



## UJI KESAMAAN BERKAS KOLIMATOR DENGAN VARIASI JARAK FFD (*FOCUS FILM DISTANCE*) PADA PESAWAT SINAR-X

Cicillia Artitin<sup>1\*</sup>, Chairun Nisa<sup>2</sup>, Oktavia Puspita Sari<sup>3</sup>, Neneng Anjarwati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Baiturrahmah, [cicilliaartitin@atro.unbrah.ac.id](mailto:cicilliaartitin@atro.unbrah.ac.id)

([cicilliaartitin@atro.unbrah.ac.id](mailto:cicilliaartitin@atro.unbrah.ac.id), 081266625029)

### ABSTRAK

Kolimator merupakan bagian dari pesawat sinar-x yang memiliki fungsi sebagai pengatur besarnya luas lapangan. Jika bidang ini tidak selaras, anatomi yang harusnya masuk ke lapangan penyinaran tidak terkena radiasi. Banyaknya jumlah ekspose yang dilakukan dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara luas lapangan penyinaran dengan berkas sinar-X yang dihasilkan. Variasi jarak digunakan untuk menentukan kesesuaian atau nilai pergeseran pada luas lapangan kolimator yang diuji. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelayakan kolimator pada pesawat sinar-X dengan menentukan kesamaan berkas kolimasi dengan berkas sinar-X. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode eksperimen di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas Padang pada bulan Agustus 2023 dengan variasi FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm. Alat ukur yang digunakan *collimator test tool* dengan ukuran kolimasi 14x18 cm menggunakan *focal spot* kecil dan *focal spot* besar. Pengolahan data yang digunakan adalah  $X1 + X2 \leq 2\%$  dari FFD dan  $Y1 + Y2 \leq 2\%$  dari FFD. Peneliti juga menghitung jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) dengan tidak melebihi 3% dari FFD ( $\Delta X + \Delta Y \leq 3\%$  dari FFD). Hasil penelitian uji kesamaan berkas kolimator dengan variasi jarak FFD yang sesuai dengan batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD adalah pada FFD 100 cm, 110 cm, dan 120 cm saat menggunakan *focal spot* kecil. Sedangkan yang tidak sesuai atau melebihi batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD adalah FFD 90 cm *focal spot* kecil, FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm saat menggunakan *focal spot* besar. Kolimasi yang layak digunakan dalam proses pencitraan radiografi pada *focal spot* kecil dengan jarak (FFD) dimulai dari 100 cm. Pada focal spot besar tidak layak digunakan dan perlu dilakukan perbaikan.

**Kata Kunci :** Uji kesesuaian, Berkas kolimasi, Variasi jarak

### ABSTRACT

*The collimator is a part of the x-ray device that has the function of regulating the size of the field. If this field is not aligned, the anatomy that should enter the irradiation field is not exposed to radiation. The large number of exposures performed can result in a mismatch between the area of the irradiation field and the X-ray beam produced. Distance variations are used to determine the suitability or value of the shift in the collimator field area tested. This study aims to determine the feasibility of a collimator on an X-ray plane by determining the similarity of the collimated beam with the X-ray beam. The type of research used is quantitative with experimental methods in the radiology installation of Andalas University Hospital Padang in August 2023 with variations of FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, and 120 cm. The measuring instrument used collimator test tool with collimation size 14x18 cm using small focal spot and large focal sp-axis (horizontal) and Y-axis (vertical) values by not exceeding 3% of FFD ( $\Delta X + \Delta Y \leq 3\%$  of FFD). The test results of the collimator beam similarity test with FFD distance variations that comply with the tolerance limit  $\leq 2\%$  FFD are at FFD 100 cm, 110 cm, and 120 cm when using a small focal spot. While those that do not match or exceed the tolerance limit  $\leq 2\%$  FFD are FFD 90 cm small*



*focal spot, FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, and 120 cm when using a large focal spot. Collimation that is feasible to use in the radiographic imaging process on a small focal spot with a distance (FFD) starting from 100 cm. The large focal spot is not feasible to use and needs to be improved.*

**Keywords:** *Conformity test, Beam collimation, FFD distance variation*

## PENDAHULUAN

Radiologi merupakan salah satu penunjang medic yang menggunakan alat radiasi sinar-x untuk mendapatkan hasil berupa radiograf. Oleh karena itu diperlukan radiograf yang dapat memberikan informasi semaksimal mungkin tanpa harus melakukan pengulangan foto sehingga nantinya tidak terjadi penambahan dosis yang diterima oleh pasien. Pada pemeriksaan pasien agar tidak terjadinya penyimpangan foto maka perlu dilakukan uji kesesuaian pesawat (Sari & Hartina, 2017).<sup>(1)</sup> Uji Kesesuaian (*Compliance Testing*) adalah uji untuk memastikan bahwa pesawat sinar-x memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis atau pelaksanaan radiologi yang tepat dan akurat. Tujuan utama Program Jaminan Kualitas (*Quality Assurance Program*) pada Instalasi Radiologi adalah diagnosa pasien yang tepat dan akurat. Tujuan ini akan terkait dengan program jaminan kualitas menyeluruh yang disesuaikan dengan kebutuhan fasilitas yang mencakup 3 (tiga) hal, yaitu mengurangi paparan radiasi, peningkatan citra diagnostik dan siasat penekanan biaya (Fransiska, dkk, 2018).<sup>(2)</sup>

Kolimotor merupakan bagian dari pesawat sinar-x yang memiliki fungsi sebagai pengatur besarnya luas lapangan radiasi (kolimasi). Bidang sinar- X harus bertepatan dengan bidang cahaya kolimotor. Jika bidang ini tidak selaras, anatomi yang harusnya masuk ke lapangan penyinaran tidak terkena radiasi. Kolimasi yang optimal dapat dikonfirmasi dengan salah satu dari beberapa alat uji yang digunakan untuk mengukur kesamaan berkas cahaya kolimotor (Bushong, 2017)<sup>(3)</sup>. *Focus-to-Film Distance* (FFD) merupakan salah satu dari faktor primer yang digunakan dalam pemeriksaan radiografi. FFD adalah jarak standar antara titik emisi sinar-

X yang ada di tabung sinar-X (*focal spot*) dan *image receptor*. Meningkatnya jarak pemotretan terutama FFD, akan menyebabkan intensitas sinar-X yang sampai ke film akan berkurang (Rahman, 2009)<sup>(4)</sup>. Semakin kecil *focal spot* semakin bagus resolusi citra (gambar) maka citra semakin bagus (Bushong, 2012)<sup>(5)</sup>.

Berdasarkan observasi peneliti tentang pesawat sinar-x di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas, jumlah pasien 3 (tiga) bulan terakhir yang melakukan pemeriksaan menggunakan pesawat sinar-X, yaitu pada bulan Februari 2023 berjumlah 391 pasien, Maret 436 pasien, dan April 311 pasien. Sehingga rata-rata jumlah ekspose yang dilakukan adalah sekitar 400 kali perbulannya. Hal ini dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara luas lapangan penyinaran dengan berkas sinar-X yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil uji kesamaan berkas cahaya kolimotor dan kelayakan kolimotor pada pesawat sinar-X.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode eksperimen di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas Padang pada bulan Agustus 2023 dengan variasi FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm. Alat ukur yang digunakan *collimator test tool* dengan ukuran kolimasi 14x18 cm menggunakan *focal spot* kecil dan *focal spot* besar. Pengolahan data yang digunakan adalah  $X1 + X2 \leq 2\%$  dari FFD dan  $Y1 + Y2 \leq 2\%$  dari FFD. Peneliti juga menghitung jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) dengan tidak melebihi 3% dari FFD ( $\Delta X + \Delta Y \leq 3\%$  dari FFD).

## HASIL

### 1. Uji Kesamaan Berkas Kolimator dengan Jarak (FFD) 90 cm

Hasil uji kesamaan berkas kolimator menggunakan FFD 90 cm, tegangan 60 kV, kuat arus 100 mA, waktu 0.05 s dan luas lapangan

kolimasi 14x18 cm.. dengan *focal spot* kecil dan besar adalah sebagai berikut



**Gambar 1. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan *Focal Spot* Kecil FFD 90 cm.**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 90 cm dengan focal spot kecil didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 2,4 cm dan sumbu Y sebesar 2,4 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi dengan mengalami

pergeseran dan melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 4,8 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.



**Gambar 2. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan *Focal Spot* Besar FFD 90 cm**

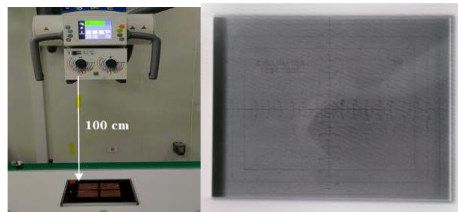
Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 90 cm dengan focal spot besar didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 3,5 cm dan sumbu Y sebesar 0,7 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi

mengalami pergeseran dan melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 4,2 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD

### 2. Uji Kesamaan Berkas Kolimator dengan Jarak (FFD) 100 cm

Hasil uji kesamaan berkas kolimator menggunakan FFD 100 cm menggunakan tegangan 60 kV, kuat arus 100 mA, waktu 0,05

s, dan luas lapangan kolimasi 14x18 cm. menggunakan *focal spot* kecil dan besar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3. Hasil Uji Berkas Kolimatordengan *Focal Spot* Kecil FFD 100 cm**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 100 cm pada focal spot kecil didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 1,5 cm dan sumbu Y sebesar 0,6 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi mengalami pergeseran tetapi tidak melampaui

batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 2,1 cm dengan tidak melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.



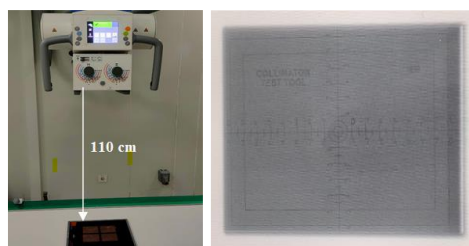
**Gambar 4. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan *Focal Spot* Besar FFD 100 cm.**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 100 cm pada focal spot besar didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 3,1 cm dan sumbu Y sebesar 0,7 cm. Sehingga luas lapangan

kolimasi mengalami pergeseran dan melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 3,8 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.

### 3. Uji Kesamaan Berkas Kolimator dengan Jarak (FFD) 110 cm

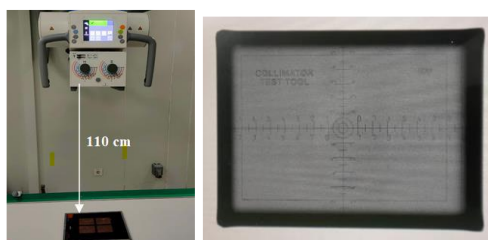
Hasil uji kesamaan berkas kolimator menggunakan FFD 110 cm, tegangan 60 kV, kuat arus 100 mA, waktu 0,05 s, dan luas lapangan kolimasi 14x18 cm dengan *focal spot* kecil dan besar adalah sebagai berikut :



**Gambar 5. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan *Focal Spot* Kecil FFD 110 cm**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 110 cm pada focal spot kecil didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 0,5 cm dan sumbu Y sebesar 0,6 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi mengalami pergeseran tetapi tidak melampaui batas

toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 1,1 cm dengan tidak melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD atau 3,3 cm dengan FFD 110 cm.



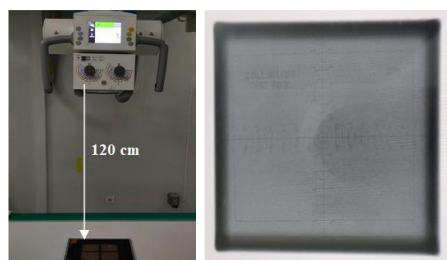
**Gambar 6. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan Focal Spot Besar FFD 110 cm**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 110 cm pada Focal spot besar didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 3,5 cm dan sumbu Y sebesar 2,3 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi

mengalami pergeseran dan melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 5,8 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.

#### 4. Uji Kesamaan Berkas Kolimator dengan Jarak (FFD) 120 cm

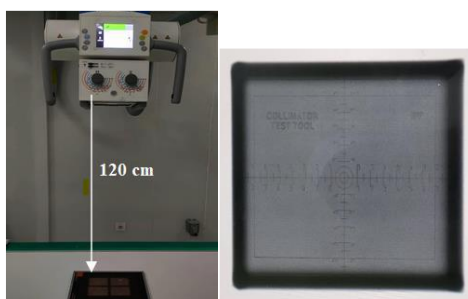
Hasil uji kesamaan berkas kolimator menggunakan FFD 120 cm tegangan 60 kV, kuat arus 100 mA, waktu 0,05 s, dan luas lapangan kolimasi 14x18 cm dengan focal spot kecil dan besar adalah sebagai berikut :



**Gambar 7 Hasil Uji Berkas Kolimator dengan Focal Spot Kecil FFD 120 cm**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 120 cm pada focal spot kecil didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 2,3 cm dan sumbu Y sebesar 2,3 cm. Sehingga luas lapangan kolimasi

mengalami pergeseran tetapi tidak melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 4,6 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.



**Gambar 8. Hasil Uji Berkas Kolimator dengan Focal Spot Besar FFD 120 cm**

Perhitungan hasil dari pengujian menggunakan FFD 120 cm pada focal spot besar didapatkan total nilai pergeseran berkas sinar-X pada sumbu X sebesar 2,5 cm dan sumbu Y sebesar 2,4 cm. Sehingga luas lapangan

mengalami pergeseran dan sedikit melampaui batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Sedangkan jumlah nilai sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) adalah 4,9 cm dengan melebihi batas penyimpangan  $\leq 3\%$  FFD.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada uji kesamaan berkas kolimator dengan variasi jarak (FFD) menggunakan focal spot kecil dan besar ini, dapat dilihat bahwa saat menggunakan focal spot kecil dengan FFD yang semakin besar, penyimpangan atau pergeseran tidak ada yang melebihi batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD kecuali dengan FFD 90 cm. Sedangkan saat menggunakan focal spot besar, pada sumbu X (horizontal) mengalami pergeseran. Sehingga untuk focal spot besar dengan semua FFD nilainya melebihi batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD. Jumlah nilai penyimpangan sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal) yang sesuai dengan batas toleransi  $\leq 3\%$  FFD adalah pada FFD 100 cm dan 110 cm pada focal spot kecil. Sedangkan

yang tidak sesuai dari batas toleransi  $\leq 3\%$  FFD adalah FFD 90 cm dan 120 cm pada focal spot kecil. Kemudian FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm pada focal spot besar.

Terjadinya pergeseran luas lapangan kolimasi dan berkas radiasi disebabkan karena cermin yang memantulkan cahaya tanpa tidak menyudut  $45^{\circ}$ , sehingga lapangan sinar tampak bergeser ke salah satu arah maupun masalah penyudutan tabung kurang berhati-hati. Cermin yang kotor juga mempengaruhi luas lapangan kolimasi maupun batas tepi kolimasi yang tidak sesuai dengan berkas sinar-X yang sesungguhnya. Selain itu perlakuan yang kurang hati-hati dapat menjadi faktor pemicu bergesernya berkas



lapangan kolimasi selama pemeriksaan maupun pergantian tabung sinar-X mengakibatkan ketidaksesuaian luas lapangan sinartampak dengan lapangan sinar-X (Carrol, 1985).

Penggunaan FFD yang besar menghasilkan magnifikasi yang semakin rendah, focal spot blur yang rendah, dan meningkatkan resolusi spasial. Bagaimanapun mAs harus ditingkatkan juga karena efek dari inverse square law. Focal spot kecil disediakan untuk radiografi detail halus, yang kuantitas sinar-X relatif rendah. Focal spot kecil selalu digunakan untuk radiografi pembesaran. Ini biasanya digunakan untuk pemeriksaan radiografi ekstremitas dan pemeriksaan bagian tubuh kurus yang tidak memerlukan kuantitas sinar-X yang lebih tinggi. Untuk menghasilkan detail gambar yang paling tajam, seseorang harus menggunakan focal spot kecil yang sesuai dan FFD terpanjang serta menempatkan bagian anatomi sedekat mungkin dengan reseptor gambar. (Bushong, 2013). Penggunaan focal spot kecil menghasilkan gambaran yang tajam, sedangkan penggunaan focal spot besar, jarak diperkecil, menghasilkan gambaran yang kurang tajam (Rasad, 2005).

Hasil pengujian kesamaan luas lapang kolimator dengan luas lapang sinar-X menggunakan variasi FFD menunjukkan semakin besar jarak FFD maka penyimpangan kesesuaian luas lapang kolimator dengan luas lapang sinar-X semakin besar juga ataupun sebaliknya. Sebaiknya dilakukan perbaikan dan pengujian kolimator pada pesawat sinar-X bertujuan untuk menghindari terpotongnya gambaran radiograf atau terjadinya pengulangan foto akibat dari berkas sinar-X yang mengalami pergeseran yang melebihi

standar toleransi dari ketetapan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009. Sehingga pesawat sinar-X layak digunakan untuk pemeriksaan dan dapat dilakukan tidak hanya dengan focal spot kecil saja, tetapi juga focal spot besar dengan variasi FFD berapapun sesuai kebutuhan untuk pemeriksan radiografi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perhitungan uji kesamaan berkas kolimator dengan variasi jarak yang sesuai dengan batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD adalah pada FFD 100 cm, 110 cm, dan 120 cm saat penggunaan focal spot kecil. Sedangkan yang tidak sesuai atau melebihi batas toleransi  $\leq 2\%$  FFD adalah FFD 90 cm focal spot kecil, FFD 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm saat menggunakan focal spot besar. Uji kesamaan berkas kolimator dengan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X di instalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas Padang, layak digunakan dalam proses pencitraan radiografi pada focal spot kecil dengan jarak (FFD) dimulai dari 100 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, Muchlis. (2000). *Dasar-dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta: RinekaCipta.
- Bushong, Stewart Carlyle. (2013). *Radiologic Science for Technologists. Tenth Edition*. Houston, Texas: Elsevier.
- Carlton, R. R & Arlene, McKenna Adler. (2012). *Principles of Radiographic Imaging: An Art and A Science*. Delmar Cengage Learning.
- Chadidjah S. 2012. "Penentuan ketepatan titik pusat berkas sinar Pada pesawat mobile x-ray sebagai parameter Kualitas kontrol di rsud. Prof. Dr. Hm. Anwar Makkatutu bantaeng". Skripsi: FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar.



- Dendy, P. P & Heaton, B. (2012). *Physics for Diagnostic Radiology*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Fauber, Terri L. (2013). *Radiographic Imaging & Exposure*. St. Louis: Elsevier.
- Fransiska, E., dkk. (2018). “Uji Kesesuaian Berkas Sinar-X dengan Berkas Kolimator pada Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi”, dalam *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia Program studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi*, Vol. 15 No. 01 April 2018.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250 Tahun 2009. *Tentang Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Diagnostik*.
- Papp, Jeffery. (2019). *Quality Management in the Imaging Science*. Sixth Edition. St Louis: Missouri.
- Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 15 Tahun 2014. *Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.
- Rahman, Nova. (2009). *Radiofotografi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- Sari, Ayu Wita & Siti Hartina. (2017). “Uji Kesesuaian Collimator Beam Dengan Berkas Sinar-X pada Pesawat Raico di Instalasi Radiologi Raden Mattaher Jambi”, dalam *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian*.
- Savitri, Retno Indah, dkk. (2014). “Optimasi Faktor Eksposi pada Sistem Radio Optimasi Faktor Eksposi pada Sistem Radiografi Digital Menggunakan Analisis CNR (Contrast to Noise Ratio)”, dalam *Unnes Physics Journal*, Vol. 3 No. 1 2014.