

# PERFORMANCE ANALYSIS OF ILLUMINATION INVARIANT CHANGE DETECTION METHOD FOR DETECTING IMAGE CHANGE IN NIGHT VISION CAMERA

**Adri Priadana**

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi  
Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta  
Jl. Siliwangi, Ringroad Barat, Banyuraden, Gamping, Sleman  
Daerah Istimewa Yogyakarta  
Email : [adripriadana3202@gmail.com](mailto:adripriadana3202@gmail.com)

## **Abstract**

*At present, the use of video cameras is not only limited to documenting events but is also used for surveillance systems. Changes in lighting that occur in the surveillance area is one of the problems that result in a false alarm on the surveillance system. Illumination Invariant Change Detection is a method for detecting image changes on images. This study aims to determine the performance of the Illumination Invariant Change Detection method to detect image changes in night vision surveillance cameras. The Illumination Invariant Change Detection method does not work well for detecting image changes on a night vision camera under dark lighting conditions at an average value of Lux 0 with an infrared lamp on. The accuracy of the application of the method to detect image changes on night vision cameras is 80% with the selection of the threshold value of the detection of image changes that is 75000 pixels.*

**Keywords:** *image change detection, Illumination Invariant, Illumination Invariant Change Detection, night vision camera*

## **1. Latar Belakang Masalah**

Saat ini penggunaan kamera video tidak hanya terbatas untuk mendokumentasikan suatu peristiwa, akan tetapi juga digunakan untuk sistem pengawasan. Hal ini dibuktikan dengan munculnya produk-produk kamera yang mendukung sistem pengawasan. Teknologi kamera pengawas saat ini juga telah dilengkapi dengan LED *lighting* yang berfungsi membantu pengawasan pada daerah yang kurang cahaya atau gelap (*night vision*).

Perubahan pencahayaan menjadi salah satu kendala dalam berbagai deteksi dan identifikasi pada sistem pengawasan yang memanfaatkan kamera video seperti pada sistem deteksi wajah [1][2], sistem deteksi objek bergerak [3][4][5][6][7], dan sistem identifikasi objek [8][9]. Perubahan pencahayaan yang terjadi pada area pengawasan menjadi salah satu masalah yang mengakibatkan adanya *false alarm* pada sistem pengawasan. Ketika sistem pengawasan mendeteksi adanya objek dimana pada kenyataannya objek tersebut hanyalah berasal dari perubahan pencahayaan yang ekstrim, tentunya akan menimbulkan sistem pengawasan menjadi tidak akurat.

Metode *Illumination Invariant Change Detection* merupakan salah satu metode untuk mendeteksi perubahan citra dimana dilakukan perbandingan antara citra awal atau citra sebelum ada gerakan dengan citra setelah ada gerakan. Metode ini telah banyak diterapkan pada beberapa penelitian seperti pada bidang *remote sensing* [10][11] dan pada teknologi kendaraan [12]. Metode ini dapat mendeteksi perubahan citra hampir tidak terpengaruh oleh perubahan pencahayaan [13]. Penelitian tersebut menerapkan metode

*Illumination Invariant Change Detection* pada kamera *Closed Circuit Television* (CCTV) sebagai dasar untuk mendeteksi perubahan citra yang di duga sebagai aksi corat-corek dinding dan memberikan sebuah peringatan sedini mungkin. Evaluasi sistem dalam mendeteksi perubahan citra dengan metode tersebut memiliki akurasi 92.86%. Akan tetapi, pada penelitian tersebut tidak dijabarkan citra referensi yang dijadikan pembanding diambil pada waktu siang atau malam hari. Selain itu, penelitian tersebut baru menerapkan metode *Illumination Invariant Change Detection* pada satu jenis kamera pengawasan saja, yaitu kamera CCTV. Metode tersebut belum terbukti dapat memiliki akurasi yang baik untuk mendeteksi perubahan citra pada semua jenis kamera pengawasan khususnya kamera *night vision*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja metode *Illumination Invariant Change Detection* untuk mendeteksi perubahan citra pada tipe kamera pengawasan *night vision*. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan mengenai seberapa tinggi akurasi yang dihasilkan dari metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada tipe kamera pengawasan *night vision*.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian tindakan dimana merupakan studi berupa analisis, pengamatan dan pencatatan penerapan metode *Illumination Invariant Change Detection* pada kamera *night vision*, yang tujuannya untuk menghitung akurasi sistem. Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahap yaitu pengumpulan data, perancangan sistem, dan pengujian sistem untuk mengetahui akurasi sistem.

### 2.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian data bukan dibuat peneliti tetapi dikumpulkan yaitu berupa citra yang diambil dengan kamera *night vision*. Citra yang dikumpulkan adalah sebuah citra referensi dan beberapa citra pada periode beberapa periode waktu yang telah ditentukan. Adapun data citra yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Data citra

No	Nama Citra	Waktu Akuisis	Nilai AVG Lux	Infrared
1.	Out_Ref.jpg	17.00	2080	not active
2.	Out_1.jpg	17.37	336	not active
3.	Out_2.jpg	17.44	73	not active
4.	Out_3.jpg	18.00	2	active
5.	In_Ref.jpg	10.40	28	not active
6.	In_1.jpg	10.42	4	not active
7.	In_2.jpg	10.44	0	active
8.	Out_1_Objek.jpg	17.37	336	not active
9.	Out_2_Objek.jpg	17.44	73	not active
10.	Out_3_Objek.jpg	18.00	2	active
11.	In_1_Objek.jpg	10.42	4	not active
12.	In_2_Objek.jpg	10.44	0	active

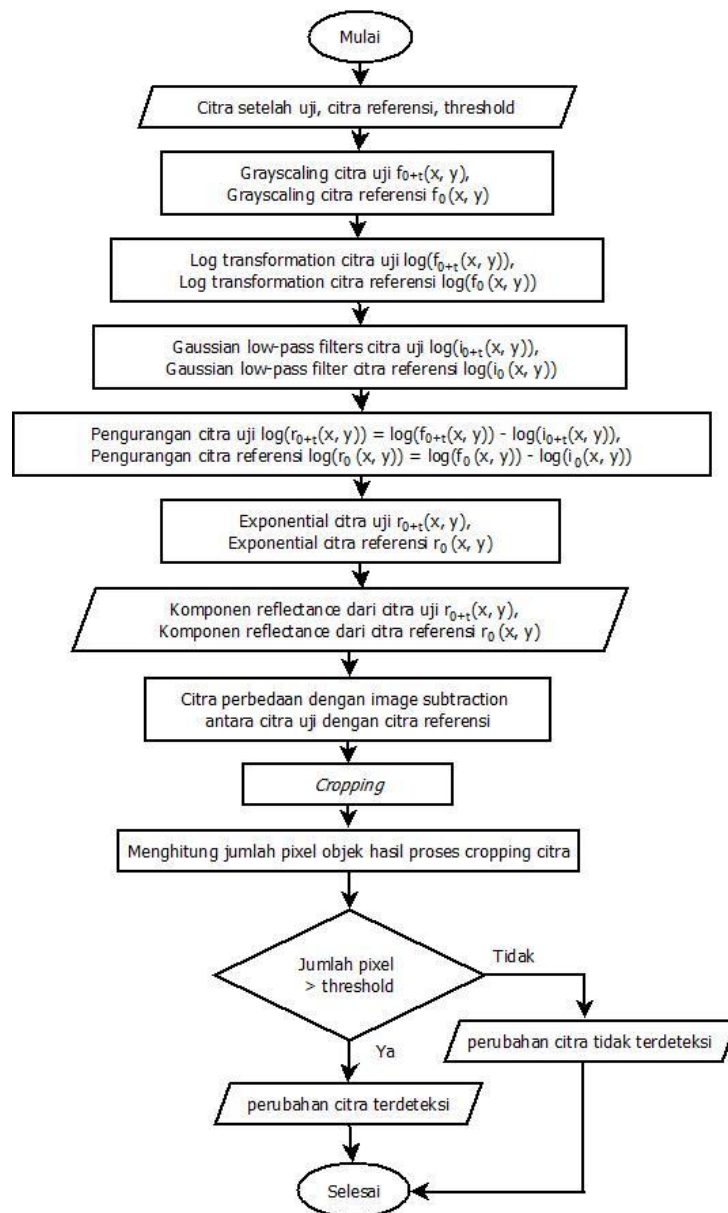
### 2.2 Perancangan Sistem

Proses deteksi perubahan citra pada kamera *night vision* yang dilakukan pada penelitian ini menerapkan metode *Illumination Invariant Change Detection*. Secara

umum urutan proses dari sistem deteksi perubahan citra pada kamera *night vision* yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 1.

Proses deteksi perubahan citra pada video pada kamera *night vision* dengan *Illumination Invariant Change Detection* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Terdapat tiga masukan dimana dua diantaranya berupa citra yaitu citra uji dan citra referensi. Masukan yang ketiga berupa nilai *threshold* dimana pada sistem ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan ada tidaknya perubahan citra.



Gambar 1 Desain Sistem

- b. *Grayscale*, tahap ini berfungsi untuk mengkonversi kedua citra masukan dari model warna RGB ke dalam model warna *grayscale* dimana dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) [14].

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.1114B \quad (1)$$

- c. *Log transformation*, tahap ini berfungsi untuk mengubah hubungan perkalian antara komponen pemantulannya terhadap obyek atau *reflectance* dengan komponen pencahayaan atau *illumination*. Bentuk umum dari *log transformasi* didefinisikan pada persamaan (2) dengan  $c$  adalah konstanta dan diasumsikan bahwa  $r \geq 0$  [15].

$$s = c \log (1 + r) \quad (2)$$

- d. *Low-pass filters* dengan *Gaussian low-pass filters*, tahap ini berfungsi untuk pengaburan citra dimana citra yang kabur merupakan representasi dari citra yang mewakili komponen pencahayaan atau *illumination*.
- e. Pengurangan nilai *pixels* citra, tahap ini berfungsi untuk mengekstrak komponen *reflectance* dari kedua citra masukan.
- f. *Exponential*, tahap ini berfungsi untuk menginverse fungsi *log transformation* pada kedua citra masukan. Bentuk umum dari *exponential* didefinisikan pada persamaan (3) [15].

$$s = e^{r/c} - 1 \quad (3)$$

- g. *Image subtraction*, tahap ini berfungsi untuk mendapatkan citra perbedaan antara kedua citra masukan dimana keduanya merupakan citra referensi dan citra uji dari hasil proses *exponential* dimana nilainya adalah absolut.
- h. *Cropping*, tahap ini berfungsi mengekstrak *region of interest* atau wilayah pengamatan dari citra hasil proses *image subtraction*.
- i. Tahap terakhir pada sistem ini adalah perhitungan jumlah *pixel* objek atau nilai perbedaan. Nilai perbedaan ini digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan hasil deteksi perubahan citra dimana dilakukan dengan cara membandingkannya dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan. Jika nilai perbedaan lebih besar dari *threshold* maka dapat disimpulkan bahwa terdeteksi adanya perubahan citra. Sebaliknya, jika nilai perbedaan lebih kecil dari *threshold* maka dapat disimpulkan bahwa terdeteksi tidak adanya perubahan citra.

## 2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem diawali dengan memasukkan citra referensi dan citra uji. Pengujian sistem pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung *precision* dan *recall* dimana perhitungan ini pada umumnya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi dari sistem. *Precision* adalah kemampuan dari sistem untuk tidak mendeteksi kondisi yang tidak benar. Sedangkan *recall* adalah kemampuan sistem untuk mendeteksi kondisi yang benar. Perhitungan *precision* dan *recall* sistem dilakukan dengan menggunakan persamaan (4) dan persamaan (5) [16].

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (4)$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (5)$$

Untuk mengukur *The Percentage Correct Classification* (PCC) of system, atau dapat disebut akurasi sistem pada pengukuran deteksi perubahan citra dimana dilakukan dengan menggunakan persamaan (6) [16].

$$akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (6)$$

dimana *false positive* (FP) menunjukkan adanya perubahan citra yang terdeteksi akan tetapi tidak ada berdasarkan kenyataan. *True positive* (TP) menunjukkan adanya perubahan citra yang terdeteksi dimana perubahan citra ini memang ada berdasarkan kenyataan. *True negative* (TN) menunjukkan adanya perubahan citra yang tidak terdeteksi dimana perubahan citra ini memang tidak ada berdasarkan kenyataan. *False negative* (FN) menunjukkan adanya perubahan citra yang tidak terdeteksi akan tetapi ada berdasarkan kenyataannya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Proses deteksi perubahan citra pada kamera *night vision* yang dilakukan pada penelitian ini menerapkan metode *Illumination Invariant Change Detection*. Tahap pertama pada metode ini yaitu mengkonversi kedua citra masukan dari model warna RGB ke dalam model warna *grayscale*. Adapun citra hasil konversi ditunjukkan pada gambar 2. Tahap kedua adalah proses *Log transformation*. Adapun citra hasil *log transformation* ditunjukkan pada gambar 3. Tahap ketiga adalah proses *Low-pass filters* dengan *Gaussian low-pass filters*. Adapun citra hasil dari proses *Low-pass filters* dengan *Gaussian low-pass filters* ditunjukkan pada gambar 4. Tahap keempat adalah proses pengurangan nilai *pixels* citra. Citra hasil dari proses pengurangan nilai *pixels* citra ditunjukkan pada gambar 5. Tahap ke lima adalah proses *Exponential*. Citra hasil proses *exponential* ditunjukkan pada gambar 6. Tahap keenam adalah proses *image subtraction*. Hasil dari proses ini ditunjukkan pada gambar 7. Tahap ketujuh adalah proses *cropping*. Adapun citra hasil dari proses *cropping* ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 2 Citra hasil konversi ke *grayscale*



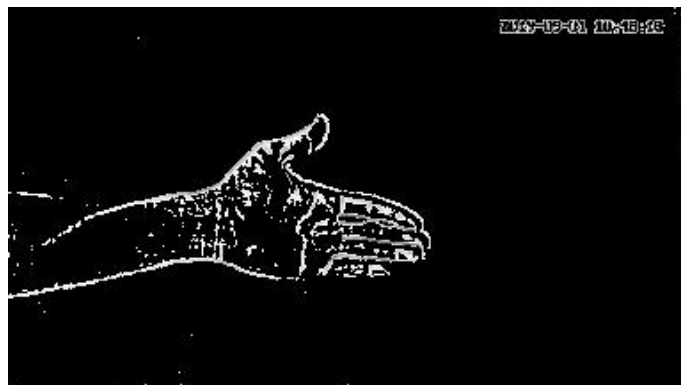
Gambar 3 Citra hasil proses *log transformation*



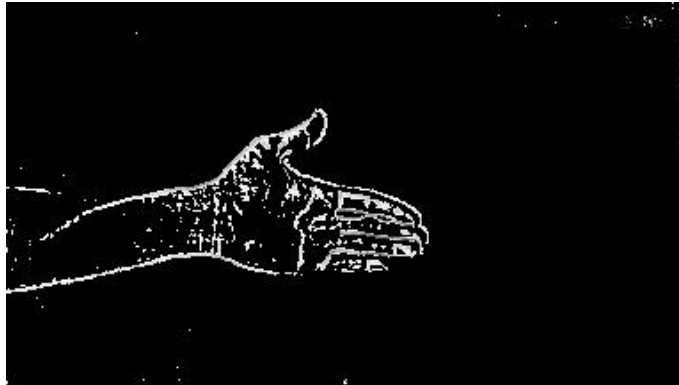
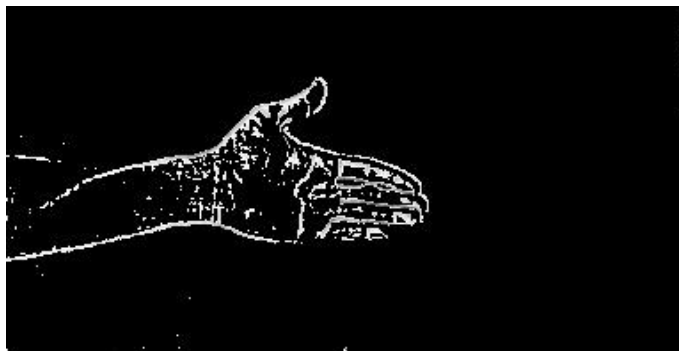
Gambar 4 Citra hasil proses *Low-pass filters* dengan *Gaussian low-pass filters*



Gambar 5 Citra hasil proses pengurangan nilai *pixels* citra



Gambar 6 Citra hasil proses *Exponential*

Gambar 7 Citra hasil proses *image subtraction*Gambar 8 Citra hasil proses *cropping*

Tahap terakhir dari metode ini adalah perhitungan jumlah *pixel* objek atau nilai perbedaan. Nilai perbedaan ini digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan hasil deteksi perubahan citra dimana dilakukan dengan cara membandingkannya dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan. Jika nilai perbedaan lebih besar dari *threshold* maka dapat disimpulkan bahwa terdeteksi adanya perubahan citra. Sebaliknya, jika nilai perbedaan lebih kecil dari *threshold* maka dapat disimpulkan bahwa terdeteksi tidak adanya perubahan citra.

Untuk mengetahui kinerja metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* adalah dengan cara melihat informasi hasil deteksi perubahan citra yang ditampilkan oleh sistem. Informasi hasil deteksi ditampilkan berdasarkan besarnya nilai perbedaan antara citra referensi dengan citra uji yang kemudian dibandingkan dengan nilai *threshold*. Untuk menentukan nilai *threshold* terbaik dilakukan dengan percobaan dengan memilih beberapa nilai *threshold* dan membandingkan hasilnya. Nilai *threshold* yang telah diuji adalah nilai *threshold* yang telah dibandingkan dengan besarnya nilai perbedaan antara citra referensi dengan citra uji untuk semua data citra uji. Hasil percobaan untuk menentukan nilai *threshold* yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil percobaan dengan *threshold* yang berbeda pada deteksi perubahan citra

A	B	C	D
5000000	Tidak Sesuai	Sesuai	Sistem tidak mendeteksi adanya perubahan pada semua citra uji baik yang sebenarnya tidak ada perubahan maupun yang sebenarnya ada perubahan
1000000	Tidak Sesuai	Sesuai	Sistem tidak mendeteksi adanya perubahan pada semua citra uji baik yang sebenarnya tidak ada

			perubahan maupun yang sebenarnya ada perubahan
100000	Sesuai	Sesuai	Sistem mendeteksi adanya perubahan pada hampir semua citra uji baik yang sebenarnya ada perubahan maupun yang sebenarnya tidak ada perubahan
50000	Sesuai	Sesuai	Sistem mendeteksi adanya perubahan pada hampir semua citra uji baik yang sebenarnya ada perubahan maupun yang sebenarnya tidak ada perubahan
10000	Sesuai	Tidak Sesuai	Sistem mendeteksi adanya perubahan pada semua citra uji baik yang sebenarnya tidak ada perubahan maupun yang sebenarnya ada perubahan

Keterangan:

A = Nilai *threshold*

B = Terdapat perubahan citra

C = Tidak terdapat perubahan citra

D = Keterangan

Nilai *threshold* yang telah ditentukan akan berpengaruh pada hasil deteksi perubahan citra. Semakin besar nilai *threshold* yang ditentukan maka nilai perbedaan antara citra referensi dengan citra uji yang diperoleh oleh sistem akan semakin tidak dianggap memiliki perbedaan. Sebaliknya, semakin kecil nilai *threshold* yang ditentukan maka nilai perbedaan antara citra referensi dengan citra uji yang diperoleh oleh sistem akan semakin dianggap memiliki perbedaan.

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa nilai *threshold* yang sesuai untuk semua data pengujian adalah berkisar antara 50000 – 100000 *pixel*. Maka untuk menentukan *threshold* untuk deteksi perubahan citra dapat dihitung:

$$\text{Nilai threshold deteksi perubahan citra} = \frac{50000 + 100000}{2} = 75000$$

Maka dapat ditentukan nilai *threshold* untuk mendeteksi perubahan citra untuk masukan citra uji pada sistem deteksi perubahan citra ini adalah 75000 *pixel*. Nilai *threshold* hasil percobaan ini digunakan sebagai salah satu variabel untuk melakukan deteksi perubahan citra pada semua citra uji. Hasil percobaan yang dilakukan pada citra uji baik yang terdapat maupun yang tidak terdapat perubahan yang dijadikan dasar dari perhitungan *precision*, *recall* dan akurasi dari deteksi perubahan citra dimana dilakukan dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan dari perhitungan sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Akurasi hasil percobaan pada deteksi perubahan citra

No.	Nama Citra	Perbedaan	Deteksi Sistem	Deteksi Seharusnya	Kesimpulan
1.	Out_1.jpg	5835	Tidak Ada	Tidak Ada	<i>true negative</i>
2.	Out_2.jpg	11265	Tidak Ada	Tidak Ada	<i>true negative</i>
3.	Out_3.jpg	777956	Ada	Tidak Ada	<i>false positive</i>
4.	In_1.jpg	2741	Tidak Ada	Tidak Ada	<i>true negative</i>
5.	In_2.jpg	741814	Ada	Tidak Ada	<i>false positive</i>

6.	Out_1_Objek.jpg	1121789	Ada	Ada	<i>true positive</i>
7.	Out_2_Objek.jpg	921365	Ada	Ada	<i>true positive</i>
8.	Out_3_Objek.jpg	2325113	Ada	Ada	<i>true positive</i>
9.	In_1_Objek.jpg	597820	Ada	Ada	<i>true positive</i>
10.	In_2_Objek.jpg	1835985	Ada	Ada	<i>true positive</i>

Berdasarkan pada persamaan (4) dan (5), maka *precision* dan *recall* dari hasil pengujian deteksi perubahan citra yang ditunjukkan pada Tabel 3 tersebut diatas dapat dihitung:

$$\text{precision (deteksi perubahan citra)} = \frac{5}{5 + 2} \times 100\% = 71.43\%$$

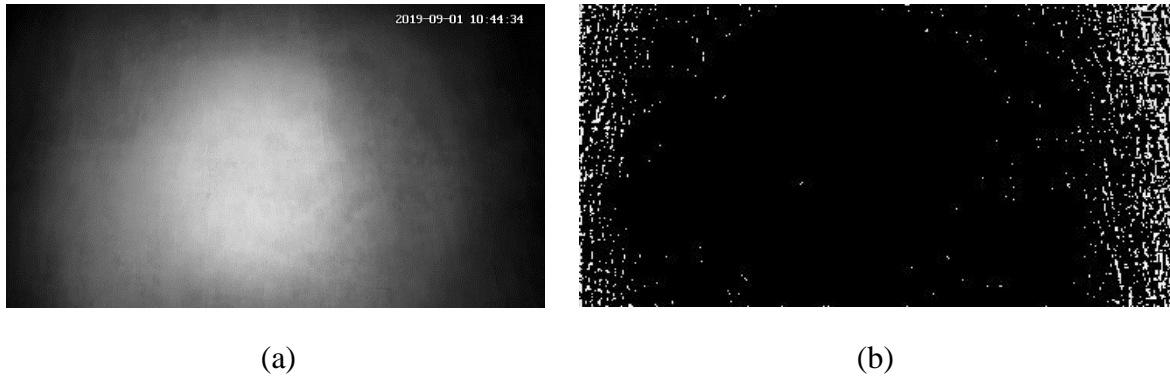
$$\text{recall (deteksi perubahan citra)} = \frac{5}{5 + 0} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan persamaan (6), maka akurasi deteksi perubahan citra dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 3 tersebut diatas dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{akurasi (deteksi perubahan citra)} &= \frac{5 + 3}{5 + 3 + 2 + 0} \times 100\% \\ &= \frac{8}{10} \times 100\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian, deteksi perubahan citra dengan menggunakan metode *Illumination Invariant Change Detection* pada kamera *night vision* memberikan hasil yang cukup baik dengan tingkat akurasi 80 % dengan pemilihan nilai *threshold* deteksi perubahan citra yaitu 75000 *pixel*. Jika diperhatikan, kesalahan atau dalam hal ini hasil deteksi yang berupa *false positive* terjadi pada gambar yang diambil pada keadaan pencahayaan yang gelap yaitu pada nilai rata-rata Lux 0 dengan posisi lampu infrared yang menyala. Hasil dari simulasi pada keadaan tersebut ditunjukkan pada gambar 9. Jika diperhatikan, akuisisi citra pada keadaan pencahayaan yang gelap yaitu pada nilai rata-rata Lux 0 dengan posisi lampu *infrared* menyala dan fokus pada bagian tengah membuat komposisi pencahayaan menjadi berpusat pada area tengah saja. Hal ini mengakibatkan komposisi pencahayaan antara bagian tengah berbeda dengan keadaan pencahayaan pada bagian tepi pada area pengawasan dengan kamera *night vision*. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa metode *Illumination Invariant Change Detection* tidak dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* dengan hasil akurasi sistem sebesar 80%. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan hasil akurasi metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada kamera pengawasan CCTV yaitu sebesar 92.86%, nilai akurasi metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* lebih rendah. Akan tetapi pada dasarnya hal ini tidak dapat dibandingkan karena baik objek, jumlah, dan variasi pengujian sistem dari masing-masing penelitian adalah berbeda. Selain itu, citra referensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra referensi yang

diambil dengan keadaan pencahayaan dengan nilai Lux 2080 yang digunakan sebagai pembanding dengan citra uji yang diambil dengan keadaan pencahayaan dengan nilai Lux 0 sampai 2, sedangkan pada penelitian sebelumnya tidak dijabarkan keadaan pencahayaan citra referensi.



Gambar 9 (a) Citra pada keadaan *infrared* menyala (b) citra hasil simulasi akhir

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode *Illumination Invariant Change Detection* tidak dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* pada kondisi pencahayaan yang gelap yaitu pada nilai rata-rata Lux 0 dengan posisi lampu infrared yang menyala. Hasil akurasi dari penerapan metode *Illumination Invariant Change Detection* untuk mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* adalah sebesar 80% dengan pemilihan nilai *threshold* deteksi perubahan citra yaitu 75000 *pixel*. Melihat kepada penelitian sebelumnya yaitu penerapan metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada kamera CCTV dengan nilai akurasi sebesar 92.86%, nilai akurasi metode *Illumination Invariant Change Detection* dalam mendeteksi perubahan citra pada kamera *night vision* ini lebih rendah. Akan tetapi pada dasarnya hal ini tidak dapat dibandingkan karena baik skema, objek, jumlah, dan variasi pengujian sistem dari masing-masing penelitian adalah berbeda.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ki, M., Cho, B., Jeon, T., Choi, Y., & Byun, H. (2018, November). Face Identification for an in-vehicle Surveillance System Using Near Infrared Camera. In 2018 15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS) (pp. 1-6). IEEE.
- [2] Kusuma, H., Wirawan, W., & Suprijanto, A. (2015). Normalisasi Iluminasi Citra Wajah Dengan Menggunakan Histogram Remapping Pada Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Gabor. *JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 13(2).
- [3] Megantara, R. A., & Pramunendar, R. A. (2017). Pengembangan Background Subtraction Menggunakan FCM Untuk Deteksi Objek Bergerak Berdasarkan Pencahayaan Yang Bervariasi. *Techno. Com*, 16(4), 435-443.
- [4] Putri, A. R. (2016). Pengolahan Citra dengan Menggunakan Web CAM pada Kendaraan Bergerak Di Jalan Raya. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran*

- Informatika, 1(01).
- [5] Hadjkacem, B., Ayedi, W., Abid, M., & Snoussi, H. (2017, October). A new method of video-surveillance data analytics for the security in camera networks. In 2017 International Conference on Internet of Things, Embedded Systems and Communications (IINTEC) (pp. 140-145). IEEE.
  - [6] Malathi, T., & Bhuyan, M. K. (2013, April). Multiple camera-based codebooks for object detection under sudden illumination change. In 2013 International Conference on Communication and Signal Processing (pp. 310-314). IEEE.
  - [7] Augustin, M. B., Juliet, S., & Palanikumar, S. (2011, March). Motion and feature based person tracking in surveillance videos. In 2011 International Conference on Emerging Trends in Electrical and Computer Technology (pp. 605-609). IEEE.
  - [8] Kim, I. S., Jeong, Y., Kim, S. H., Jang, J. S., & Jung, S. K. (2019, July). Deep Learning based Effective Surveillance System for Low-Illumination Environments. In 2019 Eleventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN) (pp. 141-143). IEEE.
  - [9] Choi, H., Dinh, Q., & Jeon, M. (2018, January). Robust relationship learning to illumination in a camera network. In 2018 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC) (pp. 1-4). IEEE.
  - [10] Wan, X., Liu, J., Li, S., Dawson, J., & Yan, H. (2018). An illumination-invariant change detection method based on disparity saliency map for multitemporal optical remotely sensed images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 57(3), 1311-1324.
  - [11] Wan, X., Liu, J., Qin, M., & Li, S. Y. (2018). Illumination Invariant Change Detection (Iicd): From Earth To Mars. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42(3).
  - [12] Kim, W. H., Yi, K., & Kyung, C. M. (2015). Energy-efficient illumination-invariant change detection in DCT coefficient domain for vehicular black box camera. *Electronics Letters*, 51(11), 822-824.
  - [13] Priadana, A., & Harjoko, A. (2017). Deteksi Perubahan Citra Pada Video Menggunakan Illumination Invariant Change Detection. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 11(1), 89-98.
  - [14] Dawson-Howe, K. (2014). A practical introduction to computer vision with opencv. John Wiley & Sons.
  - [15] R. C. Gonzalez and R. E. Woods.(2018). *Digital Image Processing*, 4th ed. New York: Pearson
  - [16] E. M. Martín and Á. P. del Pobil.(2012). *Robust Motion Detection in Real-Life Scenarios*, 1st ed. Springer-Verlag London.

