

THE EFFECT OF PEAK SIGNAL TO NOISE RATIO (PSNR) VALUES ON OBJECT DETECTION ACCURACY IN VIOLA JONES METHOD

Haruno Sajati

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Jl. Janti Blok R Blok-R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
Email : harunosajati@stta.ac.id

Abstract

Image quality is an important parameter in object detection. Image with good quality will produce high accuracy in the object detection process. Image quality is measured using the peak signal comparison of the original image with the interference that occurs in the image. This comparison is formulated with the Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). PSNR values obtained from variations in image quality improvements will be seen in its characteristics in object detection methods using the Viola Jones method. The higher PSNR value will definitely produce better accuracy, but improving the image to the best quality will drain resources and a high computational burden so it needs to find a minimum PSNR value that can still be considered good in the object detection process. The minimum PSNR value for the image is said to be feasible to be processed 19.05 dB. The minimum PSNR value before the object can no longer be detected is 12.34 dB.

Keyword: PSNR, Viola Jones, Object Detection, Image Quality Assessment.

Abstrak

Kualitas gambar merupakan parameter penting dalam proses pendeteksian objek. Citra dengan kualitas bagus akan menghasilkan akurasi yang tinggi dalam proses pendeteksian objek. Pengukuran kualitas citra dilakukan dengan menggunakan perbandingan sinyal puncak dari gambar asli dengan gangguan yang terjadi pada gambar. Perbandingan ini diformulasikan dengan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Nilai PSNR yang diperoleh dari variasi peningkatan kualitas gambar akan dilihat karakteristiknya pada aplikasi pendeteksian objek menggunakan metode Viola Jones. Nilai PSNR yang lebih tinggi pasti akan menghasilkan akurasi yang lebih baik, akan tetapi meningkatkan citra ke kualitas terbaik akan menguras sumber daya dan beban komputasi yang tinggi. Oleh sebab itu perlu ditemukan nilai PSNR minimum yang masih dapat dianggap baik dalam proses deteksi objek. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa nilai PSNR minimum untuk gambar dikatakan layak untuk diproses adalah 19,05 dB dan nilai PSNR minimum sebelum objek tidak dapat terdeteksi lagi adalah 12,34 dB.

Kata Kunci : PSNR, Viola Jones, Deteksi Obyek, Pengukuran Kualitas Citra.

1. Pendahuluan

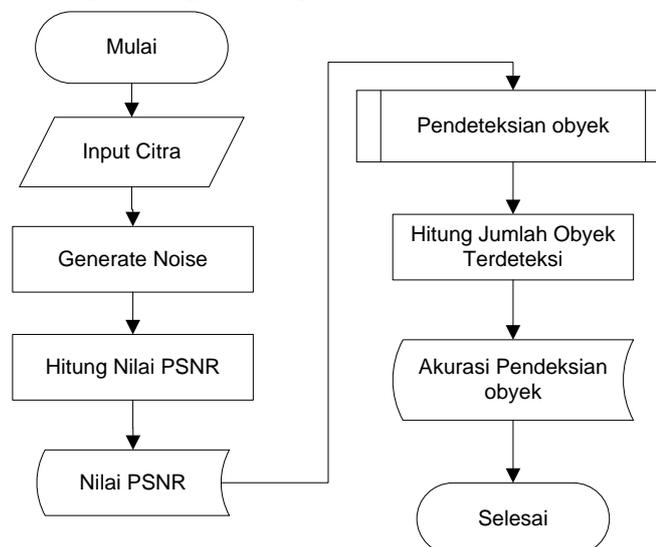
Perbaikan kualitas citra adalah tahapan penting pada proses pendeteksian obyek. Pada tahap ini, citra mengalami transformasi menjadi citra lain yang siap untuk diolah (*feature extraction*). Salah satu gangguan yang sering terjadi pada sebuah citra adalah *salt and pepper noise*. Gangguan ini dapat menyebabkan kesalahan pendeteksian obyek pada metode Viola Jones. Metode Viola Jones menggunakan perhitungan *integral image* yang dipakai untuk mencari apakah dalam Region of Interest (ROI) bidang gambar terdapat *feature* Haar atau tidak. Perhitungan *integral image* ini menggunakan nilai *picture element (pixel)* yang

terganggu akibat *salt and pepper noise* tersebut yang berakibat kesalahan pendeteksian *feature* Haar yang pada akhirnya berakibat pada kesalahan pendeteksian obyek baik kesalahan positif (tidak ada obyek yang dideteksi ada obyek) atau kesalahan negatif (ada obyek tetapi tidak dapat dideteksi).

Peningkatan kualitas citra tidak perlu dilakukan secara masif pada seluruh pixel citra. [1]. Proses perhitungan *integral image* tidak menuntut nilai maksimal untuk mendapatkan hasil pendeteksian *feature* Haar. Proses *integral image* hanya membutuhkan nilai yang sedikit saja di atas nilai ambang pendeteksian *feature* Haar yang diperoleh dalam proses training sehingga kualitas citra yang sangat baik juga bukan solusi terbaik untuk proses pendeteksian obyek terutama jika proses pendeteksian obyek ini digunakan untuk *fast object tracking* yang membutuhkan kecepatan komputasi.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan memberikan sebuah citra terbaik (citra dengan *noise level* 0%) yang kemudian dibangkitkan *noise* pada citra tersebut. Citra ber-*noise* tersebut dihitung nilai kualitasnya baru kemudian digunakan sebagai citra masukan pada aplikasi pendeteksian obyek seperti ditunjukkan pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Mendapatkan Nilai Pengaruh PSNR dengan Akurasi Pendeteksian Obyek

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembangkitan *Noise*

Pada penelitian ini, *noise* sengaja dibuat pada sebuah citra dan diukur kualitas citranya untuk melihat sejauh mana metode Viola Jones masih dapat mendeteksi obyek yang terganggu *noise* tersebut. Sebuah citra diberikan bintik secara acak yang bertambah secara bertahap. Citra hasil penambahan *noise* tersebut kemudian diukur kualitasnya menggunakan perhitungan nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dan kemudian citra tersebut di-*input*-kan ke program pendeteksian obyek seperti dijelaskan pada Gambar 1. Algoritma proses pemberian *noise* adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap *pixel* citra, bangkitkan nilai acak dari 0 hingga 100
2. Jika nilai acak yang terbentuk kurang dari *Noise Level*, ubah piksel citra tersebut dengan *pixel* biru (*noise*).
3. Simpan citra baru yang dihasilkan

3.2 Proses Perhitungan Nilai PSNR pada Citra Ber-noise

Kualitas sebuah citra digital dapat diukur dengan membandingkan antara sebuah citra dengan citra aslinya. Citra terbaik adalah citra yang sama dengan citra aslinya. Semakin berbeda nilai sebuah citra semakin rendah kualitas citra tersebut. Kualitas citra dapat diukur dengan algoritma sebagai berikut [2]:

1. Menghitung nilai Mean Square Error (MSE).

MSE memiliki formula yang ditunjukkan pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

m dan n adalah dimensi (lebar dan tinggi) citra yang akan diamati.

I (i,j) : Nilai level abu-abu *pixel* citra asli pada koordinat (i,j)

K (i,j) : Nilai level abu-abu *pixel* citra yang akan diukur kualitasnya pada koordinat (i,j).

2. Peak Signal to Noise Ratio (PNSR)

Untuk mencari nilai PSNR digunakan formula (2) sebagai berikut:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

MAXI: Nilai *pixel* maksimum pada citra asli

Nilai MSE yang diperoleh pada persamaan (1) disubstitusikan pada persamaan (2).

Nilai PSNR memiliki satuan (dB) inilah yang menjadi nilai kualitas sebuah citra.

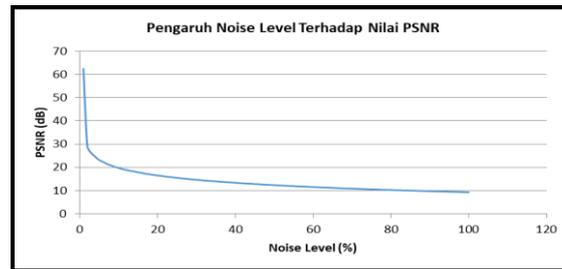
3.3 Pengaruh Noise Level Pada Nilai PSNR

Setelah citra asli diberikan *noise* menggunakan *salt and pepper noise* generator, citra diukur kualitasnya. Metode penilaian kualitas gambar digunakan untuk mengevaluasi kualitas gambar, yang mengukur degradasi dalam gambar digital untuk meningkatkan kualitas gambar untuk berbagai aplikasi pengolahan citra. Penurunan kualitas citra dapat diakibatkan pada proses akuisisi gambar. Metode Image Quality Assessment (IQA) digunakan untuk mengukur penurunan dalam citra digital untuk meningkatkan kualitas gambar [3]. Table 1 menunjukkan nilai kualitas citra dengan perbandingan rasio *noise* citra tersebut.

Table 1. Nilai Kualitas Citra Berbanding dengan Noise Ratio

No	Original	With Noise	Filename	Noise Ratio	MSE	PSNR
1			lena-noise-1.jpg	1	0.0378646850586	62.3484601196
2			lena-noise-51.jpg	51	3883.53042135	12.2385364935
3			lena-noise-100.jpg	100	7706.01317532	9.26250613657

Pada Table 1 diketahui untuk citra dengan *noise level* 100%, informasi dari citra tertutup seluruhnya dengan bintik (*noise*) berwarna biru. Grafik perbandingan kualitas citra dengan gangguan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Nilai PSNR dengan *Noise Level* Citra

Dari Gambar 2 diketahui bahwa semakin tinggi *noise level* sebuah citra maka semakin rendah nilai PSNR citra tersebut. Hal ini dikarenakan *noise* akan membuat perbedaan antara citra yang diamati dengan citra aslinya [2].

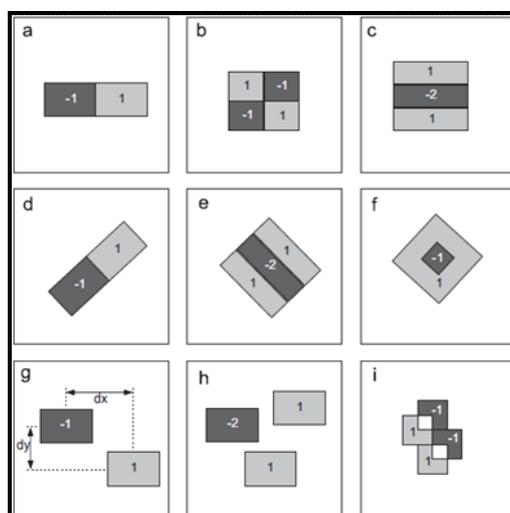
3.4 Pendeteksian Obyek

Haar like *Feature* merupakan metode yang lazim digunakan dalam pendeteksian obyek. Nama Haar sendiri mengacu pada *Haar Wavelet*, sebuah fungsi matematika yang berbentuk kotak dan memiliki prinsip seperti pada fungsi Fourier [4]. Haar-like *features* merupakan *rectangular features* (fungsi persegi), yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar atau *image*. Prinsip Haar-like *features* adalah mengenali obyek berdasarkan nilai sederhana dari fitur tetapi bukan merupakan nilai piksel dari *image* obyek tersebut. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah *image* [5].

Metode yang diusulkan Viola dan Jones menggabungkan empat kunci utama untuk mendeteksi sebuah obyek [5]:

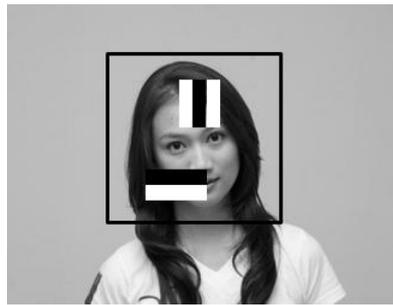
1. Fitur persegi sederhana, disebut fitur Haar
2. *Integral image* untuk pendeteksian fitur dengan cepat
3. Metode AdaBoost machine-learning
4. Cascade classifier untuk mengkombinasikan banyak fitur

Macam-macam variasi Haar-like *feature* ditunjukkan pada Gambar 3 [6]:



Gambar 3. Variasi Persegi Haar

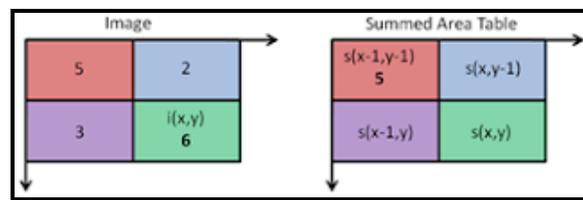
Proses mencari nilai fitur Haar dalam sebuah Region of Interest (ROI) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pendeteksian Obyek Wajah

3.5 Integral Image

Setiap *pixel* pada matriks citra abu-abu dihitung nilai integral dengan cara menjumlahkan nilai asli *pixel* sebelumnya dengan nilai penjumlahan *pixel* tetangga yang dijelaskan pada Gambar 5.



(a) Original Image (b) Integral Image

Gambar 5. Proses Menghitung Matriks Citra Integral

Untuk menghitung fitur nilai Haar menggunakan Summed Area Table atau yang dikenal sebagai *Integral image* (Gambar 5.b). Nilai integral sebuah *pixel* di Summed Area Table dicari menggunakan persamaan (3).

$$s(x,y) = i(x,y) + s(x-1,y) + s(x,y-1) - s(x-1,y-1) \dots\dots\dots (3)$$

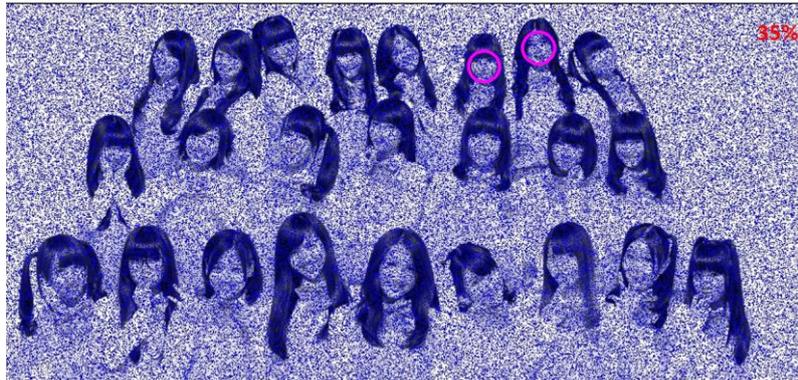
Dimana:

- $s(x,y)$: Nilai *pixel* pada Summed Area Table yang akan dicari nilai integralnya di posisi (x,y) .
- $i(x,y)$: Nilai *pixel* pada citra asli di posisi (x,y) .
- $s(x-1,y)$: Nilai *pixel* pada Summed Area Table pada posisi sebelah kiri *pixel* posisi (x,y) .
- $s(x,y-1)$: Nilai *pixel* pada Summed Area Table pada posisi sebelah atas *pixel* posisi (x,y) .
- $s(x-1,y-1)$: Nilai *pixel* pada Summed Area Table pada posisi sebelah kiri-atas *pixel* posisi (x,y) .

Pada tahap perhitungan *integral image* inilah, kesalahan pendeteksian fitur Haar akibat bintang *noise* dapat terjadi sehingga pada akhirnya berakibat pada kesalahan pendeteksian obyek.

3.6 Hasil Pendeteksian Obyek

Pada setiap citra yang diuji (pada berbagai variasi nilai PSNR), dihitung jumlah obyek wajah yang berhasil terdeteksi, jumlah obyek bukan wajah yang terdeteksi sebagai wajah (*positive false*) dan jumlah wajah yang tidak berhasil terdeteksi (*negative false*) seperti dicontohkan pada Gambar 6 dimana nilai *noise* level 35%.



Gambar 6. Hasil Pendeteksian Obyek Untuk Citra Dengan Rasio *Noise* 35%

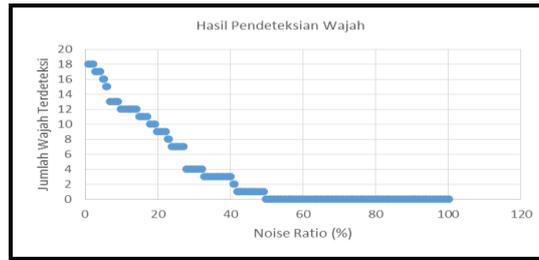
Pada Gambar 6 dapat diketahui jumlah wajah terdeteksi adalah 2, tidak ada *positive false* dan jumlah *negative false* adalah 22. Hasil pendeteksian obyek dengan variasi *noise level* dan nilai PSNR ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pendeteksian obyek dengan variasi nilai PSNR

<i>Noise Ratio</i> (%)	PSNR (dB)	Wajah Sebenarnya	Wajah Terdeteksi	Positive False	Negative False
1	62.34846012	24	18	2	6
3	26.18128175	24	17	6	7
5	23.16701133	24	16	2	8
6	22.39735716	24	15	1	9
7	21.48455217	24	13	4	11
13	19.76417295	24	12	0	12
15	17.83231962	24	11	0	13
18	16.99994731	24	10	0	14
20	16.48814731	24	9	1	15
23	15.84298634	24	8	0	16
24	15.66781152	24	7	0	17
28	14.94850968	24	4	0	20
33	14.19357798	24	3	0	21
41	13.20250767	24	2	0	22
42	13.1186206	24	1	0	23
50	12.33553024	24	0	0	24

Akurasi pendeteksian obyek juga dipengaruhi oleh banyaknya file training yang digunakan pada proses Haartraining [7]. Hal ini menjelaskan ketidaksempurnaan hasil pada *level noise* 0% (gambar sempurna) dimana hasil pendeteksian obyek wajah hanya 18 wajah dimana seharusnya 24 wajah.

Sudah tidak ada obyek yang berhasil terdeteksi setelah *noise level* bernilai 50% (nilai PSNR lebih kecil dari 12.34 dB). Karakteristik nilai PSNR dengan akurasi pendeteksian obyek ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pendeteksian Obyek Dengan Variasi *Noise Level*

3.7 K-Means Clustering

Data hasil pendeteksian obyek dikelompokkan menjadi 3 *cluster* menggunakan metode K-Means Clustering yaitu gambar dengan kualitas baik, cukup baik dan buruk. Kelompok ini didasarkan pada seberapa banyak jumlah obyek yang berhasil dideteksi menggunakan metode Viola Jones. Data gambar dikelompokkan berdasarkan beberapa fitur seperti warna, tekstur, bentuk dan lain-lain yang terdapat dalam gambar dalam bentuk piksel. Untuk tujuan efisiensi dan hasil yang lebih baik, data gambar disegmentasi sebelum menerapkan pengelompokan [8]. Teknik yang digunakan di sini adalah K-Means dan Fuzzy K-Means yang sangat menghemat waktu dan efisien. Algoritma K-Means dijelaskan sebagai berikut:

1. Tentukan jumlah *cluster* (*K*)
2. Untuk setiap *cluster*, tentukan nilai awal *centroid*.
3. Untuk setiap data record percobaan, tentukan jarak dari masing-masing *centroid*. Jarak setiap data ke *centroid* ditentukan menggunakan formula 3.

$$dist(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

..... (3)

4. Dari setiap jarak ke masing-masing *centroid*, tentukan jarak terpendek (untuk diketahui kelompok *cluster* data tersebut). Data terpendek ditentukan menggunakan formula 4 sebagai berikut:

$$C_j = \{x: \min_n dist^2(x, c_n) = j\}$$

..... (4)

5. Cari nilai rata-rata dari setiap kelompok *cluster* untuk menjadi nilai *centroid* pada iterasi berikutnya. Nilai rata-rata ditentukan dengan formula 5.

$$c_j = \frac{1}{m_j} \sum_{x \in C_j} x$$

..... (5)

6. Ulangi langkah 3 sampai dengan 5 hingga data di kelompok masing-masing *cluster* tidak berpindah kelompok lagi (*steady*).

Dari algoritma K-Means Clustering tersebut, data pada iterasi terakhir (iterasi ke 6) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Cluster Data Iterasi K-Means Clustering Ke 6*

<i>Noise Ratio (%)</i>	<i>Kelompok Cluster</i>	<i>Centroid PSNR</i>	<i>Centroid Jumlah Wajah Terdeteksi</i>
1	C1	62.34846	18
2-27	C2	19.0478	11.46154
28-100	C3	11.51082	0.739726

Pada iterasi ke 6, kelompok data sudah tidak berubah lagi (*steady*) sehingga nilai kualitas citra dianggap sangat baik untuk proses pendeteksian obyek adalah 63.35 dB dan kualitas citra dianggap cukup baik untuk pendeteksian obyek adalah 19.05 dB dan kualitas citra dianggap buruk untuk pendeteksian obyek adalah 11.51 dB. Apabila diukur menggunakan prosentase *noise* rasio, citra dianggap cukup baik untuk pendeteksian obyek jika memiliki minimum gangguan sebesar 27% dari citra asli.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Nilai PSNR minimum untuk citra dikatakan layak diproses 19.05 dB.
2. Nilai PSNR minimum sebelum citra tidak bisa dideteksi obyeknya adalah 12.34 dB.
3. Semakin tinggi nilai PSNR, semakin tinggi akurasi pendeteksian obyek pada metode Viola Jones.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- [1] Sajati, H., (2018), Analisis Kualitas Perbaikan Citra Menggunakan Metode Median Filter Dengan Penyeleksian Nilai Pixel, Jurnal Ilmiah Angkasa Vol. 10, No. 1, P-ISSN 2085-9503, E-ISSN 2581-1355
- [2] Roopaei, M., Eghbal, M., Shadaram, M., & Aгаian, S. (2016). Noise-Free Rule-Based Fuzzy Image Enhancement. *Electronic Imaging*, 2016(13), 1-5. doi: 10.2352/issn.2470-1173.2016.13.iqsp-225
- [3] Abraham, V.A., & Priya, S., (2017). FR IQA Classification and Evaluation, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, ISSN (Online) : 2319 - 8753, ISSN (Print) : 2347 – 6710
- [4] Purwanto, P., Dirgantoro, B., & Jati, A. N. (2015). Implementasi Face Identification Dan Face Recognition Pada Kamera Pengawas Sebagai Pendeteksi Bahaya. Universitas Telkom
- [5] Viola, P., & Jones, M. Rapid (2001). Object Detection Using A Boosted Cascade Of Simple Features. *Proceedings Of The 2001 IEEE Computer Society Conference On Computer Vision And Pattern Recognition. CVPR 2001*. doi: 10.1109/cvpr.2001.990517
- [6] Pavani, S., Delgado, D., & Frangi, A. (2010). Haar-like features with optimally weighted rectangles for rapid object detection. *Pattern Recognition*, 43(1), 160-172. doi: 10.1016/j.patcog.2009.05.011
- [7] Kusumaningrum, A. (2017). Pengaruh Jumlah File Training Terhadap Akurasi Pendeteksian Obyek Pada Metode Viola Jones. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 3. doi: 10.28989/senatik.v3i0.99
- [8] Khalid, M., Pal, N., & Arora, K. (2014). Clustering of Image Data Using K-Means and Fuzzy K-Means. *International Journal Of Advanced Computer Science And Applications*, 5(7). doi: 10.14569/ijacsa.2014.050724