

Analisis Sensitivitas dalam Deteksi Homogenitas ROI Pada Pengukuran Kualitas Citra Pesawat CT-Scan

Merly Dwipurnama Sari¹, Dian Fitriyani^{1,*}, Heru Prasetyo²

¹Laboratorium Fisika Nuklir, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

²Pusat Riset Teknologi Keselamatan, Metrologi dan Mutu Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Tangerang Selatan, Banten, 15314

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 22 Agustus 2022

Direvisi: 29 September 2022

Diterima: 24 Oktober 2022

Kata kunci:

CT-Scan

CT-Number

ROI

Keseragaman noise

Keywords:

CT-Scan

CT-Number

ROI

Noise uniformity

Penulis Korespondensi:

Dian Fitriyani

Email: dianfitriyani@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis sensitivitas dalam deteksi homogenitas ROI pada pengukuran kualitas citra pesawat CT-Scan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh verifikasi metode baru untuk mengevaluasi homogenitas citra CT-Scan dengan cara mencari nilai CT-Number pada 12 titik (posisi arah jam 1 sampai jam 12) dengan analisis 6 area ROI berupa grafik atau histogram serta membandingkan hasilnya dengan metode pada umumnya yaitu pada hasil citra pesawat CT-Scan di area ROI pada posisi arah jam 12, jam 3, jam 6, jam 9 dan pusat fantom sehingga dapat mengetahui tingkat sensitivitas kedua metode tersebut dalam mendeteksi homogenitasnya. Pengambilan data yaitu data sekunder dari hasil citra fantom air pada CT-Scan sebanyak 30 citra yang diperoleh dari Pusat Riset Teknologi Keselamatan, Metrologi dan Mutu Nuklir-Organisasi Riset Tenaga Nuklir-Badan Riset dan Inovasi Nasional (PRTKMMN-ORTN-BRIN). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai keseragaman noise dari 30 data sampel terdapat 21 data sampel memenuhi batas toleransi yaitu ≤ 2 HU. Hasil ini memenuhi standar perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional. Perbandingan sensitivitas dalam mendeteksi homogenitas ROI pada pengukuran kualitas citra pesawat CT-Scan menunjukkan bahwa metode ROI pada penelitian ini mampu menghasilkan sensitivitas yang lebih baik dalam mendeteksi homogenitasnya.

This research has been conducted on the analysis of sensitivity in ROI homogeneity detection on the measurement of CT-Scan images quality. This research aims to obtain a verification of a new method to evaluate the homogeneity of CT-Scan images by finding the CT-Number value at 12 points (1 o'clock position to 12 o'clock position) by analyzing 6 ROI areas in the form of graphs or histograms and comparing the results with other methods. namely the results of CT-Scan images in the ROI area at 12 o'clock, 3 o'clock, 6 o'clock, 9 o'clock positions and the phantom center so as to determine the sensitivity level of the two methods in detecting homogeneity. The data used is secondary data from the results of water phantom images on CT-Scan as many as 30 images obtained from research center for nuclear safety, metrology and quality technology-nuclear energy research organization-national research and innovation agency (PRTKMMN-ORTN-BRIN). The result of measurement of noise uniformity value show that there are 21 sample data that meet the tolerance limit out of 30 sample data, namely 2 HU. These results meet the standards of BAPETEN No. 2 of 2018 concerning the suitability test of diagnostic and interventional radiology X-ray. The comparison of sensitivity in detecting ROI homogeneity in the measurement of CT-Scan image quality shows that the ROI method in this research is able to produce better sensitivity in detecting homogeneity.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi nuklir berperan penting dalam kesejahteraan hidup manusia diberbagai aspek kehidupan seperti bidang kesehatan, bidang industri, riset kebumihan, energi pangan dan pertanian (Suyatno, 2008). Dalam bidang kesehatan, manfaat nuklir dapat digunakan sebagai pengobatan (radiodiagnosis dan radioterapi). Radiodiagnostik adalah cabang ilmu radiologi untuk mendiagnosis penyakit dengan memanfaatkan radiasi pengion menggunakan pencitraan. Salah satu sumber radiasi pengion yang digunakan dalam bidang radiodiagnostik adalah sinar-X yang memiliki daya tembus yang sangat besar, sehingga mampu menembus bahan yang dilaluinya (Akhadi, 2000).

CT-Scan (*Computed Tomography Scanning*) merupakan salah satu peralatan dibidang radiologi yang sudah canggih bertujuan mengetahui suatu kelainan pada organ tubuh dengan menggunakan radiasi pengion terutama sinar-X yang mampu menampilkan gambar keadaan internal tubuh manusia dalam bentuk irisan dan divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi, sehingga didapat hasil diagnosis yang lebih optimal. Dalam mendiagnosis suatu penyakit kualitas citra sangat penting, citra yang tidak baik akan berdampak pada kesalahan diagnosa. Sistem pencitraan medis yang cukup kompleks seperti pada pesawat CT-Scan ini sewaktu-waktu dapat mengalami resiko terjadinya *misalignment*. Hal ini akan mengakibatkan citra CT-Scan mengalami artefak, kesalahan kalibrasi, dan kegagalan fungsi sistem pembangkit dan deteksi sinar-X. Dengan demikian pesawat CT-Scan memerlukan program *quality control* (QC) untuk menjamin kualitas citra CT-Scan dengan tetap menjaga dosis agar berada di bawah batas yang diizinkan (AAPM, 2002). Program *quality control* (QC) pada penggunaan pesawat CT-Scan merupakan salah satu modalitas pencitraan diagnostik yang memanfaatkan teknologi komputer sebagai pengolah data sinar-X yang telah mengalami atenuasi dalam tubuh pasien yang diperiksa.

Penelitian tentang kualitas citra yang sangat penting dilakukan karena kualitas citra yang baik dapat memberikan informasi yang tepat dan memberikan kemudahan bagi radiografer atau tenaga medis dalam membaca hasil CT-Scan sehingga tindakan medis yang tepat dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan diagnosis serta sebagai sarana deteksi dini terhadap suatu penyakit. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menganalisis suatu citra pesawat CT-Scan sehingga dapat diketahui dan dipilih metode yang tepat dengan sensitivitas yang lebih baik. Untuk mendeteksi homogenitasnya dilakukan melalui pengukuran *region of interest* (ROI) pada citra hasil *scanning*. Pengolahan ini menggambarkan operasi daerah citra yang dikehendaki, sehingga dapat memilih objek atau daerah yang menghasilkan informasi data citra yang dikehendaki yang bertujuan akan membandingkan sensitivitas untuk mendeteksi homogenitas dengan meletakkan garis dari 12 titik (posisi arah jam 1 sampai jam 12) dengan analisa 6 area ROI pada fantom air menggunakan software pengolahan gambar dalam pengukuran kualitas citra pesawat CT-Scan. Pengukuran nilai CT-Number dari 6 area ROI pada posisi arah jam 1 sampai jam 12 akan menentukan nilai standar deviasi. Nilai standar deviasi yang terukur menentukan nilai keseragaman *noise* yaitu dari nilai selisih standar deviasi ROI maksimum dengan ROI minimum. Nilai standar deviasi dicari untuk melihat besar perbedaan nilai sampel terhadap homogenitas (keseragaman) sampel.

II. METODE.

2.1 Pengumpulan Data

Data berupa data sekunder yaitu citra fantom air yang diperoleh dari Pusat Riset Teknologi Keselamatan, Metrologi dan Mutu Nuklir-Organisasi Riset Tenaga Nuklir-Badan Riset dan Inovasi Nasional (PRTKMMN-ORTN-BRIN). Objek dapat diambil sebanyak 30 data citra secara acak dari hasil penyinaran radiasi pada pesawat CT-Scan di beberapa rumah sakit.

2.2 Pengolahan Data dan Pengujian Data

Pengolahan data akan diuji ke dalam sistem komputerisasi dengan memanfaatkan *software* pengolahan gambar. Data yang akan diolah sebanyak 30 data bertujuan dapat membandingkan metode mana yang lebih sensitif untuk mendeteksi homogenitasnya. Pembacaan citra pesawat CT-Scan sebagai data masukan pada *software* pengolahan gambar. Membentuk plot ROI untuk menghasilkan nilai CT-Number yang dirancangan pada *software* pengolahan gambar. Tahap pengujian dilakukan untuk menguji validasi data yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai CT-Number dengan satuan HU (*Hounsfield Unit*) yang menjelaskan bahwa grafik atau histogram menghasilkan nilai FWHM

(*Full Width Half Maximum*) yaitu nilai standar deviasi. Tingkat keakuratan prediksi akan dinilai setelah mengetahui nilai keseragaman *noise* sehingga terlihat tingkat sensitivitas kedua metode tersebut dalam mendeteksi homogenitasnya. Hasil yang didapatkan akan dibandingkan dengan batas toleransi yang diperbolehkan oleh perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional (BAPETEN, 2018).

Pengukuran dilakukan menggunakan *software* pengolahan gambar dengan parameter pengukuran 120 kV, 200 mAs dan 10 mm ketebalan irisan. Perhitungan nilai standar deviasi (SD) dari ROI pada citra dapat menjadi indikasi penyimpangan fluktuasi *CT-Number* yang berhubungan dengan *noise*. Semakin besar standar deviasi maka semakin tinggi *noise* pada citra. Nilai standar deviasi dikonversikan dengan menggunakan Persamaan (1) dan dihitung selisih antara standar deviasi maksimum dan minimum untuk menentukan keseragaman *noise*.

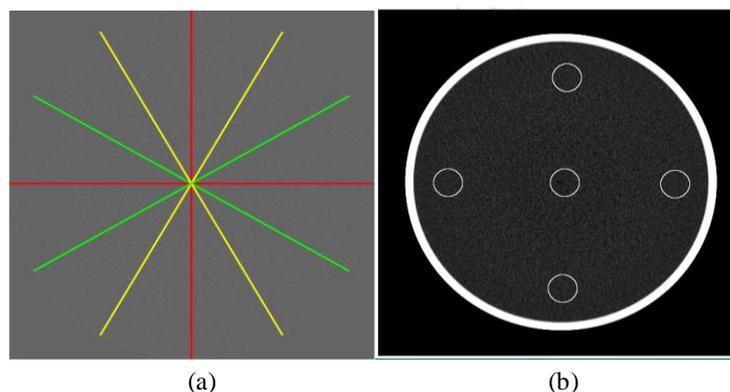
$$\sigma_s = \sigma_m \times \frac{kVp}{120} \sqrt{\frac{mAs \times lebar\ irisan}{300 \times 8}} \quad (1)$$

σ_s adalah nilai *noise* terkoreksi, σ_m adalah nilai *noise* hasil pengukuran, kVp adalah nilai tegangan *setting*, mAs adalah nilai kuat arus *setting* dan lebar irisan adalah nilai tebal irisan *setting*. Nilai standar deviasi dihitung pada citra dengan dilakukan proses ROI dengan meletakkan garis dari 12 titik berbeda searah jarum jam sehingga menghasilkan 6 area ROI pada citra dengan membuat pola garis.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Perbandingan Penentuan ROI Metode Garis dengan Metode Lingkaran di 5 Titik

Citra didapatkan dalam format DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) yang akan diolah dan dianalisis menggunakan *software* pengolahan gambar untuk melakukan proses ROI. Proses ROI dilakukan dengan meletakkan garis dari 12 titik berbeda searah jarum jam sehingga menghasilkan 6 garis pada citra dengan membuat pola garis dan membandingkan hasilnya dengan metode yang umum digunakan yaitu pada hasil citra pesawat CT-Scan di area ROI pada posisi arah jam 12, jam 3, jam 6, jam 9 dan pusat fantom dengan membuat pola lingkaran. Kedua metode ini membandingkan metode ROI untuk mengetahui metode mana yang lebih sensitif dalam menganalisis nilai keseragaman. Perbandingan bentuk ROI antara kedua metode ROI, terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Ilustrasi langkah pengambilan nilai CT-Number di area ROI (a) metode garis (b) metode lingkaran di 5 titik

Berdasarkan Gambar 1a dapat dilihat bahwa metode garis pada penelitian ini dapat menganalisis dari tepi lapangan sampai center sampai tepi lapangan. Sedangkan metode lingkaran dapat menganalisis dari 4 titik tepi lapangan dan 1 titik center (lihat Gambar 1b). Berdasarkan hasil yang didapatkan metode garis lebih sensitif daripada metode lingkaran di 5 titik karena dapat melihat profil HU secara menyeluruh dari seluruh citra. Sedangkan pada metode lingkaran di 5 titik akan merata-ratakan data dalam area yang luas. Sehingga metode garis mempunyai sensitivitas yang sangat baik dalam mendeteksi homogenitas secara menyeluruh. Pada proses ROI akan diperoleh grafik untuk nilai *CT-Number* dapat dinyatakan dalam *Hounsfield Unit* (HU) pada suatu material yang sama sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan (AAPM, 2013)

3.2 Analisis Hubungan Nilai FWHM dengan Nilai Standar Deviasi pada Pengukuran ROI Hasil Citra Pesawat CT-Scan

Pengukuran nilai *CT-Number* pada masing-masing ROI untuk menentukan keseragaman *noise*. Keseragaman *noise* dapat dideskripsikan dengan standar deviasi dari nilai-nilai pixel yang terdapat dalam matriks dari sebuah citra CT-Scan (Seeram, 2001). Pada penelitian ini, nilai FWHM digunakan sebagai nilai standar deviasi yang bertujuan mengetahui homogenitas citra pada pesawat CT-Scan. Nilai FWHM mengetahui seberapa besar atau lebar penyimpangan nilai HU disepanjang garis sampling, histogram nilai *CT-Number* menentukan nilai FWHM. Perhitungan nilai standar deviasi dilakukan dari pengambilan nilai FWHM pada masing-masing ROI. Nilai FWHM digunakan untuk mewakili distribusi data dikarenakan data sudah diubah ke dalam distribusi gaussian dan sebarannya lebih terdistribusi. Sedangkan nilai standar deviasi menggambarkan persebaran data pada suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean* (Sekaran, U., dan Bougie, 2016), standar deviasi merupakan ukuran penyebaran paling baik karena menggambarkan besarnya penyebaran tiap-tiap unit observasi (Ghozali, 2016).

3.3 Perbandingan Nilai Standar Deviasi pada Pengukuran ROI Hasil Citra Pesawat CT-Scan

Pengukuran dilakukan menggunakan *software* pengolahan gambar dengan parameter pengukuran 120 kVp, 200 mAs dengan 10 mm ketebalan irisan. Perhitungan nilai standar deviasi (SD) dari ROI pada citra dapat menjadi indikasi penyimpangan fluktuasi *CT-Number* yang berhubungan dengan *noise*. Semakin besar standar deviasi maka semakin tinggi *noise* pada citra. Nilai standar deviasi dikonversikan dengan menggunakan Persamaan (1) dan dihitung selisih antara standar deviasi maksimum dan minimum untuk menentukan keseragaman *noise*.

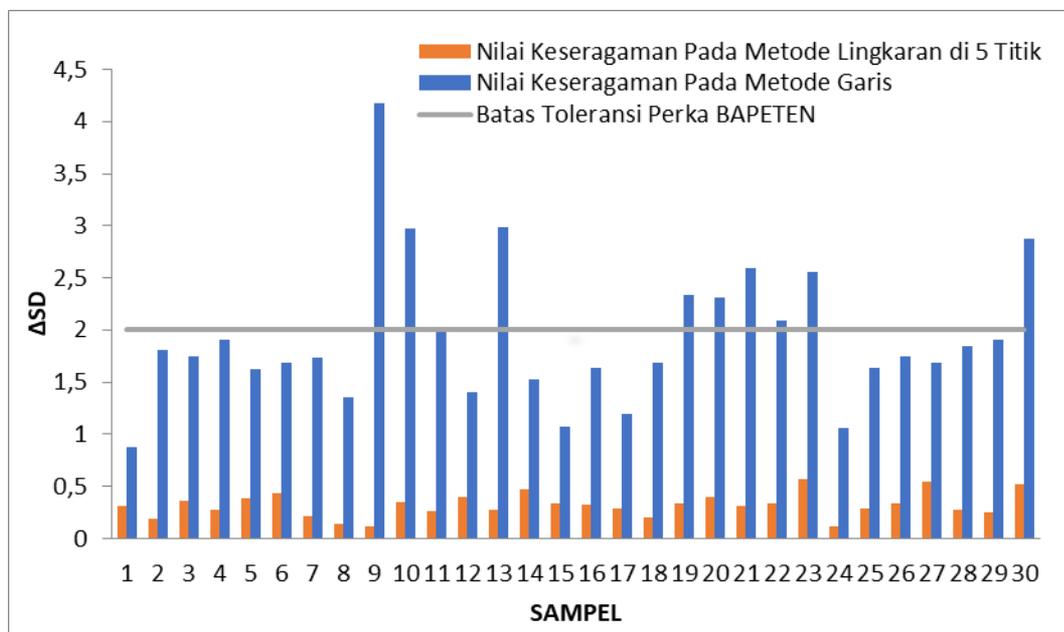
Tabel 1 Hasil pengukuran nilai keseragaman noise metode ROI baru dengan metode ROI rekomendasi BAPETEN

Sampel	Tegangan (kV)	Arus (mAs)	Ketebalan Irisan (mm)	Metode Garis Δ SD (HU)	Metode Lingkaran Δ SD (HU)
1				0,87	0,31
2				1,81	0,19
3				1,75	0,36
4				1,9	0,28
5				1,62	0,39
6				1,69	0,43
7				1,74	0,21
8				1,35	0,14
9				4,17	0,11
10				2,97	0,35
11				2,01	0,26
12				1,4	0,4
13				2,99	0,28
14	120	200	10	1,52	0,47
15				1,07	0,34
16				1,64	0,32
17				1,19	0,29
18				1,69	0,2
19				2,34	0,33
20				2,31	0,4
21				2,59	0,31
22				2,09	0,34
23				2,55	0,57
24				1,06	0,12
25				1,64	0,29
26				1,75	0,34
27				1,69	0,55
28				1,84	0,28
29				1,9	0,25
30				2,87	0,52

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa data hasil keseragaman *noise* dari 30 data sampel terdapat 21 data sampel memenuhi standar perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, batas toleransi yang diperoleh adalah ≤ 2 HU (BAPETEN, 2018). Sedangkan data sampel yang tidak memenuhi batas toleransi yang ditetapkan sebanyak 9 data sampel, karena nilai keseragaman *noise* ≥ 2 HU. Hal ini bisa disebabkan pada CT-Scan yang tidak dilakukan kalibrasi CT-Number dan koreksi udara tiap pagi. Kalibrasi CT-Scan harus dilakukan secara periodik untuk menghasilkan nilai HU yang akurat (Goldman, 2007). Pada penelitian ini dapat dinyatakan bahwa nilai akurasi dan keseragaman *noise* dari citra CT-Scan yang dihasilkan menunjukkan nilai lolos uji.

3.4 Perbandingan Sensivitas dalam Mendeteksi Homogenitas ROI

Pada penelitian ini bertujuan membuat usulan metode baru untuk mengevaluasi homogenitas citra CT-Scan dengan cara menentukan nilai standar deviasi ≤ 2 HU pada 12 titik (posisi arah jam 1 sampai jam 12) dengan analisa 6 area ROI dan membandingkan hasilnya dengan metode yang umum digunakan yaitu pada hasil citra pesawat CT-Scan di area ROI pada posisi arah jam 12, jam 3, jam 6, jam 9 dan pusat fantom. Sehingga dapat mengetahui tingkat sensitivitas kedua metode tersebut dalam mendeteksi homogenitasnya. Perbandingan nilai antara kedua metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Perbandingan keseragaman nilai *noise* metode garis dengan metode lingkaran di 5 titik

Berdasarkan Gambar 2 perbandingan sensitivitas dalam mendeteksi homogenitas ROI dilakukan dengan melihat nilai keseragaman *noise* yang dihasilkan dari pengukuran nilai standar deviasi. Hasil pengukuran menyatakan bahwa nilai keseragaman *noise* pada kedua metode ROI menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan namun masih memenuhi standar perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 dengan batas toleransi ≤ 2 HU. Hal ini membuktikan metode garis lebih dapat membaca nilai standar deviasi karena dapat menganalisis dari tepi citra sampai *center* sampai tepi citra sehingga kelainan homogenitas antara tepi dan *center* citra fantom selalu terdeteksi. Perbandingan kedua metode ROI membuktikan bahwa metode garis pada penelitian ini mampu menghasilkan sensitivitas yang lebih baik dalam mendeteksi homogenitas ROI daripada metode lingkaran di 5 titik. Hal ini dikarenakan metode garis lebih mampu mewakili keseluruhan lapangan pada citra sehingga hasil yang didapat memiliki sensitivitas yang lebih baik dalam mendeteksi homogenitasnya dibandingkan dengan metode lingkaran di 5 titik. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan citra fantom yang lolos pada metode garis pada penelitian ini pasti lolos juga di metode lingkaran di 5 titik, tetapi tidak sebaliknya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan: nilai keseragaman *noise* dari 30 data sampel terdapat 21 data sampel memenuhi standar perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, batas toleransi yang diperoleh adalah ≤ 2 HU. Metode garis mampu menghasilkan sensitivitas yang lebih baik dalam mendeteksi homogenitas ROI dalam mewakili keseluruhan lapangan pada citra daripada metode lingkaran di 5 titik. Secara fisik, medium air selalu homogen tetapi dalam evaluasi BAPETEN hanya sampling 5 titik saja dan belum tentu mewakili semua area citra yang dievaluasi. Sehingga dengan menarik garis, keterwakilan sampling akan lebih baik. Citra fantom yang lolos di metode ROI penelitian ini pasti lolos juga di metode ROI BAPETEN, tetapi tidak sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPM. (2002). Quality Control in Diagnostic Radiology, AAPM Report No. 74. *Medical Physics Publishing, Medison, USA, 70(74)*, 125–131.
- AAPM. (2013). Specification and Acceptance Testing of Computed Tomography Scanners, AAPM Report No. 39. *Medical Physics Publishing, Medison, USA, 47(4)*, 753. <https://doi.org/10.2307/40127640>
- Akhadi, M. (2000). *Dasar Proteksi Radiasi Tujuan Proteksi Radiasi*. PT. Renika Cipta, Jakarta.
- BAPETEN. (2018). *Perka Bapeten Nomor 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensial*.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23*, (8 (ed.)). Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Goldman, L. W. (2007). Principles of CT: Radiation dose and image quality. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 35(4), 213–225. <https://doi.org/10.2967/jnmt.106.037846>
- Seeram, E. (2001). *Computed Tomography Physical Principle, Clinical Applications, and Quality Control* (2nd ed.). Philadelphia, W.B. Saunders Company.
- Sekaran, U., dan Bougie, R. J. (2016). *Reserch Methods for Business: A Skill Building Approach*, (7th ed.). John Wiley & Sons Inc. New York, USA.
- Suyatno, F. (2008). Aplikasi radiasi sinar-x di bidang kedokteran untuk menunjang kesehatan masyarakat. *SDM Teknologi Nuklir, 1*(Teknologi Nuklir), 25–26. http://kbs.jogjakota.go.id/upload/53_FerrySuyatno503-509.pdf