

## ANALISIS KINERJA DAN KUALITAS HASIL KOMPRESI PADA CITRA MEDIS SINAR-X MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN, LEMPEL ZIV WELCH DAN RUN LENGTH ENCODING

Ida Bagus Gede Anandita<sup>1</sup>, I Gede Aris Gunadi<sup>2</sup>, Gede Indrawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha Indonesia

e-mail: ida.bagus.anandita@gmail.com<sup>1</sup>, igedearisgunadi@undiksha.ac.id<sup>2</sup>, gindrawan@undiksha.ac.id<sup>3</sup>

Received : Desember, 2017

Accepted : Januari, 2018

Published : April, 2018

### Abstrak

Kemajuan teknologi di bidang kedokteran membuat citra medis seperti sinar-x disimpan dalam bentuk file digital. File citra medis berukuran relatif besar sehingga perlu dilakukan kompresi citra. Teknik kompresi lossless merupakan kompresi citra dimana hasil dekompresi sama dengan aslinya atau tidak ada informasi yang hilang dalam proses kompresi. Algoritma yang ada pada teknik kompresi lossless adalah Run Length Encoding (RLE), Huffman, dan Lempel Ziv Welch (LZW). Pada penelitian ini akan dibandingkan kinerja dari ketiga algoritma tersebut dalam mengkompresi citra medis. Hasil dekompresi citra akan dibandingkan kinerjanya dalam penilaian objektif seperti ratio, waktu kompresi, MSE (Mean Square Error) dan PNSR (Peak Signal to Noise Ratio). MSE dan PSNR digunakan untuk pengukuran kualitas citra secara kuantitatif untuk penilaian subjektif dibantu oleh tiga orang pakar yang akan membandingkan citra asli dengan citra hasil dekompresi. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penilaian objektif, kinerja kompresi algoritma RLE menunjukkan kinerja yang paling baik dengan menghasilkan ratio, waktu, MSE dan PSNR secara berurutan 86,92%, 3,11ms, 0 dan 0db. Untuk Huffman hasil yang di dapat secara berurutan 12,26%, 96,94ms, 0, dan 0db. Sedangkan LZW hasil yang di dapat secara berurutan -63,79%, 160ms, 0,3 dan 58,955db. Untuk hasil dari penilaian subjektif, para pakar berpendapat bahwa semua citra masih dapat dianalisa dengan baik.

**Kata Kunci:** citra medis, kompresi lossless, huffman, run length encoding, Lempel ziv welch

### Abstract

Technological progress in the medical area made medical images like X-rays stored in digital files. The medical image file is relatively large, so that the image needs to be compressed. The lossless compression technique is an image compression where the decompression results are the same as the original or no information lost in the compression process. The existing algorithms on lossless compression techniques are Run Length Encoding (RLE), Huffman, and Lempel Ziv Welch (LZW). This study compared the performance of the three algorithms in compressing medical images. The result of image decompression will be compared to its performance in the objective assessment such as ratio, compression time, MSE (Mean Square Error) and PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). MSE and PSNR are used for quantitative image quality measurement for subjective assessment assisted by three experts who will compare the original image with the decompression image. Based on the results obtained from the objective assessment of compression performance of RLE algorithm showed the best performance by yielding ratio, time, MSE and PSNR respectively 86,92%, 3,11ms, 0 and 0db. For Huffman the results can be 12.26%, 96.94ms, 0, and 0db respectively. While LZW results can be in sequence -63.79%, 160ms, 0.3 and 58.955db. For the subjective assessment, the experts believe that all images can still be analyzed well.

and 58.955db. For the results of the subjective assessment, the experts argued that all images can be analyzed well.

**Keywords:** medical image, lossless compression, huffman, run length encoding, lempel ziv welch

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang kedokteran membuat citra medis disimpan dalam bentuk *file* citra digital. *File* citra medis digital berukuran relatif besar sehingga membutuhkan tempat penyimpanan yang berkapasitas besar. Semakin besar ukuran *file* citra maka akan berpengaruh pada waktu transfer data dan penggunaan *bandwidth*. Salah satu solusi untuk memperkecil ukuran *file* citra medis adalah dengan melakukan kompresi citra. Terdapat dua tipe teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan kompresi citra, yaitu teknik *lossless compression* dan teknik *lossy compression* [1]. Teknik *lossless compression* merupakan kompresi citra dimana hasil dekompresi dari citra yang terkompresi sama dengan citra aslinya, tidak ada informasi yang hilang. Akan tetapi ratio kompresi citra dengan teknik ini sangat rendah dibandingkan dengan teknik *lossy compression* [2]. Beberapa algoritma yang ada pada teknik *lossless compression* adalah seperti Run Length Encoding (RLE), Entropy Encoding (Huffman), dan Lempel Ziv Welch (LZW) [3].

Wijaya, dkk (2010), dalam penelitian membandingkan kinerja yaitu ratio dan ukuran *file* hasil kompresi dan sebelum kompresi, dari algoritma Run Length Encoding (RLE), Entropy Encoding (Huffman), dan Adaptive Dictionary Based (LZW) [4]. Tetapi dalam penelitian tersebut *file* citra yang digunakan bukanlah citra medis. Citra medis memiliki kandungan informasi yang sangat penting sehingga informasi yang terkandung dalam citra medis

## 2. METODE PENELITIAN

Alur penelitian yang dilakukan berdasarkan masalah yang sudah dibahas, dimana tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertama dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan penumpukan data, perancangan metode, penyusunan program, pengujian, analisis dan pembahasan dan penulisan.

### 2.1 Pengumpulan Data

tidak boleh ada yang hilang. Sehingga kualitas hasil kompresi citra medis harus baik untuk dapat dianalisa secara detail oleh dokter spesialis.

Subinarto, dkk (2016), Dalam penelitian tersebut kualitas hasil kompresi citra yang dihasilkan diukur menggunakan penilaian secara subjektif dan objektif. Penilaian secara objektif yaitu melalui pengukuran kuantitatif menghitung menggunakan Mean Square Error (MSE), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), dan berdasarkan karakteristik citra Structural Similarity Index Metric (SSIM) dan Multi Scale SSIM Index (MS-SSIM) [5].

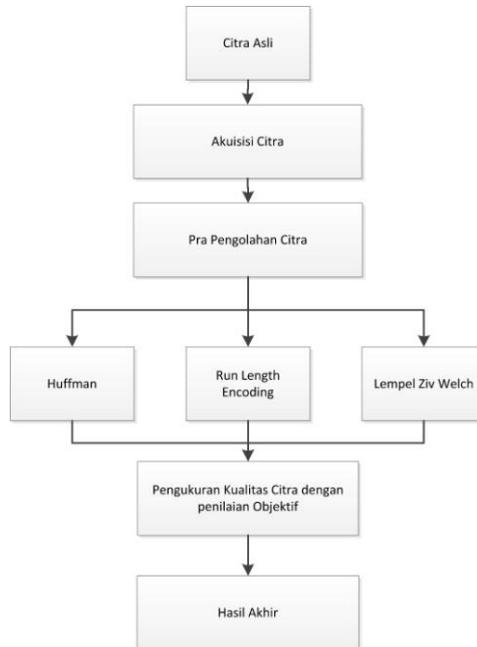
Pada penelitian ini akan mencoba untuk menganalisa dan membandingkan ratio dan kualitas dari hasil kompresi citra medis khususnya sinar-x menggunakan tiga algoritma dari teknik kompresi *lossless* yaitu algoritma Huffman, Lempel Ziv Welch, dan Run Length Encoding. Untuk pengukuran kualitas citra hasil kompresi menggunakan dua cara yaitu secara subjektif dan objektif. Pengukuran secara subjektif adalah pengukuran kualitas citra berdasarkan pada persepsi atau penglihatan manusia [6]. Dalam hal ini, penilaian subjektif akan dilakukan oleh dokter spesialis dengan cara mengamati secara langsung hasil citra medis sinar-x yang sudah di dekompresi dan dibandingkan dengan citra medis sinar-x yang belum dikompresi. Sedangkan pengukuran secara objektif adalah pengukuran kuantitatif dengan menghitung ratio kompresi, MSE dan PSNR

Untuk pengumpulan data primer diperoleh langsung dari unit radiologi RSUD Kabupaten Klungkung. Data primer yang diumpulkan adalah softcopy citra medis sinar-x yang diambil dari mesin console CR (Computed Radiology). Dalam satu set citra rontgen terdapat beberapa ekstensi *file* yang dapat diambil yaitu *file* dengan ekstensi \*.std, \*.hq., \*.jpg. Dari data yang sudah diambil selanjutnya akan diolah untuk dapat dilakukan proses kompresi citra.

### 2.2 Perancangan Metode

Pada Gambar 1, ada beberapa proses yang akan dilakukan untuk melakukan kompresi citra medis sinar-x, yang dimulai dari akuisisi citra asli, dilanjutkan dengan proses pra-pengolahan citra sebelum dikompresi, kemudian selanjutnya adalah proses kompresi dengan metode Huffman atau Run Length Encoding

atau Lempel Ziv Welch. Selanjutnya setelah citra hasil kompresi di dapat akan dilakukan pengukuran kualitas citra hasil kompresi menggunakan kriteria penilaian subjektif dan dilanjutkan dengan proses perhitungan rasio pemampatan citra asli dengan citra setelah dilakukan kompresi.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Metode

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pra-Pengolahan

Pada tahap pra-pengolahan ada beberapa proses yang akan dilakukan sebelum dilakukan proses kompresi citra, yaitu seleksi citra dan konversi citra.

##### 1) Seleksi Citra

Pada tahap ini citra yang sudah dikumpulkan akan diseleksi sebanyak 25 citra secara acak. Citra yang akan diambil adalah citra dengan format ekstensi \*.jpg karena untuk format citra dengan ekstensi \*.std, dan \*.hq hanya dapat digunakan pada mesin console CR. Beberapa sampel gambar yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1.

##### 2) Konversi Citra

Pada tahap ini citra yang sudah diseleksi akan dirubah kedalam format grayscale. Konversi ini dilakukan menggunakan

software Adobe Photoshop CS 6. Setiap citra yang diseleksi dirubah ke dalam format grayscale dan disimpan dalam tipe \*.bmp.

Konversi ini dilakukan karena menurut Aditya Wijaya, dkk (2010), dalam kesimpulannya mengatakan bahwa algoritma Huffman, LZW, dan RLE memiliki komabilitas yang tinggi untuk mengkompresi citra dengan tipe \*.bmp. Pada algoritma RLE memiliki performa dan kinerja yang tinggi pada citra dengan format grayscale [4].

Tabel 1 : Sampel Daftar Citra Hasil Seleksi

No.	Citra	Nama File Citra	Resolusi
1		FCR32.jpg	454 x 362
2		FCR47.jpg	372 x 454
3		FCR60.jpg	367 x 454
4		FCR65.jpg	289 x 454
5		FCR88.jpg	344 x 454

### 3.2 Pembahasan

- 1) Hasil Pengujian Objektif Metode Huffman. Pada pengujian pertama ini citra hasil pra pengolahan akan dikompresi menggunakan metode kompresi Huffman, hasil dari proses kompresi dan dekompresi menggunakan metode Huffman dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada pengujian pertama menggunakan metode Huffman, secara keseluruhan citra dapat didekompresi dengan baik, terlihat pada Tabel 2. tidak ada citra hasil dekompresi yang

memiliki nilai error atau MSE, begitupun pada nilai PSNR juga tidak terdefinisi yang ditunjukkan dengan "inf" yang berarti kualitas citra asli sama dengan citra hasil dekompresi. Untuk ratio kompresi yang dihasilkan dari metode Huffman dari keseluruhan citra yang dikompresi rata-rata ratio kompresinya adalah 12,26%. walaupun ada beberapa citra setelah dikompresi, ukuran file hasil kompresi melebihi dari ukuran citra aslinya. Hal tersebut disebabkan karena citra tersebut memiliki banyak piksel dengan nilai intensitas mendekati 255 atau intensitas citra terang.

Tabel 2 : Hasil Pengujian Metode Huffman

No	Nama Citra	Size Asli (bytes)	Size Hasil Kompresi (bytes)	Ratio Kompresi (%)	MSE	PSNR (dB)	Waktu (ms)
1	FCR32.bmp	166152	110978	33.21	0	Inf	92.01
2	FCR47.bmp	171784	174362	-1.50	0	Inf	127.84
3	FCR60.bmp	168152	173874	-3.40	0	Inf	106.87
4	FCR65.bmp	133648	77693	41.67	0	Inf	62.78
5	FCR88.bmp	157256	157199	0.04	0	Inf	99.26
6	FCR96.bmp	164328	135218	17.71	0	Inf	68.92
7	FCR155.bmp	195392	218353	-11.75	0	Inf	133.66
8	FCR164.bmp	180864	193385	-6.92	0	Inf	124.98
9	FCR171.bmp	206280	198547	3.75	0	Inf	122.40
10	FCR215.bmp	180288	192588	-6.82	0	Inf	133.73
11	FCR248.bmp	68272	58794	13.88	0	Inf	44.32
12	FCR253.bmp	166152	113998	31.39	0	Inf	93.92
13	FCR276.bmp	100960	91908	8.97	0	Inf	67.12
14	FCR303.bmp	166152	132856	20.04	0	Inf	109.73
15	FCR320.bmp	113672	98827	13.06	0	Inf	71.34
16	FCR323.bmp	199440	196966	1.24	0	Inf	137.86
17	FCR376.bmp	122376	141425	-15.57	0	Inf	110.77
18	FCR396.bmp	171784	123694	27.99	0	Inf	84.39
19	FCR399.bmp	171784	132583	22.82	0	Inf	134.39
20	FCR400.bmp	88248	87239	1.14	0	Inf	66.20
21	FCR402.bmp	138792	129717	6.54	0	Inf	74.68
22	FCR407.bmp	166336	109312	34.28	0	Inf	117.86
23	FCR423.bmp	166336	156489	5.92	0	Inf	123.23
24	FCR438.bmp	197208	112505	42.95	0	Inf	70.27
25	FCR784.bmp	88248	65524	25.75	0	Inf	45.03
<b>Rata - rata</b>				<b>12.26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>96.94</b>

## 2) Hasil Pengujian Objektif Metode RLE

Pada pengujian kedua ini citra hasil pra pengolahan akan dikompresi menggunakan metode kompresi RLE, hasil dari proses kompresi dan dekompresi menggunakan metode RLE dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa semua citra dapat dikompresi dengan baik menggunakan metode kompresi Run Length Encoding, tidak

ada nilai error atau nilai MSE dan PSNR dari citra hasil dekompresi. Untuk ratio yang dihasilkan dari metode kompresi Run Length Encoding ini cukup besar, rata-rata dari keseluruhan citra yang dipakai metode ini dapat mengkompresi sebesar 86,92%. Jika dibandingkan dengan Huffman dan Lempel Ziv Welch metode Run Length Encoding menghasilkan ratio kompresi yang paling besar.

Tabel 3. Hasil Pengujian Objektif Metode RLE

No	Nama Citra	Size Asli (bytes)	Size Hasil Kompresi (bytes)	Ratio Kompresi (%)	MSE	PSNR (dB)	Waktu (ms)
1	FCR32.bmp	166152	23680	85.75	0	Inf	1.12
2	FCR47.bmp	171784	22275	87.03	0	Inf	1.33
3	FCR60.bmp	168152	22395	86.68	0	Inf	1.39
4	FCR65.bmp	133648	18222	86.37	0	Inf	0.19
5	FCR88.bmp	157256	20246	87.13	0	Inf	1.22
6	FCR96.bmp	164328	25036	84.76	0	Inf	3.27
7	FCR155.bmp	195392	25448	86.98	0	Inf	4.94
8	FCR164.bmp	180864	23410	87.06	0	Inf	4.61
9	FCR171.bmp	206280	24206	88.27	0	Inf	5.08
10	FCR215.bmp	180288	24088	86.64	0	Inf	4.65
11	FCR248.bmp	68272	8513	87.53	0	Inf	1.98
12	FCR253.bmp	166152	18130	89.09	0	Inf	3.36
13	FCR276.bmp	100960	15554	84.59	0	Inf	2.84
14	FCR303.bmp	166152	25628	84.58	0	Inf	4.13
15	FCR320.bmp	113672	17292	84.79	0	Inf	3.29
16	FCR323.bmp	199440	22580	88.68	0	Inf	5.02
17	FCR376.bmp	122376	14797	87.91	0	Inf	1.13
18	FCR396.bmp	171784	24995	85.45	0	Inf	4.57
19	FCR399.bmp	171784	23055	86.58	0	Inf	4.18
20	FCR400.bmp	88248	12059	86.34	0	Inf	2.35
21	FCR402.bmp	138792	16858	87.85	0	Inf	3.22
22	FCR407.bmp	166336	13669	91.78	0	Inf	3.39
23	FCR423.bmp	166336	17233	89.64	0	Inf	3.85
24	FCR438.bmp	197208	27859	85.87	0	Inf	4.22
25	FCR784.bmp	88248	12635	85.68	0	Inf	2.33
<b>Rata - rata</b>				<b>86.92</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.11</b>

### 3) Hasil Pengujian Objektif Metode LZW

Pada pengujian ketiga ini citra hasil pra pengolahan akan dikompresi menggunakan metode kompresi Lempel Ziv Welch (LZW), hasil dari proses kompresi dan dekompresi menggunakan metode Lempel Ziv Welch (LZW) dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4. dapat dilihat bahwa tidak semua citra dapat dikompresi dengan baik, ada beberapa citra hasil dekompresi menunjukkan nilai error. Begitupun dengan nilai kualitas citra yang didapat, karena semakin banyak error,

maka nilai MSE semakin tinggi dan nilai PSNR semakin rendah, demikian juga sebaliknya. Untuk ratio kompresi yang dihasilkan terlihat semua citra menunjukkan ratio kompresi dengan nilai minus. Ini berarti citra medis gagal dikompresi menggunakan metode Lempel Ziv Welch. Algoritma LZW merupakan teknik kompresi yang menggunakan prinsip *dictionary-based coding* tidak efektif digunakan pada input yang datanya pendek karena pada prinsipnya *dictionary-based coding* merupakan teknik kompresi yang adaptif, sehingga bisa saja hasil kompresi data yang pendek menghasilkan output yang lebih besar [4].

Tabel 4. Hasil Pengujian Objektif Metode LZW

No	Nama Citra	Size Asli (bytes)	Size Hasil Kompresi (bytes)	Ratio Kompresi (%)	MSE	PSNR (dB)	Waktu (ms)
1	FCR32.bmp	166152	229292	-38.00	0	Inf	110.45
2	FCR47.bmp	171784	324468	-88.88	0	Inf	203.55
3	FCR60.bmp	168152	316162	-88.02	0.01	101.86	204.14
4	FCR65.bmp	133648	158272	-18.42	0.01	106.12	66.28
5	FCR88.bmp	157256	287008	-82.51	0	Inf	185.79
6	FCR96.bmp	164328	247673	-50.72	0	Inf	126.35
7	FCR155.bmp	195392	398120	-103.76	0.17	71.57	301.39
8	FCR164.bmp	180864	369968	-104.56	0.00	117.14	253.74
9	FCR171.bmp	206280	341453	-65.53	0	Inf	289.72
10	FCR215.bmp	180288	344456	-91.06	0.01	101.01	267.98
11	FCR248.bmp	68272	114388	-67.55	0.03	88.96	29.07
12	FCR253.bmp	166152	197872	-19.09	0	Inf	153.89
13	FCR276.bmp	100960	165892	-64.26	0.00	139.83	67.11
14	FCR303.bmp	166152	241264	-45.21	0.31	66.58	193.70
15	FCR320.bmp	113672	183281	-61.24	0.00	114.12	70.37
16	FCR323.bmp	199440	351013	-76.00	0	Inf	306.74
17	FCR376.bmp	122376	264547	-116.17	0	Inf	189.37
18	FCR396.bmp	171784	232071	-35.09	5.86	150.23	151.01
19	FCR399.bmp	171784	261635	-52.30	0	Inf	151.60
20	FCR400.bmp	88248	163661	-85.46	0.01	107.03	57.87
21	FCR402.bmp	138792	230001	-65.72	0.00	141.94	131.61
22	FCR407.bmp	166336	210458	-26.53	0	Inf	120.02
23	FCR423.bmp	166336	307246	-84.71	0	Inf	175.14
24	FCR438.bmp	197208	233891	-18.60	1.03	167.49	155.76
25	FCR784.bmp	88248	128355	-45.45	0	Inf	48.78
<b>Rata - rata</b>				<b>-63.79</b>	<b>0.30</b>	<b>58.955</b>	<b>160.46</b>

Perbandingan hasil penilaian objektif dari nilai rata-rata ratio, MSE, PSNR, dan waktu yang di dapatkan dari tiga metode yang digunakan yaitu Huffman, Run Length Encoding, dan Lempel Ziv Welch disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 5.

Berdasarkan dari Tabel 5. untuk ratio kompresi dan waktu kompresi metode Run Length Encoding memiliki performa yang paling baik

diantara metode Huffman dan Lempel Ziv Welch. Sedangkan untuk kualitas hasil dekompresi yang dinilai berdasarkan nilai MSE dan PSNR, metode Run Length Encoding dan Huffman memiliki kualitas yang lebih baik dari pada metode Lempel Ziv Welch. Jadi untuk performa kompresi keseluruhan metode Run Length Encoding memiliki performa yang paling baik untuk mengkompresi citra medis tipe \*.bmp dengan format grayscale.

Tabel 5. Perbandingan nilai rata-rata hasil penilaian objektif

	Ratio	MSE	PSNR	Waktu
Huffman	12.26	0	0	96.94
RLE	86.92	0	0	3.11
LZW	-63.79	0.3	58.955	160.46

- 4) Hasil Penilaian Subjektif  
 Penilaian subjektif adalah pengukuran kualitas citra berdasarkan pada persepsi atau penglihatan manusia. Dalam hal ini penilaian subjektif dilakukan oleh dokter spesialis dengan cara mengamati secara langsung hasil dekompresi citra medis sinar-x dan dibandingkan dengan citra medis sinar-x sebelum dikompresi. Jadi berdasarkan pernyataan para pakar

tersebut citra yang dibandingkan hanya hasil dekompresi dari metode Run Length Encoding dengan citra asli, karena berdasarkan hasil dari penilaian objektif metode Run Length Encoding memiliki performa yang paling maksimal diantara metode Huffman dan Lempel Ziv Welch. Daftar analisa para pakar yang sudah disimpulkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penilaian Subjektif

No	Nama Citra	Bisa Terbaca/Tidak	Pendapat Dokter
1	RLE_FCR32.bmp	Bisa	pengambilan citra kaki dengan posisi lateral, dan citra masih bisa terbaca dengan jelas
2	RLE_FCR47.bmp	Bisa	Terlihat ada gelembung gas pada bagian lambung dan paru-paru sebelah kanan
3	RLE_FCR60.bmp	Bisa	Terdapat gelembung gas pada bagian lambung dan paru-paru sebelah kiri
4	RLE_FCR65.bmp	Bisa	Terlihat ada Fraktur di tulang hasta dekat pergelangan tangan
5	RLE_FCR88.bmp	Bisa	Pengambilan citra dengan posisi lateral atau tampak samping, terlihat jelas tulang tengkorak, bagian leher dan terlihat susunan gigi sudah tidak teratur
6	RLE_FCR96.bmp	Bisa	Terjadi disposisi pada clavicle atau tulang selangka
7	RLE_FCR155.bmp	Bisa	Tulang rusuk terlihat jelas, bagian lambung juga terlihat jelas dan ada gelembung gas pada bagian lambung
8	RLE_FCR164.bmp	Bisa	Tulang rusuk sebelah kiri terlihat jelas, namun sebelah kanan terlalu terang, dan terlihat ada gelembung gas pada bagian lambung
9	RLE_FCR171.bmp	Bisa	Terlihat jelas terjadi bengkok pada tulang vertebral atau tulang belakang dan ada banyak gelembung gas pada lambung
10	RLE_FCR215.bmp	Bisa	Terlihat ada fraktur dan disposisi pada tulang selangka sebelah kiri
11	RLE_FCR248.bmp	Bisa	Pemasangan Plat and Screw pada tulang una dan tulang pengumpil
12	RLE_FCR253.bmp	Bisa	ada fraktur dan disposisi pada tulang selangka
13	RLE_FCR276.bmp	Bisa	Terlihat ada fraktur atau patah pada tulang
14	RLE_FCR303.bmp	Bisa	Terlihat ada dislokasi atau lepas pada tulang selangka
15	RLE_FCR320.bmp	Bisa	Pemasangan Plat and Screw di tulang femur atau paha sebanyak 17
16	RLE_FCR323.bmp	Bisa	Pemasangan Pen pada collum femur
17	RLE_FCR376.bmp	Bisa	Photo panoramic terlihat jelas gigi geraham sudah hilang dan pertumbuhan gigi sebelah kanan dan kiri tidak seimbang, ada yang miring
18	RLE_FCR396.bmp	Bisa	Ada fraktur atau patah pada tulang kering dan tulang betis
19	RLE_FCR399.bmp	Bisa	ada fraktur atau patah pada tulang femur atau paha
20	RLE_FCR400.bmp	Bisa	Ada fraktur atau patah tulang
21	RLE_FCR402.bmp	Bisa	ada dislokasi pada femur, yang disebelah kanan berada di bawah

22	RLE_FCR407.bmp	Bisa	Terjadi dislokasi tulang una atau tulang hasta, dan terlihat ada kalus atau tumbuh tulang diantara tulang pengumpil
23	RLE_FCR423.bmp	Bisa	ada fraktur atau patah pada tulang metatarsal dan citra diambil dengan metode AP Lateral supaya terlihat dari sisi depan dan sisi samping
24	RLE_FCR438.bmp	Bisa	terlihat ada disposisi pada tulang pergelangan tangan, dan citra sangat terlihat jelas
25	RLE_FCR784.bmp	Bisa	terlihat jelas ada fraktur atau patah pada tulang

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat semua citra dapat di baca dengan baik oleh para pakar. Terbukti dari pendapat yang disampaikan oleh para pakar, citra hasil dekompresi masih memperlihatkan dimana letak fraktur, dislokasi, adanya gelembung gas, pemasangan pen, dan pemasangan plat *screw*.

#### 4. KESIMPULAN

Diantara tiga metode yang digunakan yaitu Huffman, Run Length Encoding dan Lempel Ziv Welch, metode Run Length Encoding paling cocok digunakan untuk kompresi citra medis sinar-x dengan ratio kompresi paling besar dengan rata-rata yang didapat sebesar 86.92% dan waktu kompresi yang dibutuhkan paling cepat dengan rata-rata waktu kompresi 3.11 ms.

Untuk kualitas citra hasil dekompresi yang dihitung berdasarkan nilai Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) metode kompresi Run Length Encoding dan Huffman memiliki kualitas citra dekompresi yang baik dibandingkan dengan Lempel Ziv Welch. Metode kompresi Run Length Encoding dan Huffman menunjukkan nilai MSE sama dengan 0 dan PSNR "inf" atau tidak terdefinisi yang berarti menunjukkan kualitas citra hasil dekompresi sama dengan citra aslinya. Sedangkan metode kompresi Lempel Ziv Welch menunjukkan nilai MSE dengan rata-rata 0.3 dan untuk rata-rata PSNR didapat 58.955 db.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh tiga orang pakar. Semua citra hasil dekompresi dapat dianalisa termasuk citra hasil dekompresi dari metode Lempel Ziv Welch yang menunjukkan ada nilai MSE dan PSNR nya. Dari pendapat yang disampaikan oleh para pakar citra hasil dekompresi masih dapat memperlihatkan dimana letak fraktur, dislokasi, adanya gelembung gas, letak pemasangan pen dan pemasangan plat *screw*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.
- [2] T. R. Silviani and A. Arfiana, "Teknik Kompresi Citra Menggunakan Metode Huffman," in *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2016.
- [3] R. R. Clinton and L. O. Sari, "Analisa Perbandingan Algoritma DCT, Haar Wavelet, Huffman dan LZW pada Kompresi Citra Digital Menggunakan Matlab R2013a," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, p. 1, 2017.
- [4] A. Wijaya and S. Widodo, "Kinerja dan Performa Algoritma Kompresi Lossless Terhadap Objek Citra Digital," in *Industrial Electronic Seminar*, 2010.
- [5] Subinarto and E. Susanto, "Kompresi Citra Medis Menggunakan Metode Kombinasi Singular Value Decomposition (SVD) dan Discrete Wavelet Transform (DWT) Untuk Meningkatkan Efisiensi Penyimpanan dan Transmisi," *J. LINK*, vol. 13, p. 1, 2017.
- [6] H. A. Ramadhan, "Simulasi Kompresi Citra Medis Bersifat Visually Lossless Berdasarkan Contrast Threshold dan Visual Masking," Universitas Indonesia, 2011.