



## APLIKASI WEBCAM SEBAGAI BAGIAN SISTEM KEAMANAN PENYIMPANAN BAHAN NUKLIR

Rahmad Widodo<sup>1</sup>, Djoko H.N.<sup>2</sup>, Dian F.A.<sup>3</sup> dan Maradu Sibarani.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

### ABSTRAK.

*APLIKASI WEBCAM SEBAGAI BAGIAN DALAM SISTEM KEAMANAN PENYIMPANAN BAHAN NUKLIR. Penyimpanan bahan nuklir perlu diawasi dengan baik agar keamanannya terjamin. Pengawasan menggunakan sumber daya manusia mengharuskan petugas untuk berada dilokasi secara terus menerus. Penelitian ini bertujuan membantu petugas dalam mengawasi keamanan penyimpanan bahan nuklir. Jika terjadi masalah keamanan, maka sistem akan memberi peringatan sehingga petugas tidak harus selalu berada dilokasi penyimpanan.*

*Penelitian menggunakan webcam sebagai sensor untuk memonitor letak bahan bakar nuklir. Perubahan lokasi bahan bakar nuklir selalu dideteksi dan jika bahan bakar keluar dari daerah tertentu maka sebuah warning akan diberikan. Proses deteksi menggunakan metode template matching dimana bahan nuklir dipilih sebagai template. Proses pencarian lokasi template dilakukan dengan menghitung korelasi antara template dengan obyek di dalam gambar. Koordinat template dipilih pada obyek yang mempunyai korelasi tertinggi. Berdasar perubahan koordinat template dalam setiap gambar berurutan, dapat ditentukan besar dan arah gerakan template.*

*Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan mampu mendeteksi besar dan arah gerakan obyek. Software mampu memberikan sebuah peringatan jika lokasi template berada di luar kotak imajiner.*

*Kata kunci: template matching, keamanan, bahan nuklir, webcam*

### ABSTRACT.

*WEBCAM APPLICATION AS PART OF NUCLEAR MATERIAL STORAGE SECURITY SYSTEM. Storage of nuclear materials need to be monitored closely so that safety is assured. Oversight that use human resources requires an officers to be on location. This research aims to assist officers in overseeing storage of nuclear materials safety. If there is a security issue, the system will give warning, so officers should not always in the storage location. The research use a webcam as a sensor to monitor the location of nuclear material. Change of nuclear material location is always detected and if the location of the fuel out of a particular area, a warning will be given. The detection process uses template matching method in which the nuclear material was chosen as a template. The detection process is performed by calculating the correlation between template and an object in the picture. The coordinates obtained from the object has the highest correlation to the template. Based on coordinates in each image sequence, it can be determined magnitude and direction of the template movement. Test results indicated that the developed software be able to detect magnitude and direction of object movement. The system is able to provide a warning if the location of the template is outside the imaginary box*

*Keywords: template matching, security, nuclear material, webcam.*

### 1. PENDAHULUAN

Keamanan penyimpanan bahan nuklir merupakan hal yang harus diperhatikan. Penggunaan bahan nuklir oleh orang yang tidak berhak perlu dihindari. Pengawasan penyimpanan bahan nuklir oleh petugas secara langsung akan menimbulkan beberapa kelemahan seperti petugas



mengalami paparan radiasi jika berada satu lokasi, kondisi manusia yang mengalami penurunan kewaspadaan, dan lain-lain.

Beberapa kondisi tersebut perlu diatasi dengan pembuatan sistem bantu yang dapat membantu petugas dalam mengawasi penyimpanan bahan nuklir. Penggunaan sistem bantu diharapkan akan menaikkan kewaspadaan sehingga fungsi pengawasan menjadi lebih handal, akurat dan hemat.

Penelitian ini membuat sistem bantu untuk memonitor keadaan bahan nuklir. Sistem bantu berupa perangkat lunak yang mampu untuk mendeteksi lokasi bahan nuklir secara visual menggunakan webcam. Sistem deteksi berasumsi bahwa lokasi bahan nuklir selalu tetap, jika bahan nuklir mengalami perubahan lokasi dan jika pergerakan di luar daerah tertentu maka dianggap terjadi masalah dengan sistem keamanan.

Metode *template matching* merupakan metode untuk mencari kecocokan terbesar suatu obyek dengan obyek yang lain atau mencari lokasi sub-obyek di dalam sebuah gambar. Metode *template matching* menggunakan nilai korelasi untuk memilih obyek. Nilai korelasi semakin besar mempunyai arti bahwa kedua obyek semakin mirip. Nilai korelasi maksimal bernilai 1, yang berarti bahwa kedua obyek sama persis, jika bernilai 0 maka tidak ada kesamaan sama sekali antara keduanya.

Sistem melacak pergerakan melalu kamera webcam dan menterjemahkannya menjadi pergerakan mouse telah dikembangkan oleh Betke. System ini menggunakan metode *template matching* dengan 2 komputer, dan 1 webcam<sup>[1]</sup>. Pada penelitian pengamanan bahan nuklir ini disediakan 4 webcam dengan 1 komputer, dan metode *template matching* dapat digunakan dalam penelitian ini. Berikut disampaikan penelitian yang dilakukan.

## 2. TEORI

Korelasi sebuah mask  $w(x,y)$  berukuran  $m \times n$  dengan gambar  $f(x,y)$  dapat ditulis menjadi<sup>[2]</sup>

$$c(x, y) = \sum_s \sum_t w(s, t) f(x + s, y + t) \quad (1)$$

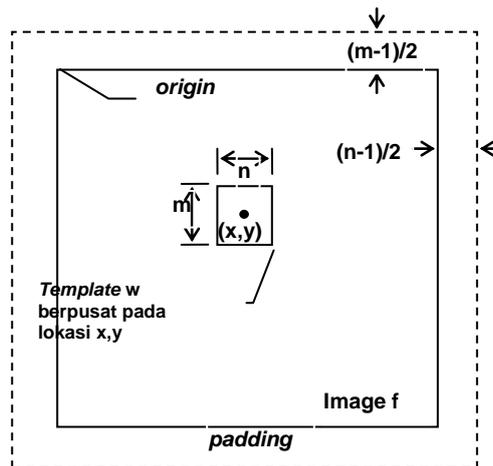
Dimana batas penjumlahan dipilih di atas suatu daerah yang digunakan bersama-sama antara  $w$  dan  $f$ . Persamaan ini dievaluasi untuk semua penggantian variable  $x$  dan  $y$  sehingga semua elemen  $w$  mengunjungi setiap piksel dari  $f$  dengan asumsi ukuran  $f$  lebih besar dari  $w$ .

Persamaan di atas jarang digunakan karena persamaan tersebut sensitif terhadap perubahan skala dalam  $f$  dan  $w$ . Sebagai gantinya digunakan koefisien korelasi ternormalisasi sebagai berikut<sup>[2]</sup>.

$$\gamma(x, y) = \frac{\sum_s \sum_t [w(s, t) - \bar{w}] \sum_s \sum_t [f(x + s, y + t) - \bar{f}(x + s, y + t)]}{\left\{ \sum_s \sum_t [w(s, t) - \bar{w}]^2 \cdot \sum_s \sum_t [f(x + s, y + t) - \bar{f}(x + s, y + t)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

Batasan penjumlahan diambil pada suatu daerah yang dipakai bersama oleh  $w$  dan  $f$ ,  $\bar{w}$  merupakan nilai rata-rata dari  $w$  dan  $\bar{f}(x+s, y+t)$  merupakan nilai rata-rata  $f$  dalam suatu daerah yang saat itu secara bersamaan diakses oleh  $w$ . Biasanya  $w$  ditunjuk sebagai *template* dan korelasi yang ditunjuk sebagai *template matching*. Nilai maksimum  $\gamma(x,y)$  terjadi ketika  $w$  ternormalisasi dan daerah  $f$  ternormalisasi berhubungan identik. Hal ini mengindikasikan suatu korelasi maksimum (kemungkinan kecocokan terbesar). Nilai minimum terjadi jika kedua fungsi ternormalisasi menunjukkan persamaan paling kecil dipandang dari persamaan 2.

Gambar 1 menunjukkan mekanisme *template matching* dengan *template* berukuran  $m \times n$  berpusat di lokasi  $(x,y)$ . Korelasi pada titik ini ditentukan dengan mengaplikasikan persamaan 2 di titik tersebut. Pusat *template* kemudian dinaikkan ke lokasi tetangga dan aplikasi persamaan diulangi. Koefisien korelasi  $\gamma(x,y)$  seluruhnya diperoleh dengan menggeser pusat *template* (dengan menaikkan  $x$  dan  $y$ ) sehingga pusat  $w$  mengunjungi setiap piksel di  $f$ . Proses terakhir adalah mencari nilai maksimum  $\gamma(x,y)$  untuk mencari lokasi dimana terjadi kecocokan terbaik.



Gambar 1. Mekanisme *template matching*

Ukuran *template* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi unjuk kerja proses pencocokan *template*. Ukuran *template* besar lebih menguntungkan karena lebih mewakili variasi bentuk dicari, ukuran *template* kecil membuat *template* mirip dengan gambar latar <sup>[1]</sup> Ukuran daerah pencarian terlalu kecil menyebabkan kemungkinan obyek termuat dalam daerah pencarian menjadi lebih kecil. Pengaruh ukuran *template* dan daerah pencarian terhadap jumlah komputasi <sup>[3]</sup> seperti pada persamaan 3 dengan  $N^2$  ukuran *template* dan  $M^2$  ukuran daerah pencarian.

$$\text{Jumlah perkalian} = N^2 \times (M - N + 1)^2 \quad (3a)$$

$$\text{Jumlah penjumlahan} = N^2 \times (M - N + 1)^2 \quad (3b)$$

Jika ukuran daerah pencarian dan ukuran *template* cukup besar maka proses pencarian posisi *template* menjadi lebih lama sehingga menyebabkan lebih banyak frame dari webcam yang tidak sempat diproses <sup>[1]</sup>

### 3. TATAKERJA (BAHAN DAN METODE) RANCANGAN

Penelitian menggunakan bahan diantaranya

1. Komputer Axioo-Pico DJ
2. Bahasa pemrograman Delphi 7
3. Webcam Logitech
4. DSPack 2.3.3.

Perangkat lunak dikembangkan mengikuti diagram alir seperti Gambar 2. Proses diawali dengan membuat koneksi dengan webcam. Webcam merupakan komponen dinamis yang mempunyai spesifikasi berbeda antara masing-masing webcam sehingga perlu pengaturan saat membuat hubungan dengan webcam. Proses kedua adalah memilih bahan nuklir sebagai *template*. Pemilihan obyek sebagai *template* memerlukan peran aktif operator karena perangkat lunak tidak mampu untuk memilih obyek. Proses ketiga adalah pembuatan kotak virtual. Kotak virtual merupakan daerah persegi di dalam gambar yang menjadi batas dalam pemberian keputusan ada peringatan atau tidak. Sebuah peringatan diberikan jika obyek bergerak melewati garis batas.

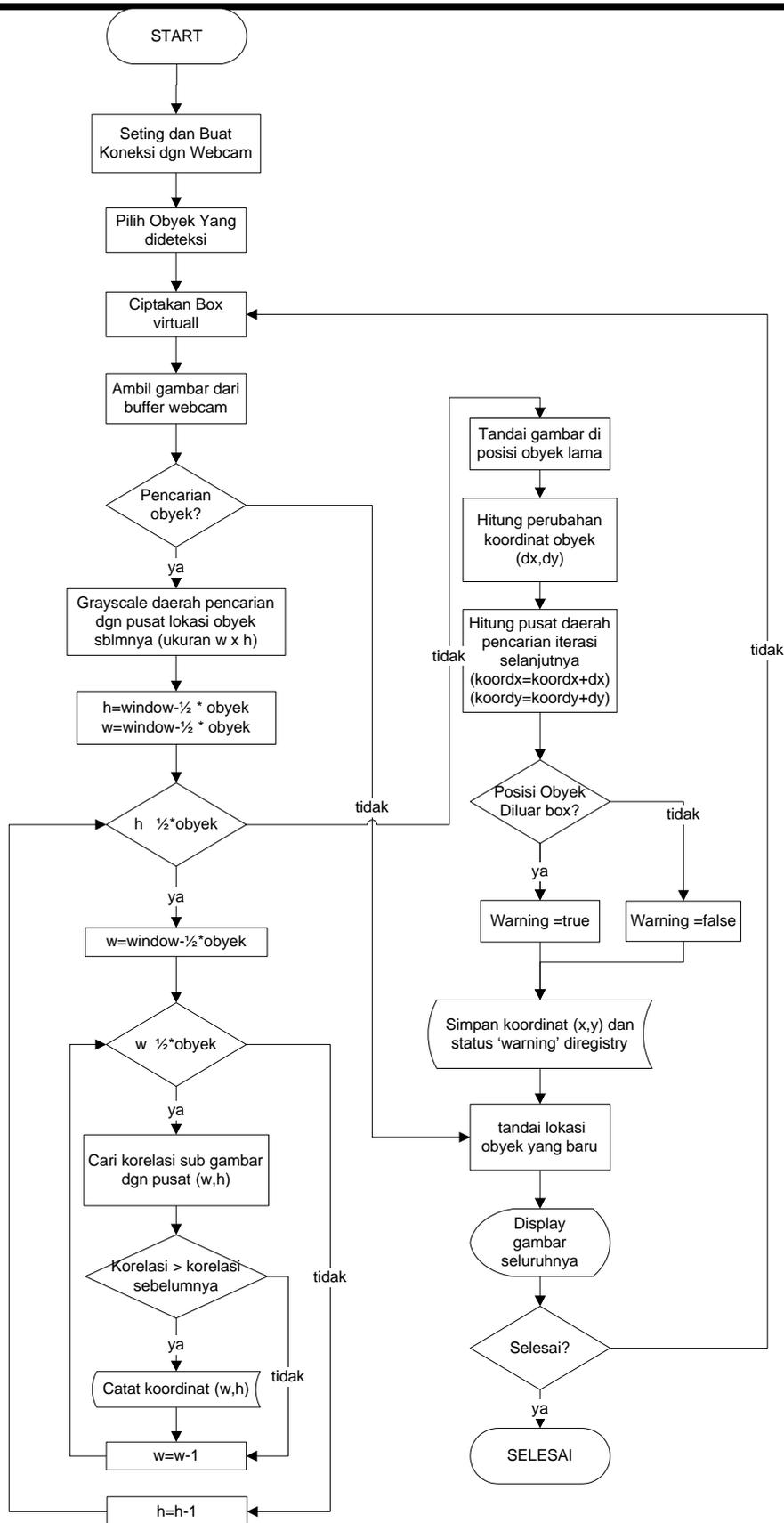
Proses keempat berisi pengambilan sampel *frame* tunggal dari *buffer* webcam dan mengaplikasikan operasi *template matching*. Proses *template matching* dilakukan dengan mencari nilai korelasi terbesar antara *template* dengan setiap titik di dalam *frame* tunggal dari webcam. Aplikasi *template matching* hanya dilakukan pada daerah kecil disekitar lokasi *template* pada iterasi sebelumnya.



---

Proses kelima, berisi penggunaan koordinat lokasi *template*. Proses ini terdiri dari beberapa subproses, yaitu penyiapan koordinat untuk iterasi selanjutnya, penulisan koordinat *template* di registry, pengambilan keputusan apakah koordinat *template* berada di luar kotak virtual, dan sub proses tampilan visual. Bentuk keputusan jika koordinat berada diluar kotak virtual di wujudkan dalam bentuk penulisan nilai registry. Hal ini dilakukan karena perangkat lunak ini merupakan bagian dari sistem yang lebih besar sehingga tindakan selanjutnya merupakan tanggung jawab sistem yang lebih besar.

Penelitian ini menggunakan spesifikasi ukuran *template* 20 piksel, ukuran daerah pencarian 40 piksel dan ukuran gambar dari webcam 320x240 piksel. Penggunaan ukuran-ukuran piksel tersebut mengacu pada hasil penelitian <sup>[1]</sup> Penentuan ukuran-ukuran tersebut perlu menjadi perhatian karena mempengaruhi kecepatan komputasi komputer. Ukuran yang tepat akan memberikan hasil komputasi dan ketepatan deteksi yang optimal.

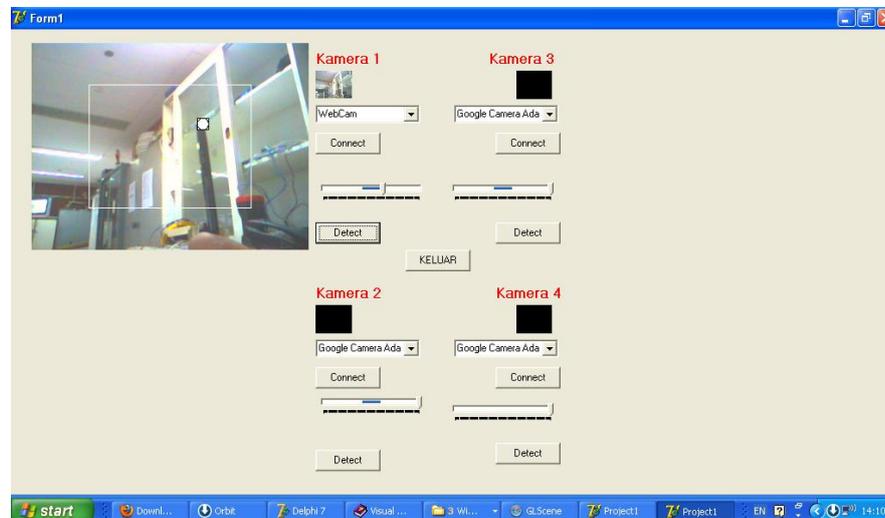


Gambar 2. Diagram alir proses deteksi



#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

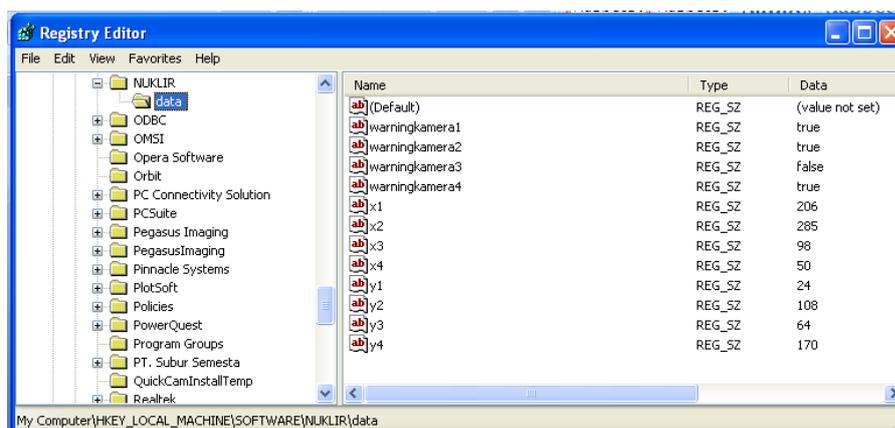
Hasil penelitian ini berupa sebuah perangkat lunak yang mampu mendeteksi gerakan obyek yang telah didefinisikan terlebih dahulu. Tampilan perangkat hasil penelitian nampak seperti gambar 3 yang menunjukkan bahwa perangkat lunak mempunyai 4 kamera yang disediakan. Keempat webcam dapat digunakan secara bersamaan atau sendiri-sendiri.



Gambar 3. Tampilan perangkat lunak

Keputusan jika obyek berada di luar kotak virtual dan koordinat terakhir lokasi *template* dari masing-masing kamera dituliskan ke sistem registry seperti nampak pada Gambar 4. Ukuran kotak virtual dapat diubah sesuai dengan keadaan di lapangan dengan cara menggeser *track bar* yang tersedia. Hal ini perlu dilakukan mengingat lokasi dan besar gerakan obyek dapat mengalami perubahan sesuai dengan lokasi pemasangan kamera.

Gambar 4 menunjukkan bahwa lokasi penyimpanan koordinat lokasi *template* berada di 'HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\NUKLIR\data' dengan entry seperti nampak pada Gambar 4. Registry ini otomatis dibuat dan diperbaharui jika perangkat lunak dijalankan. Sistem registry digunakan sebagai media pertukaran data dengan sistem perangkat lunak yang lebih besar. Nilai registry ini akan dibaca oleh perangkat lunak sistem yang lebih besar untuk selanjutnya digabungkan dengan input data dari sub-sistem lain sehingga didapat keputusan yang handal dan tepat.



Gambar 4. Tampilan registry



Uji fungsi perangkat lunak dilakukan di tempat penyimpanan bahan bakar nuklir Reaktor Kartini Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat lunak mampu mendeteksi gerakan sebuah bahan bakar nuklir ketika bahan bakar tersebut digerak-gerakkan. Perangkat lunak mampu mendeteksi gerakan bahan bakar mulai bahan bakar keluar dari tempat penyimpanan sampai bahan bakar tidak tertangkap kamera.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat lunak mempunyai beberapa kelemahan jika perangkat lunak dipergunakan sebagai sebuah sistem keamanan, diantaranya sebagai berikut :

1. Obyek yang akan bergerak perlu didefinisikan terlebih dahulu. Hal ini sama sekali bertentangan dengan kondisi nyata dimana obyek yang bergerak dipilih acak.
2. Perangkat lunak menggunakan *template matching* sehingga hanya mampu mendeteksi gerakan satu buah obyek. Pada kondisi nyata dua atau lebih bahan bakar dapat bergerak bersama-sama ke berbagai arah.
3. Perangkat lunak menggunakan metode visual untuk mendeteksi gerakan obyek, hal ini akan memberikan sedikit masalah jika bahan bakar nuklir yang disimpan di bawah air karena dibutuhkan intensitas cahaya yang cukup besar, konstan dan tidak terjadi riak.

## 5. KESIMPULAN.

Penelitian ini mempunyai beberapa kesimpulan yaitu :

1. Perangkat lunak mampu mendeteksi gerakan sebuah bahan bakar nuklir dan memberikan warning dalam bentuk perubahan nilai registry.
2. Obyek bahan bakar nuklir perlu dipilih terlebih dahulu sehingga perangkat lunak membutuhkan peran serta petugas untuk menjalankannya.
3. Perangkat lunak ini dikembangkan berbasis visual sehingga sangat rentan terhadap gangguan-gangguan yang bersifat visual.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kepala Pusat PRPN Batan dan Kepala Bidang Perawatan dan Perbengkelan yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan untuk melakukan penelitian ini. Terimakasih kepada semua anggota tim penelitian sistem keamanan bahan bakar nuklir dengan multi sensor.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Betke, M., Gips, J., Fleming, P., *The Camera Mouse : Visual Tracking of Body Features to Provide Computer Access For People with Severe Disabilities, IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering*, Vol. 10, No. 1, 2002
2. Gonzalez, R.C. dan Woods, R.E. *Digital Image Processing*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2008
3. Lewis, J.P., 1995. *Fast TemplateMatching*. *Canadian Image Processing and Pattern Recognition Society* [ONLINE], halaman 120-123. Available : [http://scribblethink.org/Work/nvisionInterface/vi95\\_lewis.pdf](http://scribblethink.org/Work/nvisionInterface/vi95_lewis.pdf). accessed on June 30 2009



---

PERTANYAAN :

1. Karena ini secara visual bagaimana system ini membedakan bahwa yang bergerak tsb adalah bahan nuklir bukan non nuklir ? System ini termasuk security atau safeguard? (PETRUS Z)
2. Cara pemindaian obyek apakah hanya dengan camera, atau dikombinasikan dg bercode (HARNO GARNITO)

JAWABAN :

1. Perangkat lunak tidak mampu membedakan obyek tersebut bahan nuklir /bukan namun perangkat ini mampu membedakan antara obyek yg telah dilatihkan diidentifikasi terlebih dahulu. Dengan obyek yang lain dengan demikian pada awal proses perlu ada inisiasi proses utk menentukan obyek mana yg akan diinisiasi dan dlm proses ini dibutuhkan peran aktif operator.
2. Pemindaian tdk menggunakan barcode namun hanya kamera saja. Pembedaan antara obyek yang satu dg yang lain didasarkan pada bentuk obyek yang telah dipiih /dilatihkan terlebih dahulu template datayg disimpan adalah kombinasi intensitas obyek dalam luasan tertentu