

DETEKSI PENYUSUP BERDASARKAN ANALISIS DEPTH FRAME MENGUNAKAN KAMERA KINECT

INTRUDER DETECTION BASED ON DEPTH FRAME ANALYSIS USING KINECT CAMERA

Iqbal Surya Adi Permana¹, Inung Wijayanto², Eko Susatio³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
suryadi.iqbal@gmail.com¹, iwijayanto@telkomuniversity.ac.id², maharusdi@gmail.com³

Abstrak

Permasalahan sistem keamanan selalu dikembangkan sejalan dengan perkembangan teknologi informasi. Otomatisasi keamanan dengan berdasarkan *Analysis Depth Frame* merupakan salah satu alternatif yang dapat menggantikan kamera CCTV dikarenakan *Kinect Camera* memiliki fitur infrared sehingga dapat memproses gerakan yang bersumber baik dari gambar atau video walaupun dalam kondisi yang gelap sekalipun. Proses kerja sistem ini sangat dipengaruhi oleh ketepatan dan keakuratan dalam pengolahan gerakan yang kemudian akan diidentifikasi sebagai perbandingan antar frame suatu citra dengan memberi batas toleransi dan juga luas cakupan kamera yang digunakan menggunakan metode *NSSD (Normalized Sum-Squared Differences)* dan kemudian hasilnya dilanjutkan kepada sistem untuk dapat menjalankan suatu perintah pengamanan berupa pengaktifan alarm yang biasa kita sebut sebagai *Early Warning System*. Upaya implementasi sistem keamanan seperti ini diharapkan dapat mengkolaborasi antara perangkat computer dan kamera *Kinect* yang kemudian diaplikasikan sebagai pengontrol keamanan benda bernilai sejarah/harga jual tinggi yang berada dalam instansi ataupun museum. Hasil yang didapat dari pengujian terhadap sistem adalah didapatkan pada penggunaan metode ini bersifat akurat dengan rata-rata nilai *frame per second* adalah 77,81 dan juga sistem ini tidak terpengaruh terhadap jenis resolusi dikarenakan pada setiap proses *NSSD* dilakukan proses normalisasi angka sesuai dengan resolusi *input* yang digunakan. Kondisi ideal pengujian sistem adalah berada didalam ruangan dengan obyek pengamatan yang tidak bersifat reflektif atau glossy.

Kata kunci: *NSSD (Normalize Sum-Square Different), Early Warning System, Kinect Camera, Depth Frame*

Abstract

Security systems problems are always developed in line with the development of information technology. Automation security by Depth Analysis Frame is one alternative that can replace CCTV cameras because the *Kinect Camera* features the infrared so it can process the movement sourced either from the image or video even in a dark condition. The working process of the system is greatly influenced by the precision and accuracy in the processing of the movement that would later be identified as a comparison between the frames of an image by giving the tolerance limit and also extensive camera coverage used method *NSSD (Normalized Sum-Squared Differences)* and then the results continued to system to be able to execute a command in the form of security alarm activation that we usually refer to as the *Early Warning System*. Efforts to implement such security systems is expected to collaborate between the computer and the camera *Kinect* which is then applied as a security controller objects of historical value / high selling price that is within the agency or museum. The results of the testing of the system is found in the use of this method is accurate with the average value is 77.81 frames per second and also the system is not affected to any kind of resolution due to the *NSSD* process of normalization process is carried out in accordance with the number of input resolution used. Ideal conditions are testing the system is in the room with the object of observation that is not reflective or glossy.

Keywords : *NSSD (Normalize Sum-Square Different), Early Warning System, Kinect Camera, Depth Frame*

1. Pendahuluan

Keadaan benda benda bernilai sejarah tinggi/berharga disebuah lembaga/museum saat ini mengalami masa masa cukup menakutkan, pasalnya banyak sekali terjadi kasus perampokan hingga jual beli barang yang mempunyai nilai sejarah tinggi.

Closed Circuit Television (CCTV) pada dasarnya sudah melengkapi untuk alasan keamanan dan *monitoring*, namun ditinjau dari kerahasiaan, keaslian dan keakuratan masih membutuhkan *effort* yang cukup tinggi.

Dengan adanya Kamera Kinect yang dapat mengambil *capture* bahkan didalam kondisi tanpa cahaya sekalipun karena memiliki fitur *Infra Red* maka Kamera Kinect ini dapat membantu dan mendukung kualitas keamanan disebuah gedung tertentu yang mempunyai nilai sejarah tinggi didalamnya.

2. Dasar Teori

2.1. Depth Frame / Kedalaman Bit

Bit Depth artinya yaitu satuan data kedalaman efek dimensional yang timbul karena ada perbedaan ketajaman dengan menggunakan penghitungan bilangan biner.

2.2. NSSD (Normalized Sum-Squared Differences)

Metode NSSD merupakan metoda yang diawali dengan pengambilan citra background, dan menentukan *detection window* pada jalur objek yang akan diamati. *Detection window* berupa *ROI (Region of Interest)* pada background dan input frame harus pada posisi yang sama sehingga luasan area yang diamati sama persis. Nilai pixel pada frame dan background diambil selisihnya dan dikuadratkan. Hasil tersebut dibagi dengan luasan *detection window* untuk dinormalisasi. Sehingga dapat diformulasikan :

$$NSSD = \frac{\sum_{i=1}^n (I_C(i) - I_B(i))^2}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

$I_C(i)$ = intensitas *frame* pada pixel (i)

$I_B(i)$ = intensitas background pada pixel (i)

2.3. Kinect Camera Xbox 360

Kinect didasarkan dari teknologi perangkat lunak yang dikembangkan secara internal oleh Rare, anak perusahaan dari Microsoft Game Studios milik Microsoft, dan teknologi kamera oleh pengembang Israel, PrimeSense. PrimeSense mengembangkan sistem yang dapat menginterpretasikan gestur secara spesifik, sehingga kontrol secara *hands-free* dapat dilakukan pada perangkat elektronik menggunakan proyektor infrared dan kamera, serta microchip khusus untuk melacak pergerakan objek dan individu pada bidang tiga dimensi. Sistem 3D scanner tersebut dinamakan Light Coding yang menggunakan variasi dari rekonstruksi gambar 3D.



Gambar 2. 2 Kinect Camera – XBOX 360 ^[6]

Sensor Kinect adalah batang horizontal yang terhubung dengan alas kecil yang memiliki poros yang dapat berputar. Sensor Kinect dirancang untuk diletakkan diatas maupun di bawah TV. Perangkat ini memiliki kamera RGB, sensor kedalaman dan mikrofon yang berjalan di perangkat software khusus, yang menyediakan kemampuan untuk menangkap gerak secara 3D, mengenali wajah dan mengenali suara. Saat diluncurkan, fitur pengenalan suara hanya tersedia di Jepang, Amerika Serikat Kanada, dan Inggris. Sekarang fitur ini tersedia di Australia, Kanada, Prancis, Jerman, Irlandia, Jepang Meksiko, New Zealand Amerika Serikat dan Inggris. Sistem multi-mikrofon pada Sensor Kinect memungkinkan Xbox 360 untuk mengurangi suara bising, sehingga kegiatan seperti ngobrol secara *hands-free* dapat dilakukan lewat Xbox Live.

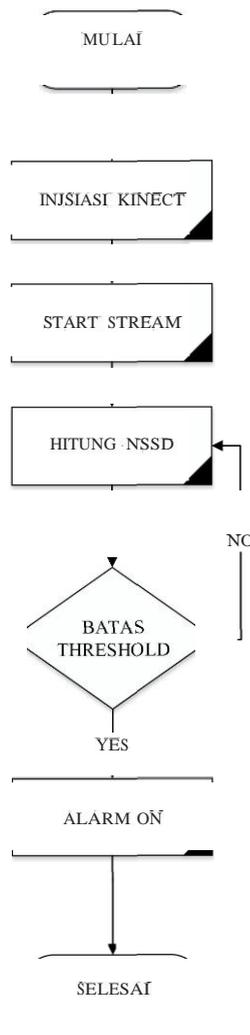
2.4. Video RGB (red, green, blue)

Warna tiap pixel ditentukan oleh kombinasi intensitas dari masing-masing komponen warna. Misalnya pada RGB 24 bit, masing-masing komponen warna dinyatakan dalam 8 bit atau 256 level. Misalnya untuk warna biru langit direpresentasikan dengan R=180, G=189, B=249.

3. Perancangan Dan Implementasi

3.1 Perancangan Diagram Alir

Dalam proses perancangan sebuah sistem, diperlukan sebuah skenario yang sistematis dan terstruktur. Pada tugas akhir ini, penulis menggambarkan skenario kegiatan yang dilakukan mulai dari awal hingga akhir dalam bentuk *flowchart* mengenai pembangunan sistem deteksi penyusup yang menggunakan kombinasi kamera *Kinect*. Berikut merupakan alur implementasi dan perencanaan sistem hingga terbentuk mekanisme yang sesuai.

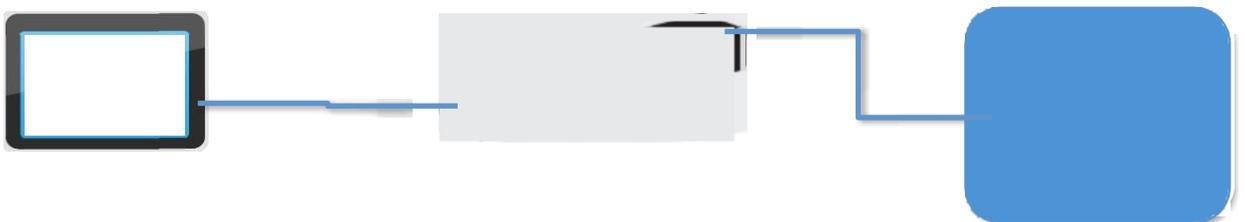


Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem



OBJECT





Gambar 3.2. Implementasi Sistem

3.2 Perangkat Implementasi

Pada tabel dibawah terdapat beberapa perangkat lunak yang dibutuhkan dalam rencana implementasi tugas akhir ini.

Tabel 3.2 Perangkat lunak pada implementasi Tugas Akhir

No	Perangkat	Jumlah	Keterangan
1	Matlab R2015a	1	Digunakan sebagai sistem implementasi deteksi penyusup.

Adapun beberapa perangkat keras untuk merealisasikan dan menganalisis sistem di atas, diantaranya.

Tabel 3.3 Perangkat keras pada implementasi Tugas Akhir

No	Perangkat	Spesifikasi / Tipe	Jumlah	Keterangan
1	Laptop Asus	Intel Core i3 3Ghz, Memory 4GB DDR3, Hardisk 500GB, Ethernet 10/100 Mbps	1	
2	Kamera Kinect	Frame rate 30Hz, Resolusi VGA (640 x 480 piksel) dengan kedalaman warna 8-bit	1	
3	Tripod	Tripod Excel	1	Sebagai perangkat <i>standing kit</i> Kinect Kamera
5	Kabel USB	Kategori 1	Menyesuaikan	Penghubung antara Laptop dengan kamera Kinect.

4. Pengujian Dan Analisis

4.1 Analisis Pengaruh Resolusi Terhadap Perhitungan NSSD

Dalam penelitian ini resolusi yang digunakan adalah berdasarkan resolusi sesuai dengan spesifikasi dari Kamera *Kinect* itu sendiri yaitu 640x480. Sesuai dengan rumus NSSD dimana distiap perhitungan dilakukan normalisasi sesuai dengan angka resolusi.

$$NSSD = \frac{I_C(i) - I_B(i)}{I_C(i) + I_B(i)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$I_C(i)$ = intensitas *frame* pada pixel (i)

$I_B(i)$ = intensitas background pada pixel (i)

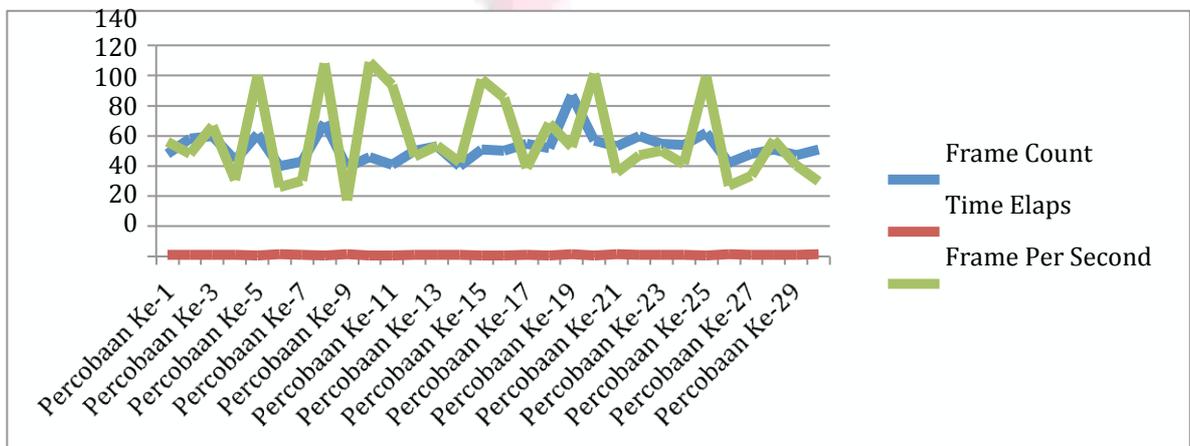
Perhitungan Angka Normalisasi

- Resolusi 640 x 480
Didapatkan angka normalisasi pembagi : $640 \times 480 = 307.200$ pixel
- Resolusi 320 x 240
Didapatkan angka normalisasi pembagi : $320 \times 240 = 153.600$ pixel

Dari perhitungan angka normalisasi diatas, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa tingkat resolusi tidak berpengaruh terhadap perhitungan NSSD itu sendiri, dikarenakan nilai pembagi sebagai tujuan normalisasi diganti sesuai dengan kondisi *input source* resolusi yang digunakan.

4.2 Analisis Frame Per Second (fps)

Analisis frame per second pada percobaan pada sistem ini adalah mulai dari Capture Data, kemudian data tersebut dilakukan Proses NSSD dan dibandingkan dengan threshold hingga kemudian hasil tersebut diplottingkan di figure matlab.



Gambar 4.1 – Perbandingan Frame Count, Time Elaps dan Frame Per Second

Pada tabel diatas adalah hasil percobaan sebanyak 30 kali untuk menentukan nilai rata-rata frame per second dari sistem dengan menggunakan perhitungan rata rata dari hasil percobaan maka didapatkan hasil rata rata nilai *frame per second* adalah 77,81.

4.3 Analisis Ketebalan Obyek Penyusup Pada Jarak Tertentu

Salah satu aspek pengujian dalam penelitian ini adalah tentang *depth frame* sehingga pada percobaannya dilakukan uji coba untuk memasukkan obyek penyusup dengan jenis yang sama yaitu kardus namun dengan beberapa tingkat ketebalan yang berbeda jenis, yaitu :

- Ketebalan Obyek Penyusup A : 0 – 1 cm
- Ketebalan Obyek Penyusup B : 1 – 5 cm
- Ketebalan Obyek Penyusup C : > 5 cm

Pada tabel 4.2 berikut ini adalah hasil pengujian dari masing masing ketebalan obyek penyusup pada setiap skenarionya.

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan pada analisis ini bahwa ketika ada obyek penyusup dengan variasi ketebalan yang berbeda maka sistem tetap akan memproses menggunakan metode NSSD dimana ketika perhitungan NSSD tersebut menyentuh atau bahkan melewati batas threshold yang sudah ditetapkan sebelumnya sistem akan selalu *mentrigger alarm early warning system* itu sendiri yang berarti obyek pengamatan dalam kondisi yang berbahaya.

Tabel 4.2 – Skenario Pengamatan Ketebalan Obyek Penyusup

No.	Skenario	Jarak Pengamatan	Ketebalan Obyek Penyusup		
			0-1 cm	1-5 cm	>5 cm
1	Skenario A	1 Meter	ALARM ON	ALARM ON	ALARM ON
2	Skenario B	2 Meter	ALARM ON	ALARM ON	ALARM ON
3	Skenario C	3 Meter	ALARM ON	ALARM ON	ALARM ON

4.4 Analisis Kecepatan Gerak Obyek Penyusup Terhadap Alarm *Early Warning System*

Pada penelitian ini dibagian baris code matlab berikut dilakukan percobaan untuk mentrigger alarm secara langsung saat itu juga ketika hasil perhitungan NSSD melewati batas threshold yang sudah ditentukan sebelumnya.

```

if flagMon
    deltaDepth=frameRef-imgDepth;
    nssd=sum(sum((deltaDepth).^2))/307200;
    if nssd>secThd1 && flagAlarm==0
        timeClock=clock;
        flagAlarm=1;
        sound(beepwrong,fs)
    end
    if flagAlarm
        if etime(clock,timeClock)>1
            sound(beepwrong,fs)
            timeClock=clock;
        end
    end
end

```

Gambar 4.5 – Bagian Baris Code Trigger Alarm di Matlab

Sehingga pada bagian analisis ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada delay yang terjadi pada percobaan ini dikarenakan *flagAlarm* akan langsung di *set* dari nilai default “0” menjadi “1”. Hal ini berarti alarm akan langsung di *trigger* saat itu juga oleh sistem ketika sistem mendeteksi hasil nilai perhitungan NSSD melebihi batas threshold yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.5 Analisis Pengaruh Tekstur Bahan Terhadap Kemampuan *Depth Estimation*

Pada penelitian ini dikarenakan menggunakan kamera *Kinect*, dimana *Kinect* memiliki keterbatasan dalam hal *Depth Estimation* khususnya terhadap obyek pengamatan yang bersifat reflektif atau memantul hingga yang bersifat *glossy*. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan tekstur bahan obyek pengamatan sangat berpengaruh terhadap stabilitas sistem, dikarenakan dapat meningkatkan *error estimation depth* sehingga dapat mengganggu kinerja keluaran dari sitem tersebut.

4.6 Analisis Kondisi Gelap dan Terang Terhadap Perhitungan NSSD dan Sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem dalam kondisi ideal yaitu kondisi didalam ruangan (indoor) dimana *input* yang didapatkan dari obyek pengamatan berasal dari sensor *depth frame* sebuah kamera *Kinect*, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh kondisi gelap dan terang tidak berpengaruh terhadap sistem yang berjalan *input* yang diolah oleh sistem adalah hasil *capture depth frame* oleh *Kinect* itu sendiri.

5 Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan adalah :

1. Telah berhasil merancang sistem deteksi penyusup menggunakan metode *NSSD* dengan pengujian pada jarak dan threshold tertentu.
2. Sistem yang dirancang menghasilkan *frame per second* rata rata sebesar 77,81
3. Penggunaan kamera *Kinect* pada system ini tidak stabil untuk jarak lebih besar dari tiga meter dikarenakan semakin bertambahnya intensitas cahaya alami (matahari) yang masuk secara otomatis kedalam objek pengamatan.
4. *Kinect Kamera* memiliki keterbatasan jika dihadapkan dengan suatu bahan yang bersifat reflektif hingga *glossy* sehingga pada beberapa percobaan terlihat hasil datanya tidak sesuai. Hal tersebut bisa juga dikarenakan *over* intensitas cahaya dan juga *error depth estimate* dimana ketika *Kinect Kamera* bekerja, kamera tersebut menangkap pantulan dari bahan yang bersifat reflektif hingga *glossy* yang masuk didalam objek pengamatannya.

5.2 Saran

Pada penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada pada penelitian ini dan dapat mengembangkan apa yang telah dilakukan. Untuk itu disarankan hal-hal berikut:

1. Pada saat melakukan pengujian, lakukan standarisasi objek pengamatan didalam ruangan tertutup yang tidak terganggu dari objek yang bersifat *glossy*.
2. Melakukan penelitian mengenai deteksi penyusup dengan menggunakan kamera selain Kamera *Kinect Xbox 360* dengan menggunakan metode yang sama yaitu *NSSD*.

Daftar Pustaka

- [1] Fadlisyah., *Computer Vision dan Pengolahan Citra*, ANDI Yogyakarta, 2007.
- [2] Iriawan, Ahmad Mahfudh, *Sistem Keamanan Berdasarkan Deteksi Gerak Benda Berbasis Akuisisi Citra Dan Mikrokontroler AT89C52*, Institut Teknologi Telkom, 2009.
- [3] Siang, J.J., *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemogramannya Menggunakan Matlab*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2005.
- [4] (dkk,2009) dkk, T. S. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Informatika.
- [5] Jerome Martin and James L Crowley (1995). "Comparison of Correlation Techniques". Department of Computer Science and Engineering. University of Gothenburg.
- [6] K. Khoshelham, "ACCURACY ANALYSIS OF KINECT DEPTH DATA", ITC Faculty of Geoinformation Science and Earth Observation, University of Twente, 2011.