

Perancangan Sistem Pendeteksi Kehadiran Manusia Menggunakan Sensor Kinect

Elbert Teguh Indarto, Edi Leksono, dan Eko Mursito Budi

Program Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha 10 Bandung

Abstrak

Sistem pendeteksi kehadiran manusia dirancang dengan menggunakan sensor kinect yang berfungsi sebagai sensor okupansi. Sistem bekerja dengan cara mendeteksi dan mengidentifikasi setiap objek yang berada dalam area pengawasan. Apabila dalam area pengawasan terdapat objek yang terkategori sebagai manusia, maka sensor akan memberikan data lokasi manusia yang nantinya akan diproses oleh perangkat lunak untuk menentukan arah pergerakan dan jumlah manusia dalam suatu ruangan. Setelah diimplementasi dan diuji, sistem yang telah dirancang memiliki kemampuan untuk mendeteksi sampai dengan enam orang secara bersamaan. Sistem memiliki tingkat keberhasilan sebesar 91.34% apabila digunakan untuk mengawasi dua ruangan yang berseberangan sejauh 1.95 meter. Sedangkan sistem memiliki tingkat keberhasilan sebesar 91% apabila digunakan untuk mengawasi satu ruangan saja apabila menggunakan sistem dengan kemampuan mendeteksi maksimal enam orang sekaligus dan tingkat keberhasilan mencapai 100% apabila menggunakan sistem dengan kemampuan mendeteksi maksimal dua orang.

Kata Kunci: Sistem pengawasan, sensor okupansi, kinect, pendeteksian manusia.

1 Pendahuluan

Pada sistem bangunan pintar, kemampuan untuk mendeteksi kehadiran dari penghuni bangunan merupakan salah satu faktor penting untuk mengontrol penggunaan sumber daya dan menciptakan suasana aman bagi penghuninya. Untuk itu, dibutuhkan suatu sistem pendeteksi kehadiran manusia yang dapat benar-benar mendeteksi kehadiran manusia saja dan dapat mengetahui jumlah manusia dalam suatu ruangan. Apabila dalam area pengawasan terdapat objek yang terkategori sebagai manusia, maka sensor akan memberikan data lokasi manusia yang nantinya akan diproses oleh perangkat lunak untuk menentukan arah pergerakan dan jumlah manusia dalam suatu ruangan

2 Kajian Pustaka

2.1 Sensor Okupansi

Sensor Okupansi merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi kehadiran manusia. Sensor okupansi memiliki berbagai macam jenis, antara lain PIR (*Passive Infrared*) dan Ultrasonik.

2.1.1 Sensor Passive Infrared (PIR)

PIR adalah sensor okupansi yang bekerja dengan cara mendeteksi temperatur dari semua objek yang memasuki area deteksinya. Hal inilah yang digunakan sebagai dasar untuk membedakan objek yang terdeteksi oleh PIR. Kelemahan dari sensor jenis ini adalah apabila terdapat objek yang memancarkan panas yang cukup besar, objek itu dapat dikategorikan sebagai manusia oleh sensor PIR walaupun objek itu bukan manusia [1].

2.1.2 Sensor Ultrasonik [2]

Sensor Ultrasonik adalah salah satu jenis sensor okupansi yang bekerja menggunakan prinsip “Efek Doppler”. Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan sinyal dengan frekuensi tinggi yang tidak terdeteksi oleh manusia. Sinyal ini akan memantul pada objek, permukaan dan manusia di dalam ruangan. Kelemahan dari sensor jenis ini adalah sensitivitasnya yang tinggi, serta ketidakmampuannya untuk mendeteksi apakah suatu objek adalah benda mati atau hidup sehingga membuat sensor rentan terhadap gangguan beralih yang dapat menyebabkan alarm palsu.

2.2 Sensor Kinect

Sensor kinect adalah salah satu kontroler yang digunakan untuk memainkan konsol game XBOX 360. Keunikan Kinect dari kontroler lainnya kemampuannya untuk mengijinkan pemain untuk memainkan *game* hanya dengan menggunakan gerakan tubuh. Hal ini dikarenakan kinect dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dari hasil pencitraan yang didapatnya. Selain itu, kinect dapat membedakan apakah suatu objek adalah manusia atau bukan.

Berdasarkan fungsinya, kinect memiliki tiga jenis komponen utama [3], yaitu:

1. Sensor jarak kinect yang terdiri dari pemancar cahaya infra merah (IR) dan sensor monokrom infrared CMOS.
2. Sensor video kinect yang merupakan kamera Red Green Blue (RGB).
3. Sensor audio kinect yang terdiri dari empat mikrofon.

Selain itu, kinect juga memiliki pengolah data guna mengidentifikasi dan menjejaki orang.

Tabel 1. Spesifikasi kinect [4] :

Sensor	Kamera RGB
	Sensor Monokrom IR CMOS
Area Deteksi	Area deteksi horizontal : 57°
	Area deteksi vertical : 43°
	Jarak sensor kedalaman : 1.2-3.5 m
Arus Data	Kedalaman : 320x240 16-bit @30 frame/s
	Gambar : 640x480 16 bit @30 frame/s
Skeletal Tracking	Pasif : 6 orang
	Aktif : 2 orang (20 persendian)

Kinect bekerja dengan menggunakan prinsip “*structured light*”. Pemancar IR dari Kinect memancarkan sinar tunggal yang nantinya akan tersebar menjadi sinar berpola akibat dari efek difraksi. Cahaya ini nantinya akan diproyeksikan ke objek. Cahaya pantulan dari objek inilah yang nantinya akan dikorelasikan dengan pola referensi yang telah direkam di dalam kinect [5].

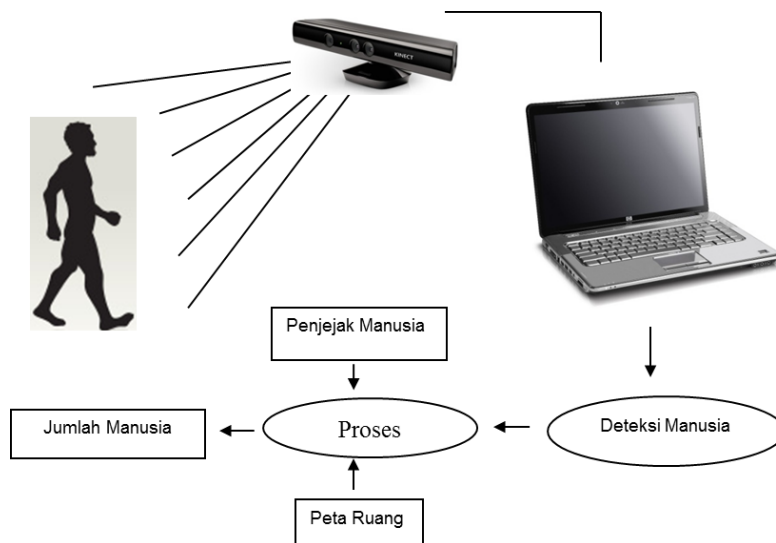
Setelah bentuk dari suatu objek telah didapatkan oleh kinect, bentuk dari objek tersebut dikorelasikan dengan basis data persendian manusia yang sudah terprogram di dalam kinect. Apabila objek yang terdeteksi oleh kinect memiliki persamaan dengan data persendian yang dimiliki oleh kinect, maka objek itu nantinya akan dikenali oleh kinect sebagai manusia.

Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah C#, yang dibantu dengan pustaka khusus yang dibuat oleh Microsoft untuk kinect, yaitu Microsoft.Kinect dan dalam menampilkannya digunakan fitu Windows Presentation Foundation (WPF).

3 Perancangan dan Implementasi Sistem

3.1 Arsitektur Sistem

Sistem pendeteksi dan penghitung manusia ini terdiri dari sebuah “kinect” yang berfungsi sebagai sensor gerak dan sebuah notebook sebagai alat pemroses data dan interface untuk program.



Gambar 1 Skema sistem pendeteksi kehadiran manusia

3.2 Percobaan Jangkauan Kinect

“Kinect for XBOX 360” mempunyai batas area penglihatan vertikal maksimum sebesar 43° dan batas area penglihatan vertikal minimum sebesar 39.4° . Sedangkan untuk batas area pendeteksian horizontal maksimum sebesar 57° dan batas area pendeteksian horizontal minimum sebesar 51° . Maksud dari batas area pendeteksian maksimum adalah besar kemampuan maksimal kinect untuk tetap mendeteksi manusia apabila manusia sudah berada pada status terdeteksi. Sedangkan batas area pendeteksian minimum adalah batas area minimum agar objek dengan kategori manusia dapat terdeteksi oleh kinect. Kinect dapat mendeteksi jarak objek sampai dengan 3.9 meter sejajar dengan sumbu-z kinect, 2.8 meter sejajar dengan sumbu-x kinect dan 2.8 meter sejajar dengan sumbu-y kinect.

3.3 Desain Pemasangan Sistem

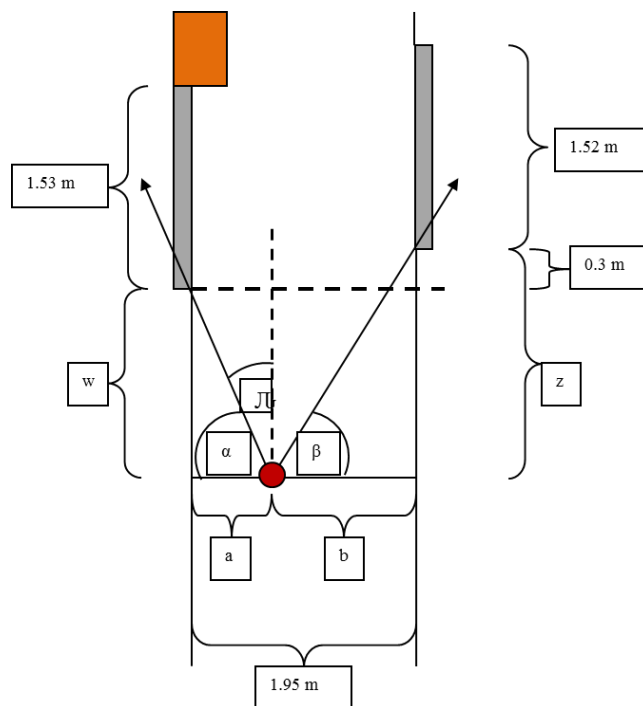
Untuk pemasangan sensor kinect, pengukuran keadaan daerah yang akan diawasi dilakukan terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan agar daerah pengawasan kinect dapat dimaksimalkan sesuai dengan kebutuhan.

Dari pengukuran lapangan di dapatkan bahwa data keadaan Lorong Gedung Teknik Fisika Lantai dua sebagai berikut :

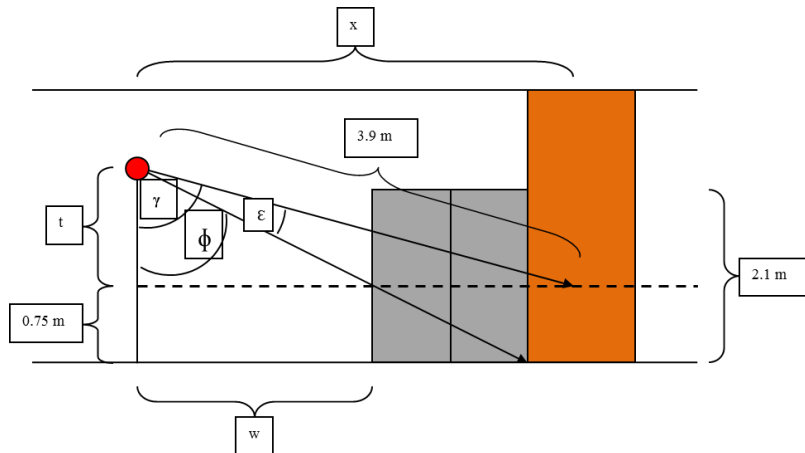
1. Lebar lorong : 1.95 m
2. Lebar pintu Tata Usaha : 1.53 m
3. Lebar pintu Ruang Tamu : 1.52 m
4. Jarak antara pintu Tata Usaha dengan Ruang tamu: 0.3 m
5. Tinggi pintu : 2.1 m

Sedangkan dari data kemampuan kinect didapatkan:

6. Jarak minimal pendeteksian : 2 m (sejajar sumbu z) 60 cm (sejajar sumbu y)
7. Sudut penglihatan minimal : 39.4° (vertikal) 51° (horizontal)
8. Jumlah maksimal manusia yang dapat: 6 orang dideteksi



Gambar 2. Denah lorong Gedung Teknik Fisika lantai dua dan lokasi pemasangan kinect (tampak atas).



Gambar 3. Denah lorong Gedung Teknik Fiska lantai dua dan lokasi pemasangan kinect (tampak samping).

Dari gambar denah dan data kemampuan kinect, didapatkan data sbb:

Jarak antara dinding Ruang Tata Usaha dengan Ruang Tamu adalah 1.95 meter, maka :

$$a + b = 1.95 \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan trigonometri maka di dapatkan :

$$z = b \times \tan \beta \quad (2)$$

$$w = a \times \tan \alpha \quad (3)$$

$$x = 3.9 \times \sin \gamma \quad (4)$$

$$\tan \phi = \frac{z}{t} \quad (5)$$

$$\gamma = \phi + \varepsilon \quad (6)$$

$$\alpha = \beta \quad (7)$$

Syarat agar daerah pendeteksian kinect dapat dimaksimalkan adalah

$$z - w \approx 0.3 \quad (8)$$

Serta dengan menggunakan asumsi Tinggi pinggul manusia rata-rata adalah 75 cm.

Maka desain penempatan kinect dapat ditunjukkan dengan metode sebagai berikut:

$$z - w = c$$

$$b \times \tan \beta - a \times \tan \alpha = c$$

$$(1.95 - a) \times \tan \beta - a \times \tan \alpha = c$$

$$(1.95 - a) \times \tan \alpha - a \times \tan \alpha = c$$

$$(1.95 - 2a) \times \tan \alpha = c \quad ; 0 \leq a \leq 1.95$$

Dari hasil perhitung tersebut didapatkan hasil bahwa lokasi penempatan sensor adalah pada

$$a = 0.9 \text{ meter}$$

$$w = 1.89 \text{ meter}$$

Setelah jarak maksimal kinect terhadap dinding Ruang Tata Usaha dan jarak kinect terhadap pintu Ruang Tata Usaha didapatkan, maka selanjutnya untuk menentukan tinggi pemasangan kinect dapat dicari dengan metode sbb:

$$\tan \emptyset = \frac{y}{t} \quad (9)$$

$$\tan \emptyset = \frac{w}{t} \quad (10)$$

$$\tan^{-1} \emptyset = \frac{w}{t} ; 1.25 \leq t \leq 1.95 \quad (11)$$

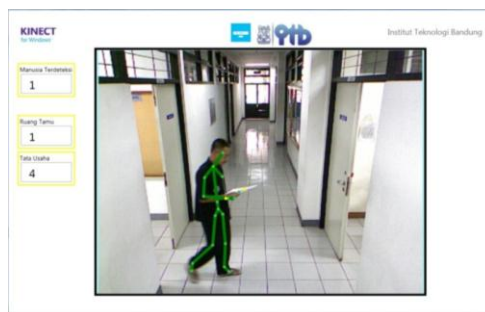
$$y = \emptyset + \varepsilon \quad (12)$$

$$x = 3.9 \times \sin y \quad (13)$$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa lokasi pemasangan sensor yang optimal adalah pada

$$t = 1.35 \text{ meter} - 1.55 \text{ meter}$$

3.4 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 4. Interface perangkat lunak

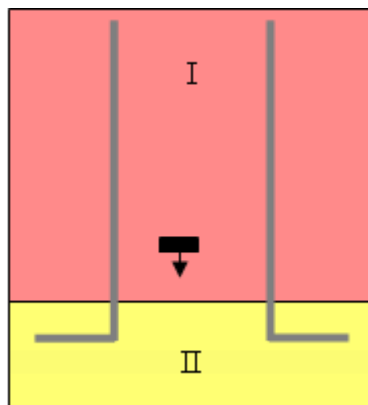
Adapun cara kerja dari sistem yang dipasang adalah sebagai berikut : Sensor dalam hal ini kinect akan mendeteksi objek-objek yang ada pada area yang ingin diawasi. Apabila dari objek yang terdeteksi oleh kinect terdapat objek yang terkategori sebagai manusia oleh kinect, maka kinect akan menjejak dan menghitung jarak relatif objek terhadap kinect. Pada tahap ini, program akan menghitung jumlah objek yang teridentifikasi dan menampilkan jumlahnya pada interface. Setelah nilai input dari jarak objek terhadap kinect diketahui, nilai ini akan diproses oleh program.

Program yang dipakai pada rancangan ini telah diberikan suatu batasan nilai yang nantinya akan dipakai sebagai tolok ukur untuk menentukan posisi dari objek. Apabila seseorang yang tadinya terdeteksi lalu menghilang atau keluar dari daerah pengawasan kinect, program akan mengidentifikasi posisi terakhir dari manusia yang terdeteksi. Apabila orang tersebut menghilang melebihi batas ruangan yang telah ditentukan pada daerah yang diawasi kinect, maka program akan menyatakan orang tersebut bergerak kedalam ruangan dan menambahkannya pada data jumlah orang pada ruangan. Setelah itu, program akan menampilkan berapa banyaknya manusia yang berada didalam ruangan tersebut.

4 Pengambilan Data dan Analisis

4.1 Pengujian Sistem Satu Pintu

Pada pengujian ini, perangkat lunak bekerja dengan cara membagi daerah pengamatan menjadi dua kuadran. Satu kuadran untuk daerah di luar lorong dan satu kuadran untuk wilayah di dalam lorong.



Gambar 5. Pembagian kuadran pengujian satu pintu.

Keterangan :

- I : Kuadran Dalam Lorong.
- II : Kuadran Luar Lorong.

4.1.1 Pengujian Tahap Satu (Maksimal Dua Orang)

Pada pengujian ini, mekanisme perangkat lunak yang digunakan untuk mendeteksi posisi keberadaan manusia bekerja dengan cara mendeteksi dan mengkalkulasi jarak dari kepala manusia terdeteksi terhadap sensor untuk menentukan posisi dari manusia terdeteksi.

Hasil percobaan menyatakan bahwa dari 50 orang yang keluar-masuk lorong, 100% manusia dapat dideteksi oleh sistem dengan baik.

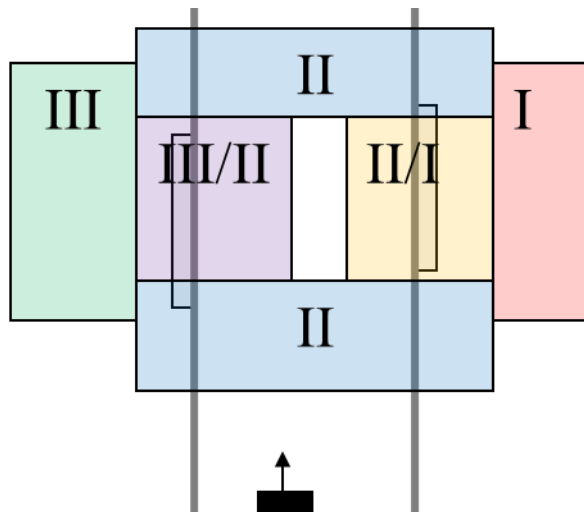
4.1.2 Pengujian Tahap Dua (Maksimal Enam Orang)

Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa nilai error dari sistem adalah 9%. 88.8% dari error disebabkan oleh karena tidak terdeteksinya manusia oleh sistem, dan 75% dari error tersebut terjadi pada saat penghitungan manusia masuk lorong.

4.2 Pengujian Sistem Dua Pintu

Pada pengujian tahap ini, sistem ditujukan untuk mengawasi dua buah ruangan yang letaknya berseberangan. Dalam hal ini ruangan yang diawasi adalah ruangan Tata Usaha dan Ruang Tamu Dosen yang terletak pada Gedung Teknik Fisika Lantai Dua.

Pada pengujian ini, sistem menggunakan perangkat lunak yang bekerja dengan cara membagi daerah pengawasan menjadi tiga kuadran. Satu kuadran mewakili ruang Tata Usaha, satu kuadran mewakili Lorong Lantai Dua, dan satu kuadran mewakili Ruang Tamu Dosen.



Gambar 6. Pembagian kuadran pengujian dua pintu.

Keterangan :

- I : Kuadran Ruang Tamu.
- II : Kuadran Lorong.
- III : Kuadran Ruang Tata Usaha.

4.2.1 Skenario Satu

Pada pengujian ini, sukarelawan diminta untuk keluar-masuk dari Ruang Tamu Dosen ke Lorong dan sebaliknya. Dari data pengujian didapatkan bahwa untuk kemampuan sistem mengenali manusia yang keluar-masuk Ruang Tamu Dosen adalah sebesar 100%.

4.2.2 Skenario Dua

Pada pengujian ini, sukarelawan diminta untuk keluar-masuk dari Ruang Tata Usaha ke Lorong dan sebaliknya. Dari data pengujian, didapatkan bahwa pada skenario ini dari 25 kali percobaan terdapat error sebesar 10 %. Semua error yang terjadi pada skenario ini adalah keterlambatan sistem untuk mengenali manusia sebelum manusia berjalan melewati batas kuadran daerah.

4.2.3 Skenario Tiga

Pada pengujian ini, sukarelawan diminta untuk berjalan keluar dari Ruang Tata Usaha ke Ruang Tamu Dosen, dan sebaliknya. Dari data yang didapatkan diketahui bahwa pada skenario ini, dari 25 kali percobaan sistem mempunyai error sebesar 16 %. Dari data dapat diketahui bahwa 75% error terjadi karena kehadiran manusia tidak dapat terdeteksi oleh sistem.

5 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan antara lain :

1. Kelebihan sensor kinect secara fungsional dibandingkan dengan sensor okupansi biasa adalah
2. Kinect dapat mendeteksi manusia sampai dengan enam orang secara bersamaan.
3. Kinect dapat digunakan untuk mendeteksi arah dari pergerakan manusia, yang nantinya dapat digunakan untuk menghitung jumlah penghuni dalam suatu ruangan.
4. Dari percobaan diperoleh kesimpulan bahwa :
5. Apabila digunakan untuk mengawasi satu ruangan saja, tingkat keberhasilan dari sistem adalah 100% untuk sistem dengan kemampuan maksimal mendeteksi dua orang secara bersamaan dan 91% untuk sistem dengan kemampuan maksimal mendeteksi enam orang secara bersamaan.
6. Apabila digunakan untuk mengawasi dua ruangan yang berseberangan, tingkat keberhasilan dari sistem adalah 91.34%.
7. Dimana salah satu kesalahan utama yang menyebabkan error dari sistem adalah gagalnya pendeteksian posisi awal manusia akibat posisi awal manusia hampir sejajar dengan sumbu-z sensor.

6 Daftar Pustaka

- [1] Types of occupancy sensors http://www.ehow.com/list_6779765_types-occupancy-sensors.html [diakses pada 18/01/2013]
- [2] Energy Saving Tips For Lighting <http://www.energysavingsensors.com/General-Information1.htm> [diakses pada 18/01/2013]
- [3] Kinect for Windows Sensor Components and Specifications <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131033.aspx> [diakses pada 25/01/2012]
- [4] What you need to know about the Kinect for Xbox 360 <http://www.gizmowatch.com/entry/what-you-need-to-know-about-the-kinect-for-xbox-360/> [diakses pada 25/01/2012]

- [5] Khoshelham, Kourosh and Sander Oude Elberink. 2012. Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications. *Sensors* 2012, 12, 1437-1454; doi:10.3390/s120201437