

ANALISA METODE SHANNON ENTROPY DAN DIFFERENTIAL EVOLUTION UNTUK KOMPRESI GAMBAR

I Komang Adi Bayu Adnyana¹, I Made Oka Widyantara², NMAE Dewi Wirastuti³

¹Mahasiswa Program Studi, Fakultas, Universitas

²Dosen Program Studi, Fakultas, Universitas

³Dosen Program Studi, Fakultas, Universitas

Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Bali

Email_bayuadnyana570@gmail.com, Email oka.widyantara@unud.ac.id, Email_
dewi.wirastuti@ee.unud.ac.id

ABSTRAK

Salah satu fase paling penting dalam penyimpanan gambar adalah kompresi. Kebanyakan metode kompresi gambar saat ini bersifat spasial. Pada artikel ini, kami menyajikan teknik kompresi gambar berbasis Multi-level Thresholding. Gambar skala abu-abu dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan pembagian probabilistik bersih. Untuk menentukan ketidakpastian pengelompokan, digunakan *Shannon Entropy*. Metode optimasi juga telah ditambahkan untuk mendapatkan pengaturan yang lebih optimal. *Differential Evolution* adalah teknik optimasi. Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra. Pengukuran kinerja kompresi gambar diukur menggunakan FSIM (Feature Similarity Index Measure) dan SSIM (Structural Similarity Index Measure).

Kata Kunci : Shannon Entropy, FSIM dan SSIM, Histogram.

ABSTRACT

One of the most important phases in image storage is compression. Most current image compression methods are spatial. In this article, we present an image compression technique based on Multi-level Thresholding. The grayscale images are divided into groups based on the net probabilistic division. To determine the grouping uncertainty, Shannon Entropy is used. Optimization methods have also been added to obtain more optimal settings. Differential Evolution is an optimization technique. Image histogram is a graph that depicts the distribution of pixel intensity values of an image. Image compression performance measurement was measured using FSIM (Feature Similarity Index Measure) and SSIM (Structural Similarity Index Measure).

Keywords: Shannon Entropy, FSIM and SSIM, Histogram.

1. PENDAHULUAN

Kompresi gambar adalah salah satu tugas paling penting yang harus diselesaikan karena kebutuhan akan penyimpanan data dalam jumlah besar. Selain itu, dalam dunia medis dengan cepat membutuhkan sejumlah besar foto untuk disimpan secara digital, yang sebagian besar adalah foto skala abu-abu.

Kompresi lossy dan lossless adalah dua jenis algoritma kompresi gambar. Terlepas dari manfaat kompresi lossy, ini jarang digunakan pada penelitian medis karena beberapa data penting dapat ditimpa karena kompresi yang tidak terjadi dengan kompresi lossless. Media streaming dan

aplikasi telepon sering kali menggunakan kompresi lossy.

[1]-[4] mengusulkan beberapa strategi kompresi lossy dan lossless. Kebanyakan algoritma kompresi gambar yang diperkenalkan selama bertahun-tahun sebagian besar bersifat spasial, berdasarkan beberapa logika *encoding* atau *decoding* yang membagi gambar menjadi blok-blok kecil. Nobuhara et al [5] mengusulkan pendekatan kompresi gambar cepat berbasis persamaan *relasional fuzzy*. Mohammed et al [6] mengusulkan algoritma kompresi gambar pengkodean blok pemotongan. Mereka menggunakan kode untuk membagi gambar menjadi potongan yang tidak tumpang tindih. Chang dkk.[7]

mengusulkan algoritma ambang batas *wavelet adaptif* untuk kompresi gambar menggunakan kerangka kerja Bayesian yang mendorong nilai *threshold*. Beberapa pendekatan kompresi gambar telah dikembangkan, terutama untuk gambar skala abu-abu [8]-[9]. [10] mengusulkan metode baru berdasarkan sifat gambar invarian.

berdasarkan histogram gambar disajikan pada penelitian ini untuk kompresi gambar. Salah satu metode segmentasi gambar yang paling umum adalah *multilevel image thresholding*.

Untuk ambang batas global gambar *multi-level*, sejumlah algoritma berbasis entropi [14]-[18] telah dikembangkan. Teknik *thresholding* gambar lainnya disarankan sebelumnya, dengan Otsu [19] memiliki pengaruh paling besar, yang kemudian diperbarui oleh Kapur et al [20]. Dalam [21]-[22], pendekatan berbasis partisi *fuzzy* tertentu juga disarankan. Meskipun algoritma berbasis *fuzzy* memberikan hasil yang superior, mereka membutuhkan waktu yang jauh lebih lama untuk dihitung. *Thresholding* memisahkan gambar menjadi banyak item dan latar belakang. Gambar menjadi terlalu tersegmentasi saat level *threshold* dinaikkan, tetapi juga mendekati gambar aslinya. *Differential Evolution* (DE) digunakan untuk mengoptimalkan. FSIM dan SSIM digunakan untuk perbandingan dalam pengujian

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan muktakhir

Pada penelitian ini, penulis melaksanakan studi literatur mengenai proses analisis kompresi gambar. Serta penulis melaksanakan uji menggunakan parameter FSIM dan SSIM untuk menganalisis kualitas citra kompresi. Pada Tabel I merupakan beberapa penelitian yang menjadi rujukan pada penelitian ini.

TABEL I
PERBANDINGAN PENELITIAN TERDAHULU

Judul Penelitian	Metode	Deskripsi
Analisis Kualitas Citra Medis Terkompresi JPEG[26]	Kompresi JPEG, PSNR, MSE	Penelitian ini membahas kualitas citra terkompresi JPEG dengan variasi kompresi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%

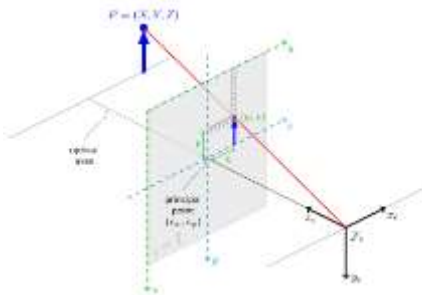
		dengan parameter uji PSNR dan MSE. Penelitian ini menghasilkan bahwa citra dengan kompresi 90%
<i>A novel approach for image compression based on multi-level image thresholding using Shannon Entropy and Differential Evolution</i> [25]	<i>Shannon Entropy, Differential Evolution</i>	Penelitian ini membahas teknik kompresi citra berbasis histogram berbasis multi level thresholding. <i>Shannon Entropy</i> digunakan untuk menilai keacakan pengelompokan yang tajam. Untuk meminimalkan waktu komputasi dan deviasi standar dari nilai tujuan yang dioptimalkan, fungsi entropi dimaksimalkan menggunakan metaheuristik umum yang disebut <i>Differential Evolution</i>
Index Quality Assesment Citra Terinterpolasi (SSIM dan FSIM) [28]	<i>Structural Similarity Index Metrics</i> (SSIM) dan <i>A Feature Similarity Index</i> (FSIM).	Penelitian ini membahas <i>Image Quality Assessment</i> (IQA) memainkan suatu peranan penting dalam berbagai aplikasi pengolahan citra seperti peningkatan kualitas citra, kompresi citra, restorasi citra, dan lain sebagainya. Metode-metode ini dianalisa dengan IQA. IQA yang digunakan adalah <i>Structural Similarity Index Metrics</i> (SSIM) dan <i>A Feature Similarity Index</i> (FSIM).

Pemilihan Algoritma Kompresi Optimal Untuk Citra Digital Bitmap[27]	Absolute Moment Block Truncation Coding, Joint Photographic Experts Group, Non-Negative Matrix Factorization	Penelitian ini membahas teknik kompresi, teknik kompresi tersebut diantaranya JPEG, AMBTC, dan NMF. Hasil dari penelitian ini diuji dengan dua parameter yaitu MSE dan PSNR.
---	--	--

Parameter uji yang digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya yang sering digunakan dalam menguji kualitas citra adalah Standar Deviasi, Nilai Varian, MSE dan PSNR. Sedangkan pada penelitian ini adalah menggunakan FSIM dan SSIM untuk mengukur kinerja kualitas citra kompresi.

2.2 Citra Rektifikasi

Rektifikasi citra adalah proses mengubah gambar miring menjadi gambar yang gambar yang disearahkan. Sistem koordinat referensi bumi mengarah pada model koordinat kamera *pinhole*, dengan z' menunjuk ke arah utara, x' menunjuk ke arah timur, dan y' menunjukkan vertikal ke bawah. Sudut rotasi mewakili rotasi searah jarum jam dari sumbu utama pada arah utara θ , kemiringan sumbu ini di bawah horisontal λ , dan kemiringan kamera searah jarum jam di sekitar sumbu utama ϕ .



Gambar 1 Model sistem koordinat kamera *pinhole*

$$\bar{x}_e = M_y M_x M_z \bar{x}_c \tag{1}$$

Dimana,

$$\bar{x}_c = \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j_{pr} - j \\ i_{pr} - i \\ -f_i \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$M_z = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & \sin(\phi) & 0 \\ -\sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$M_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\lambda) & \sin(\lambda) \\ 0 & -\sin(\lambda) & \cos(\lambda) \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$M_y = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix} \tag{5}$$

Dengan i_{pr} dan j_{pr} menyatakan *principle point*. Pada lokasi $ppr [i_{pr}, j_{pr}]$, dan i, j menyatakan pixel-pixel dalam arah baris dan kolom pada koordinat

2.3 Shannon Entropy

Shannon Entropy adalah pengukuran ketidakpastian variabel acak yang digunakan dalam teori informasi. Pertimbangan variabel acak x diskrit dengan nilai $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Rumus di bawah ini dapat digunakan untuk mengukur kuantitas informasi yang digunakan oleh variabel acak : (6)

$$I(X_i) = -\log_2 p(x_i) \tag{6}$$

Gambar digital ukuran $M * N$. Diberikan $f(x, y)$ adalah nilai abu-abu dari suatu piksel dengan koordinat (x, y) dimana $x \in \{1, 2, \dots, M\}$ dan $y \in \{1, 2, \dots, N\}$. Jika L adalah jumlah total tingkat keabuan dalam sebuah gambar I . Maka jumlah total tingkat abu-abu $\{0, 1, 2, \dots, L-1\}$ dilambangkan dengan simbol G , dengan persamaan sebagai berikut : (7)

$$D_k = \{(x, y) : f(x, y) = k, k \in \{0, 1, 2, \dots, L-1\}\} \tag{7}$$

Diberikan $H = \{h_0, h_1, \dots, h_{L-1}\}$ untuk menjadikan histogram gambar yang dinormalisasi, dimana $h_k = n_k / (M * N)$, n_k adalah jumlah piksel dalam gambar D_k . Jika pembagian gambar diperlukan ke $n + 1$ level dari n *threshold*, $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ hasil dari $0 \leq T_1 < T_2 < \dots < T_n \leq L - 1$, dimana *threshold* kemudian harus diatur sedemikian rupa sehingga nilai frekuensi histogram di dalam dua nilai *threshold* hampir sama. Ini dapat dicari dengan menggunakan ide maksimalisasi *Shannon Entropy* yang menyatakan bahwa untuk setiap set tingkat keabuan (0 ke $T_1, T_1 + 1$ ke $T_2, \dots, T_n + 1$ ke $L - 1$) akan dijelaskan sebagai berikut : (8-9)

$$H_1(T) = -\sum_{i=0}^{T_1} \frac{P_i}{P_1} 1n \frac{P_i}{P_1}, H_2(T) = -\sum_{i=T_1+1}^{T_2} \frac{P_i}{P_2} 1n \frac{P_i}{P_2}, H_{n+1}(T) = -\sum_{i=T_n+1}^{L-1} \frac{P_i}{P_n} 1n \frac{P_i}{P_n} \tag{8}$$

Dimana

$$P_1(T) = \sum_{i=0}^{T_1} h_i, P_2(T) = \sum_{i=T_1+1}^{T_2} h_i, \dots, P_{n+1}(T) = \sum_{i=T_n+1}^{L-1} h_i \tag{9}$$

Masing-masing fungsi entropi ini harus dimaksimalkan agar mendapatkan nilai *threshold* yang baik. Total *Shannon Entropy* yang ditunjukkan di bawah ini juga harus dimaksimalkan T^* . (10)

$$H(T) = H_1(T) + H_2(T) + \dots + H_{n+1}(T) \quad (10)$$

$$T^* = \max_T \{H(T)\} \quad (11)$$

Differential Evolution, digunakan untuk melakukan pekerjaan optimasi (11). Dengan memilih set *threshold* yang sesuai, pendekatan nilai *threshold* ini mendekati histogram gambar. Ketika jumlah *threshold* meningkat, perkiraan nilai frekuensi histogram menjadi lebih tepat dan perkiraan mendekati nilai sebenarnya. Pada saat yang sama, varians nilai pada piksel di seluruh gambar berkurang. Gambar mungkin dikompresi dengan cara ini, tetapi akan ada beberapa kesalahan atau kehilangan informasi.

2.4 Differential Evolution

Storn memperkenalkan algoritma *Differential Evolution* pada tahun 1997, yang merupakan teknik optimasi global berbasis populasi. i^{th} Individu (vektor parameter) dari populasi pada generasi (waktu) t adalah vektor dimensi-D yang berisi parameter optimasi D : (12)

$$\vec{Z}_i(t) = [Z_{i,1}(t), Z_{i,2}(t), \dots, Z_{i,D}(t)] \quad (12)$$

Untuk memodifikasi anggota populasi pada setiap generasi. $\vec{Z}_i(t)$ mengatakan vektor donor $\vec{Y}_i(t)$ yang dibuat. Salah satu variasi *Differential Evolution* pertama adalah yang sekarang dikenal sebagai sistem *DE/rand/1*, untuk membuat vektor donor $\vec{Y}_i(t)$ pada setiap i^{th} anggota. Tiga vektor parameter lainnya (mengatakan r_1, r_2 dan $r_3 - th$ sebagai vektor $r_1, r_2, r_3 \in [1, NP]$ dan $r_1 \neq r_2 \neq r_3$) dari populasi saat ini diambil secara acak. vektor donor $\vec{Y}_i(t)$ hasilnya diperoleh dengan mengalikan bilangan skalar F dengan selisih dua dari tiga bilangan. Proses untuk mendapatkan j^{th} bagian dari i^{th} vektor dapat dijelaskan dengan persamaan sebagai berikut : (13)

$$\vec{Y}_{i,j}(t) = Z_{r1,j}(t) + F \cdot (Z_{r2,j}(t) - Z_{r3,j}(t)) \quad (13)$$

Operasi *crossover* 'binomial' dilakukan untuk meningkatkan potensi populasi. Pada masing-masing variabel dilakukan persilangan binomial D Jika angka antara 0 dan 1 ada di dalam nilai Cr,

variabel akan dihasilkan. Jumlah parameter yang diwarisi dari muatan pada situasi ini mengikuti distribusi binomial. Jadi untuk setiap vektor target $\vec{Z}_i(t)$ dan vektor percobaan $\vec{R}_i(t)$ dibuat dengan cara persamaan sebagai berikut : (14)

$$R_{i,j}(t) = \begin{cases} Y_{i,j}(t) & \text{if } rand_j(0,1) \leq Cr, \text{ or } j = rn(i) \\ Z_{i,j}(t) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (14)$$

Untuk $j = 1, 2, \dots, D$ dan $rand_j(0,1) \in [0,1]$ adalah j^{th} penilaian nomor acak yang seragam. $rn(i) \in [1, 2, \dots, D]$ adalah indeks yang dipilih secara acak untuk memastikan $\vec{R}_i(t)$ mendapatkan setidaknya satu komponen dari $\vec{Z}_i(t)$. Terakhir, proses yang disebut 'seleksi' digunakan untuk mengidentifikasi target dan vektor percobaan mana yang akan bertahan pada generasi berikutnya. Jika vektor percobaan menghasilkan nilai fungsi fitness yang lebih besar dari pada vektor target, maka vektor tersebut menggantikannya pada generasi berikutnya. jika tidak, induknya dipertahankan pada populasi dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut : (15)

$$\vec{Z}_i(t+1) = \begin{cases} \vec{R}_i(t) & \text{if } f(\vec{R}_i(t)) > f(\vec{Z}_i(t)) \\ \vec{Z}_i(t) & \text{if } f(\vec{R}_i(t)) \leq f(\vec{Z}_i(t)) \end{cases} \quad (15)$$

f adalah fungsi yang harus diminimalkan. Penjelasan di atas dilanjutkan sampai kriteria penghentian terpenuhi.

2.5 Histogram

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan yang relatif terhadap citra tersebut [29]. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah citra. Secara matematis histogram citra dihitung dengan persamaan (16) :

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}; \quad 0 \leq r_k \leq 1; \quad k = 0, 1, \dots, L-1 \quad (16)$$

Keterangan :

1. L adalah jumlah level
2. $p_r(r_k)$ adalah probabilitas kemunculan level ke - k
3. n_k adalah jumlah kemunculan level k pada citra
4. n adalah total jumlah pixel dalam citra

2.6 Feature Similarity Index Measure (FSIM)

Feature Similarity Index (FSIM) digunakan untuk mengukur kesamaan fitur dari gambar asli dengan gambar tersegmentasi. Rentang nilai FSIM adalah 0 sampai dengan 1. Nilai 0 menunjukkan kedua citra yang dibandingkan tidak berkorelasi sedangkan nilai 1 menunjukkan kedua citra yang dibandingkan sama persis.

Hasil nilai FSIM yang lebih tinggi menunjukkan fitur gambar asli dan citra tersegmentasi menandakan kualitas citra semakin baik. FSIM didefinisikan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: (17).

$$FSIM = \frac{\sum_{xex} S_L(x) PC_m(x)}{\sum_{xex} PC_m(x)} \quad (17)$$

2.7 Structure Similarity Index Measure (SSIM)

Parameter ini digunakan untuk mengukur kemiripan diantara dua buah citra dan dipercaya memiliki hubungan dengan kualitas berdasarkan pemahaman *Human Visual System* (HVS). Rentang nilai SSIM adalah 0 sampai dengan 1. Nilai 0 menunjukkan kedua citra yang dibandingkan tidak berkorelasi sedangkan nilai 1 menunjukkan kedua citra yang dibandingkan sama persis.

Hasil nilai SSIM yang semakin tinggi (mendekati 1) menandakan kualitas citra semakin baik. Parameter ini didefinisikan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : (18)

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y+c1)(2\sigma_{xy}+c2)}{(\mu_x^2+\mu_y^2+c1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+c2)} \quad (18)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan input berupa Citra rektifikasi yang sebelumnya di proses melalui tahap kalibrasi dan koreksi citra. Berikut ini adalah Parameter dasar pada *Differential Evolution* (DE) : *Weighting Factor* (F)=0.5, *Crossover probability* (Cr) =0.9, *Populasi Differential Evolution* (D)=10 dan *maxgen* = 100. Batas minimum dan maksimum elemen dalam vektor populasi adalah 0 - 255.

FSIM dan SSIM digunakan untuk pengukuran kinerja kompres citra serta histogram untuk masing-masing dari keempat gambar yang ditampilkan dengan menggunakan aplikasi MatLab.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Citra Input

Untuk menilai kinerja algoritma pada penelitian ini. Kami menggunakan inputan citra berupa Citra Reaktifikasi dengan level *threshold* berbeda-beda yaitu : 2, 9, 14 dan 20. Input Citra Reaktifikasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Citra Input

4.2 Evaluasi Kompresi Citra

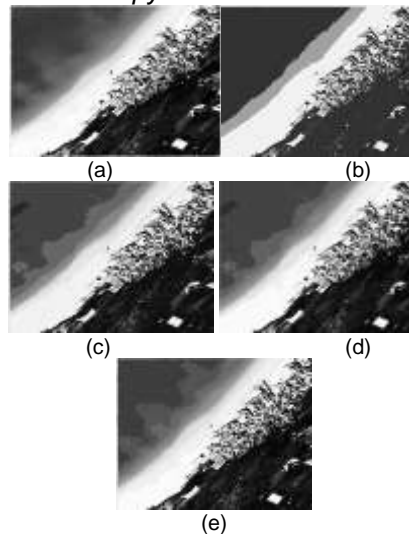
Pada Sub-bab ini menjelaskan hasil analisis citra yang sudah ter-kompresi dengan 4 level *threshold* berbeda-yakni : 2, 9, 14 dan 20. Penilaian pengukuran kualitas gambar seperti FSIM dan SSIM.

TABEL II
NILAI ANALISI KUALITAS KOMPRES

Keterangan	Level	FSIM	SSIM	Waktu (Detik)
Shannon Entropy	2	0,8791	0,8667	0,8157
	9	0,9473	0,9431	1,6764
	14	0,9628	0,9619	2,5473
	20	0,9776	0,9729	3,9608

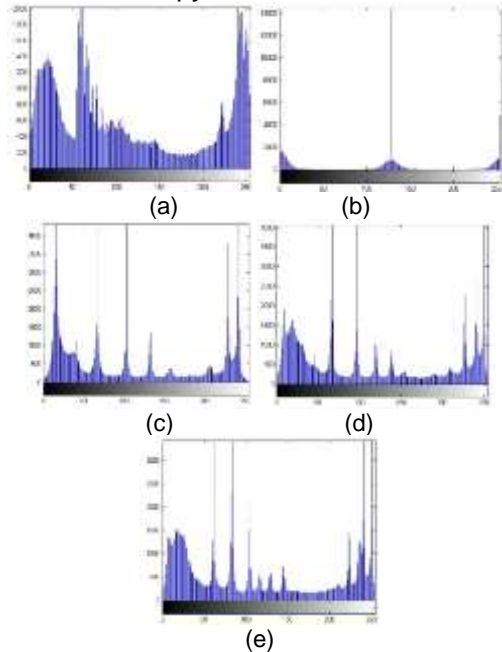
4.3 Evaluasi hasil kompresi citra dan histogram

Pada Gambar 3 menjelaskan proses citra input berupa citra rektifikasi dan hasil kompresi citra menggunakan Metode *Shannon Entropy*.



Gambar 3 Citra Rektifikasi (a), Hasil Kompresi level 2 (b), Hasil Kompresi level 9 (c), Hasil Kompresi level 14 (d), Hasil Kompresi level 20 (e)

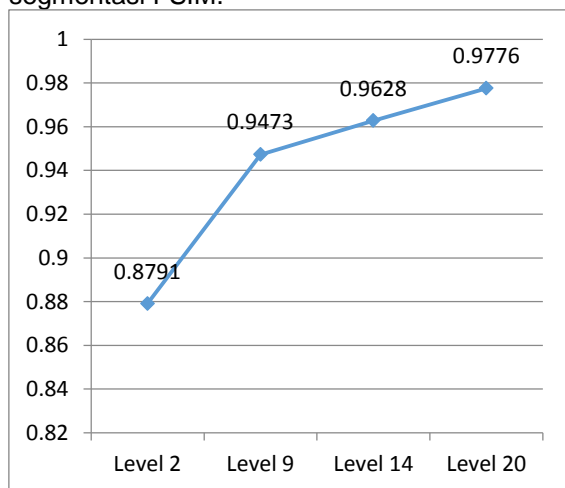
Pada Gambar 4 menjelaskan proses citra input berupa citra rektifikasi dan hasil histogram citra menggunakan Metode *Shannon Entropy*.



Gambar 4 Citra Rektifikasi (a), Hasil Histogram level 2 (b), Hasil Histogram level 9 (c), Hasil Histogram level 14 (d), Hasil Histogram level 20 (e)

4.4 Analisa Kualitas FSIM

Berdasarkan hasil penelitian kompresi pada Tabel II. Parameter FSIM ini digunakan untuk mengukur kesamaan fitur dari gambar asli dengan gambar yang sudah tersegmentasi. Gambar 5 merupakan grafik pengukuran kinerja segmentasi FSIM.



Gambar 5 Grafik Nilai FSIM

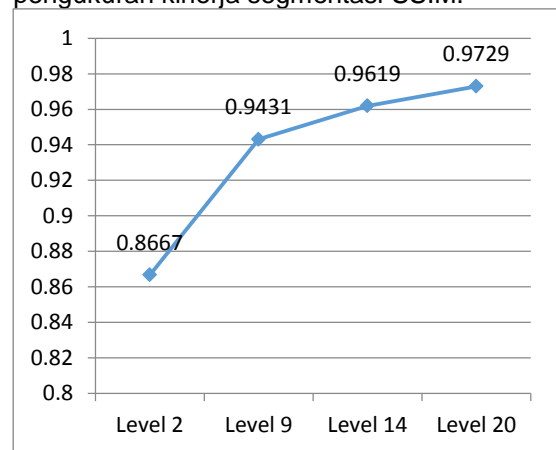
Berdasarkan Gambar 5 menjelaskan data grafik pada FSIM, citra kompresi

dengan level *threshold* 2 menghasilkan nilai FSIM yang rendah jika dibandingkan dengan citra kompresi dengan level 9, 14 dan 20. Dari keempat level *threshold* yang diberikan nilai tertinggi terdapat pada citra kompresi dengan level *threshold* 20. Hasil FSIM akan memperlihatkan dengan nilai rentang 0 sampai dengan 1. Akan tetapi pada penelitian ini hasil nilai FSIM yaitu 0 yang mana menunjukkan kedua citra yang dibandingkan tidak berkorelasi.

Pada penelitian ini menunjukkan pengukuran kinerja menggunakan parameter FSIM menjelaskan bahwa hasil segmentasi dengan level yang semakin tinggi atau mendekati 1 menghasilkan tingkat kemiripan citra berdasarkan fitur yang dimiliki oleh citra segmentasi dan citra input berupa citra rektifikasi. Sesuai dengan teori FSIM, dimana nilai FSIM dengan hasil yang lebih tinggi atau mendekati 1 menunjukkan fitur gambar asli dan citra segmentasi menandakan kualitas citra semakin baik.

4.5 Analisa Kualitas SSIM

Berdasarkan data hasil penelitian kompresi pada Tabel II. Parameter SSIM ini digunakan untuk mengukur kemiripan diantara dua buah citra dan dipercaya memiliki hubungan dengan kualitas berdasarkan pemahaman *Human Visual System* (HVS). Gambar 6 merupakan grafik pengukuran kinerja segmentasi SSIM.



Gambar 6 Grafik Nilai SSIM

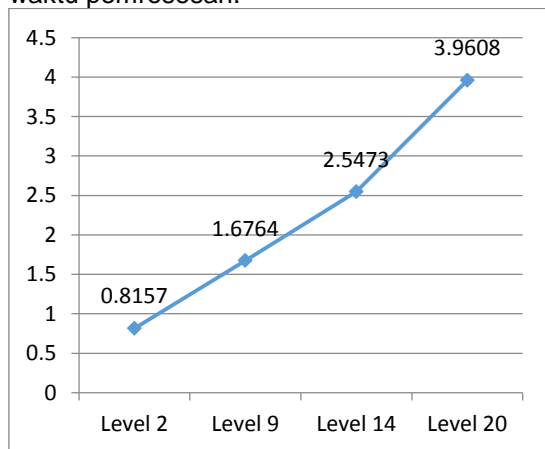
Berdasarkan Gambar 6 menjelaskan data grafik pada SSIM, citra kompresi dengan level *threshold* 2 menghasilkan nilai SSIM yang rendah jika dibandingkan dengan citra kompresi dengan level 9, 14 dan 20. Dari keempat level *threshold* yang diberikan nilai tertinggi terdapat pada citra

kompresi dengan level *threshold* 20. Hasil SSIM memperlihatkan dengan nilai rentang 0 sampai dengan 1. Akan tetapi pada penelitian ini hasil nilai SSIM yaitu 0 yang mana menunjukkan kedua citra yang dibandingkan tidak berkorelasi.

Pada penelitian ini menunjukkan pengukuran kinerja menggunakan parameter SSIM menjelaskan bahwa hasil segmentasi dengan level yang semakin tinggi atau mendekati 1 menghasilkan tingkat kesamaan gambar berdasarkan fitur yang dimiliki oleh citra segmentasi dan citra input berupa citra rektifikasi. Sesuai dengan teori SSIM, dimana nilai SSIM dengan hasil yang lebih tinggi atau mendekati 1 menunjukkan fitur gambar asli dan citra segmentasi menandakan kualitas citra semakin baik.

4.6 Analisa Waktu Pemrosesan

Berdasarkan data hasil penelitian kompresi pada Tabel II. Waktu pemrosesan mengalami kenaikan bersamaan dengan semakin tinggi level *threshold* yang diberikan. Gambar 7 merupakan grafik nilai waktu pemrosesan.



Gambar 7 Grafik Waktu Pemrosesan

Berdasarkan Gambar 7 menjelaskan grafik kenaikan waktu pemrosesan dari level *threshold* 2 ke level *threshold* 9 mengalami peningkatan dengan selisih 0,8607 detik. Mulai dari level *threshold* 9 menuju level *threshold* 14 mengalami peningkatan waktu pemrosesan naik secara signifikan dengan selisih 0,8709 detik. Pada level 20 proses kompresi berlangsung paling lama dimana selisih waktu dengan level 14 saja sebesar 1,4135 detik.

Secara keseluruhan menjelaskan bahwa waktu pemrosesan dari level

threshold terendah akan mengalami kenaikan secara signifikan saat level *threshold* semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa level *threshold* sangat mempengaruhi terhadap waktu pemrosesan kompresi citra menggunakan algoritma *Shannon Entropy*.

4.7 Analisa Histogram

Berdasarkan data pada Gambar 4 merupakan hasil analisis dari evaluasi histogram kompresi citra. [29] Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan yang relatif terhadap citra tersebut.

Dimana akan menghasilkan histogram pada citra rektifikasi dengan memiliki range nilai intensitas yang lebar. Dijelaskan pada histogram citra rektifikasi mempunyai histogram dengan kontras yang tinggi serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 0 – 255. Pada masing-masing citra yang terkompresi dengan nilai *threshold* 2, 9, 14 dan 20 memiliki nilai kekontrasan yang berbeda – beda.

Penerapan level thresholding dengan nilai *threshold* 2 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang sempit. Dijelaskan pada *threshold* 2 mempunyai histogram citra dengan kontras yang rendah serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 74 – 154. Sedangkan penerapan level thresholding dengan nilai *threshold* 9, 14 dan 20 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang lebar. Dijelaskan pada level *threshold* 9, 14 dan 20 mempunyai histogram citra dengan kontras yang tinggi serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 0 – 255. Penjelasan analisis tersebut berdasarkan persamaan histogram (16), dimana Histogram menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah citra.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil kompresi citra, dapat disimpulkan :

1. Pada penelitian ini, algoritma berbasis *image thresholding* diusulkan untuk kompresi gambar. *Shannon Entropy* digunakan untuk mendapatkan *threshold* yang baik sedangkan *Differential Evolution* digunakan untuk

memperbaiki masalah optimasi pada sistem segmentasi.

2. Parameter pengukuran kinerja kompresi citra SSIM dan FSIM menunjukkan semakin tinggi (mendekati 1) menandakan kualitas citra semakin baik.
3. Penerapan pada level *threshold* 2 mempunyai histogram citra dengan kontras yang rendah serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 74 – 154. Sedangkan penerapan pada level *threshold* 9, 14 dan 20 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang lebar. Dijelaskan pada level *threshold* 9, 14 dan 20 mempunyai histogram citra dengan kontras yang tinggi serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 0 – 255.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] David A. Clunie, "Lossless Compression of g images: effectiveness of traditional and approach" *Proc. SPIE 3980, Medical Imaging 200 and Evaluation: Engineering and Clinical Issues*, 74
- [2] Paul G. Howard, "The design and analysis of efficient compression systems", *Technical Report No. C University*, June, 1993
- [3] Kountchev, R., Milanova, M., Todorov, V., "Kountchev Compression of Compound Images" *14th International Systems, Signals and Image Processing, 2007 a Conference focused on Speech and Image Processing Communications and Services.*, pp 133-136, 2007
- [4] T. Chen, K. Chuang, "A pseudo lossless image compression" *IEEE Congress on Image and Signal Processing*, v 2010
- [5] H. Nobuhara, W. Pedrycz, K. Hirotsu, "A new equation and its compression/reconstruction", *IEEE* vol 8, issue 3, pp 325-334, June, 2000
- [6] Doaa Mohammed, Fatma Abou-Ch, "Block Truncation Coding", *Cyber Journals in Science and Technology Telecommunications (JSAT)*, Feb 2007
- [7] S. G Chang, Yu Bin, M. Vetterli, "Image denoising and compression" *Processing*, vol 9, issue 9, pp 1532-
- [8] Y. Fu, F. He, B. Song, "A New Image", *IEEE ICIECS*, pp 1-4, Dec 2006
- [9] A. Kumar, P. Singh, "An image compression algorithm", *IEEE ETNCC*, pp 342-346,
- [10] H. Yue, X. Sun, F. Wu, J. Yang, "A New Image", *IEEE ICME*, pp 473-478, July, 2012
- [11] G.K.Wallace, "The JPEG still picture compression standard", *Transactions on Consumer Electronics* xxxiv, 1992
- [12] D.S.Taubman, M.W.Marcellin, "JP image coding", *Proceedings of the IEEE* 2002
- [13] K. Uma, P. G Palanisamy, P. G P image compression using GA, *AC ICRTIT*, pp 815-820, June, 2011
- [14] M.P.Albuquerque, I.A. Esquef, "A new image thresholding method using Tsallis entropy", *Pattern Recognition* pp 1059-1065, 2004
- [15] R.Benzid, D.Arar, M.Bentoumi, "Image thresholding and quantization maximization", *International Multi Media and Devices*, pp. 1-4, 2008
- [16] P. K. Sahoo and G. Arora, "A thresholding method based on Renyi's entropy", *Pa* 1149-1161, 2004
- [17] Suo Lan, Liu Li Zhi Kong, Jian Guo "A new image thresholding method based on Fuzzy Renyi Entropy", *Pa*
- [18] Wen Jie Tian, Yu Geng, Ji Cheng "Entropy and Immune Clone Segmentation", *Information Processing* vol: 1, pp. 38-41, 2009
- [19] N. Otsu, "A threshold selection method from gray level histograms", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 66, 1979
- [20] J.N. Kapur, P.K.Sahoo, A.K.C Won "A new image thresholding method using entropy", *Vision Graphics Image Processing* 29
- [21] M.S.Zhao, A.M.N.Fu, H.Yan, "A new method based on probability partition and Fuzzy Systems", vol 9, no 3, pp 469 -
- [22] W.B.Tao, J.W.Tian, J.Liu, "Image thresholding based on maximum entropy algorithm", *Pattern Recognition Letters*
- [23] P. Kannappan, "On Shannon's entropy and its inaccuracy", *Springer: Probability Theory* pp 95-100, 1972
- [24] R.Storn, K.Price, "Differential evolution: a simple and efficient heuristic for global optimization", *Global Optimization*, vol. 11, pp 34
- [25] Sujoy Paul and Bitan Bandyopadhyay, "A novel approach for image compression based on multi-level image thresholding using Shannon Entropy and Differential Evolution", Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Jadavpur University, Kolkata, INDIA
- [26] D. S. Pathentantama, I. M. O. Widyantara, and R. S. Hartati, "Analisis Kualitas Citra Medis Terkompresi JPEG," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p12.
- [27] S. I. Murpratiwi and I. M. O. Widyantara, "Pemilihan Algoritma Kompresi Optimal untuk Citra Digital Bitmap," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 94-101, 2018, doi: 10.24843/MITE.2018.v17i01.P13.
- [28] Meirista Wulandari, 2017 "Index Quality Assessment Citra Terinterpolasi (SSIM dan FSIM)", *Teknik Elektro*, Universitas Tarumanegara
- [29] Munir Rinaldi, 2006 "Aplikasi Image Thresholding Untuk Segmentasi Objek", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006.