

TRANSFORMASI LONTAR BABAD LOMBOK MENUJU DIGITALISASI BERBASIS *NATURAL GRADIENT FLEXIBLE* (NGF)

Muhammad Tajuddin Anwar¹, Syahroni Hidayat^{*2}, Ahmat Adil³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik dan Desain, Universitas Bumigora

Email: ¹tajuddin@universitasbumigora.ac.id, ²s.hidayat@universitasbumigora.ac.id,

³adil.ahmat@universitasbumigora.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 15 September 2020, diterima untuk diterbitkan: 18 Maret 2021)

Abstrak

Suku Sasak, yang tinggal di pulau Lombok Nusa Tenggara Barat, memiliki tradisi penulisan di daun lontar (*Borassus Flabellifer*) kering, salah satunya adalah naskah Lontar Babad Lombok. Naskah Lontar Babad Lombok seiring berlalunya waktu, menjadi rapuh dan mudah patah sehingga memerlukan perawatan. Keadaan ini mendorongnya perlu dilakukan digitalisasi naskah lontar babad lombok sebagai bentuk pelestarian sehingga para generasi Milenial, khususnya di Lombok, dapat menikmati lontar babad lombok. Digitalisasi citra tersebut tantangan utama adalah tepi kabur teks dan perbedaan minimum antara teks dan bagian non-teks sebagai akibat dari proses perawatan. Oleh karena itu, dibutuhkan proses peningkatan kualitas citra hasil digitalisasi agar tulisan dapat lebih jelas terbaca. Salah satu metode yang terbukti mampu untuk memisahkan teks dari latar belakang yang sangat berkorelasi adalah *Natural Gradient Flexibel* (NGF) berbasis *Independent Component Analysis* (ICA), NGF-ICA. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peningkatan kualitas citra digitalisasi sebelum diumpankan pada database dan sistem informasi yang telah dibangun. Kualitas citra yang telah ditingkatkan diukur menggunakan metode MSE dan PSNR untuk tingkat kemiripannya, dan metode Entropi dan SSIM untuk informasi dan perspektif visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma NGF-ICA dapat memberikan citra keluaran dengan kualitas yang tinggi dengan nilai rata-rata MSE, PSNR, SSIM dan peningkatan Entropi sebesar 708, 19.95 db, 0.87 dan 0.45, secara berturut-turut.

Kata kunci: transformasi, digitalisasi, babad, Lombok, dan NGF

TRANSFORMATION OF LONTAR BABAD LOMBOK TOWARDS DIGITALIZATION BASED ON *NATURAL GRADIENT FLEXIBLE* (NGF)

Abstract

Sasak tribe, who lives on Lombok Island, West Nusa Tenggara, has been writing manuscripts on dry palm leaves (Borassus Flabellifer) as a tradition, one of the manuscripts is Lontar Babad Lombok. As time pass by, the manuscript becomes brittle and breaks easily, therefore maintenances are required. this situation force the need to digitalize the manuscript as an act of preservation, hence the millennial generation, especially on Lombok Island, can enjoy the manuscript. the main challenge is the blurry edge of the text and the slight difference between the text and non-text part caused by the treatment process. Hence, it is needed to enhance the quality of the digitalize image to make the manuscript can be more clearly read. One of the proven methods that able to separate text from highly correlated backgrounds is Natural Gradient Flexibel (NGF) based on Independent Component Analysis (ICA), NGF-ICA. The aim of this study is to improve the quality of the digitized images before they fed into the database and information system that has been built. The enhanced image quality was measured, MSE and PSNR methods were used to measure the similarity level, and the Entropy and SSIM method were used to measure the information and visual perspective. The results show that the application of the NGF-ICA algorithm can generate high-quality output images with average values of MSE, PSNR, SSIM, and increasing Entropy by 708, 19.95 dB, 0.87, and 0.45, respectively.

Keywords: transformation, digitization, babad,, Lombok, and NGF

1. PENDAHULUAN

Suku Sasak, yang tinggal di pulau Lombok Nusa Tenggara Barat, memiliki tradisi penulisan di

daun lontar (*Borassus flabellifer*) kering yang dibagikan dengan tetangga sebelah barat (Narenthiran, Saravanan and Ramanujam, 2012), yaitu orang Bali dan orang Jawa. Naskah lontar

ditulis dalam bahasa Kawi (bentuk bahasa Jawa kuno), atau Sasak (Austin, 2010), atau campuran keduanya (Ediyono and Ridwan, 2018). Manuskrip lontar Sasak munculnya sebelum adanya kertas (Tajuddin et al., 2019), daun lontar sejauh ini merupakan bahan tulisan paling penting di hampir semua wilayah Selatan dan negara-negara Asia Tenggara (Husain and Tajuddin, 2018).



Gambar 1. Berbagai sebab terjadi kerusakan pada Lontar Babad Lombok.

Lontar Babad Lombok seiring berlalunya waktu, menjadi rapuh dan mudah patah bahkan ketika hanya sedikit bengkok ini terjadi terutama ketika kondisi atmosfer sangat kering. Serangga juga dengan menimbulkan kerusakan parah pada lontar (Lihat Gambar 1), sehingga perlu dilakukan fumigasi (Sanjaya Mishra, 2012). Naskah Lontar Babad Lombok yang rapuh harus disimpan dalam kotak kecil sehingga meminimalkan dari kerusakan. Lontar Babad Lombok bila mengalami kerusakan akan diperlukan perawatan yang ekstra (Ediyono and Ridwan, 2018). Fleksibilitas lontar dipulihkan sampai batas tertentu dengan penerapan minyak mentah citronella oil lemon (Kuzmin, 2012). Bagian lontar yang paling halus adalah tepinya. Lontar kebanyakan kasus kerusakan terjadi pada saat penanganannya (Gambar 2).



Gambar 2. Tepi yang Patah Lontar Babad Lombok

Keadaan ini mendorongnya perlu dilakukan digitalisasi naskah lontar babad lombok sebagai bentuk pelestarian sehingga para generasi Milenial, khususnya di Lombok, dapat menikmati lontar babad lombok. Digital pada dasarnya proses yang melibatkan pengambilan objek fisik dan pada dasarnya membuat foto elektronik (Dickel and Schrape, 2017). Gambar objek fisik ditangkap menggunakan pemindai atau kamera digital dan dapat dikonversi ke format digital disimpan secara elektronik dan diakses melalui komputer (Tajuddin et al., 2019). Digitalisasi adalah proses mengubah bahan analog menjadi bentuk elektronik biner (digital), terutama untuk penyimpanan dan penggunaan dalam computer (Tajuddin, Bermansyah and Anggreni, 2016). Banyak istilah yang digunakan oleh penulis untuk menunjukkan konsep digital.

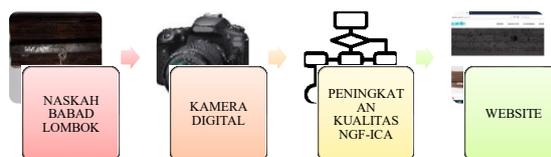
Digitalisasi bersifat heterogen dan mencakup pekerjaan yang terkait dengan informasi dan cara mendigitalkan, menautkan, menyimpan, memvisualisasikan, memproduksi, menggunakan, dan mengelola berbagi informasi (Masuda and

Whang, 2019). Berdasarkan pengertian terakhir ini, kami telah membangun sebuah sistem yang digunakan untuk menyimpan naskah digital Lontar Babad Lombok sebagai bentuk pelestarian yang dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan internet. Pengarsipan digital dari citra-citra ini diperlukan untuk konservasi dan aksesibilitas. Citra hasil digitalisasi yang ditampilkan haruslah dapat terbaca agar informasi dapat tersampaikan.

Digitalisasi citra tersebut tantangan utama adalah tepi kabur teks dan perbedaan minimum antara teks dan bagian non-teks (Dickel and Schrape, 2017). Ini adalah akibat dari proses perawatan, sebagaimana dijelaskan di atas, daun lontar menjadi semakin gelap dan tulisannya menjadi kabur. Oleh karena itu, dibutuhkan proses peningkatan kualitas citra hasil digitalisasi agar tulisan dapat lebih jelas terbaca. Salah satu metode yang terbukti ampuh dan mampu untuk memisahkan teks dari latar belakang yang sangat berkorelasi adalah Natural Gradient Flexibel (NGF). Algoritma NGF berkaitan dengan sinyal sumber *Gaussian*, *sub-Gaussian*, dan super *Gaussian* seperti halnya dengan gambar lontar babad Lombok tersebut (Paper et al., 2008). Algoritma NGF yang digunakan berbasis Independent Component Analysis (ICA) yang disebut NGF-ICA (Sreedevi et al., 2013; Amari, 1999). ICA sendiri merupakan algoritma yang salah satunya umum digunakan untuk peningkatan kualitas citra (Awange, Paláncz and Völgyesi, 2020; Bhat and Seshikala, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peningkatan kualitas citra digitalisasi sebelum diumpungkan pada database dan sistem informasi yang telah dibangun.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum sistem yang telah dibangun ditunjukkan pada gambar 3.



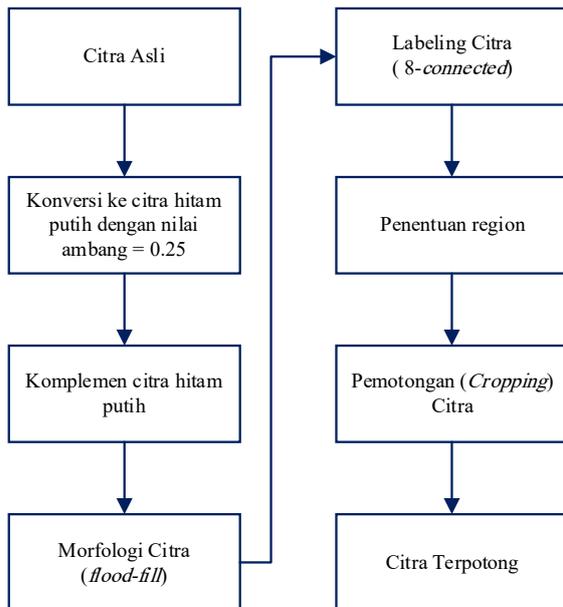
Gambar 3. Sistem yang dikembangkan

Manuskrip kuno didigitalisasi dengan kamera digital beresolusi tinggi, selanjutnya citra yang diperoleh akan ditingkatkan kualitasnya sebelum diarsipkan pada website sehingga dapat mudah terbaca dan dimanfaatkan untuk keperluan lain contohnya penelitian lanjutan. Fokus bahasan pada penelitian ini adalah pada tahap peningkatan kualitas citra dengan menggunakan metode NGF-ICA.

2.1. Dataset

Dataset citra asli yang diolah berupa citra warna RGB berformat JPG dengan ukuran 5456 x 3632 piksel. Citra ini merupakan hasil digitalisasi

dengan kamera. Citra asli yang akan ditingkatkan kualitasnya dipotong (*cropping*) terlebih dahulu. Ini untuk memastikan bahwa citra yang diproses hanya citra Lontar Babad Lombok. Selain itu, dengan melakukan pemotongan maka proses peningkatan kualitas nantinya akan lebih ringan. Langkah-langkah dalam proses pemotongan citra ditunjukkan pada gambar 4. Sedangkan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses peningkatan kualitas citra secara ringkas ditunjukkan pada gambar 5.

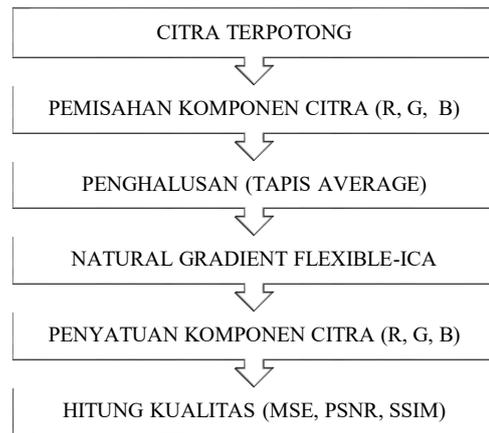


Gambar 4. Langkah pemotongan (*cropping*) citra

2.2. Cropping

Cropping atau pemotongan adalah penghapusan area luar yang tidak diinginkan dari gambar fotografi atau ilustrasi. Proses ini biasanya terdiri dari penghapusan beberapa area perifer gambar untuk membuang sampah asing dari gambar, menyempurnakan pembingkaiannya, mengubah rasio aspek, atau untuk menonjolkan atau mengisolasi pokok bahasan dari latar belakangnya.

Pada proses *cropping*, mula-mula citra asli dikonversi ke citra hitam putih (bw) dengan nilai ambang batas (th) 0.25. Citra hitam putih dikomplemen untuk mendapatkan area objek lontar menjadi berwarna hitam sedangkan area latar menjadi berwarna putih. Untuk menutup 'lubang' pada area gambar lontar maka dilakukan proses morfologi menggunakan algoritma flood-filling area. Hasilnya seluruh area citra lontar akan tertutupi dengan warna hitam. Berikutnya dilakukan pelabelan dengan algoritma 8-connected untuk mendapatkan region citra lontar. Setelah diperoleh nilai regionnya maka dilakukan *cropping* berdasarkan nilai tersebut.



Gambar 5. Langkah peningkatan kualitas citra

2.3. Algoritma NGF-ICA

Natural Gradient Flexibel (NGF)-ICA adalah algoritma pembelajaran non-linear adaptif yang berbasis ICA. Algoritma mengimplementasikan model densitas Gaussian generalisasi parametrized pada struktur gradien Riemannian alami untuk memastikan distribusi sumber dan mampu memproses campuran data waktu nyata yang mengandung sinyal sumber super Gaussian dan sub-Gaussian (Sreedevi et al., 2013).

Fungsi nonlinear untuk fleksibel dikendalikan oleh indeks Gaussian yang merupakan perkiraan kurtosis dari output filter dekomposisi (Sreedevi et al., 2013). Pada bagian berikut dibahas rincian algoritma fleksibel gradien alami dan beberapa fungsi nonlinear yang dipilih.

Dalam algoritma NGF sebuah citra masukan dianggap sebagai campuran antara citra latar belakang dan citra latar depan (objek utama). Maka pemodelannya dinyatakan sebagai:

$$X = AY, \tag{1}$$

dengan $X [n \times T]$ adalah citra asli, $Y [n \times T]$ adalah bagian gambar yang tidak saling tergantung secara independen, dan $A [n \times n]$ adalah matriks pencampuran. Untuk citra 3 kanal (citra berkomponen R, G, dan B) maka modelnya didefinisikan sebagai :

$$\begin{bmatrix} x_r \\ x_g \\ x_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ g_1 & g_2 & g_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$Z = WX,$$

dengan $Z [n \times T]$ adalah sumber yang terpisahkan dan $W [n \times n]$ menjadi matrix pencampuran

$$\nabla L(W) = W^{-T} - E[g(Y)X^T] \tag{3}$$

dengan $g(Y)$ didefinisikan sebagai:

$$g(Y) = \frac{-d}{dy} (\log P(Y)) \tag{4}$$

Persamaan (3) merupakan gradient acak yang mengungkapkan arah jatuhnya paling curam dari *space cost* fungsi Euclidean $L(W)$. Gradien alami $\bar{\nabla}L(W)$ adalah Arah penurunan curam dalam ruang parameter Riemann W . Gradien alami $\bar{\nabla}L(W)$ dapat dihitung dengan memodifikasi gradien acak, yang diperoleh dengan mengalikan $W^\top W$ dalam gradien acak seperti yang diberikan oleh persamaan (5).

$$\bar{\nabla}L(W) = (I - E[g(Y)Y^T])W \quad (5)$$

Citra yang telah dipotong diinputkan ke dalam proses peningkatan kualitas citra. Setiap citra dipisahkan komponen Red (R), Green (G), dan Blue (B) nya. Setiap komponen kemudian diolah untuk ditingkatkan kualitasnya. Pertama-tama dilakukan penghalusan terhadap masing-masing komponen R, G, dan B menggunakan tapis. Tapis yang digunakan adalah tapis rata-rata (*average*). Proses ini akan menghaluskan citra dengan mengurangi jumlah variasi intensitas antara piksel yang berdekatan. Citra yang telah ditapis kemudian diterapkan algoritma NGF-ICA, persamaan (1) – (5), kepadanya dengan epoch 100. Komponen citra R, G, dan B yang telah diterapkan NGF-ICA kemudian disatukan kembali menjadi sebuah citra yang utuh. Citra yang telah disatukan kembali ini merupakan citra hasil peningkatan kualitas. Citra kemudian dihitung nilai MSE, PSNR, Entropi dan SSIMnya untuk mendapatkan nilai kualitas citra yang telah ditingkatkan.

2.4. Pengukuran Kualitas Citra

Ada 4 (empat) algoritma yang diterapkan untuk menentukan kualitas citra yaitu Mean Square Error (MSE), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Entropy, dan Structural Similarity Index (SSIM). Dua metode pertama akan mengukur kualitas citra berdasarkan kemiripan, sedangkan dua yang lain akan mengukur berdasarkan informasi yang dikandung di dalam citra tersebut.

MSE merupakan suatu teknik pengukuran kualitas citra setelah dilakukan manipulasi terhadapnya dengan menghitung nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil manipulasi. Semakin kecil nilai MSE maka semakin mirip citra hasil manipulasi dengan citra aslinya. MSE dinyatakan dalam persamaan (6) (Gonzalez, Woods and Eddins, 2009):

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f(x,y) - f'(x,y)]^2 \quad (6)$$

dengan $f(x,y)$ adalah citra asli, $f'(x,y)$ citra hasil manipulasi, M jumlah piksel ke arah x dan N adalah jumlah piksel ke arah y .

PSNR adalah nilai kualitas citra yang diukur dari perbandingan antara nilai maksimum sinyal terukur dengan besarnya derau (noise) yang mempengaruhi sinyal tersebut. Satuan PSNR adalah

decibel (db). Untuk menentukan PSNR dibutuhkan nilai MSE citra yang diukur. Berbeda dengan MSE, nilai PSNR yang lebih besar (umumnya > 30 db) menyatakan tingkat kemiripan yang tinggi antara citra hasil manipulasi dengan citra asli. PSNR dinyatakan pada persamaan (7) berikut ini (Wang and Li, 2011):

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (7)$$

MSE dan PSNR merupakan teknik pengukuran kualitas citra yang sederhana dan sudah umum digunakan. Ia dapat memberikan arti fisik yang jelas, dan praktis secara matematis dalam konteks optimasi akan tetapi tidak dapat mengukur kualitas visual citra (Wang et al., 2004; Bhat and Seshikala, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu ukuran yang dapat mengukur kualitas citra dari informasi yang dikandungnya. Dua alat ukur yang digunakan adalah Entropy dan Structural Similarity Index (SSIM).

Entropi diperkenalkan oleh Shannon (1948), dimana nilai Entropi yang lebih tinggi menyatakan informasi yang lebih detail (Chen, 2012). Entropi adalah ukuran konten informasi citra, yang diartikan sebagai ketidakpastian rata-rata sumber informasi. Dalam citra, entropi didefinisikan sebagai keadaan tingkat intensitas yang sesuai yang dapat diadaptasi oleh setiap piksel. Ini digunakan dalam analisis kuantitatif dan detail gambar evaluasi, nilai entropi digunakan karena memberikan perbandingan yang lebih baik dari detail gambar. Entropi dihitung menggunakan persamaan (8) (Gonzalez, Woods and Eddins, 2009).

$$e = - \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} p_{i,j} \log_2 p_{i,j} \quad (8)$$

dengan $p_{i,j}$ adalah nilai probabilitas sebuah titik piksel $g_{i,j}$ terhadap jumlah elemen n seperti dinyatakan pada persamaan (9) (Gonzalez, Woods and Eddins, 2009).

$$p_{i,j} = \frac{g_{i,j}}{n} \quad (9)$$

SSIM adalah metrik kualitas gambar yang menilai dampak visual dari tiga karakteristik gambar: pencahayaan, kontras, dan struktur. Indeks keseluruhan adalah kombinasi perkalian dari ketiga suku tersebut. SSIM dinyatakan dalam persamaan (10) (Wang et al., 2004):

$$SSIM(x,y) = [l(x,y)]^\alpha \cdot [c(x,y)]^\beta \cdot [s(x,y)]^\gamma \quad (10)$$

Dengan,

$$l(x,y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \quad (11)$$

$$c(x,y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2} \quad (12)$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x \sigma_y + C_3} \quad (13)$$

μ_x , μ_y , σ_x , σ_y , dan σ_{xy} adalah nilai rata-rata lokal, deviasi standar, dan kovarian silang citra x dan y . $C_1 = (K_1 * L)^2$, $C_2 = (K_2 * L)^2$ dengan K_1 dan $K_2 \ll 1$, dan $C_3 = C_2/2$. L adalah nilai *Dynamic Range* yang ditentukan. Nilai K_1 dan K_2 yang umum digunakan adalah 0.01 dan 0.03 secara berturut-turut. Jika $\alpha = \beta = \gamma = 1$ maka SSIM disederhanakan menjadi (Wang and Li, 2011):

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x \mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (14)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Cropping

Hasil pemotongan citra menggunakan Langkah seperti dijelaskan pada gambar 4 di atas ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7. Hasil pemotongan citra lontar babad Lombok yang masih utuh bagian tepinya ditunjukkan pada gambar 6 sedangkan untuk citra yang bagian tepinya rusak ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 6. Naskah lontar babad Lombok dengan area tepi utuh



Gambar 7. Naskah lontar babad Lombok dengan area tepi rusak

Hasil pemotongan gambar dengan algoritma di atas sudah sangat tepat mengambil hanya area lontar. Ini meminimalkan pengaruh area latar dalam pemrosesan selanjutnya. Berbeda dengan lontar babad yang sudah tidak utuh, meskipun pemotongan citra sudah tepat akan tetapi area latar belakang yang ditangkap juga cukup besar, bergantung dari tingkat kerusakan lontar babad tersebut.

3.2. Hasil Peningkatan Kualitas

Peningkatan kualitas citra menggunakan NGF-ICA ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9 secara berturut-turut. Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kualitas citra dari sisi kontras, terutama pada tulisan lontar Babad Lombok, antara gambar 6 dan gambar 8. Sedangkan untuk gambar 7 dan gambar 9 justru terjadi kebalikannya, gambar hasil peningkatan kualitas justru tampak lebih gelap. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh area latar belakang yang terlalu luas dan menjadi variabel yang diproses oleh algoritma NGF-ICA.



Gambar 8. Naskah lontar babad Lombok dengan area tepi utuh yang telah ditingkatkan kualitasnya dengan NGF-ICA



Gambar 9. Naskah lontar babad Lombok dengan area tepi rusak yang telah ditingkatkan kualitasnya dengan NGF-ICA

Lebih detail tentang hasil peningkatana kualitas citra lontar babad Lombok dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai kualitas citra seperti MSE, PSNR, Entropi dan SSIM ditampilkan di dalam tabel 1 tersebut. Nilai RMSE dan PSNR menunjukkan kemiripan antara citra asli dan citra manipulasi. Dari Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata untuk kedua variabel tersebut adalah 708 dan 19.95 db, secara berturut-turut. Nilai maksimum MSE adalah 1055 dan minimumnya 94. Sementara untuk PSNR nilai maksimum dan minimumnya masing-masing adalah 28.41 db dan 17.90 db secara berturut-turut.

Tabel 1. Nilai kualitas citra hasil NGF-ICA

Citra	MSE	PSNR (db)	SSIM	Entropi		
				A*	M**	S***
1	656	19.96	0.88	6.57	7.02	0.45
2	523	20.95	0.89	6.46	6.91	0.45
3	634	20.11	0.89	6.56	6.96	0.40
4	94	28.41	0.84	6.41	6.24	-0.17
5	869	18.74	0.88	6.58	7.00	0.42
6	562	20.63	0.87	6.41	6.77	0.36
7	375	22.39	0.91	6.45	6.83	0.38
8	767	19.29	0.87	6.27	6.74	0.47
9	703	19.66	0.89	6.59	7.04	0.45
10	423	21.86	0.90	6.51	6.87	0.36
11	919	18.50	0.84	6.40	6.90	0.49
12	1028	18.01	0.84	6.49	7.01	0.52
13	927	18.46	0.85	6.31	6.83	0.52
14	985	18.19	0.81	6.28	6.86	0.58
15	583	20.48	0.89	6.62	7.06	0.44
16	424	21.85	0.90	6.57	6.94	0.37
17	986	18.19	0.85	6.26	6.80	0.55
18	646	20.03	0.89	6.35	6.82	0.47
19	568	20.59	0.88	6.63	7.09	0.46
20	786	19.17	0.86	6.37	6.89	0.52
21	782	19.20	0.88	6.77	7.18	0.41
22	665	19.90	0.86	6.15	6.63	0.48
23	554	20.69	0.88	6.47	6.94	0.47
24	733	19.48	0.86	6.14	6.67	0.53

Citra	MSE	PSNR (db)	SSIM	Entropi		
				A*	M**	S***
25	1055	17.90	0.81	6.09	6.82	0.72
26	837	18.90	0.82	6.26	6.71	0.45
27	868	18.75	0.87	6.34	6.83	0.49
28	915	18.52	0.85	6.27	6.85	0.57
29	527	20.91	0.87	6.17	6.61	0.43
30	845	18.86	0.87	6.15	6.60	0.45
Rerata	708	19.95	0.87	6.40	6.85	0.45
Maks	1055	28.41	0.91	6.77	7.18	0.72
Min	94	17.90	0.81	6.09	6.24	-0.17

*Asli, **Manipulasi, ***Selisih

Kedua nilai di atas menunjukkan tingkat kemiripan yang rendah antara citra asli dengan citra hasil peningkatan kualitas dengan NGF-ICA. Artinya ada perubahan yang terjadi dan perbedaan antara keduanya cukup tinggi. Perbedaan ini dapat dilihat dari nilai informasi dan kualitas persepsi citra yang direpresentasikan oleh nilai Entropi dan SSIM secara berturut-turut. Nilai entropi rata-rata citra sebelum dilakukan peningkatan kualitas dengan NGF-ICA adalah 6.40, dan meningkat menjadi 6.85. Ini menunjukkan adanya peningkatan informasi citra sebesar rata-rata 0.45. Nilai rata-rata entropi terendah setelah kualitas citra ditingkatkan adalah 6.24 dan tertinggi adalah 7.18.

Merujuk pada tabel 1, citra nomor 4, terdapat anomali dimana nilai entropi setelah citra ditingkatkan kualitasnya justru mengalami penurunan. Gambaran citra nomor 4 sudah ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 9. Artinya, tingkat kerusakan citra lontar babad lombok dapat mempengaruhi proses peningkatan kualitas citra dengan algoritma ngf-ICA. Ini dapat disebabkan karena luasnya area latar belakang yang ikut diolah. Selain itu, pengaruh kualitas daun lontar juga dapat menjadi faktor penyebab dimana terdapat banyak bagian daun lontar tanpa tulisan yang lebih gelap bahkan menyamarkan tulisan di atasnya.

Sementara jika diperhatikan dari nilai SSIM, dapat dikatakan bahwa kualitas persepsional citra hasil pengolahan algoritma NGF-ICA berada pada level tinggi. Dilihat dari nilai rata-rata SSIM mencapai 0.87 dengan nilai maksimumnya adalah 0.91 dan minimumnya 0.81. Keempat indikator yang dijelaskan di atas dapat menunjukkan bahwa kualitas citra yang diperoleh setelah ditingkatkan dengan menggunakan algoritma NGF-ICA sudah baik dan memiliki kualitas yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma NGF-ICA untuk meningkatkan kualitas citra dapat memberikan citra keluaran dengan kualitas yang tinggi berdasarkan nilai MSE, PSNR, SSIM dan peningkatan Entropi. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata MSE,

PSNR, SSIM dan peningkatan Entropi sebesar 708, 19.95 db, 0.87 dan 0.45, secara berturut-turut. Kualitas citra yang baik dapat diperoleh dari kondisi awal citra asli yang baik pula. Untuk citra lontar babad lombok dengan kerusakan yang cukup parah baik tepian dan area tulisannya maka dapat mempengaruhi kinerja algoritma NGF-ICA.

Hasil dari peningkatan kualitas citra ini diarsipkan pada website yang telah dibangun. Pembaca nantinya dapat dengan mudah mengenali karakter dan membaca tulisan yang terdapat pada manuskrip lontar babad Lombok. Dan untuk selanjutnya, hasil awal ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya seperti pengenalan pola, prekonstruksi citra dan sebagainya. Dan untuk selanjutnya, hasil awal ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya seperti pengenalan pola, prekonstruksi citra dan sebagainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari skema hibah Penelitian Terapan yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi pada tahun 2020 di Universitas Bumigora.

DAFTAR PUSTAKA

- AMARI, S.I., 1999. Natural gradient learning for over- and under-complete bases in ICA. *Neural Computation*, 11(8), pp.1875–1883.
- AUSTIN, P.K., 2010. Reading the Lontars: Endangered literature practices of Lombok, eastern Indonesia. *Language Documentation & Description*, 8(Special issue on oral literature and language endangerment), pp.27–48.
- AWANGE, J., PALÁNCZ, B. & VÖLGYESI, L., 2020. Hybrid Imaging and Visualization - Employing Machine Learning with Mathematica-Python. 1st ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- BHAT, S. & SESHIKALA, G., 2018. Inscription Manuscripts and its Performance Evaluation Methods. In: 2018 International Conference on Circuits and Systems in Digital Enterprise Technology, ICCSDET 2018.
- CHEN, S. DER, 2012. A new image quality measure for assessment of histogram equalization-based contrast enhancement techniques. *Digital Signal Processing: A Review Journal*, [online] 22(4), pp.640–647. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dsp.2012.04.002>>.

- DICKEL, S. & SCHRAPE, J., 2017. *The Logic of Digital Utopianism*. Springer Science+BusinessMedia Dordrecht 2017.
- EDIYONO, S. & RIDWAN, M., 2018. Cross-Cultural Communication in Lombok Society's Writing Tradition: Babad Lombok Manuscript. In: *International Seminar on Recent Language, Literature, And Local Culture Studies (BASA 2018)*. pp.548–552.
- EVGENY KUZMIN, 2012. Information Preservation: Past, Present and Future. In: *Preservation of Digital Information in the Information Society*. pp.24–40.
- GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E. & EDDINS, S.L., 2009. *Digital Image Processing Using Matlab*. Second Edition. USA: Gatesmark Publishing.
- HUSAIN & TAJUDDIN, M., 2018. Digitalisasi Naskah Kuno Sasak Untuk Menjaga dan Melindungi, dan Melestarikan Budaya Berbasis Web. In: *Seminar Nasional Saint dan Teknologi (SNST 9) UNWAHAS Tahun 2018*. pp.46–52.
- MASUDA, Y. & WHANG, S., 2019. Digitization and profitability. *Information Systems and e-Business Management*, (0123456789).
- NARENTHIRAN, R., SARAVANAN, G. & RAMANUJAM, K., 2012. The Digitization of Palmleaf Manuscripts. In: *Proceedings of the National Conference on Innovative Library Services in Digital Era*. pp.457–462.
- PAPER, C., SCARPINITI, M., PARISI, R. & UNCINI, A., 2008. A Flexible Natural Gradient Approach to Blind Separation of Complex Signals. In: *Frontiers in Artificial Intelligence and Application*.
- SANJAYA MISHRA, 2012. Preservation of Digital Information. In: *Preservation of Digital Information in the Information Society*. pp.9–23.
- SREEDEVI, I., PANDEY, R., JAYANTHI, N., BHOLA, G. & CHAUDHURY, S., 2013. NGFICA Based Digitization of Historic Inscription Images. *ISRN Signal Processing*, 2013, pp.1–7.
- TAJUDDIN, M., ADIL, A., HIDAYAT, S., ABIDIN, Z. & ARDI, R.F.P., 2019. Naskah Lontar Sasak di Era Industri 4.0 Berbasis Cots Method. In: *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SNST 10) UNWAHAS Tahun 2019*. pp.194–199.
- TAJUDDIN, M., BERMANSYAH & ANGGRENI, 2016. Rancang Bangun Digitalisasi Naskah Kuno Sasak Lombok. In: *SEMNASSTIKOM 2016*. pp.589–594.
- WANG, Z., BOVIK, A.C., SHEIKH, H.R. & SIMONCELLI, E.P., 2004. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(4), pp.600–612.
- WANG, Z. & LI, Q., 2011. Information Content Weighting for Perceptual Image Quality Assessment. *IEEE Transactions on Image Processing*, 20(5), pp.1185–1198.

Halaman ini sengaja dikosongkan