

Evaluasi Kualitas Citra Mamografi Metode *Automatic Exposure Control* (AEC) Menggunakan *Normalized Anisotropic Quality Index* (NAQI)

Ririn Septya Anggraini^{1*}, Idris Kusuma², Ni Larasati Kartika Sari³, Febria Anita⁴

^{1,3,4} Program Studi Fisika, Universitas Nasional, Jakarta

² Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nasional, Jakarta

*Korespondensi penulis: ririnseptia11@gmail.com

(Received: 30-03-2022; Revised: 24-05-2022; Accepted: 10-06-2022)

Abstract. *Mammography image is expected to have high image resolution quality so that the image is able to show microcalcifications as a sign of a malignant breast tumor with a size ranging from 0.1 mm. Automatic Exposure Control (AEC) is an image acquisition mode in mammography that is designed to strike a balance between patient dose and image quality by accommodating differences in breast size. This study aims to obtain the results of measuring mammographic image quality using Normalized Anisotropic Quality Index (NAQI), assessing the performance of AEC against variations in Compressed Breast Thickness (CBT), density and Average Glandular Dose (AGD). This study using 20 mammographic images in AEC mode, Cranio Caudal (CC) projections. The data in the forms of CBT, breast density and AGD were also taken. In this study, the CBT range was 45-81 mm, the density range was 14-18%, the AGD range was 1.25-2.26 mGy with the patient's age ranged from 39-67 years and the compression pressure ranged from 20.0169-157.9111 N. Then the images are grouped based on CBT, density and AGD, to get the NAQI values. The results of NAQI values are e ues ults o(0.111-2). The highest NAQI value obtained on CBT images of 61 mm, density 14.64% and AGD 1.41 mGy.*

Keywords: *average glandular dose, compressed breast tickness, automatic exposure control, density.*

Abstrak. Citra mamografi diharapkan memiliki kualitas resolusi citra yang tinggi sehingga citra mampu menunjukkan mikrokalsifikasi sebagai tanda adanya tumor ganas payudara dengan ukuran berkisar 0.1 mm. *Automatic Exposure Control* (AEC) adalah mode akuisisi gambar dalam mamografi yang dirancang untuk mencapai keseimbangan antara dosis pasien dan kualitas gambar dengan mengakomodasi perbedaan ukuran payudara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran kualitas citra mamografi menggunakan *Normalized Anisotropic Quality Index* (NAQI), menilai kinerja AEC terhadap variasi *Compressed Breast Thickness* (CBT), densitas dan *Average Glandular Dose* (AGD). 20 citra mamografi mode AEC digunakan dalam penelitian ini, proyeksi *Cranio Caudal* (CC). Data berupa CBT, kepadatan payudara dan AGD juga diambil. Pada penelitian ini rentang CBT adalah 45-81 mm, rentang densitas 14-18%, rentang AGD 1.25-2.26 mGy dengan usia pasien berkisar 39-67 tahun dan tekanan kompresi berkisar 20,0169-157,9111 N. Kemudian citra-citra tersebut dikelompokkan berdasarkan CBT, densitas dan AGD, untuk mendapatkan nilai NAQI. Hasil nilai NAQI berkisar antara (0.111 – 2). Nilai NAQI tertinggi diperoleh pada citra CBT sebesar 61 mm, densitas 14.64% dan AGD 1.41 mGy.

Kata kunci: *average glandular dose, compressed breast tickness, automatic exposure control, densitas.*

PENDAHULUAN

Mamografi merupakan salah satu teknik radiografi pada payudara yang menggunakan sinar-X berenergi rendah yang bertujuan untuk mendeteksi adanya kelainan pada organ

payudara. Citra pemeriksaan dengan mamografi diharapkan mempunyai kualitas resolusi citra yang tinggi agar citra mampu memperlihatkan mikrokalsifikasi sebagai pertanda tumor payudara yang ganas [1]. Evaluasi kualitas gambar mamografi penting dalam praktik klinis untuk memastikan kinerja optimal ahli radiologi. Metode yang paling dapat diandalkan untuk *Image Quality Assessment* (IQA) adalah dengan evaluasi subjektif. *Mean Opinion Score* (MOS) dianggap sebagai salah satu metode terbaik untuk pengukuran kualitas gambar, dalam praktik klinis evaluasi gambar mamografi adalah tugas yang sulit, karena harus dilakukan oleh ahli radiologi yang berpengalaman serta memakan waktu dan mahal [2].

Automatic Exposure Control (AEC) adalah mode akuisisi gambar dalam pemeriksaan mamografi yang dirancang untuk menyeimbangkan antara dosis pasien dan kualitas gambar dengan mengakomodasi perbedaan ukuran payudara. AEC secara otomatis akan menghentikan *eksposure* berdasarkan radiasi yang ditransmisikan yang terdeteksi oleh monitor radiasi yang berada di belakang reseptor gambar [3]. Meskipun ada metode fisika untuk menguji AEC tetapi dalam praktik klinisnya belum diketahui secara jelas apakah sistem pesawat mamografi menghasilkan resolusi spasial secara optimal dan dosis yang efisien [4].

Ada beberapa metode untuk mengevaluasi kualitas citra digital secara objektif. Umumnya metode tersebut menghitung kemiripan antara citra terdegradasi dan citra referensi yang dianggap memiliki kualitas sempurna (*ground-truth*). Penilaian kualitas gambar tanpa referensi merupakan hal yang sangat sulit, karena harus memprediksi kualitas persepsi gambar yang terdistorsi tanpa informasi tentang gambar referensi [5].

Evaluasi kualitas citra dapat diukur melalui parameter-parameter yang dapat dijabarkan dalam tiga aspek, yaitu: resolusi spasial, kontras, dan *noise*. Faktor lain yang dipertimbangkan adalah pengaruh dosis pasien terhadap kualitas gambar, serta adanya artefak. Untuk mengukur anisotropi yang dihasilkan pada sebuah gambar digital dikembangkan sebuah algoritma khusus pada program matlab yang disebut NAQI (*Normalized Anisotropic Quality Index*). NAQI adalah program yang dikembangkan dari program matlab untuk mengukur kualitas citra tanpa referensi [6]. NAQI dapat digunakan untuk menganalisa faktor-faktor yang memengaruhi kualitas gambar dalam mamografi digital seperti *Compressed Breast Thicknes* (CBT), densitas payudara, *Average Glandular Dose* (AGD) dan pemrosesan gambar [7]. Penilaian kualitas citra berbasis anisotropi menyediakan metode untuk mengidentifikasi citra in-focus dan bebas noise dari versi yang terdegradasi sehingga citra dapat diklasifikasikan secara otomatis dan tanpa referensi bergantung pada kualitas relatifnya [8].

METODE PENELITIAN

20 sampel citra mamografi proyeksi Cranio Caudal (CC) dengan variasi ketebalan, densitas serta AGD. Sampel data dikelompokkan berdasarkan variabel CBT (*Compressed Breast Thicknes*) dan AGD (*Average Glandular dose*). Program aplikasi Matlab digunakan untuk melakukan pengelompokan sampel untuk variabel densitas payudara. Selanjutnya, akan dibangun algoritma dengan program aplikasi Matlab juga untuk mengukur NAQI, sebagai parameter dari pengukuran kualitas citra. NAQI menyediakan data kuantitatif yang membedakan *noise* dan *Blurring Levels of Natural Scene Statistic* (NSS) *Image* [9]. NAQI telah dinormalisasi melalui nilai yang diharapkan dari entropi gambar, yang dihitung sebagai nilai rata-rata entropi sepanjang serangkaian orientasi [10].

Pengukuran NAQI dibagi menjadi dua, NAQI dalam dan NAQI luar [11]. NAQI luar adalah nilai NAQI kulit payudara (terkikis). Ukuran masker biner terkikis/pembagi area dalam dan kulit yaitu 10% dari jarak antara dinding dada dengan puting dan diletakkan pada area tepi payudara ini adalah nilai NAQI luar. NAQI dalam adalah nilai NAQI dari daerah bagian dalam payudara. Ukuran masker biner terkikis/pembagi area dalam dan

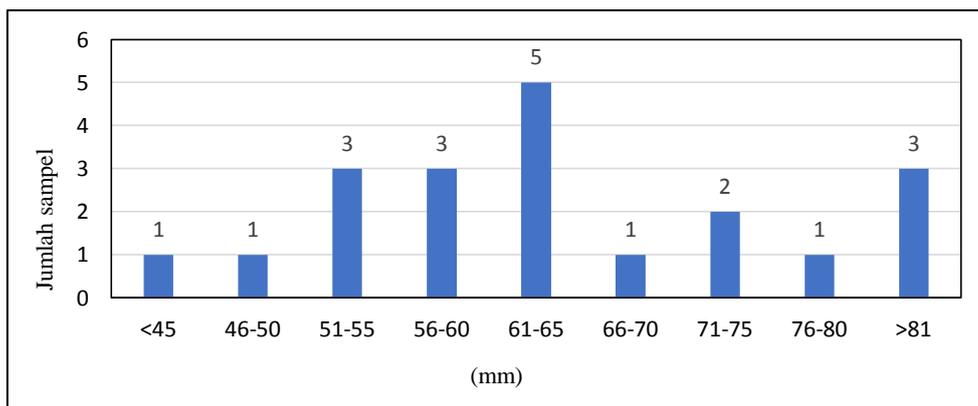
kulit yaitu 10% dari jarak antara dinding dada dengan puting dan diletakkan pada area tepi payudara sehingga payudara terbagi menjadi 2 area yaitu area luar 10% dari dinding dada dengan puting, selebihnya dari puting ke area dalam payudara adalah nilai NAQI dalam.

Dalam penelitian ini citra sampel mamografi yang diakuisisi dengan menggunakan metode *Automatic Exposure Control* (AEC), dan proyeksi *Cranio Caudal* (CC) akan diubah menjadi format *dicom binary image*. Citra mamografi dalam format biner akan dicari masing-masing nilai *Compressed Breast Thickness* (CBT), densitas dan *Average Glandular Dose* (AGD). Untuk nilai CBT dan AGD didapatkan dari metadata citra asli pada *dicom* (*dicom viewer RadiAnt 2021.1*), sedangkan nilai densitas payudara didapatkan dengan melakukan perhitungan menggunakan Matlab (Program NAQI). Selanjutnya citra akan dikelompokkan berdasarkan tingkatan ketebalan dari payudara terkompresi *Compressed Breast Thickness* (CBT), densitas payudara dan AGD.

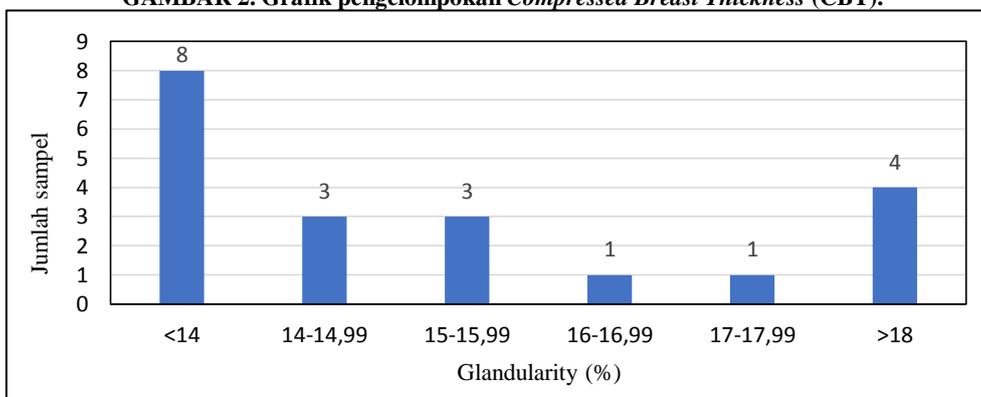


GAMBAR 1. Langkah kerja penelitian.

Pengelompokkan sampel berdasarkan *Compressed Breast Thickness* (CBT) dilakukan dengan mengelompokkan citra berdasarkan tingkat ketebalan payudara terkompresi (CBT). Ke 20 citra mamografi tersebut dibagi dengan skala 1-5 citra, sehingga didapatkan 9 kelompok berdasarkan tingkat CBT nya.

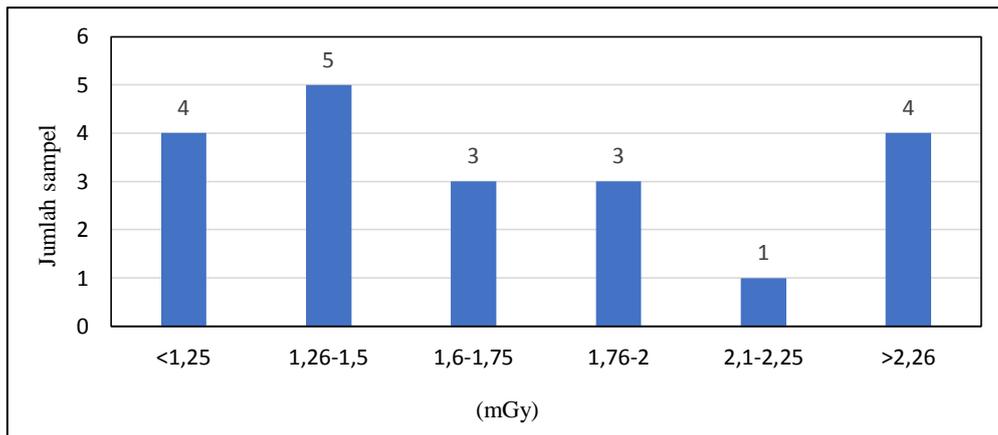


GAMBAR 2. Grafik pengelompokan *Compressed Breast Thickness* (CBT).



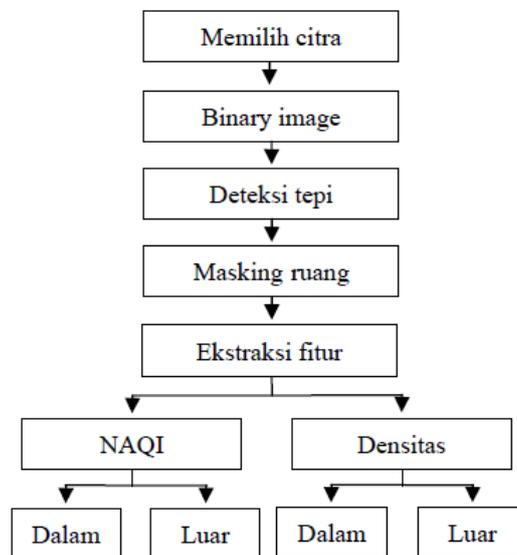
GAMBAR 3. Pengelompokan densitas.

Pengelompokkan sampel berdasarkan densitas dilakukan dengan mengelompokkan citra berdasarkan tingkat densitas payudara. Dari 20 citra didapatkan 6 kelompok.



GAMBAR 4. Grafik pengelompokan Average Glandular Dose (AGD).

Pengelompokan sampel berdasarkan AGD dilakukan dengan mengelompokkan citra berdasarkan tingkat AGD. Dari 20 citra didapatkan 6 kelompok. Rentang usia pasien pada penelitian ini berkisar mulai dari 39 sampai dengan 67 tahun dengan tekanan kompresi payudara berkisar antara 20,0169–157,9111 N. Tahapan Program yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari *input* citra dengan format *dicom binary Image*. Selanjutnya dilakukan deteksi tepi agar bisa dilakukan perhitungan area *outline* dan *inline* payudara, kemudian tahapan *masking* dengan *color space* (ruang warna). *Color space* merupakan serangkaian warna yang menjadi representasi dalam tampilan citra digital. Selanjutnya dilakukan *ekstraksi fitur* untuk dilakukan perhitungan pengukuran area *fitur* gambar, dari area *fitur* gambar didapatkan nilai densitas dan NAQI keseluruhan. Selanjutnya dilakukan *masking* area untuk memisahkan area dalam dan luar sehingga dihasilkan nilai densitas dalam dan densitas luar serta NAQI dalam dan NAQI luar.

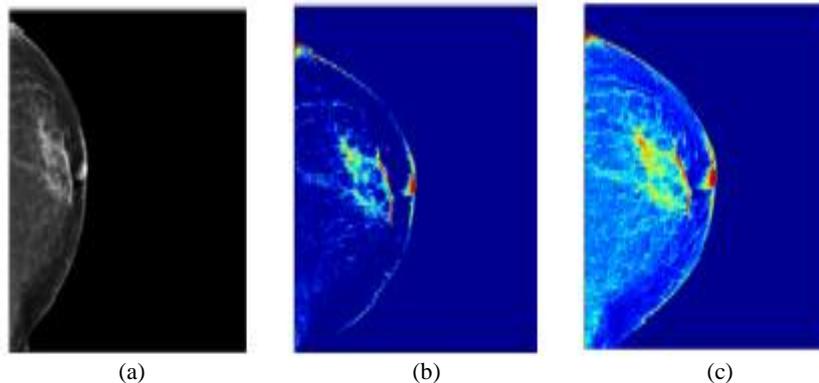


GAMBAR 5. Alur kerja program Normalized Anisotropic Quality Index (NAQI).

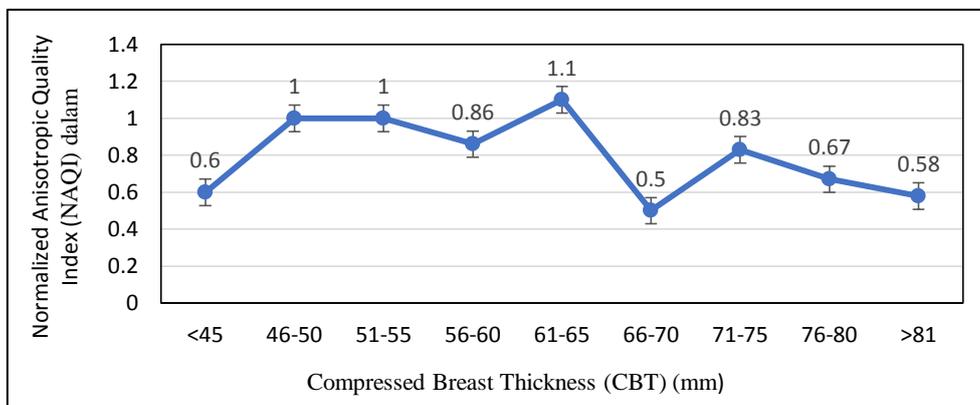
Pada tahap awal, citra yang didapat dari mamografi diseleksi agar pemrosesan citra dapat mudah dibaca dengan program aplikasi Matlab. Selanjutnya citra asli dalam format RGB dikonversi menjadi citra biner BW, Dengan teknik deteksi tepi, citra ditandai bagian-bagian tepinya menjadi detail atau karakteristik citra, dan memperbaiki citra yang buram akibat efek dari akuisisi citra. *Masking* ruang diperlukan untuk mempermudah proses ekstraksi fitur dari citra. Hasil ekstraksi citra akan terbentuk vektor fitur yang akan dipergunakan dalam perhitungan NAQI dan densitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

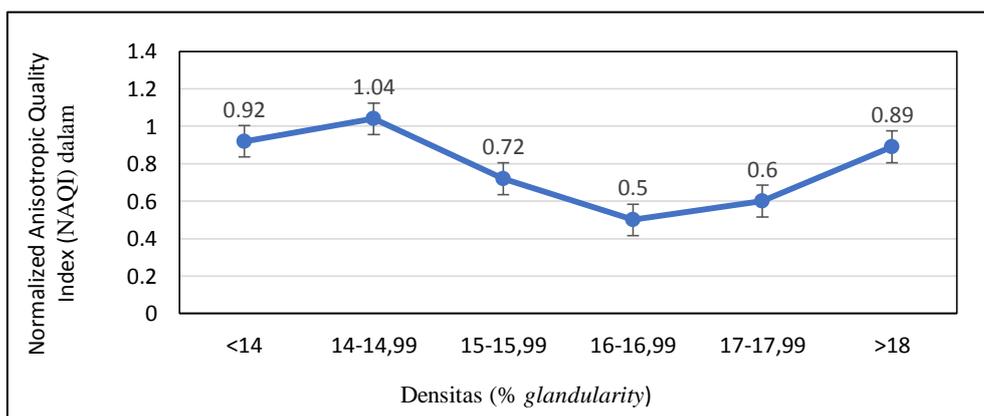
Salah satu citra mammography yang dipergunakan dalam perhitungan NAQI dan densitas (nilai NAQI dalam dan NAQI luar serta densitas dalam dan densitas luar dari payudara) adalah seperti pada gambar 6.



GAMBAR 6. (a) Citra asli, (b) Citra colour space Normalized Anisotropic Quality Index (NAQI) dalam, (c) Citra colour space colour space Normalized Anisotropic Quality Index (NAQI) luar.



GAMBAR 7. Grafik Nilai NAQI dalam terhadap CBT.



GAMBAR 8. Grafik nilai NAQI dalam terhadap densitas payudara.

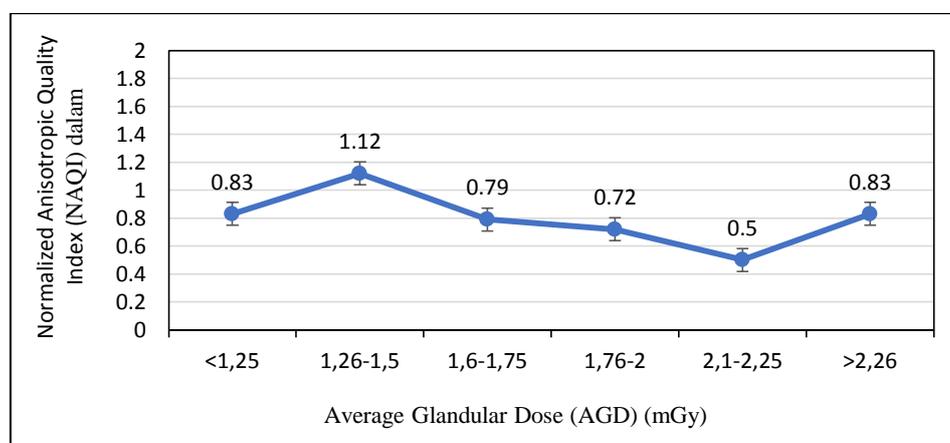
Gambar 7 adalah nilai NAQI dalam terhadap nilai CBT yang dikelompokkan dalam 9 kelompok dengan variasi nilai yang tidak konsisten. Performa AEC seharusnya konsisten sehingga seharusnya nilai NAQI pada variasi CBT, variasi densitas dan variasi AGD harusnya konsisten tetapi hasilnya tidak konsisten dengan standar deviasi 0.39.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai NAQI terhadap CBT menunjukkan hasil fluktuatif yang tidak konsisten, dimana hasil NAQI dengan CBT terendah yakni <45 mm didapatkan nilai 0.6, selanjutnya terjadi peningkatan nilai NAQI dengan CBT sedang 56-60 mm didapatkan nilai 0.86, kemudian NAQI dengan CBT tertinggi >81 mm didapatkan nilai

0.58, ini menunjukkan pengaturan *ekposure* tidak disesuaikan untuk ketebalan payudara yang berbeda.

Pada gambar 8 adalah nilai NAQI dalam terhadap nilai densitas payudara yang dikelompokkan dalam 6 kelompok dengan variasi nilai yang berubah membentuk kurva S. Nilai NAQI terhadap densitas payudara menunjukkan hasil fluktuatif yang tidak konsisten, dimana nilai NAQI untuk densitas rendah <14% didapatkan nilai 0.92, selanjutnya NAQI dengan densitas sedang 15-15.99% didapatkan nilai 0.72, kemudian NAQI dengan densitas tertinggi densitas >18% didapatkan nilai 0.89, Hal ini menunjukkan pengaturan *ekposure* tidak disesuaikan untuk densitas payudara yang berbeda.

Hasil NAQI terhadap AGD menunjukkan hasil fluktuatif yang tidak konsisten, dimana hasil NAQI untuk AGD terendah <1.25 didapatkan nilai 0.83, NAQI dengan AGD sedang dengan nilai AGD 1.6-1.75 didapatkan nilai 0.79, NAQI dengan AGD tertinggi dengan nilai AGD >2.26 didapatkan nilai 0.83. Hal ini menunjukkan pengaturan *ekposure* tidak disesuaikan dengan *profile* payudara.



GAMBAR 9. Grafik nilai NAQI terhadap AGD.

Hasil penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya [11]. Penelitian sebelumnya didapatkan nilai NAQI menurun dengan bertambahnya ketebalan payudara terkompresi (CBT) dan nilai NAQI meningkat dengan bertambahnya densitas payudara. Hipotesa penelitian tersebut adalah nilai NAQI menurun dengan bertambahnya densitas payudara akan tetapi yang didapatkan adalah sebaliknya nilai NAQI meningkat dengan meningkatnya densitas payudara (berbanding terbalik dengan ketebalan payudara).

NAQI dalam pada payudara berlemak didapatkan nilai 0.114 sedangkan payudara padat didapatkan nilai 0.167 (selisih 28%) padahal penyerapan sinar-X lebih tinggi di daerah payudara padat yang seharusnya NAQI menunjukkan nilai yang lebih rendah akan tetapi yang terjadi adalah sebaliknya. Hal itu disebabkan oleh *software* pemrosesan gambar dari pabrikan, gambar 9 dilakukan peningkatkan kontras untuk meningkatkan kualitas gambar mamografi. Kemudian nilai NAQI yang didapatkan berdasarkan AGD nilainya konsisten atau seragam. Hal ini menunjukkan AEC konsisten untuk kategori AGD ditunjukkan dari nilai NAQI stabil dipertahankan pada rentan nilai (0.136-0.146) pada setiap dosis radiasi (kelompok sampel).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan Nilai NAQI berkisar pada 0.11 – 2 dengan rata-rata 0.86 dan standar deviasi 0.39. Nilai NAQI tertinggi, yaitu 2 diperoleh pada citra CBT 61 mm, densitas 14.64% dan AGD 1.41 mGy dan Nilai NAQI terendah, yaitu 0.11 diperoleh pada citra CBT 82 mm, densitas 14.77% dan AGD 1.73 mGy. Evaluasi

performa AEC terhadap variasi CBT, densitas dan AGD menunjukkan ketidak konsistenan dengan standar deviasi 0.39.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bushberg, J. T., *The essential physics of medical imaging*, Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams & Wilkins, 2012, pp. 360-370.
- [2] de Oliveira, H. C. R., Barufaldi, B., Borges, L. R., Gabarda, S., Bakic, P. R., Maidment, A. D. A., Schiabel, H., & Vieira, M. A. C., *Validation of no-reference image quality index for the assessment of digital mammographic images. Medical Imaging 2016: Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment*, 9787, 978713. <https://doi.org/10.1117/12.2217229>
- [3] Dance, D.R., Christofides, S., Maidment, A. D. A., McLean, I. D., Ng, K. H., *Diagnostic Radiology Physics, A Handbook for Teachers and Students*, IAEA, ISBN 978-92-131010-1 2014, pp. 400-410.
- [4] D.R. Dance, S. Christofides, A.D.A. Maidment, I.D. McLean, K.H. Ng. *Diagnostic Radiology Physics A Handbook for Teachers and Students*. International atomic energy agency (IAEA). 2014.
- [5] Fajarini, E. S., *Estimasi Mean Glandular Dose MGD pada Computed Magography Computed Radiography (CR)*, Lontar Universitas Indonesia, 2011, pp. 61-62.
- [6] Caroll, Quinn B. M ed. RT., *Radiography The Digital Age*, 3rd Edition, 2018, pp. 238-246.
- [7] Barufaldi, B., Borges, L. R., Vieira, M. A. C., Gabarda, S., Maidment, A. D. A., Bakic, P. R., Pokrajac, D. D., & Schiabel, H., *The effect of breast composition on a no-reference anisotropic quality index for digital mammography*, Lecture Notes in Computer Science, pp. 226-233, https://doi.org/10.1007/978-3-319-41546-8_30
- [8] Gabarda, S and Cristóba, G. (2007). Blind image quality assessment through anisotropy. *Journal of the Optical Society of America A*, Vol. 24, No. 12. DOI: 10.1364/JOSAA.24.000B42
- [9] Gabarda, S., Cristóbal, G., & Goel, N. (n.d.). (2018). *Anisotropic blind image quality assessment: Survey and analysis with current methods*. Journal of Visual Communication and Image Representation 52 DOI:10.1016/j.jvcir.2018.02.008
- [10] Costa, Arthur C. ; Barufaldi, Bruno ; Borges, Lucas R. ; Biehl, Michael ; Maidment, Andrew D. A. ; Vieira, Marcelo A. C. (2019). Analysis of feature relevance using an image quality index applied to digital mammography. *Conference: Physics of Medical Imaging*. DOI:10.1117/12.2512975
- [11] Barufaldi, B., Borges, L. R., Bakic, P. R., Vieira, M. A. C., Schiabel, H., & Maidment, A. D. A. (2017). Assessment of automatic exposure control performance in digital mammography using a no-reference anisotropic quality index. *Medical Imaging 2017: Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment*, 10136, 101360U. <https://doi.org/10.1117/12.2255629>