Optimasi Penggunaan Faktor Eksposi Pemeriksaan *Ossa Manus* dengan Kualitas Citra Objektif dan Subjektif

Optimization of The Use Exposure Factors in Ossa Manus Examination with Objective and Subjective Image Quality

Muhammad Irsal¹, Muhammad Rival Alfajri², Vincentius Deva Ananta³, Khairil Anwar⁴, Sriyatun⁵

^{1,2,4,5}Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia

¹Pusat Unggulan IPTEKS, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia

³Fisikawan Medik, Rumah Sakit Mayapada Jakarta Selatan, Indonesia

ARTICLE INFO

ABSTRACT/ ABSTRAK

Article history

Received date
15 Sep 2021

Revised date
22 Oct 2021

Accepted date
09 Nov 2021

Keywords:

Exposure factor;
Image quality;
Optimization method.

In producing a good radiographic image, an optimization method is needed. This study was conducted to seek optimization of the radiographic examination of the manus ossa with objective and subjective image quality analysis. The research method is quantitative experimental, using a variety of exposure factors: 40kV 4 mAs, 40kV 10 mAs, 46 kV 5 mAs, 53 kV 2,5 mAs, 61kV 1,25 mAs. Then an objective quality analysis is carried out by measuring the pixels value, Signal to Noise Ratio (SNR), and the Exposure Index (EI) value as an indicator of exposure. For subjective image analysis with the assessment of image anatomy criteria using the method Visual Grading Analysis (VGA), then the test was carried out Wilcoxon to determine the relationship of respondents to VGA assessment. The results of the study obtained that the optimization method of the examination manus ossa at the exposure factor of 46 kV 5 mAs with the results of an objective image quality analysis of the range of pixel value 183,7 - 3, the SNR range of 12,2-1,77 while the subjective image quality analysis of the results VGA all images on a variety of exposure factors can be used in establishing a diagnosis. For the exposure indicator with the lowest EI at an exposure factor of 46 kV 5 mAs. The results of the Wilcoxon p-value>0,05 so that there was no difference in the VGA value by 2 radiographers, therefore all image results on variations in exposure factors could be used in the radiographic examination of the ossa manus.

Kata kunci:

Faktor eksposi;
Kualitas citra;
Metode optimasi.

Dalam menghasilkan citra radiografi yang baik maka dibutuhkan suatu metode optimasi. Penelitian ini dilakukan untuk mencari optimasi pemeriksaan radiografi ossa manus dengan analisis kualitas citra secara objektif dan subjektif. metode penelitian bersifat kuantitatif eksperimental, dengan menggunakan variasi faktor eksposi: 40kV 4 mAs, 40kV 10 mAs, 46 kV 5 mAs, 53 kV 2,5 mAs, 61kV 1,25 mAs. Kemudian dilakukan analisa kualitas secara objektif dengan melakukan pengukuran *pixel value*, *Signal to Noise Ratio* (SNR), serta nilai *Exposure Index* (EI) sebagai indikator paparan. Untuk analisa citra secara subjektif dengan penilaian kriteria anatomi citra menggunakan metode *Visual Grading Analysis* (VGA), selanjutnya dilakukan uji *wilcoxon* untuk mengetahui hubungan responden terhadap penilaian VGA. Hasil penelitian didapatkan metode optimasi pemeriksaan *ossa manus* pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs dengan hasil analisa kualitas citra secara objektif nilai rentang *pixel value* 183,7 - 3, nilai rentang SNR 12,2-1,77 sedangkan analisa kualitas citra secara subjektif dari hasil VGA semua citra pada variasi faktor eksposi dapat digunakan dalam penegakan diagnosa. Untuk indikator paparan dengan EI yang paling rendah pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs. Hasil uji *wilcoxon* p-value >0,05 sehingga tidak terdapat perbedaan nilai VGA oleh 2 responden radiografer oleh karena itu semua hasil citra pada variasi faktor eksposi dapat digunakan dalam pemeriksaan radiografi *ossa manus*.

Corresponding Author:

Muhammad Irsal

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Indonesia

Email: muhammad.irsal@poltekkesjkt2.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang kesehatan khususnya radiologi terbilang pesat setiap rumah sakit di kota besar sudah banyak yang beralih ke sistem digital. Umumnya rumah sakit menggunakan CR atau *Computed Radiography* dan DDR atau *Direct Digital Radiography* yang lebih familiar disebut *Direct Radiography*. (Dalal, 2020).

Computed Radiography atau CR masih medominasi berbagai rumah sakit karena sistem dari program CR yang memisahkan tugas dari pemrosesan gambar dengan akuisisi gambar sehingga menjadikannya sebagai keunggulan utama dibanding radiografi konvensional. Setiap citra yang dihasilkan dapat dimanipulasi kualitasnya. Dengan demikian instalasi radiologi yang menggunakan CR mampu mengurangi pengulangan foto akibat *underexposure* atau *overexposure* yang biasanya terjadi di radiografi konvensional. (Tsalafoutas et al., 2008).

CR telah membekali teknologinya dengan sistem indikator paparan radiasi yang menjadikannya *feedback* bagi radiografer yang mana dalam praktiknya sering kali mengalami kendala dalam menentukan faktor eksposi yang optimal. Sistem tersebut menjadikannya indikator paparan radiasi yang melewati pasien meskipun tidak mempengaruhi secara langsung, tapi sistem ini dapat digunakan sebagai acuan dosis pasien pada setiap pemeriksaan. Banyak variasi nama pada sistem tersebut sebagai contoh Kodak menamainya *Exposure Index* (EI). (Dalal, 2020) (Irsal et al., 2020) (Pavan et al., 2015) (Seibert & Morin, 2011).

Akibat penggunaan faktor eksposi yang minimal dikhawatirkan terjadinya *noise* atau derau jika hal tersebut muncul, dapat merusak kualitas citra karena kurang tepatnya penentuan faktor eksposi akan tetapi *noise* tidak muncul pada gambaran yang *overexposure*. Maka radiografer cenderung melakukan *overexposure* untuk menghilangkan *noise*, yang mana meningkatkan dosis radiasi. Perlakuan tersebut butuh pengkajian yang lebih dalam agar dapat menurunkan paparan yang diterima pasien. (Christian et al., 2014)(Tsalafoutas et al., 2008). Salah satu cara untuk mendeteksi adanya penyakit atau benda asing pada tubuh manusia khususnya pada eksremitas yaitu dengan pemeriksaan radiologi (Pavan et al., 2015). Oleh karena itu radiografer berpegang teguh pada prinsip ALARA yang mana dosis radiasi pasien haruslah minimal dengan manfaat yang maksimal, selain itu radiografer harus mampu menjaga kualitas citra radiografi yang ia

hasilkan, dan radiografer juga haruslah dapat menghasilkan sebuah citra radiografi mencakup semua informasi yang dibutuhkan radiolog untuk penegakan diagnosa. (Pedersen et al., 2018). Oleh karena itu dalam menghasilkan citra radiografi yang baik maka dibutuhkan suatu metode optimasi. Penelitian ini dilakukan untuk mencari optimasi pemeriksaan radiografi ossa manus dengan analisis kualitas citra secara objektif dan subjektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental. Penelitian ini mengkaji dan mengevaluasi hasil faktor eksposi terhadap analisa kualitas citra secara objektif dan subjektif. Sampel menggunakan *phantom antropomorphic ossa manus, stepwedge* dan dua radiografer yang berpengalaman selama 5 tahun dibidang radiologi. Instrumen penelitian menggunakan *Image-J : pixel value, signal to noise ratio (SNR)*. Serta *Software IBM SPSS 25* untuk uji *wilcoxon*. Penelitian ini menggunakan variasi faktor eksposi dengan kenaikan kV 15% dan penurunan mAs 50% sebanyak 4 kali variasi, hasil pengukuran variasi faktor eksposi ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Variasi faktor eksposi

Percobaan	Faktor eksposi	
	kV	mAs
1 faktor eksposi (FE) standar	40	4
2 (dinaikan 15% dari FE standar)	40	10
3 dinaikan 15% dari FE percobaan ke-2)	46	5
4 (dinaikan 15% dari FE percobaan ke-3)	53	2,5
5 (dinaikan 15% dari FE percobaan ke-4)	61	1,25

Table 2. Skala VGA

Skala Skor	Keterangan
1	Visualisasi citra sangat kurang, tidak ada informasi, citra diulang
2	Visualisasi citra <i>noise</i> , citra diulang
3	Visualisasi citra cukup, citra diterima
4	Visualisasi citra baik, citra dapat digunakan untuk penegakan diagnosa
5	Kualitas citra sangat baik, tidak ada kekurangan untuk penegakan diagnosa

Selanjutnya, pengukuran kualitas citra secara objektif dengan melakukan *Region of Interest* (ROI) pada setiap tingkatan *stepwedge*,

Gambar 1. Grafik Pixel Value terhadap Faktor Eksposi

Gambar 2. Grafik SNR terhadap Faktor Eksposi

Penilaian subjektif *visual grading analysis* menjadi parameter ukur evaluasi kualitas gambar secara subjektif berdasarkan kontras, *noise* dan resolusi maka untuk penelitian visual kualitas citra yang bersifat kuantitatif akan lebih efektif menggunakan parameter ini (Pavan et al., 2015), penilaian berdasarkan kualitas gambaran dengan skala *likert* yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil penilaian VGA dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$ICS = \frac{\sum o \sum i \sum c}{O.I.C}$$

Ket:

$\sum o$ adalah radiografer sebagai pengamat

$\sum i$ adalah jumlah citra yang dinilai

$\sum c$ adalah jumlah dari kriteria yang dinilai

Kemudian dua radiografer akan menilai secara *visual* terhadap faktor eksposi yang dihasilkan oleh masing-masing citra radiografi *phantom ossa manus*, penilaian kualitas citra ditunjukkan oleh Tabel 3. Kemudian dilakukan uji *wilcoxon* untuk mengetahui hubungan penilaian VGA oleh 2 radiografer terhadap citra radiografi.

Tabel 3. Kualitas Kriteria Citra Anatomi (Lampignano & Kendrick, 2018a)

Citra Anatomi	Kriteria Citra
Radius dan Ulna	Tampak 1/3 distal dari os radius dan os ulna
Metacarpal	Tampak bagian metacarpal dan batasannya
Digiti	Tampak digiti ke-1 sampai 5

Gambar 3. Perubahan Citra Anatomi *Soft Tissue* dan *Bone* terhadap Faktor Eksposi

Gambar 4. Hasil Citra Radiografi *Ossa Manus* Menggunakan Variasi Faktot Eksposi
(a) 40 kV,4 mAs; (b) 40 kV, 10mAs; (c) 46kV, 5 mAs; (d) 53kV, 2,5 mAs;
(e) 61kV, 1,25 mAs

HASIL

Menentukan kualitas objektif menggunakan analisa kualitas citra dengan pengukuran nilai *pixel value* terhadap faktor eksposi menggunakan *stepwedge*, ditunjukan pada Gambar 1. Hasil pengukuran *pixel value* pada setiap tingkatan *stepwedge* dengan nilai optimal didapatkan pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs. Kemudian untuk mengetahui citra *noise* digunakan perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan hasil ditampilkan pada Gambar 2

dengan faktor eksposi optimal didapatkan pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs.

Pada Gambar 3 menunjukan hasil perhitungan perubahan nilai *soft tissue* dan *bone*, hasil gambar tersebut menunjukan perbedaan kontras yang terjadi antara citra *stepwedge*. Dimana terlihat perbedaan grafik antara *soft tissue* dengan *bone*, hal ini menyatakan bahwa adanya penurunan dosis serapan pada *bone* dan *soft tissue* dapat diketahui dengan nilai *pixel value* yang mengalami perbedaan yang signifikan antara *soft tissue* dan *bone* yaitu pada faktor

Gambar 5. Skor VGA

eksposi 46 kV 5 mAs. setelah itu dilakukan analisa kualitas citra subjektif menggunakan parameter *visual grading analysis* (VGA) data didapatkan dengan menanyakan pertanyaan kuisisioner kepada 2 orang radiografer berpengalaman selama 5 tahun dibidang radiologi sebagai responden, citra radiografi ditunjukkan pada Gambar 4 dan hasil VGA ditunjukkan pada Gambar 5. Dimana hasil VGA tidak terjadi perbedaan yang signifikan, sehingga faktor eksposi dapat dioptimalkan untuk mendapatkan kualitas citra meningkat dengan tetap menjaga paparan radiasi yang serendah mungkin.

Analisa pengaruh *exposure index* (EI) terhadap faktor eksposi diamati melalui indikator paparan radiasi pada pemeriksaan radiografi *ossa manus*. Data hasil EI ditampilkan pada Tabel 4 menunjukan hasil EI dalam membantu radiografer untuk menggolongkan citra kedalam paparan *under*, *optimal*, dan *over* eksposi. Berdasarkan hasil yang didapat maka EI optimal didapat dengan nilai EI 753 pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs.

Tabel 4. Nilai *Exposure Index*

Faktor eksposi	Exposure index
40 kV, 4 mAs	243
40 kV, 10 mAs	676
46 kV, 5 mAs	753
53 kV, 2,5 mAs	740
61 kV, 1,25 mAs	644

Tabel 5. Uji *wilcoxon*

Responden	Sig
Penilai 1 - Penilai 2	0,052

Selanjutnya uji statistik untuk mengetahui ada atau tidak hubungan penilaian VGA oleh 2

orang radiografer terhadap kualitas citra radiografi dengan menggunakan uji non parametrik *wilcoxon signed rank test*, hasil ditunjukkan pada Tabel 5. dapat dikatakan ada hubungan nilai VGA citra radiografi diantara 2 radiografer memiliki nilai signifikansi *p-value* lebih besar dari 0,05, sehingga berdasarkan hasil uji maka maka disimpulkan bahwa nilai VGA kedua radiografer tidak berbeda secara signifikan oleh karena itu semua hasil citra pada variasi faktor eksposi dapat digunakan dalam pemeriksaan radiografi *ossa manus*.

PEMBAHASAN

Pada Gambar 1. menunjukan semua citra dapat dioptimalkan, berdasarkan pengukuran tersebut didapatkan eksposi rekomendasi berdasarkan nilai *pixel value* tertinggi. Maka dengan penggunaan faktor eksposi sebesar 46kV, 5mAs dengan rentang nilai *pixel value* 183,7-3 dapat direkomendasikan sebagai faktor eksposi yang optimal. Menurut Feuber (Fauber, 2016) besarnya nilai *pixel value* akan memberikan kesan yang lebih baik pada kualitas citra dan nilai *pixel* dipengaruhi oleh faktor eksposi. Didukung penelitian oleh Uffmann dan Schaefer-prokop (Uffmann & Schaefer-prokop, 2009) pada radiografi digital yang menyatakan nilai *noise* berbanding terbalik dengan nilai dosis yang mengenai detektor. Sehingga metode pengukuran nilai *noise* dapat digunakan dalam pengoptimalan kualitas citra.

Penelitian sebelumnya oleh Christian (Christian et al., 2014) menyatakan Pengukuran nilai SNR didapatkan dengan melakukan pengukuran nilai *mean* dibagi *standar deviasi*.

Besarnya nilai SNR pada setiap tingkatan *stepwedge* terlihat pada Gambar 2. terlihat nilai grafik mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya faktor eksposi dan tingkatan *stepwedge*, sehingga semakin besar faktor eksposi dapat menurunkan nilai *noise*. Maka penggunaan faktor eksposi sebesar 46kV & 5 mAs direkomendasikan sebagai faktor eksposi yang optimal. Didukung oleh teori yang dikemukakan oleh Lampignano & Kendrick, (2018b) yang menyatakan bahwa SNR dipengaruhi oleh besarnya faktor eksposi dan ketebalan anatomi pasien atau objek. Didukung oleh Feuber (Fauber, 2016) nilai SNR sebanding dengan kualitas citra, maka nilai SNR yang tinggi menunjukkan jumlah *noise* yang kecil karena jumlah sinyal akan lebih besar sehingga kualitas citra berkesan lebih baik. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pavan (Pavan, *et al.*, 2015) menyatakan metode SNR dapat digunakan untuk menentukan kualitas citra dalam pengoptimalan faktor eksposi dan citra dengan nilai SNR yang tinggi dapat menunjukkan kualitas citra yang baik.

Exposure index merupakan indikator dosis yang digunakan untuk mendapatkan citra yang optimal, rentang nilai *EI* digolongkan antara nilai *underexposure*, optimal, dan *overexposure* (Seibert & Morin, 2011). Hal ini juga didukung oleh Dalah (Dalah, 2020) dalam penelitiannya terkait pengukuran dosis menggunakan *phantom* kepala menunjukkan nilai *EI* tidak berhubungan langsung terhadap dosis pasien tetapi *EI* dapat digunakan untuk upaya optimasi kualitas citra. Didukung oleh penelitian Irsal (Irsal, 2021) juga menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh faktor eksposi terhadap nilai *EI*. Untuk penggunaan *EI* lebih lanjut membutuhkan penilaian lebih seperti ketebalan tubuh pasien.

Hasil pada Tabel 4 menyatakan nilai *exposure index* meningkat sesuai dengan kenaikan kV dan nilai puncak berada di 753. Nilai *EI* tersebut bukan menunjukkan dosis yang diterima pasien, melainkan banyaknya paparan yang mengenai detektor dan memudahkan radiografer untuk menentukan faktor eksposi yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Uffmann & Schaefer-prokop (2009) menunjukkan bahwa *EI* tidak mewakili dosis ekuivalen untuk dosis serap pasien. Penelitian ini didapatkan hasil puncak *EI* 753 dan nilai minimum 243. Maka dengan penggunaan faktor eksposi sebesar 46kV & 5 mAs sebagai rekomendasi faktor eksposi yang optimal. Menurut Carroll (2018) nilai *EI* atau *S-value* dikatakan *underexposure* pada nilai

400, optimal pada nilai 200 dan *overexposure* pada nilai 100, maka disimpulkan bahwa *S-value* menunjukkan jumlah paparan yang diterima oleh detektor bersifat invers atau terbalik.

Penelitian yang dilakukan oleh Lanca dan Silva (Lanca & Silva, 2009) menyatakan metode evaluasi kualitas citra menggunakan *phantom antropomorphic* dan VGA merupakan salah satu metode yang sebanding dengan evaluasi terhadap pasien langsung. Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran VGA. Pada grafiknya menunjukkan nilai pada setiap seri dan tidak terlihat ada perbedaan yang begitu signifikan dengan nilai puncak 1,27 dan minimum 0,91, maka citra 1-5 dapat digunakan sebagai informasi untuk penegakan diagnosa dengan pembuktian nilai uji *wilcoxon p-value* > 0,05.

Gambar 4. menunjukkan hasil citra dengan variasi faktor eksposi dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan pada setiap citra tersebut. Hal ini terjadi karena modalitas citra digital atau CR mampu menampilkan atau menguatkan citra yang *underexposure* menjadi lebih baik. Hal tersebut didukung oleh Veldkamp, *et al.* (2009) yang pada penelitiannya mengkaji perbandingan CR dan radiografi konvensional. Penelitian tersebut menyatakan bahwa dalam penggunaan faktor eksposi yang *underexposure* masih dapat menampilkan citra yang memiliki informasi diagnosa yang cukup, hal tersebut dipengaruhi oleh adanya *dynamic range* sehingga variasi faktor eksposi akan menghasilkan citra dalam rentang optimal.

SIMPULAN

Hasil penelitian didapatkan metode optimasi pemeriksaan *ossa manus* pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs dengan hasil analisa kualitas citra secara objektif nilai rentang *pixel value* 183,7-3, nilai rentang SNR 12,2-1,77 sedangkan analisa kualitas citra secara subjektif dari hasil VGA semua citra pada variasi faktor eksposi dapat digunakan dalam penegakan diagnosa. Untuk indikator paparan dengan *EI* yang paling rendah pada faktor eksposi 46 kV 5 mAs. Hasil uji *wilcoxon* tidak terdapat perbedaan nilai VGA oleh 2 responden radiografer oleh karena itu semua hasil citra pada variasi faktor eksposi dapat digunakan dalam pemeriksaan radiografi *ossa manus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Carroll, Q. B. (2018). *Radiography in the Digital Age: Physics-exposure-radiation biology*. Charles C Thomas Publisher.
- Christian, A., Suparta, G. B., Fisika, J., Mipa, F., Gadjah, U., Sekip, M., & Yogyakarta, U. (2014). Pengukuran Kualitas Sistem Pencitraan Radiografi Digital Sinar-X. *Bimipa*, 24(2), 149–166.
- Dalah, E. Z. (2020). Quantifying dose-creep for Skull and chest radiography using dose area product and entrance surface dose: Phantom study. *Radiation Physics and Chemistry*, 167(March).
<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.03.035>
- Fauber, T. (2016). Image Formation and Radiographic Quality. In *Radiographic Imaging and Exposure*. Elsevier Inc.
- Irsal, M. (2021, March). Exposure Factor Control with Exposure Index Guide As Optimizing Efforts in Chest Pa Examination. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1842, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012059>
- Irsal, M. (2020). *Evaluasi faktor eksposi dalam upaya optimisasi pada pemeriksaan chest PA suspected COVID-19. Kocenin Ser Konf* (1), 1-10.
- Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018a). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Elsevier.
- Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018b). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Elsevier.
- Lanca, L., & Silva, A. (2009). Digital radiography detectors e A technical overview: Part 2. *Radiography*, 15(2), 134-138.
<https://doi.org/10.1016/j.radi.2008.02.005>
- Pavan, A. L. M., Alves, A. F. F., Duarte, S. B., Giacomini, G., Sardenberg, T., Miranda, J. R. A., & Pina, D. R. (2015). Quality and dose optimization in hand computed radiography. *Physica Medica*, 31(8), 1065-1069.
<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.06.010>
- Pedersen, C. C. E., Hardy, M., & Blankholm, A. D. (2018). An Evaluation of Image Acquisition Techniques, Radiographic Practice, and Technical Quality in Neonatal Chest Radiography. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 49(3), 257-264.
<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2018.05.006>
- Seibert, J. A., & Morin, R. L. (2011). The standardized exposure index for digital radiography: An opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population. *Pediatric Radiology*, 41(5), 573-581.
<https://doi.org/10.1007/s00247-010-1954-6>
- Tsalafoutas, I. A., Blastaris, G. A., Moutsatsos, A. S., Chios, P. S., & Efstathopoulos, E. P. (2008). Correlation of image quality with exposure index and processing protocol in a computed radiography system. *Radiation Protection Dosimetry*, 130(2), 162-171.
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncm493>
- Uffmann, M., & Schaefer-Prokop, C. (2009). Digital radiography: the balance between image quality and required radiation dose. *European journal of radiology*, 72(2), 202-208.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.05.060>
- Veldkamp, W. J., Kroft, L. J., & Geleijns, J. (2009). Dose and perceived image quality in chest radiography. *European journal of radiology*, 72(2), 209-217.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.05.039>