

# PEMBANGKITAN CITRA *TIME EXPOSURE* MENGGUNAKAN FILTER MEDIAN

Haris Chandra Agustina<sup>1</sup>, I Made Oka Widyantara<sup>2</sup>, I.G.A.K Diafari Djuni H<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali (803611).

[agusgp2@gmail.com](mailto:agusgp2@gmail.com)<sup>1</sup>, [oka.widyantara@unud.ac.id](mailto:oka.widyantara@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [igakdiafari@ee.unud.ac.id](mailto:igakdiafari@ee.unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Citra *time exposure* (*timex*) merupakan jenis citra yang dihasilkan dari akuisisi citra pada waktu tertentu ataupun akuisisi citra dengan kriteria *exposure* yang berbeda, kelebihan citra *timex* adalah *High Dynamic Range* yang mampu membantu memberikan detail dalam suatu pemrosesan citra digital. Untuk menghasilkan citra *timex* yang baik dibutuhkan suatu metode yang mampu menciptakan citra *timex* baik dari sumber video ataupun foto. Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam menghasilkan citra *timex* yaitu *Gradient-Based Synthesized*, *Multi-Exposure Image*, dan Filter Median. Pada penelitian ini ketiga metode dibandingkan dalam menghasilkan citra *timex* dengan *input* berupa citra dengan *over exposure* dan *low exposure* serta citra video. Untuk pengujian citra *timex* digunakan parameter Histogram, Standar Deviasi, Varian, *Mean*, Median, dan Modus. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan citra *timex* dengan metode Filter Median menghasilkan nilai standar deviasi sebesar 0.0739 dan nilai varian sebesar 0.0054 dimana nilai ini menunjukkan bahwa persebaran intensitas pada citra *timex* filter median memiliki *dynamic range* yang lebih luas dibandingkan dua metode lainnya. Pada perbandingan citra *timex* dengan variasi *fps* menunjukkan bahwa semakin tinggi *fps* yang digunakan menghasilkan citra *timex* yang lebih baik.

**Kata kunci** : Citra *Time Exposure*, Filter Median, Deteksi Garis Pantai, Citra Ideal.

## ABSTRACT

*Time exposure (timex) image is a type of image generated from image acquisition at a certain time or image acquisition with different exposure criteria, the advantage of timex image is High Dynamic Range which can help provide details in a digital image processing. To produce a good timex image, a method is needed that is able to create a timex image from either a video or photo source. There are several methods used to produce timex images, namely Gradient-Based Synthesized, Multi-Exposure Image, and Median Filter. In this study, the three methods are compared in producing timex images with input in the form of images with over exposure and low exposure as well as video images. For testing the timex image, the Histogram, Standard Deviation, Variance, Mean, Median, and Mode parameters are used. Based on the results of research conducted on timex images with the Median Filter method, the standard deviation value is 0.0739 and the variance value is 0.0054 where this value indicates that the intensity distribution on the median timex filter image has a wider dynamic range than the other two methods. The comparison of the timex image with the fps variation shows that the higher the fps used, the better the timex image.*

**Key Words** : *Time Exposure Image, Median Filter, Coastline Detection, Ideal Image*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia digital telah mendorong banyak peneliti menciptakan banyak sekali penelitian tentang berbagai hal, salah satunya adalah penelitian mengenai deteksi garis pantai. Pada penelitian [1]–[4] media yang digunakan

adalah citra satelit, seiring berkembangnya waktu, para peneliti mengembangkan sistem pemantauan berbasis kamera video [5]–[10]. Video yang diambil kemudian diekstrak menjadi citra snapshot. Penggunaan citra snapshot hasil ekstrak dari video memiliki kekurangan dalam

dynamic range yang dihasilkan sehingga membuat proses segmentasi menjadi kurang optimal [11]. Pada penelitian [12], [13] citra alternatif mulai digunakan, yaitu citra time exposure. Citra time exposure (timex) memiliki karakteristik high dynamic range yang menjadi kelebihan dibandingkan citra snapshot. Ada beberapa teknik yang digunakan untuk menghasilkan citra timex, pada penelitian [14] metode yang digunakan adalah Gradient-Based Synthesized, dimana pada teknik ini menggunakan tiga jenis foto dengan low exposure, normal exposure, dan over exposure digabungkan untuk menghasilkan citra timex, selanjutnya pada penelitian [15] metode yang digunakan adalah Multi-Exposure Image, metode ini citra yang digunakan adalah 5 jenis citra dengan tingkat exposure berbeda dalam menghasilkan citra timex, kekurangan dari kedua metode ini adalah tidak dapat diaplikasikan pada citra video karena citra video menghasilkan belasan hingga puluhan frame per detiknya, selain itu citra yang dihasilkan menghasilkan tekstur warna yang tidak sesuai dengan keadaan aslinya. Pada penelitian ini diusulkan penggunaan metode Filter Median [9] untuk menghasilkan citra timex dengan basis citra video, penggunaan metode ini dikarenakan kemampuan metode dalam menghasilkan citra timex dengan warna yang lebih natural, pada penelitian ini juga dibandingkan dalam menciptakan citra timex dengan berbagai tipe frame per second yang ideal. Untuk pengujiannya menggunakan parameter Histogram, Standar Deviasi, Nilai Varian, Nilai Rata – Rata, Nilai Median, dan Nilai Modus.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Image Processing

Image Processing atau pengolahan citra merupakan teknik dalam merekayasa suatu citra menjadi bentuk lain atau bentuk citra baru dengan tujuan mendapatkan informasi dari citra tersebut seperti informasi warna, teks ataupun pola. Selain untuk mendapatkan informasi yang terdapat pada citra, pengolahan citra biasanya digunakan untuk menghasilkan kualitas citra yang lebih baik[16]. Menurut [17], pengolahan citra dibagi menjadi tiga jenis.

#### A. Low-level Processing

Pada tingkat ini *input* dan output berupa citra sebagai contoh yaitu noise removal dan image sharpening.

#### B. Mid-level Processing

Pada tingkat ini, *input* berupa citra dan menghasilkan attributes, sebagai contoh yaitu proses Object recognition dan segmentation.

#### C. High-level Processing

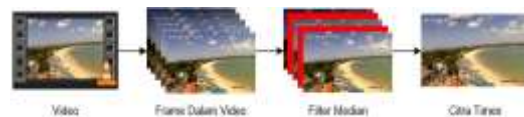
Pada tingkat ini, *input* berupa attributes menghasilkan understanding, sebagai contoh yaitu proses Scene Understanding dan Autonomous Navigation.

### 2.2 Citra Time Exposure

Citra *Time Exposure* merupakan jenis citra yang dilatarbelakangi dari cara mendapatkan citra tersebut. Seperti namanya, proses dibentuknya Citra Timex adalah dengan mengolah nilai intensitas citra digital rata – rata melalui akuisisi awalan waktu, sehingga menghasilkan citra rerata dalam kurun waktu yang ditentukan[11]. Gambar 1 merupakan proses citra timex dengan filer median. Persamaan dalam menghitung nilai Citra Timex ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\bar{I}_t = \frac{\sum_{i=1}^n I_i(x,y)}{n} \quad (1)$$

Dimana  $I_i$  merupakan nilai intensitas piksel dan  $n$  jumlah piksel.



Gambar 1. Proses Citra Timex Dengan Filter Median

### 2.3 Filter Median

Filter median merupakan teknik yang digunakan untuk memilih data dalam kumpulan data yang berfungsi sebagai perwakilan dari kumpulan data tersebut, dalam penelitian ini, fungsi filter median digunakan untuk merekayasa jumlah frame untuk menghasilkan citra timex dengan jumlah frame yang berbeda[12]. Filter Median didefinisikan dengan menggunakan persamaan 2.

$$I^M(x, y) = \text{median}\{I_n(x, y)\}; n = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2)$$

Dimana  $I_n$  merupakan frame dalam video dan  $I^M$  merupakan citra hasil filter median.

Gambar 1 menunjukkan posisi dari filter median sebelum proses timex.

## 2.4 Parameter Uji

### 2.4.1 Histogram

Histogram merupakan teknik pemetaan atau distribusi partikel dalam bentuk grafis. Pada citra digital, histogram berfungsi untuk merepresentasikan persebaran nilai intensitas piksel – piksel[18]. Persamaan dalam menghitung histogram ditunjukkan pada persamaan 3.

$$h_i = \frac{n_i}{n}, i = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (3)$$

Dimana,  $n_i$  merupakan jumlah piksel yang memiliki tingkat keabuan  $i$  dan  $n$  adalah jumlah keseluruhan piksel.

### 2.4.2 Standar Deviasi

Standar Deviasi atau yang sering disebut dengan simpangan baku merupakan parameter yang paling sering digunakan dalam mengukur penyebaran data. Semakin kecil nilai Standar Deviasi menunjukkan nilai yang cenderung mendekati rerata dan sebaliknya[19]. Standar Deviasi ditentukan dengan persamaan 4.

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

### 2.4.3 Varian

Varian merupakan parameter yang menunjukkan nilai persebaran dari nilai rata – rata pada suatu data. Nilai Varian yang besar menunjukkan nilai rata – rata yang digunakan jauh penyebarannya[19]. Nilai Varian ditunjukkan dengan persamaan 5.

$$s^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)} \quad (5)$$

### 2.4.4 Mean

Mean merupakan nilai rerata dalam suatu deretan data, nilai Mean didapatkan

dengan membagi jumlah data dalam suatu deretan dengan banyaknya data dalam deretan tersebut[20]. Persamaan 6 merupakan cara untuk menentukan nilai rerata suatu deretan data.

$$\text{Mean} = \frac{\sum f_n x_n}{\sum f} \quad (6)$$

Dimana  $x_n$  nilai data ke- $n$  dan  $f_n$  frekuensi data ke- $n$ .

### 2.4.5 Median

Median merupakan parameter yang menunjukkan nilai data yang terletak ditengah. Nilai median didapatkan dengan mengambil nilai tengah data yang sudah diurutkan mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar[20]. Persamaan 7 merupakan cara mencari nilai median.

$$\text{Median} = \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} \quad (7)$$

### 2.4.6 Modus

Parameter modus digunakan untuk memetakan nilai yang paling sering muncul dalam suatu deretan data, modus memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai evaluasi data sesuai kebutuhan[20]. Persamaan 8 merupakan cara menentukan nilai modus.

$$\text{Modus} = T_b + \left(\frac{d_1}{d_1 + d_2}\right) l \quad (8)$$

Dimana  $T_b$  merupakan tepi bawah kelas modus,  $d_1$  adalah selisih modus pada frekuensi sebelumnya,  $d_2$  adalah selisih modus pada frekuensi setelahnya, dan  $l$  adalah panjang kelas.

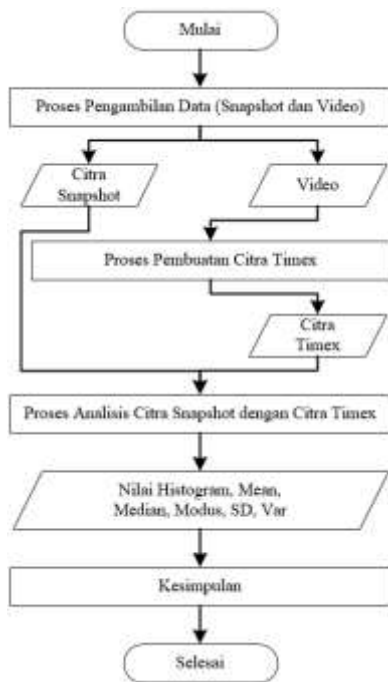
## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kamera IP dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1, untuk Citra Timex didapatkan dengan memproses video, proses *Time Exposure* dilakukan pada aplikasi MatLab dengan output Citra Timex dengan 1 fps, Citra Timex dengan 5 fps, Citra Timex dengan 10 fps, Citra Timex dengan 15 fps, dan Citra Timex dengan 30 fps.

Video yang diproses menjadi Citra Timex berdurasi tiga puluh detik, diambil pada waktu siang hari yaitu pada pukul

12.15, sehingga total frame yang dimiliki adalah 900 frame.

Data citra yang telah didapatkan kemudian diproses untuk mendapatkan nilai Histogram, Mean, Median, Modus, Standar Deviasi, Nilai Varian, MSE, PSNR, dan FSIM dengan menggunakan aplikasi MatLab. Secara keseluruhan penelitian ini digambarkan seperti pada diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Tabel I  
Spesifikasi Kamera

Brand / Type	MHikvision / DS-2CD2020F
Frame rate	30 fps
Resolusi	1920 x 1080
Kompresi Video	H.264
Bit rate Video	32 Kbps – 8Mbps

Berikut penjelasan pada Gambar 2:

Langkah 1. Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data, yaitu data citra snapshot dan video.

Langkah 2. Proses pembuatan citra timex

Dalam Pembuatan citra timex dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab dengan fps berbeda.

Langkah 3. Analisis Citra

Dalam Analisis, langkah yang dilakukan adalah membandingkan kualitas citra dengan fps berbeda untuk menemukan citra timex yang ideal.

Langkah 4. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan langkah ketiga maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Penelitian

Pada perbandingan citra timex dengan metode yang berbeda. Citra yang digunakan dalam pembentukan citra timex dengan metode Gradient-Based Synthesized berjumlah tiga citra dengan variasi exposure yang berbeda. Pada citra timex dengan menggunakan metode Multi-Exposure menggunakan lima citra dengan variasi exposure yang berbeda. Sedangkan pada citra timex dengan filter median menggunakan citra video berdurasi satu menit dengan 30 frame per second yang dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk data nilai parameter Histogram dapat dilihat pada Gambar 4, dan untuk data nilai Mean, Median, Modus, SD, dan Var yang digunakan dapat dilihat pada Tabel II.

Pada perbandingan citra timex metode filter median dengan variasi frame per second yang ideal. Citra Snapshot dan Citra Timex yang digunakan berjumlah enam buah yaitu Citra Snapshot, Citra Timex 1 fps, Citra Timex 5 fps, Citra Timex 10 fps, Citra Timex 15 fps, dan Citra Timex 30 fps yang dapat dilihat pada Gambar 5. Untuk data nilai parameter Histogram dapat dilihat pada Gambar 6, dan untuk data nilai Mean, Median, Modus, SD, dan Var yang digunakan dapat dilihat pada Tabel III.

### 4.2 Pembahasan

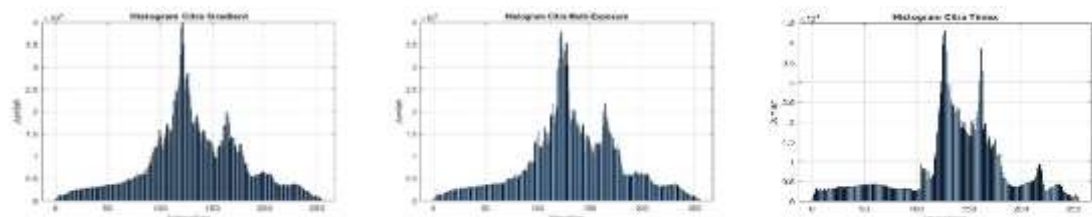
Berdasarkan Gambar 3, secara visual citra timex hasil dari metode Filter Median menghasilkan warna yang lebih cerah dibandingkan dengan dua metode lainnya, hal ini dikarenakan dari karakteristik citra yang digabungkan. Dimana pada citra dengan metode Gradient-Based Synthesized dan Multi-Exposure mendapat pengaruh perubahan warna dari citra over exposure dan low exposure. Sedangkan pada citra dengan metode Filter Median, pengaruh citra over exposure dan low exposure tidak terlalu signifikan.

Selanjutnya pada perbandingan nilai histogram, citra dengan metode filter median menghasilkan frekuensi pada intensitas rendah dan tinggi yang lebih signifikan dibandingkan dengan dua

metode lainnya. Artinya citra dengan metode filter median menghasilkan dynamic range yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua metode lainnya.



**Gambar 3.** Perbandingan Citra Timex (a) Gradient-Based Synthesized, (b) Multi-Exposure Image, (c) Filter Median



**Gambar 4.** Histogram Citra Timex (a) Gradient-Based Synthesized, (b) Multi-Exposure Image, (c) Filter Median

Selain dari nilai histogram, untuk melihat karakteristik dari citra timex digunakan parameter Standar Deviasi dan Varian. Berdasarkan data pada Tabel II menunjukkan bahwa citra *timex* dengan metode Gradient-Based Synthesized dan Multi-Exposure memiliki nilai SD dan nilai Varian yang lebih kecil dibandingkan dengan metode filter median, hal ini menunjukkan bahwa persebaran nilai rerata dalam citra timex filter median lebih jauh dibandingkan dengan citra *timex* metode Gradient-Based Synthesized dan Multi-Exposure, ini menunjukkan bahwa citra timex filter median memiliki High Dynamic

Range yang lebih baik sehingga membuat persebaran citra lebih bervariasi.

Selain tiga parameter tersebut, terdapat perbedaan pada nilai *Mean*, median, dan modus antara tiga metode tersebut. Perbedaan nilai yang ditunjukkan pada parameter mean. Median, modus menunjukkan bahwa metode yang digunakan menghasilkan konsentrasi persebaran intensitas yang berbeda. Dimana pada metode Gradient-Based Synthesized dan Multi-Exposure menghasilkan citra dengan karakteristik lebih gelap dan citra dengan metode Median Filter lebih cerah

**Tabel II**  
Nilai Parameter

Metode	Parameter				
	Mean	Median	Modus	SD	Var
Gradient-Based	132	126	121	0.0339	0.0012
Multi-Exposure	132	128	121	0.0354	0.0013
Filter Median	137	138	161	0.0739	0.0054

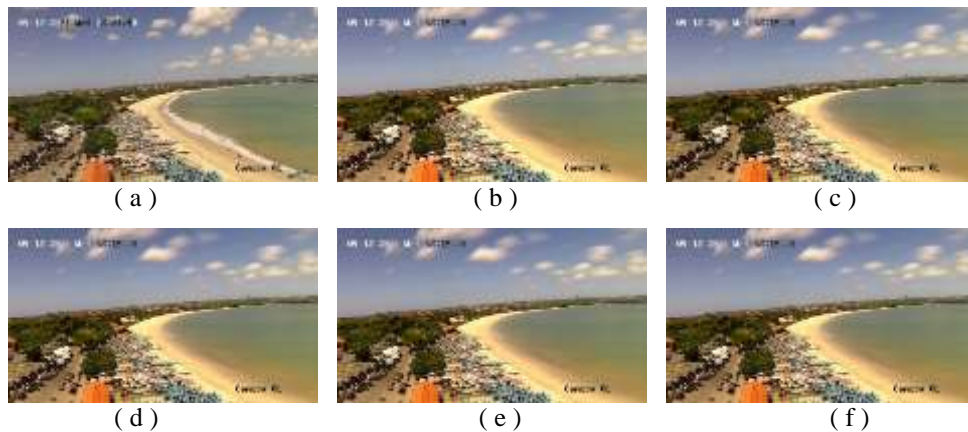
Selanjutnya pada penelitian yang berfokus menggunakan metode median filter untuk melihat penggunaan fps yang ideal dalam menghasilkan citra timex

terbaik dan untuk melihat persebaran intensitas citra *snapshot* dan citra timex digunakan parameter histogram. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, terjadi

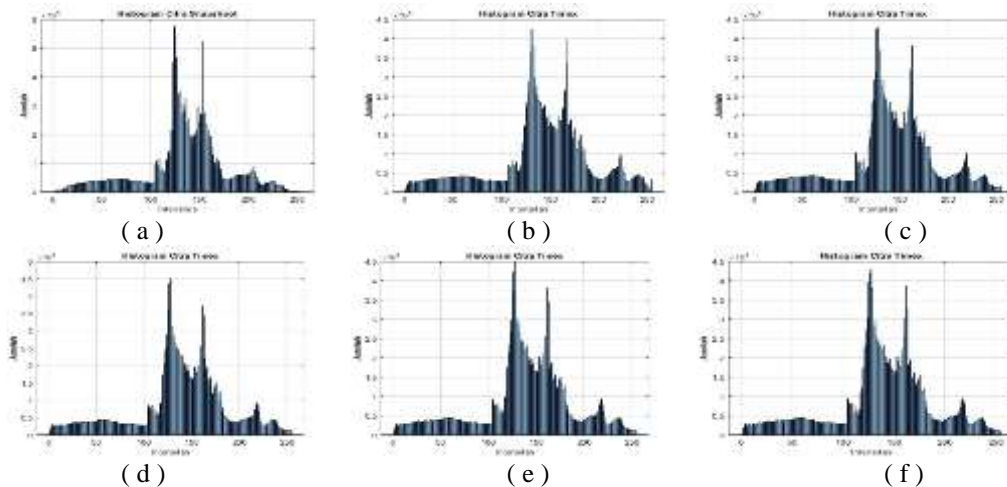


penurunan frekuensi intensitas pada citra timex jika dibandingkan dengan citra *snapshot*. Pada citra *snapshot* frekuensi tertingginya adalah 5900 sedangkan pada citra timex dengan 1 fps yaitu sebesar 4250, pada citra timex 5 fps yaitu sebesar 4300, pada citra timex 10 fps yaitu 4500, pada citra timex 15 fps yaitu 4500, dan pada citra timex 30 fps yaitu 4300. Selain

frekuensi tertinggi, dari histogram dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan frekuensi intensitas 0-50 dan 200-255 dari citra timex disemua variasi fps, dengan meningkatnya intensitas 0-50 dan 200-255 membuat citra timex memiliki Dynamic Range yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra *snapshot*.



**Gambar 5.** Data Citra (a) Citra *Snapshot*, (b) Citra Timex 1 fps, (c) Citra Timex 5 fps, (d) Citra Timex 10 fps, (e) Citra Timex 15 fps, (f) Citra Timex 30 fps



**Gambar 6.** Data Histogram (a) Citra *Snapshot*, (b) Citra Timex 1 fps, (c) Citra Timex 5 fps, (d) Citra Timex 10 fps, (e) Citra Timex 15 fps, (f) Citra Timex 30 fps

Selain dari nilai histogram, untuk melihat karakteristik dari citra *snapshot* dan citra timex digunakan parameter Standar Deviasi dan Varian. Berdasarkan data pada Tabel III menunjukkan bahwa citra *snapshot* memiliki nilai SD dan nilai Varian yang lebih kecil dibandingkan dengan citra timex, hal ini menunjukkan bahwa persebaran nilai rerata dalam citra timex lebih jauh dibandingkan dengan citra

*snapshot*, ini dikarenakan citra timex memiliki High Dynamic Range yang membuat persebaran citra lebih bervariasi dibandingkan dengan citra *snapshot*. Sedangkan Dari lima jenis citra timex menunjukkan tren penurunan, dimana semakin tinggi fps yang digunakan maka persebaran nilainya akan semakin kecil atau mendekati nilai reratanya.

Selain tiga parameter tersebut, terdapat perbedaan pada nilai *Mean*, median, dan modus antara citra *snapshot* dan citra *timex*. Pada citra *timex* dengan nilai *fps* berbeda nilai *Mean*, median, dan modus mengalami tren penurunan seiring dengan meningkatnya jumlah *fps*, artinya semakin tinggi *fps* yang digunakan maka

menghasilkan citra yang lebih cerah. Sedangkan perbandingan antara citra *timex* dan citra *snapshot* membuat citra *timex* memiliki karakteristik lebih gelap dibandingkan dengan citra *snapshot* karena nilai baik *Mean*, median, dan modus citra *snapshot* lebih kecil.

Tabel III  
Nilai Parameter

Parameter	Snapshot	Timex 1 fps	Timex 5 fps	Timex 10 fps	Timex 15 fps	Timex 30 fps
Mean	134	142	138	138	138	137
Median	135	143	140	139	139	138
Modus	154	166	162	161	162	161
SD	0.0638	0.0700	0.0713	0.0721	0.0730	0.0739
Var	0.0041	0.0046	0.0045	0.0053	0.0053	0.0054

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa metode filter median menghasilkan High Dynamic Range yang lebih baik dibandingkan dengan dua metode lainnya, selanjutnya pada penelitian yang berfokus pada penentuan *fps* yang ideal dalam menciptakan citra *timex* menggunakan filter median menunjukkan bahwa semakin tinggi *fps* yang digunakan maka menghasilkan citra *timex* yang lebih baik dibandingkan dengan citra *timex* yang dibentuk dengan *fps* yang lebih rendah.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Lipakis, N. Chtysoulakis, and Y. Kamarianakis, "Shoreline extraction using satellite imagery," *BEACHMED-e/OPTIMAL - Beach Erosion Monit.*, pp. 81–95, 2008, [Online]. Available: [www.iacm.forth.gr/papers/2008\\_Lipakis\\_et\\_al.pdf](http://www.iacm.forth.gr/papers/2008_Lipakis_et_al.pdf).

[2] S. ChenthamilSelvan, R. S. Kankara, and B. Rajan, "Assessment of shoreline changes along Karnataka coast, India using GIS & remote sensing techniques," *Indian J. Geo-Marine Sci.*, vol. 43, no. 7, pp. 1286–1291, 2014.

[3] A. Priana and M. A. Marfai, "Remote Sensing and GIS for Shoreline Detection & Changes Analysis," *Researchgate.Net*, 2017, [Online]. Available:

[https://www.researchgate.net/profile/Ayi\\_Priana/publication/337731377\\_Chapter\\_2\\_Remote\\_Sensing\\_and\\_GIS\\_for\\_Shoreline\\_Detection\\_Changes\\_Analysis/links/5de759cda6fdcc2837036369/Chapter-2-Remote-Sensing-and-GIS-for-Shoreline-Detection-Changes-Analysis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ayi_Priana/publication/337731377_Chapter_2_Remote_Sensing_and_GIS_for_Shoreline_Detection_Changes_Analysis/links/5de759cda6fdcc2837036369/Chapter-2-Remote-Sensing-and-GIS-for-Shoreline-Detection-Changes-Analysis.pdf).

[4] S. Al Mansoori, S. Al-Mansoori, and F. Al-Marzouqi, "Coastline Extraction using Satellite Imagery and Image Processing Techniques International Journal of Current Engineering and Technology Coastline Extraction using Satellite Imagery and Image Processing Techniques," *1245/ Int. J. Curr. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 4, p. 22, 2016, [Online]. Available: <http://inpressco.com/category/ijcet>.

[5] T. C. Lippmann and R. A. Holman, "The spatial and temporal variability of sand bar morphology," *J. Geophys. Res.*, vol. 95, no. C7, 1990, doi: 10.1029/jc095ic07p11575.

[6] T. C. Lippmann and R. A. Holman, "Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation," *J. Geophys. Res.*, vol. 94, no. C1, pp. 995–1011, 1989, doi: 10.1029/JC094iC01p00995.

[7] R. A. Holman, G. Symonds, E. B. Thornton, and R. Ranasinghe, "Rip spacing and persistence on an embayed beach," *J. Geophys. Res. Ocean.*, vol. 111, no. 1, pp. 1–17,

- [8] 2006, doi: 10.1029/2005JC002965.  
N. Valentini, A. Saponieri, and L. Damiani, "A new video monitoring system in support of Coastal Zone Management at Apulia Region, Italy," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 142, pp. 122–135, 2017, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.03.032.
- [9] I. M. O. Widyantara, I. N. Armawan, I. M. D. P. Asana, and I. B. P. Adnyana, "Automated shoreline detection derived from video imagery using multi thresholding techniques," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 97, no. 5, pp. 1500–1511, 2019.
- [10] I. M. O. Widyantara, I. M. D. A. Putra, and I. B. P. Adnyana, "COVIMOS: A Coastal Video Monitoring System," *J. Electr. Electron. Informatics*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.24843/jeei.2017.v01.i01.p01.
- [11] U. Andriolo, D. Mendes, and R. Taborda, "Breaking wave height estimation from timex images: Two methods for coastal video monitoring systems," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 2, 2020, doi: 10.3390/rs12020204.
- [12] S. Li and X. Kang, "Fast multi-exposure image fusion with median filter and recursive filter," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 58, no. 2, pp. 626–632, 2012, doi: 10.1109/TCE.2012.6227469.
- [13] N. I. C. Jaehyun An, Sang Heon Lee, Jung Gap Kuk and Seoul, "A MULTI-EXPOSURE IMAGE FUSION ALGORITHM WITHOUT GHOST EFFECT Jaehyun An , Sang Heon Lee , Jung Gap Kuk and Nam Ik Cho Seoul National University , Institute of New Media & Communication San 56-1 ," pp. 1565–1568, 2011.
- [14] A. R. Varkónyi-Kóczy, A. Rövid, and T. Hashimoto, "Gradient-based synthesized multiple exposure time color HDR image," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 57, no. 8, pp. 1779–1785, 2008, doi: 10.1109/TIM.2008.925715.
- [15] S. Matsui, K. Aoki, H. Nagahashi, and K. N. I. Morooka, "Cross-parameterization for triangular meshes with semantic features," *Proc. - Pacific Conf. Comput. Graph. Appl.*, pp. 457–460, 2007, doi: 10.1109/PG.2007.17.
- [16] H. Mulyawan, M. Z. H. Samsono, and Setiawardhana, "Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image," pp. 1–5, 2011, [Online]. Available: [http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper\\_TA\\_MBAH.pdf](http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper_TA_MBAH.pdf).
- [17] A. Adler, Y. Hel-Or, and M. Elad, "A weighted discriminative approach for image denoising with overcomplete representations," *ICASSP, IEEE Int. Conf. Acoust. Speech Signal Process. - Proc.*, no. 2, pp. 782–785, 2010, doi: 10.1109/ICASSP.2010.5494973.
- [18] R. MUNIR, "Pengolahan CITRA DIGITAL dengan Pendekatan Algoritmik," 2004.
- [19] "Varian dan Standar Deviasi (Simpangan Baku)." <https://www.rumusstatistik.com/2013/07/varian-dan-standar-deviasi-simpangan.html> (accessed May 23, 2021).
- [20] "Ukuran Pemusatan Data: Mean, Median, dan Modus | Matematika Kelas 8." <https://www.ruangguru.com/blog/menghitung-ukuran-pemusatan-data-mean-median-dan-modus> (accessed May 23, 2021).