

Digital Repository Universitas Jember



PRISMA

Prosiding Seminar Nasional Matematika

Diterbitkan oleh:

Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang

PRISMA

Volume 3

Semarang
Februari 2020

ISSN
2613-9189

Editorial

CHIEF OF EDITOR

Dr. Isnaini Rosyida, M.Si.

REVIEWER

Dr. Rochmad, M.Si.

Dr. Scolastika Mariani, M.Si.

Dr. Wardono, M.Si.

Dr. Tri Sri Noor Asih, M.Si.

Dr. Nuriana Rahmani Dewi (Nino Adhi), M.Pd.

Dr. rer. nat. Adi Nur Cahyono, M.Pd.

Dr. Iqbal Kharisudin, S.Pd., M.Sc.

TIM EDITOR

Muhammad Kharis, S.Si., M.Sc.

Muhammad Fajar Safaatullah, S.Si., M.Si.

Muhammad Zuhair Zahid, S.Pd.Si., M.Pd.

Amidi, S.Si., M.Pd.

LAYOUT & DESAIN SAMPUL

Gilang Kusuma Lestari

Dedy Kumianto

Nur Afiani Herniatsih

Lutfiana Waluyo Saputri

Alamat Korespondensi:

Jurusan Matematika
Universitas Negeri Semarang
Gedung D7 Lantai 1
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam
Kampus Sekaran, Kel. Sekaran, Kec. Gunung
Pati, Semarang, Jawa Tengah 50229
☎ (024) 8508032.
email: matematika@mail.unnes.ac.id
website: <http://matematika.unnes.ac.id>

Articles

Implementasi Education 4.0 dan Merdeka Belajar dalam Matematika di Perguruan Tinggi

Basuki Widodo

1-7

PDF

Problematika Pembelajaran Matematika bagi Masyarakat Indonesia Kontemporer

Hardi Suyitno

8-19

PDF

Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas XI dengan Model Brain Based Learning Berbantuan Mobile Learning Ditinjau dari Self-Concept

Achika Nor Kusyaini, Iwan Junaedi

20-25

PDF

Kemampuan Siswa pada Aspek Berpikir Kreatif Ditinjau dari Gaya Belajar Melalui Pembelajaran Problem Posing Berbasis Open-Ended Problem

Adieb Ajie Bayu Mukti, Edy Soedjoko

26-36

Penerapan Algoritma Hybrid Of Ant Colony And Discrete Firefly Algorithms (HADFA) Pada Capacitated Vehicle Routing Problem

Amalia Putri Nur Habibah, Kiswara Agung Santoso, Ahmad Kamsyakawuni

500-507

PDF

Application of Mobile-Based Visual Content for Schools During a Pandemic

Dian Tri Wiyanti, Isnaini Rosyida, Muhammad Kharis, Detalia Noriza Munahefi, Kholifatu Ulil Azmi

508-513

PDF

Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)

Endang Setyowati, Scolastika Mariani

514-523

PDF

Perbandingan Image RGB dan Grayscale pada Pengkodean Image dengan Algoritma 3D Playfair

Farokhi Abdiansyah, Kiswara Agung Santoso, Ahmad Kamsyakawuni

524-533

PDF

Modifikasi Huffman dengan hill cipher pada Pengkodean Data Teks

Giki Krisnawanti, Kiswara Agung Santoso, Ahmad Kamsyakawuni

534-539



Perbandingan *Image* RGB dan *Grayscale* pada Pengkodean *Image* dengan Algoritma *3D Playfair*

Farokhi Abdiansyah^{a,*}, Kiswara Agung Santoso^a, Ahmad Kamsyakawuni^a

^a Universitas Jember, Jalan Kalimantan No.37, Jember 68121, Indonesia

* Alamat Surel: farokhi.abdiansyah.9@gmail.com

Abstrak

Perkembangan informasi memudahkan manusia dalam proses pengiriman data. Bentuk data yang dikirim salah satunya dapat berupa *image* yang berformat hitam putih, RGB, atau *grayscale*. Proses pengiriman *image* terkadang terjadi suatu kesalahan, salah satunya disebabkan oleh adanya rekayasa *image* atau penyebaran *image* secara tidak sah atau ilegal dapat merugikan pemilik atau suatu lembaga, maka perlu mengamankan *image* pengirim dari pengguna yang tidak sah atau ilegal agar *image* yang dikirim dapat tersampaikan dengan aman. Cara untuk mengamankan *image* dapat menggunakan teknik kriptografi, salah satunya yaitu Algoritma *3D Playfair*. Algoritma *3D Playfair* pada umumnya digunakan untuk mengkodekan teks, namun algoritma ini dapat pula digunakan untuk mengkodekan *image*. Artikel ini membicarakan tentang peningkatan keamanan pada pengamanan *image* menggunakan Algoritma *3D Playfair*. Kunci yang digunakan pada penelitian ini menggunakan empat tabel berukuran 8×8 yang mendukung nilai *pixel* (0-255) kemudian dijadikan acuan untuk proses enkripsi dan dekripsi. Secara visual proses enkripsi *image* RGB dan *image grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair* menghasilkan *image* yang terlihat acak atau sulit diinterpretasikan. Proses dekripsi berhasil mengembalikan *cipherimage* seperti *image* aslinya. Selain itu penulis juga membandingkan hasil pengkodean menggunakan *3D Playfair* pada *image* RGB dan *image grayscale*.

Kata kunci:

Image, RGB, *Grayscale*, Kriptografi, *3D Playfair*.

© 2021 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Perkembangan informasi memudahkan manusia dalam proses pengiriman data. Bentuk data dapat berupa *image* yang berformat RGB dan *grayscale*. *Image* RGB adalah *image* yang memiliki warna utama yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*) disetiap *pixel*. *Image grayscale* adalah *image* yang menampilkan warna abu-abu hasil dari rata-rata *image* RGB (Fatta, 2007). Jika ada rekayasa *image* atau penyebaran *image* secara tidak sah atau ilegal yang dapat merugikan pemilik atau suatu lembaga, maka perlu mengamankan *image* pengirim dari pengguna yang tidak sah atau ilegal agar *image* yang dikirim dapat tersampaikan dengan aman.

Cara untuk mengamankan data informasi dapat menggunakan teknik kriptografi. Pengertian kriptografi adalah salah satu ilmu untuk meningkatkan aspek keamanan suatu pesan atau data informasi (Ibrahim, 2012). Salah satu algoritma kriptografi yang digunakan untuk merahasiakan data informasi yaitu *3D Playfair*. Algoritma *3D Playfair* telah dikembangkan oleh Sukmawati dari keamanan data teks menjadi keamanan data *image*. Kunci yang digunakan pada penelitian tersebut menggunakan empat tabel berukuran 8×8 yang mendukung nilai *pixel* (0-255) kemudian dijadikan acuan untuk proses enkripsi dan dekripsi. Cara kerja *3D Playfair* dalam bentuk *trigraphs* digunakan untuk proses enkripsi dan dekripsi. Penelitian yang berkaitan dengan *3D Playfair* dan perbandingan *image* RGB dengan *image grayscale* telah dilakukan oleh beberapa peneliti tentang perbandingan *Playfair* dengan *3D Playfair* pada pengamanan *image* yang menghasilkan nilai histogram dan UACI terbaik pada Algoritma *3D Playfair* (Sukmawati, 2019). Penelitian yang menunjukkan bahwa *one time pad* kriptografi dapat diimplementasikan pada gambar *grayscale* dan gambar RGB (Setiadi *et al.*, 2017).

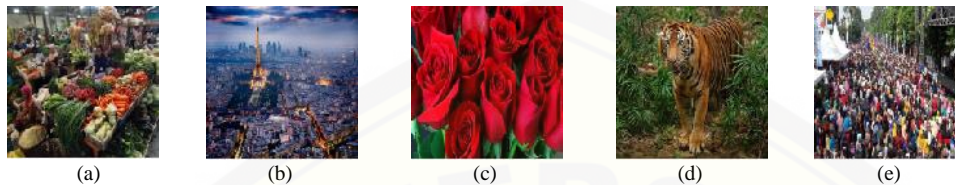
To cite this article:

Abdiansyah, F., Santoso, K. A., & Kamsyakawuni, A. (2021). Perbandingan *Image* RGB dan *Grayscale* pada Pengkodean *Image* dengan Algoritma *3D Playfair*. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 4*, 524-533

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini akan melakukan perbandingan *image* berformat RGB dan *grayscale* pada pengkodean *image* dengan Algoritma *3D Playfair*. Kunci yang digunakan berupa *image* berformat RGB dan *grayscale*.

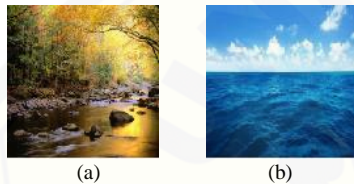
2. Metode

Data *plainimage* menggunakan gambar (*image*) dan kunci (*key*) menggunakan gambar (*image*) yang berbeda dengan *plainimage*. *Image* yang digunakan sebagai *plainimage* ditunjukkan oleh Gambar 1, kunci *image* ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 1. (a) *Image* Pasar; (b) *Image* Kota; (c) *Image* Mawar; (d) *Image* Harimau; (e) *Image* Orang.

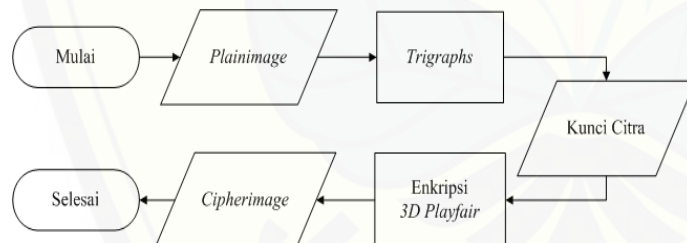
Image yang digunakan sebagai kunci ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. (a) *Image* Sungai; (b) *Image* Laut.

2.1 Algoritma *3D Playfair*

Peneliti melakukan proses enkripsi *plainimage* menggunakan *software* MATLAB R2016b. Langkah–langkah proses enkripsi *plainimage* menggunakan Algoritma *3D Playfair* adalah sebagai berikut (lihat pada gambar 3):



Gambar 3. Proses Enkripsi *3D Playfair*

1. Masukkan *plainimage* berupa *image* RGB atau *grayscale*.
2. Pecah *plainimage* menjadi *trigraphs*. *Trigraphs* dimasukkan kedalam tabel enkripsi *3D Playfair* yang ditunjukkan oleh tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Proses Enkripsi *Image Grayscale* Menggunakan *3D Playfair*

| <i>Trigraphs Plainimage</i> | <i>Trigraphs Plainimage</i> | | | <i>Trigraphs Cipherimage</i> |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| | <i>Pixel Pertama</i> | <i>Pixel Kedua</i> | <i>Pixel Ketiga</i> | |
| <i>Pixel Pertama</i> | Baris | Kolom | Tabel | <i>Pixel A</i> |
| <i>Pixel Kedua</i> | Tabel | Baris | Kolom | <i>Pixel B</i> |
| <i>Pixel Ketiga</i> | Kolom | Tabel | Baris | <i>Pixel C</i> |

Tabel 2. Proses Enkripsi *Image RGB* Menggunakan *3D Playfair*

| <i>Trigraphs Plainimage</i> | <i>Trigraphs Plainimage</i> | | | <i>Trigraphs Cipherimage</i> |
|-----------------------------|-----------------------------|----------|----------|------------------------------|
| | R_{11} | G_{m1} | B_{1n} | |
| R_{11} | Baris | Kolom | Tabel B | B_{1n} |
| G_{m1} | Tabel R | Baris | Kolom | R_{11} |
| B_{1n} | Kolom | Tabel G | Baris | G_{m1} |

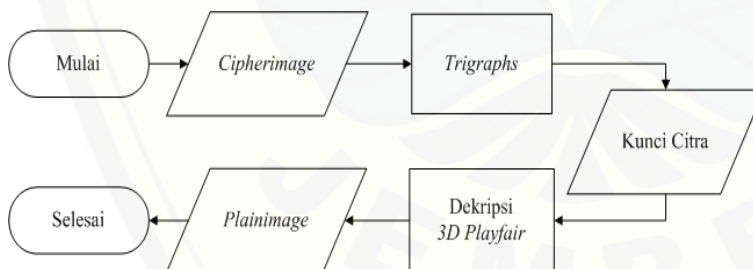
3. Kunci *image* disesuaikan dengan *plainimage*. Jika *plainimage* menggunakan *image grayscale* maka kunci *image* menggunakan *image grayscale*. Jika *plainimage* menggunakan *image RGB* maka kunci *image* menggunakan *image RGB*. Kunci *image* dibentuk menjadi empat tabel berukuran 8×8 yang berisi 256 *pixel* (0-255), *pixel* yang diisikan ke dalam empat tabel kunci tidak berulang. Pengisian *pixel* ke dalam empat tabel kunci diurutkan berdasarkan frekuensi secara *ascending* dimulai dari Tabel 1, sampai Tabel 4. Empat tabel kunci *image* 8×8 ditunjukkan oleh Gambar 4.

Gambar 4. Empat Tabel Kunci Image Grayscale 3D Playfair 8×8

dimana $FGr_{11} \dots FGr_{88}$ adalah nilai *pixel* pada kunci *image grayscale* yang diurutkan berdasarkan frekuensi secara *ascending*.

4. *Output* pada proses enkripsi *plainimage* menghasilkan *cipherimage*.

Langkah-langkah proses dekripsi *cipherimage* menggunakan Algoritma 3D Playfair adalah sebagai berikut (lihat pada gambar 5):



Gambar 5. Proses Dekripsi 3D Playfair

Langkah-langkah yang digunakan pada proses dekripsi *cipherimage* dengan Algoritma 3D Playfair menggunakan langkah-langkah yang sama pada saat proses enkripsi tetapi tabel 3D Playfair proses dekripsi berbeda dengan tabel 3D Playfair proses enkripsi. Proses dekripsi *Image Grayscale* menggunakan 3D Playfair ditunjukkan oleh tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Proses Dekripsi Image Grayscale Menggunakan 3D Playfair

| <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | | | <i>Trigraphs Plainimage</i> |
|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | <i>Pixel A</i> | <i>Pixel B</i> | <i>Pixel C</i> | |
| <i>Pixel A</i> | Baris | Tabel | Kolom | <i>Pixel Pertama</i> |
| <i>Pixel B</i> | Kolom | Baris | Tabel | <i>Pixel Kedua</i> |

| | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|---------------------|
| <i>Pixel C</i> | Tabel | Kolom | Baris | <i>Pixel Ketiga</i> |
|----------------|-------|-------|-------|---------------------|

Tabel 4. Proses Dekripsi *Image* RGB Menggunakan *3D Playfair*

| <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | | | <i>Trigraphs Plainimage</i> |
|------------------------------|------------------------------|----------|----------|-----------------------------|
| | B_{1n} | R_{11} | G_{m1} | |
| B_{1n} | Baris | Tabel R | Kolom | R_{11} |
| R_{11} | Kolom | Baris | Tabel G | G_{m1} |
| G_{m1} | Tabel B | Kolom | Baris | B_{1n} |

2.2 Analisis Keamanan

Analisis Keamanan dilakukan setelah mengenkripsi *image* menggunakan *3D Playfair* kemudian dibandingkan nilai NPCR dan UACI *image* RGB dengan *image grayscale*. Semakin besar nilai NPCR dan UACI pada proses enkripsi *image* RGB dan *image grayscale*, maka enkripsi semakin baik. Jika semakin kecil nilai NPCR dan UACI pada proses dekripsi *image* RGB dan *grayscale*, maka *image* hasil dekripsi akan semakin mirip seperti *image* aslinya atau dapat kembali ke *image* awal (Wu et al, 2011). Nilai NPCR untuk enkripsi *image* menggunakan formula seperti pada persamaan (1).

$$NPCR = \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \frac{d_{i,j,k}}{T} \right) \times 100\% \tag{1}$$

Dengan syarat $d_{i,j,k} = \begin{cases} 0, & \text{Jika } C_1(i,j,k) = C_2(i,j,k) \\ 1, & \text{Jika } C_1(i,j,k) \neq C_2(i,j,k) \end{cases}$, dimana $d_{i,j,k}$ adalah banyaknya perbedaan *pixel* diperoleh dari $C_1(i,j,k)$ dengan $C_2(i,j,k)$ melambangkan nilai *pixel plainimage* dan *cipherimage* dari baris i , kolom j , layer k . T adalah jumlah total *pixel chipherimage* yang diperoleh dari banyaknya baris m , kolom n , dan layer o . Sedangkan nilai UACI untuk enkripsi *image* menggunakan formula seperti pada persamaan (2).

$$UACI = \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \frac{|C_1(i,j,k) - C_2(i,j,k)|}{F.T} \right) \times 100\% \tag{2}$$

dimana F adalah nilai *pixel* terbesar pada *image* yaitu 255.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengkodean *image* RGB dan *grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair* berhasil diterapkan melalui *software* MATLAB R2016b.

3.1 Hasil Enkripsi dan Dekripsi

Adapun contoh proses enkripsi *image grayscale* sebagai berikut:

Kunci *image grayscale* menggunakan *pixel* dari Gambar 2 *image* laut. *Pixel image* laut *grayscale* ditunjukkan oleh Gambar 6.

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 130 | 162 | 147 | 127 | 116 | 106 |
| 127 | 162 | 121 | 169 | 129 | 128 |
| 111 | 162 | 167 | 149 | 144 | 144 |
| 107 | 130 | 156 | 142 | 136 | 143 |
| 99 | 113 | 142 | 145 | 124 | 97 |
| 83 | 127 | 126 | 108 | 133 | 78 |

Gambar 6. *Pixel Image* Laut *Grayscale*

Pixel image laut dibentuk menjadi empat tabel kunci *image grayscale 3D Playfair*. Empat tabel kunci *image* laut *grayscale 3D Playfair* ditunjukkan oleh Gambar 7.

| Tabel 1 | | | | | | | | Tabel 2 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 127 | 162 | 130 | 142 | 144 | 78 | 83 | 97 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| 99 | 106 | 107 | 108 | 111 | 113 | 116 | 121 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| 124 | 126 | 128 | 129 | 133 | 136 | 143 | 145 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 |
| 147 | 149 | 156 | 167 | 169 | 0 | 1 | 2 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 75 | 76 | 77 | 79 | 80 | 81 | 82 | 84 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 93 | 94 | 95 | 96 | 98 | 100 | 101 | 102 |

| Tabel 3 | | | | | | | Tabel 4 | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 103 | 104 | 105 | 109 | 110 | 112 | 114 | 115 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | | | |
| 117 | 118 | 119 | 120 | 122 | 123 | 125 | 131 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | | | |
| 132 | 134 | 135 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | | | |
| 146 | 148 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | | | |
| 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 163 | 164 | 165 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | | | |
| 166 | 168 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | | | |
| 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | | | |
| 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | | | |

Gambar 7. Empat Tabel Kunci Image Laut Grayscale 3D Playfair

Plainimage grayscale menggunakan pixel dari Gambar 3 image mawar. Pixel image mawar grayscale ditunjukkan oleh Gambar 8.

| | | |
|----|----|----|
| 59 | 61 | 47 |
|----|----|----|

Gambar 8. Pixel Image Mawar Grayscale

Proses enkripsi plainimage mawar grayscale menggunakan kunci image laut grayscale ditunjukkan oleh Tabel 5 .

Tabel 5. Proses Enkripsi Image Grayscale

| Trigraphs Plainimage | Trigraphs Plainimage | | | Trigraphs Cipherimage |
|----------------------|----------------------|---------|-----------|-----------------------|
| | 59 | 61 | 47 | |
| 59 | Baris 4 | Kolom 3 | Tabel 1 2 | 61 |
| 61 | Tabel 2 | Baris 4 | Kolom 5 | 63 |
| 47 | Kolom 1 | Tabel 2 | Baris 2 | 43 |

Output Tabel 5 yaitu cipherimage yang ditunjukkan oleh Gambar 9.

| | | |
|----|----|----|
| 61 | 63 | 43 |
|----|----|----|

Gambar 9. Pixel Cipherimage Mawar Grayscale

Adapun contoh proses enkripsi image RGB sebagai berikut:

Kunci image RGB menggunakan pixel dari Gambar 7 image laut. Pixel image laut RGB ditunjukkan oleh Gambar 10.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| 88 | 125 | 108 | 86 | 75 | 64 | 166 | 195 | 183 | 160 | 148 | 140 | 41 | 83 | 53 | 55 | 49 | 37 |
| 97 | 133 | 88 | 141 | 100 | 93 | 159 | 191 | 154 | 200 | 162 | 158 | 28 | 77 | 26 | 70 | 27 | 59 |
| 95 | 133 | 138 | 120 | 112 | 113 | 135 | 194 | 193 | 179 | 176 | 173 | 22 | 59 | 101 | 64 | 54 | 65 |
| 81 | 106 | 128 | 109 | 104 | 107 | 135 | 160 | 185 | 172 | 165 | 170 | 18 | 23 | 75 | 62 | 61 | 92 |
| 75 | 89 | 110 | 109 | 89 | 65 | 126 | 136 | 173 | 172 | 155 | 124 | 13 | 48 | 53 | 92 | 47 | 40 |
| 56 | 99 | 94 | 77 | 102 | 52 | 109 | 153 | 155 | 136 | 161 | 99 | 11 | 55 | 53 | 41 | 63 | 35 |

(a)

(b)

(c)

Gambar 10. Image Laut (a) Layer Red; (b) Layer Green; (c) Layer Blue

Pixel image laut dibentuk menjadi empat tabel kunci image RGB 3D Playfair. Empat tabel kunci image laut RGB 3D Playfair ditunjukkan oleh Gambar 11.

| Tabel 1 | | | | | | | | Tabel 2 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 75 | 88 | 89 | 109 | 133 | 52 | 56 | 64 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 65 | 77 | 81 | 86 | 93 | 94 | 95 | 97 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 99 | 100 | 102 | 104 | 106 | 107 | 108 | 110 | 49 | 50 | 51 | 53 | 54 | 55 | 57 | 58 |
| 112 | 113 | 120 | 125 | 128 | 138 | 141 | 0 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 66 | 67 | 68 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 76 | 78 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 79 | 80 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 | 90 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 91 | 92 | 96 | 98 | 101 | 103 | 105 | 111 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 121 | 122 |

| Tabel 3 | | | | | | | | Tabel 4 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 123 | 124 | 126 | 127 | 129 | 130 | 131 | 132 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 |
| 134 | 135 | 136 | 137 | 139 | 140 | 142 | 143 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 |
| 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 |
| 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 |
| 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 |
| 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 |
| 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 |
| 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 |

(a)

| Tabel 1 | | | | | | | | Tabel 2 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| 135 | 136 | 155 | 160 | 172 | 173 | 99 | 109 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 124 | 126 | 140 | 148 | 153 | 154 | 158 | 159 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
| 161 | 162 | 165 | 166 | 170 | 176 | 179 | 183 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 |
| 185 | 191 | 193 | 194 | 195 | 200 | 0 | 1 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |

| Tabel 3 | | | | | | | | Tabel 4 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 98 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 187 | 188 | 189 | 190 | 192 | 196 | 197 | 198 |
| 107 | 108 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 199 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 |
| 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 |
| 125 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 |
| 134 | 137 | 138 | 139 | 141 | 142 | 143 | 144 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 |
| 145 | 146 | 147 | 149 | 150 | 151 | 152 | 156 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 |
| 157 | 163 | 164 | 167 | 168 | 169 | 171 | 174 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 |
| 175 | 177 | 178 | 180 | 181 | 182 | 184 | 186 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 |

(b)

| Tabel 1 | | | | | | | | Tabel 2 | | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|-----|----|----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 53 | 41 | 55 | 59 | 92 | 11 | 13 | 18 | 46 | 50 | 51 | 52 | 56 | 57 | 58 | 60 |
| 22 | 23 | 26 | 27 | 28 | 35 | 37 | 40 | 66 | 67 | 68 | 69 | 71 | 72 | 73 | 74 |
| 47 | 48 | 49 | 54 | 61 | 62 | 63 | 64 | 76 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 84 | 85 |
| 65 | 70 | 75 | 77 | 83 | 101 | 0 | 1 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 93 | 94 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 102 | 103 |
| 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 |
| 21 | 24 | 25 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 |
| 34 | 36 | 38 | 39 | 42 | 43 | 44 | 45 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 |

| Tabel 3 | | | | | | | | Tabel 4 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 |
| 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 |
| 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 |
| 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 |
| 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 |
| 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 |
| 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 |
| 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 |

(c)

Gambar 11. (a) Empat Tabel Kunci *Image* Laut RGB (*red*) 3D *Playfair*; (b) Empat Tabel Kunci *Image* Laut RGB (*green*) 3D *Playfair*; (c) Empat Tabel Kunci *Image* Laut RGB (*blue*) 3D *Playfair*

Plainimage RGB menggunakan pixel dari Gambar 3 image mawar. Pixel image mawar RGB ditunjukkan oleh Gambar 12.

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|
| 138 | 146 | 122 | 46 | 11 | 24 | 35 | 37 | 22 |
| (a) | | | (b) | | | (c) | | |

Gambar 12. (a) Layer Red; (b) Layer Green; (c) Layer Blue

Proses enkripsi plainimage mawar RGB menggunakan kunci image laut RGB ditunjukkan oleh Tabel 6 sampai 8.

Tabel 6. Proses Enkripsi Image RGB

| Trigraphs Plainimage | Trigraphs Plainimage | | | Trigraphs Cipherimage |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| | 138 R | 46 G | 22 B | |
| 138 R | Baris 4 | Kolom 5 | Tabel 1 B | 83 B |
| 46 G | Tabel 1 R | Baris 2 | Kolom 1 | 65 R |
| 22 B | Kolom 6 | Tabel 2 G | Baris 2 | 47 G |

Tabel 7. Proses Enkripsi Image RGB

| Trigraphs Plainimage | Trigraphs Plainimage | | | Trigraphs Cipherimage |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| | 146 R | 11 G | 37 B | |
| 146 R | Baris 3 | Kolom 2 | Tabel 1 B | 48 B |
| 11 G | Tabel 3 R | Baris 6 | Kolom 7 | 174 R |
| 37 B | Kolom 3 | Tabel 1 G | Baris 2 | 140 G |

Tabel 8. Proses Enkripsi Image RGB

| Trigraphs Plainimage | Trigraphs Plainimage | | | Trigraphs Cipherimage |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| | 122 R | 24 G | 35 B | |
| 122 R | Baris 8 | Kolom 7 | Tabel 1 B | 44 B |
| 24 G | Tabel 2 R | Baris 7 | Kolom 6 | 103 R |
| 35 B | Kolom 8 | Tabel 1 G | Baris 2 | 159 G |

Output tabel 6 sampai 8 yaitu cipherimage yang ditunjukkan oleh Gambar 13.

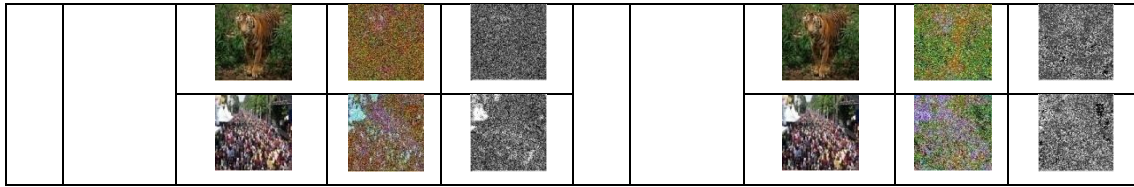
| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 65 | 174 | 103 | 47 | 140 | 159 | 44 | 48 | 83 |
| (a) | | | (b) | | | (c) | | |

Gambar 13. Chiperimage (a) Layer Red; (b) Layer Green; (c) Layer Blue

Hasil enkripsi image RGB dan grayscale menggunakan Algoritma 3D Playfair ditunjukkan oleh Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Enkripsi Menggunakan 3DPlayfair

| No. | Kunci Image | Plainimage | RGB | Grayscale | No. | Kunci Image | Plainimage | RGB | Grayscale |
|-----|-------------|------------|-----|-----------|-----|-------------|------------|-----|-----------|
| 1. | | | | | 2. | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |



Tabel 9 merupakan hasil dari proses enkripsi *image* RGB dan *image grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair*, terlihat bahwa *chiperimage* RGB dan *grayscale* sudah tidak seperti *image* aslinya.

Adapun contoh proses dekripsi *image grayscale* sebagai berikut:

Pixel chiperimage mawar *grayscale* ditunjukkan oleh Gambar 14.

61 | 63 | 43

Gambar 14. *Pixel Chiperimage* Mawar *Grayscale*

Proses dekripsi *chiperimage* mawar *grayscale* menggunakan kunci *image* laut *grayscale* ditunjukkan oleh Tabel 10.

Tabel 10. Proses Dekripsi *Image Grayscale*

| <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | | | <i>Trigraphs Plainimage</i> |
|------------------------------|------------------------------|---------|---------|-----------------------------|
| | 61 | 63 | 43 | |
| 61 | Baris 4 | Tabel 2 | Kolom 1 | 59 |
| 63 | Kolom 3 | Baris 4 | Tabel 2 | 61 |
| 43 | Tabel 2 | Kolom 5 | Baris 2 | 47 |

Output Tabel 10 yaitu *plainimage* yang ditunjukkan oleh Gambar 15.

59 | 61 | 47

Gambar 15. *Pixel Plainimage* Mawar *Grayscale*

Pixel chiperimage mawar RGB ditunjukkan oleh Gambar 16.

65 | 174 | 103 | 47 | 140 | 159 | 44 | 48 | 83

(a)

(b)

(c)

Gambar 16. *Pixel Chiperimage* Mawar RGB (a) *Layer Red*; (b) *Layer Green*; (c) *Layer Blue*

Proses dekripsi *chiperimage* mawar RGB menggunakan kunci *image* laut RGB ditunjukkan oleh Tabel 11 sampai 13.

Tabel 11. Proses Dekripsi *Image* RGB

| <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | | | <i>Trigraphs Plainimage</i> |
|------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| | 83 B | 65 R | 47 G | |
| 83 B | Baris 4 | Tabel 1 R | Kolom 6 | 138 R |
| 65 R | Kolom 5 | Baris 2 | Tabel 2 G | 46 G |
| 47 G | Tabel 1 B | Kolom 1 | Baris 2 | 22 B |

Tabel 12. Proses Dekripsi *Image* RGB

| <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | | | <i>Trigraphs Plainimage</i> |
|------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| | 48 B | 174 R | 140 G | |
| 48 B | Baris 3 | Tabel 3 R | Kolom 3 | 146 R |
| 174 R | Kolom 2 | Baris 6 | Tabel 1 G | 11 G |
| 140 G | Tabel 1 B | Kolom 7 | Baris 2 | 37 B |

Tabel 13. Proses Dekripsi *Image* RGB

| <i>Trigraphs</i> | <i>Trigraphs Cipherimage</i> | <i>Trigraphs</i> |
|------------------|------------------------------|------------------|
|------------------|------------------------------|------------------|

| <i>Cipherimage</i> | 44 B | 103 R | 159 G | <i>Plainimage</i> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| 44 B | Baris 8 | Tabel 2 R | Kolom 8 | 122 R |
| 103 R | Kolom 7 | Baris 7 | Tabel 1 G | 24 G |
| 159 G | Tabel 1 B | Kolom 6 | Baris 2 | 35 B |

Output tabel 11 sampai 13 yaitu *plainimage* yang ditunjukkan oleh Gambar 17.

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|
| 138 | 146 | 122 | 46 | 11 | 24 | 35 | 37 | 22 |
| (a) | | | (b) | | | (c) | | |

Gambar 17. *Plainimage* (a) *Layer Red*; (b) *Layer Green*; (c) *Layer Blue*

Hasil dekripsi *image* RGB dan *grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair* ditunjukkan oleh Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Dekripsi Menggunakan *3D Playfair*

| No | <i>Cipherimage</i> RGB | RGB | <i>Cipherimage</i> Grayscale | Grayscale | No | <i>Cipherimage</i> RGB | RGB | <i>Cipherimage</i> Grayscale | Grayscale |
|----|------------------------|-----|------------------------------|-----------|-----|------------------------|-----|------------------------------|-----------|
| 1. | | | | | 6. | | | | |
| 2. | | | | | 7. | | | | |
| 3. | | | | | 8. | | | | |
| 4. | | | | | 9. | | | | |
| 5. | | | | | 10. | | | | |

3.2 Analisis Keamanan

Berdasarkan teori analisis keamanan, semakin besar nilai NPCR dan UACI pada proses enkripsi *image* RGB dan *image grayscale*, maka enkripsi semakin baik artinya *image* hasil enkripsi akan semakin terlihat acak (tidak berpola). Hasil nilai NPCR dan UACI proses enkripsi dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Nilai NPCR dan UACI Proses Enkripsi

| No. | Kunci <i>Image</i> | Data Penelitian | NPCR | | UACI | |
|-----|---------------------|----------------------|-------|-----------|-------|-----------|
| | | | RGB | Grayscale | RGB | Grayscale |
| 1. | <i>Image</i> Sungai | <i>Image</i> Pasar | 98,4% | 93,8% | 20,5% | 21,2% |
| | | <i>Image</i> Kota | 98,4% | 91,8% | 20,7% | 20,0% |
| | | <i>Image</i> Mawar | 98,0% | 92,6% | 23,7% | 21,3% |
| | | <i>Image</i> Harimau | 98,4% | 93,9% | 20,6% | 20,3% |
| | | <i>Image</i> Orang | 98,5% | 93,8% | 20,6% | 22,5% |
| 2. | <i>Image</i> Laut | <i>Image</i> Pasar | 98,4% | 92,9% | 22,0% | 22,8% |
| | | <i>Image</i> Kota | 98,5% | 90,2% | 22,7% | 20,4% |
| | | <i>Image</i> Mawar | 98,6% | 89,9% | 28,2% | 21,3% |
| | | <i>Image</i> Harimau | 98,4% | 93,2% | 20,9% | 22,9% |
| | | <i>Image</i> Orang | 98,4% | 93,4% | 23,3% | 25,5% |

Jika semakin kecil nilai NPCR dan UACI pada proses dekripsi *image* RGB dan *image grayscale*, maka *image* hasil dekripsi akan semakin mirip seperti *image* aslinya atau dapat kembali ke *image* awal. Hasil Nilai NPCR dan UACI proses dekripsi dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Nilai NPCR dan UACI Proses Dekripsi

| No. | Kunci Image | Data Penelitian | NPCR | | UACI | |
|-----|---------------------|----------------------|------|-----------|------|-----------|
| | | | RGB | Grayscale | RGB | Grayscale |
| 1. | <i>Image Sungai</i> | <i>Image Pasar</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Kota</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Mawar</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Harimau</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Orang</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 2. | <i>Image Laut</i> | <i>Image Pasar</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Kota</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Mawar</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Harimau</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | | <i>Image Orang</i> | 0% | 0% | 0% | 0% |

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat beberapa kesimpulan yaitu Empat tabel kunci 8×8 pada *image* RGB terdapat disetiap *layer*. Jika Inputan *plainimage* RGB maka inputan kunci menggunakan *Image* RGB. Pembentukan *trigraphs image* RGB diperoleh dari 3 *layer* yaitu *layer red*, *layer green*, *layer blue*. *Trigraphs image* RGB untuk *layer red* diambil *pixel* dari kiri ke kanan, *layer green* diambil *pixel* dari bawah ke atas, *layer blue* diambil *pixel* dari kanan ke kiri. Empat tabel kunci 8×8 pada *image grayscale* hanya satu *layer*. Jika inputan *plainimage grayscale* maka inputan kunci menggunakan *image grayscale*, tetapi bisa menggunakan *Image* RGB dengan mengkonversi menjadi *image grayscale*. Pembentukan *trigraphs image grayscale* diperoleh dari satu *layer*. *Trigraphs image grayscale* diambil *pixel* dari kiri ke kanan. Secara analitik (NPCR dan UACI) *image* RGB lebih baik daripada *image grayscale*, karena *image* RGB mempunyai nilai NPCR dan UACI yang lebih besar daripada *image grayscale*. Secara visual proses enkripsi *image* RGB dan *image grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair* sulit diinterpretasikan artinya menghasilkan *chiperimage* yang terlihat acak. Proses dekripsi *image* RGB dan *image grayscale* menggunakan Algoritma *3D Playfair* dapat mengembalikan *cipherimage* seperti *image* aslinya.

Daftar Pustaka

- Fatta, H. A. 2007. Konversi Format *Image* RGB Ke Format *Grayscale* Menggunakan Visual Basic. *Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007)*. Yogyakarta: STMIK AMIKOM.
- Ibrahim, R. N. 2012. Kriptografi Algoritma *DES, AES/Rijndael, Blowfish* Untuk Keamanan Citra Digital Dengan Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transformation (DWT)*. *Jurnal Computech dan Bisnis*. 6(2): 82-95.
- Setiadi, D. R. I. M., E. H. Rachmawanto, dan C. A. Sari. 2017. Implementasi One Time Pad Kriptografi Pada Gambar *Grayscale* Dan Gambar Berwarna. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Dan Call For Papers Unisbank Ke 3 (SENDI_U 3)*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- Sukmawati, R. A. 2019. Perbandingan *Playfair Cipher* Dengan *3D Playfair Cipher* Pada Pengaman *Image*. *Skripsi*. Jember: Program Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Wu, Y., J. P. Noonan, dan S. Agaian. 2011. NPCR and UACI Randomness For Image Encryption. *Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)*, pp. 31-38.