. Comparative reject analysis in conventional film-screen and digital storage phosphor radiography. *European Radiology*, 1999; 9(8):1693-6.
- Weatherburn GC, Bryan S, West M. A comparison of image reject rates when using film, hard copy computed radiography and soft copy images on picture archiving and communication systems (PACS) work stations. *Br J Radiol*, 1999; 72:653-60.
- Akintomide AO, Egbe NO, Bassey DE, Eduwen DU, Oyama EA. An analysis of repeated examinations in conventional film-screen radiography (FSR). *Journal of Association of Radiographers of Nigeria*, 2011; 25(1):14-20.
- Linet MS, Slovis TL, Miller DL, Kleinerman R, Lee C, Rajaraman P, et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic procedures. *CA Cancer Journal for Clinicians*, 2012; 62 (2):75-100.
- Barry K, Kumar S, Linke R, Dawes E. A clinical audit of anatomical side marker use in a paediatric medical imaging department. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 2016; 63(3):148-54.
- Munro I. Image quality optimisation and control. In *Pattern recognition in diagnostic imaging* (Ed Cor P). Geneva: World Health Organization, 2001. p. 3-15.
- Carmichael JHE, Maccia C, Moores BM, Oestmann JW, Schibilla H, Teunen D et al. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. Brussels, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.
- Yousef M, Edward C, Ahmed H, Bushara L, Namdan A, Elnaem N. Film reject analysis for conventional radiography in Khartoum hospitals. *Asian Journal of Medical Radiological Research*, 2013; 1(1):34-8.
- Jalbari N, Zeinali A, Rahmatnezhad L. Patient dose from radiographic rejects/repeats in radiology centers of Urmia University of Medical Sciences, Iran. *Health*, 2012; 4(2):94-100. <http://dx.doi.org/10.4236/health.2012.42015>
- Waller D, Hofmann B. Image rejects/re-takes-radiographic challenges. *Radiat Prot Dosimetry*, 2010; 139 (1-3):375-9. doi: 10.1093/rpd/ncq032.
- Zewdneh D, Teferi S, Admassie D. X-Ray reject analysis in Tikur Anbessa and Beth-zatha hospital. *Ethiopian Journal of Health Development*, 2008; 22(1):63-7.
- Ofori E, Antwi W, Arthur L, Yeboah C, Dzefi-Tettey K. Analysis and economic implications of X-ray film repeat/reject in selected hospitals in Ghana. *West African Journal of Radiology*, 2013; 20(1):14-8.
- Stearns DE. Computed radiography in perspective. *The Navta Journal*, Summer 2004: 53-8.
- Witte G. Principles of computed radiography. In *Picture Archiving and Communication Systems (PACS) in Medicine*, NATO ASI Subseries 74 (Eds Huang HK, Ratib O, Bakker AR, Witte G, Chuang KS). Berlin: Springer, 1991: 9-14.
- Kalondo L. Effect of exposure charts on reject rate of extremity radiographs. Unpublished Master's thesis Nelson Mandela Metropolitan University; 2010.
- Owusu-Banahene J, Darkoa EO, Hasford F, Addison BK, Asirifid JO. Film reject analysis and image quality in diagnostic Radiology Department of a Teaching hospital in Ghana. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 2014; 7(4):589-94.
- Foos DH, Sehnert WJ, Reiner B, Siegel EL, Segal A, Waldman DL. Digital radiography reject analysis: Data collection methodology, results, and recommendations from an in-depth investigation at two hospitals. *J Digit Imaging*, 2010; 22 (1):89-98.
- Batuka NJ. Pre and post computerized radiography film reject analysis in a private hospital in Kenya. Unpublished Master's thesis, Nelson Mandela Metropolitan University, 2011.
- Seibert JA, Morin RL. The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population. *Pediatric Radiology*, 2011; 41(5):573-81.
- Society and College of Radiographers, Education and Career Framework for the Radiography Workforce [Available from: <http://www.sor.org/learning/document-library/education-and-career-framework-radiography-workforce/9-autonomous-practice-practitioners>].
- Finnbogason T, Bremner S, Ringertz H. Side markings of the neonatal chest X-ray: two legal cases of pneumothorax side mix up. *Eur Radiol*, 2002; 12(4):938-41.