



Sistem Keamanan Gedung Menggunakan Kinect Xbox 360 Dengan Metode Skeletal Tracking

Hamdi Alchudri¹, Zaini²^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknik, Universitas Andalas¹hamdialchudri060896@gmail.com, ²zzaini21@gmail.com

Abstract

The incidence of fire and theft is very threatening and causes disruption to people's lifestyles, both due to natural and human factors resulting in loss of life, damage to the environment, loss of property and property, and psychological impacts. The purpose of this study is to create a building security system using Kinect Xbox 360 which can be used to detect fires and loss of valuable objects. The data transmission method uses the Internet of Things (IoT) and skeletal tracking. Skeletal detection uses Arduino Uno which is connected to a fire sensor and Kinect to detect suspicious movements connected to a PC. Kinect uses biometric authentication to automatically enter user data by recognizing objects and detecting skeletons including height, facial features and shoulder length. The ADC (Analog to Digital Converter) value of the fire sensor reading has a range between 200-300. The fire sensor detects the presence of fire through optical data analysis containing ultraviolet, infrared or visual images of fire. The data generated by Kinect by detecting the recognition of the skeleton of the main point of the human body known as the skeleton, where the reading point is authenticated by Kinect from a range of 1.5-3 meters which is declared the optimal measurement, and if a fire occurs, the pump motor will spray water randomly. to extinguish the fire that is connected to the internet via the wifi module. The data displayed is in the form of a graph on the Thingspeak cloud server service. Notification of fire and theft information using the delivery system from input to database

Keywords: Kinect Xbox 360, Skeletal Tracking, Internet of Things

Abstrak

Kejadian kebakaran dan kemalingan sangat mengancam serta menyebabkan gangguan pada pola hidup masyarakat, baik karena faktor alam maupun manusia sehingga timbul korban jiwa, lingkungan rusak, rugi dalam hal harta dan benda, serta berdampak pada psikologis. Tujuan dari penelitian ini membuat sistem keamanan gedung menggunakan kinect xbox 360 yang dapat dipergunakan untuk mendeteksi kebakaran serta kehilangan benda berharga. Metode pengiriman data menggunakan Internet of Things (IoT) dan skeletal tracking deteksi skeleton dengan memakai arduino uno yang terhubung ke sensor api serta kinect untuk mendeteksi pergerakan yang mencurigakan yang terhubung ke PC. Kinect menggunakan otentikasi biometric untuk memasukan data pengguna secara otomatis dengan mengenali object dan mendeteksi skeleton diantaranya tinggi badan, fitur wajah dan Panjang bahu. Nilai ADC (Analog to Digital Converter) pembacaan sensor api memiliki range antara 200-300. Sensor api mendeteksi adanya api melalui analisis data optic yang mengandung pancaran ultraviolet, infrared atau pencitraan visual api. Data yang dihasilkan kinect dengan mendeteksi pengenalan kerangka titik utama tubuh manusia yang di kenal sebagai skeleton, dimana titik pembacaan yang terotentikasi oleh Kinect dari rentang 1, 5-3 meter yang dinyatakan pengukuran optimal, dan apabila terjadinya kebakaran maka motor pompa akan menyemburkan air secara acak untuk memadamkan api yang dikoneksikan dengan internet melalui modul wifi. Data yang ditampilkan berbentuk grafik pada layanan cloud server thingspeak. Pemberitahuan informasi kebakaran dan kemalingan menggunakan sistem pengiriman dari input ke database.

Kata kunci: Kinect Xbox 360, Skeletal Tracking, Internet of Things.

1. Pendahuluan

Bencana kebakaran atau kemalingan merupakan suatu peristiwa dan musibah yang tidak di kehendaki oleh semua orang, peristiwa tersebut bukanlah hal yang asing bagi para masyarakat mengingat setiap hari berbagai

media mengabarkan peristiwa kebakaran dan kemalingan yang terjadi mulai dari toko-toko besar, rumah, gedung perkantoran, serta apartemen [1]. Peristiwa kebakaran dan kemalingan ini tentunya meninggalkan kerugian bagi masyarakat baik kerugian

moril, materil dan yang paling buruk adalah memakan korban jiwa [2].

Peristiwa ini terjadi karena kelalaian manusia serta kurangnya sistem pengamanan kebakaran yang digunakan. Sebagian gedung dan apartemen telah mempersiapkan alat pemadam kebakaran berupa (APAR) serta telah dilengkapi alarm kebakaran, namun ini belum efektif dalam pengawasan oleh security karena tidak mengetahui dimana letak titik kebakaran dalam sebuah gedung, sehingga tidak ada penanggulangan dini dari kebakaran tersebut [3]. Proses penanggulangan kebakaran masih mengandalkan pemadaman kebakaran atau safety dari luar yang dapat memperparah keadaan dikarenakan petugas pemadam kebakaran membutuhkan waktu untuk tiba di lokasi kebakaran. Dalam kehidupan aspek yang sangat penting untuk diperhatikan ialah aspek keamanan seperti keamanan gedung, rumah, dan juga ruangan [4]. Aspek keamanan ini menjadi permasalahan yang penting pada kehidupan baik berkaitan dengan diri maupun barang dari gangguan orang yang memiliki maksud yang tidak baik [5]. Keamanan dinyatakan baik saat terdapat perangkat yang dapat mengendalikannya.

Sistem keamanan ini bahkan banyak digunakan untuk segala bentuk kebutuhan seperti ruangan, barang pribadi, dan lain sebagainya. Alat keamanan yang kini banyak dipergunakan ialah CCTV yang memiliki fungsi untuk mengamankan serta memonitoring ruangan. CCTV ini akan terhubung dengan Digital Video Recorder atau DVR [8]. CCTV ini kini banyak dipergunakan oleh berbagai lembaga atau instansi untuk memonitoring keamanan ruangnya [6]. Disamping keunggulan yang dimiliki kelemahan dari CCTV ini ialah pada pengaruh cahaya, butuh dilakukan pengawasan terus menerus, terefleksi dengan camera digital, tidak mampu memicu alarm pada ruangan yang berbeda. Karenanya terdapat salah satu teknologi Kinect Xbox 360 guna melakukan deteksi pada tubuh manusia atau titik skeleton.

Pelacakan titik utama tubuh manusia menggunakan kinect xbox 360 menjadi faktor yang memberikan dorongan alarm dengan konsep Internet of Thing [7]. IoT memberi solusi untuk dapat memantau ruangan dari jarak jauh menggunakan pemanfaatan teknologi internet [8]. IoT dapat menghubungkan input analog menjadi input digital yang lengkap dengan UID (Unique Identifiers) serta mampu untuk dapat mentransfer data dengan jaringan tanpa membutuhkan adanya interaksi antar manusia dan computer [9]. UID ini merupakan teknologi yang identik dengan istilah “Smart Building” yang terdiri atas perangkat serta perlengkapan, salah satunya dengan menggunakan kamera keamanan. Penggabungan kinect xbox 360 dan IoT merupakan sebuah solusi yang dipergunakan untuk memudahkan monitoring serta memungkinkan keamanan ruangan dapat meningkat, selain itu teknologi ini merupakan

teknologi dengan inovasi terbaru yang memiliki sifat disruptive Innovation dalam hal menjaga keamanan ruangan [10].

2. Metode Penelitian

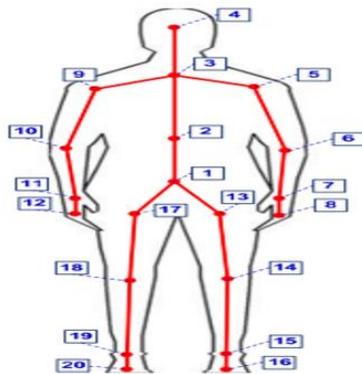
2.1. Studi Literature

Tahapan ini merupakan tahapan untuk memperoleh referensi berkenaan dengan penelitian sehingga terdapat tambahan tentang pergerakan yang mencurigakan dan mendeteksi adanya api di dalam ruangan. Dalam rangka memberikan dukungan dan kelengkapan maka diperlukan pengumpulan referensi untuk menjaga keamanan dalam suatu gedung, dengan menggunakan mikrokontroler, Kinect xbox 360 dan sensor api.

Salah satu alat yang dipergunakan untuk mendeteksi nilai intensitas serta frekuensi dari api ialah sensor api [11]. Alat sensor api mampu mendeteksi kedua hal tersebut mengingat berbagai kompoten yang memberikan dukungan pada sensor api. Sensor api ini memiliki cara kerja dengan cara nyala api ditangkap dengan tujuan pencegahan terhadap kebakaran. Mayoritas sensor api ini dapat mendeteksi api dengan metode optik seperti Ultraviolet, Infrared, Spectroscopy, serta pencitraan visual flame. Perancangan sensor api memiliki kegunaan untuk melakukan deteksi pada penyerapan cahaya pada gelombang dengan panjang tertentu sehingga spektrum cahaya pada api dapat dibedakan [12].

Kinect di jadikan sebagai input pemantauan pergerakan dimana data-data kinect tersebut menggunakan metode Skeletal Tracking deteksi skeleton yang merupakan salah satu fitur yang disediakan Kineck SDK dengan melakukan pelacakan pada persendirian utama tubuh manusia dengan menggunakan depth sensor [13]. Depth sensor membaca pemetakan objek yang didasarkan dengan jarak dibanding dengan data yang diambil. Data training dibuat dengan seratus ribu frame yang mana diambil gambar manusia dengan berbagai posisi yang berbeda dengan posisi berdiri. Sedangkan ketika duduk kinect tidak mampu mendeteksi kaki manusia. Skeletal Tracking ini mampu menangkap pola pergerakan yang dilakukan objek [14]. Sensor Kineck dapat membaca garis rangka serta titik otot gerak dengan memudahkan untuk membedakan gerakan objek serta gerakan luar objek seperti background, noise, dan lain sebagainya. Pola input gerakan objek dapat menjadi input data sensor, kinect juga memiliki titik sumbu utama yang disebut sebagai skeleton seperti posisi sendi-sendi yang ditetapkan pada tempat-tempat dasar dalam model manusia sebagai titik-titik sendi utama tubuh manusia dimana, titik 1 sendi “pusat pinggul”, titik 2 sendi “tulang belakang”, titik 3 sendi “pusat bahu”, titik 4 sendi “kepala”, titik 5 sendi “bahu kiri”, titik 6 sendi “siku kiri”, titik 7 sendi “pergelangan tangan kiri”, titik 8 sendi “tangan kiri”, titik 9 sendi “bahu kanan”, titik 10 sendi “siku kanan”, titik 11 sendi “pergelangan tangan

kanan”, titik 12 sendi “tangan kanan”, titik 13 sendi “pinggul kiri”, titik 14 sendi “lutut kiri”, titik 15 sendi “pergelangan kaki kiri”, titik 16 sendi “kaki kiri”, titik 17 sendi “pinggul kanan”, titik 18 sendi “lutut kanan”, titik 19 sendi “pergelangan kaki kanan”, dan titik 20 sendi “kaki kanan”, penjelasan dari titik sendi tersebut dapat dilihat melalui Gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Titik Sendi Utama Tubuh Manusia

2.2. Perancangan Hardware

Sebagai langkah awal dari pembuatan sistem keamanan gedung, terlebih dahulu dibuat perancangan hardware terdiri dari blok diagram dari sebuah system. Menurut Sutanto (2015) sistem dapat dimaknai dengan sekumpulan bagian atau komponen baik secara fisik maupun non fisik yang memiliki kaitan satu dengan lainnya yang bekerja dengan harmonis sehingga tujuan tertentu dapat dicapai. Berdasarkan Gambar 2 yang dapat dilihat dibawah, blok diagram meliputi komponen pendukung dari alat yang akan dibangun, terdiri dari kamera kinect, mikrokontroller (arduino uno), sensor api dan buzzer. Kinect dan sensor api sebagai input dan motor dc berguna sebagai pompa air yang dapat menyemburkan air secara acak sehingga dapat memadamkan api dan buzzer digunakan sebagai alarm untuk dapat mengetahui apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan didalam sebuah Gedung.

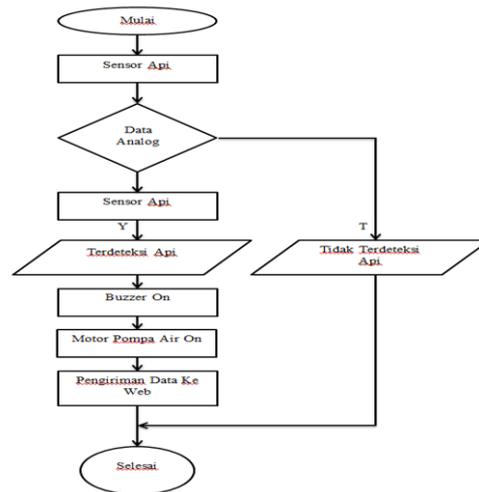


Gambar 2. Blok Diagram sistem

2.3. Perancangan Software

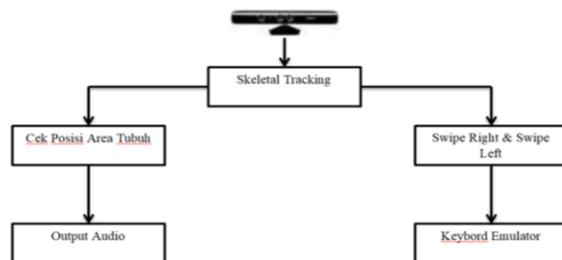
Pada perancangan ini, sensor api membaca data yang telah diproses dengan mendapatkan range terdeteksi adanya api maka, buzzer akan hidup sebagai penanda bahwa telah terjadi kemunculan api di dalam ruangan tersebut. Motor pompa akan hidup secara otomatis menyemburkan air untuk memadamkan api di dalam ruangan tersebut dan sensor api mengirimkan data waktu

terjadinya kebakaran pada webserver. Berikut adalah diagram alir pembacaan data sensor api yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Pembacaan Data Sensor Api

SDK Kinect menjalankan proses Skeletal Tracking yang dipergunakan untuk mengambil data koordinat Skeleton yang kemudian dipergunakan untuk pengaturan proses dalam mengambil gerak. Ketika Skeleton telah terdeteksi kemudian akan muncul tulisan “Ready” pada status yang letaknya ada diatas monitor. Saat Skeletal Traking tidak mampu mendeteksi Skeleton maka dapat dilanjutkan dengan proses penemuan bagian user Skeleton yang kemudian dilanjutkan dengan User Gesture. Gesture tersebut kemudian ditangkap dan diproses dengan cek gesture yang terdiri atas pengambilan gerakan user yang mana diliat gesture tersebut termasuk gesture Swipe atau bukan. Pengecekan gesture dilakukan dengan membatasi durasi awal dan juga durasi maksimal untuk mengambil gerakan swipe. Bukan hanya itu terdapat pula pengecekan lain yang mana dilakukan pengecekan pada tubuh user apakah terjadi geseran yang sesuai dengan arah serta tidak lebih dari batasan tinggi swipe right dan left yang mana kemudian data tersebut dipergunakan untuk proses keyboard emulator sebagaimana pada Gambar 4.



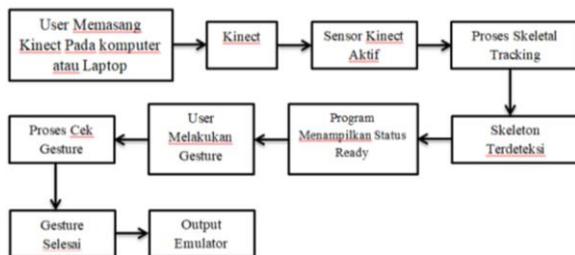
Gambar 4. Diagram Alir Perancangan Kinect

Setelah proses tersebut maka kemudian dilakukan proses deteksi status kinect sudah terkoneksi atau belum. Jika sudah terkoneksi maka program sensor kinect dapat

berjalan. Kemudian program akan menampilkan Message Box yang memberikan informasi pada user bahwa Kinect belum dapat dideteksi sedangkan jika sudah maka gambar akan dimunculkan.

2.4. Skeletal Tracking

Fitur pengujian titik sendi tubuh manusia menggunakan metode *skeletal tracking* adalah penggunaan depth sensor. Depth sensor awalnya akan membaca pemetaan objek yang di tangkap oleh kinect berdasarkan jarak dengan mengambil posisi yang berbeda-beda. Setelah menemukan titik sendi tubuh manusia, maka sendi tersebut dapat dihubungkan membentuk kerangka digital. Adapun langkah yang dapat dilakukan untuk memetakan objek yang di tangkap kinect berdasarkan jarak dengan pengujian titik sendi tubuh manusia terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Block Diagram Proses Skeletal Tracking

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem keamanan gedung ini dibuat untuk mendeteksi pergerakan mencurigakan, seperti pergerakan maling yang pengukuran skeletonnya tidak tersimpan di database kinect. Metode *skeletal tracking* merupakan sebuah fitur yang disediakan oleh kinect dengan fungsi pelacakan pergerakan titik pada sendi utama tubuh dari manusia. Pada sistem ini dipergunakan pula sensor api dengan metode optik seperti Ultraviolet, Infrared, serta Pencitraan visual api yang mampu mendeteksi percikan api yang merupakan tanda awal adanya kebakaran gedung.

3.1. Pengukuran Data Sensor Api

Dari pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan sensor api pada Gambar 6 diatas maka didapatkan hasil tegangan, jika api semakin besar maka tegangan akan semakin menurun bahkan mendekati 0, sebaliknya saat api semakin kecil akan semakin besar tegangan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sistem berjalan dengan baik atau terdapat kendala.

Dari pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan sensor api pada Gambar 6 diatas maka didapatkan hasil tegangan, jika api semakin besar maka tegangan akan semakin menurun bahkan mendekati 0, sebaliknya saat api semakin kecil akan semakin besar tegangan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sistem berjalan dengan baik atau terdapat kendala, sebagaimana Tabel 1.



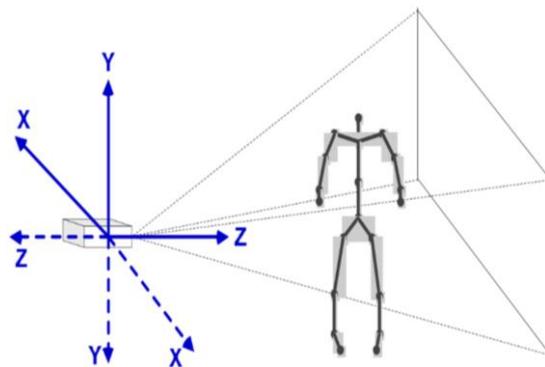
Gambar 6. Pengukuran Tegangan sensor Api

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Api

No	Objek	Besar/Kecil	Jarak (Cm)	ADC	VDC
1	Api	Kecil	30	220	3,7
2	Api	Besar	30	265	1,5
3	Api	Kecil	90	210	2,2
4	Api	Besar	90	275	0,5
5	Api	Besar	65	270	0,9

Pada Tabel 1 diatas, diperoleh hasil apabila api kecil dengan jarak 30/90 cm maka tegangan data ADC yang dideteksi 220, 210 dan apabila api besar tegangan memiliki respon dengan jarak 30, 90, 65 maka tegangan data ADC nya 265, 275 dan 270.

3.2. Kerangka Kinect Xbox 360



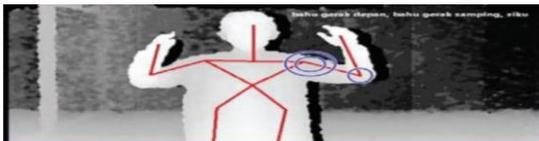
Gambar 7. Sistem Koordinat 3D Kamera Kinect

Bagian tubuh manusia di depan kamera Kinect dideteksi oleh aliran kedalaman Natural User Interface (NUI). Dua puluh posisi sendi utama dicatat berdasarkan koordinat asli untuk membentuk kerangka manusia yang lengkap. Setiap posisi didefinisikan oleh koordinat 3 dimensi (x, y, z), yang menyatakan tempat kerangka di ruang nyata, dibandingkan dengan posisi asal (0, 0, 0) di sekitar sensor.

Dari sudut pandang pengguna, sumbu digambarkan seperti pada Gambar 7 di mana: x, y, z-sumbu meliputi garis horizontal ke arah kanan, garis vertikal ke atas, dan garis tegak lurus dengan (x, y) permukaan dari sensor, masing-masing. Sistem Kinect memungkinkan pelacakan gambar berwarna, gambar kedalaman, dan data kerangka secara otomatis pada saat yang bersamaan. Dengan demikian, lintasan setiap gerakan

tangan mudah dideteksi, dan data lokasi sendi pada kerangka diperoleh secara akurat.

Kerangka tubuh manusia dibuat dari citra bagian-bagian tubuh yang telah dihasilkan dengan cara yang berhubungan dengan wilayah tertentu dari citra kedalaman dengan idensitas yang berbeda dari data fitur yang ditampilkan. Penelitian ini bertujuan untuk analisa bekeraan dengan ciri gerakan tangan. Oleh karena itu, posisi sendi "tangan kanan" diperoleh untuk membangun data 3D di antara 20 sendi kerangka manusia. Posisi setiap frame gambar didefinisikan sebagai matriks transpose dengan tiga nilai (x, y, z) dalam koordinat 3D.



Gambar 8. Mengambil Sudut Skeletal Tracking

Pemanfaatan skeletal tracking pada kinect dengan menampilkan rangka virtual Hasil pengolahan Image Processing dari sensor kedalaman dan sensor infrared, diperlukan perhitungan sudut skeletal tracking yang dideteksi oleh kinect. Pada Gambar 8 ditampilkan skeletal tracking berupa garis merah pada tubuh user. *Skeletal Tracking* menghasilkan titik sudut yang dapat dimanfaatkan sebagai input simulasi gerak.

3.3. Pengukuran Skeleton Berdasarkan Postur Tubuh



Gambar 9. Posisi Tangan Mengembang

Pada Gambar 9, dapat dilihat pengukuran titik skeleton berdasarkan postur tubuh dengan posisi tangan mengembang telah dilakukan sesuai dengan ukuran. Berdasarkan Virtual hasil pengolahan titik kedalaman skeleton yang ditampilkan pada skeletal tracking berupa garis hijau dengan menandakan bahwa data orang tersebut telah terkoneksi didalam sistem kinect yang mana pengukuran titik skeleton dengan posisi tangan mengembang didapatkan data lengan bawah 0,23 untuk bagian kiri, 0,26 untuk bagian kanan tubuh, lengan atas 0,24 untuk bagian kiri badan dan dan lengan atas 0,26 untuk bagian kanan badan serta lebar bahu 0,32 sesuai dengan titik hijau pengukuran.

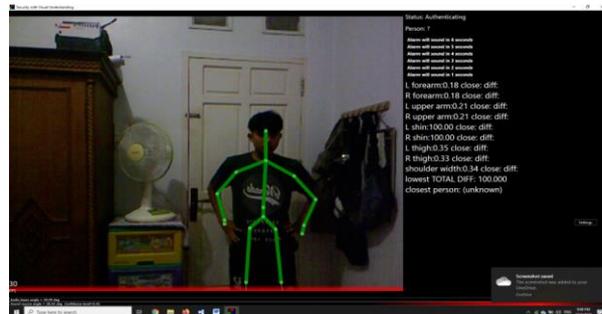


Gambar 10. Posisi Tangan Memegang Pinggang

Pada Gambar 10, dapat dilihat pengukuran titik skeleton berdasarkan postur tubuh dengan tangan memegang pinggang telah dilakukan sesuai dengan ukuran. Berdasarkan Virtual hasil pengolahan titik kedalaman skeleton yang ditampilkan pada skeletal tracking berupa garis hijau dengan menandakan bahwa data orang tersebut telah terkoneksi didalam sistem kinect. Pengukuran titik skeleton dengan posisi tangan memegang pinggang didapatkan data lengan bawah 100 untuk bagian kiri, 100 untuk bagian kanan tubuh dengan pengukuran tersebut dinyatakan bahwa data lengan kiri dan kanan tidak terdeteksi disebabkan tangan terlalu mencekung memegang pinggang. Data paha yang dihasilkan bagian kiri 0,33, bagian kanan 0,34, dan 0,34 data yang dihasilkan oleh lebar bahu.

3.4. Pengujian Sistem Kemanan Gedung

Pengujian kinect dilakukan pengambilan data pergerakan yang tidak tersimpan didalam database dan tersimpan di database yang di eksekusi oleh kinect, dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Tanpa Pergerakan Yang Mencurigakan

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa kinect mendeteksi struktur tubuh manusia yang berbentuk titik objek virtual tulang kerangka, dengan hasil kedalaman yang dibentuk melalui metode Skeletal Tracking berbentuk skeleton. Dalam object yang dipantau, kinect tidak mendeteksi adanya pergerakan yang mencurigakan. Objek yang berada di dalam ruangan tersebut datanya telah tersimpan ke database sistem yang ada pada kinect, sehingga kinect tidak mendeteksi adanya pergerakan yang mencurigakan.



Gambar 12. Pergerakan Yang Mencurigakan

Dari Gambar 12, menampilkan objek yang mencurigakan dengan mengambil sebuah barang dalam suatu ruangan. Objek yang di pantau, Data sistem pengukurannya tidak dimasukkan kedalam sistem pemrograman yang telah di buat. Objek yang memasuki ruangan tersebut melakukan pergerakan yang mencurigakan dengan mengambil sebuah kipas angin, sehingga kinect mendeteksi titik skeleton. Selanjutnya kinect akan mengeksekusi data, lalu mengirimkan data tersebut ke database bahwa objek tersebut melakukan pergerakan yang mencurigakan dan mengambil barang di dalam ruangan sehingga membunyikan alarm keamanan.

4. Kesimpulan

Pada pengujian sistem keamanan gedung menggunakan kinect dengan metode skeletal tracking yang dilakukan ada 4 sampel data yang diambil dari 45 kali percobaan pengukuran pada objek yang data pengukurannya tersimpan ke pemrograman kinect, yang diambil seperti pada gambar 8, 9, 10 dan 11. Pada gambar 12 sampel datanya dihapus didalam sistem pemrograman kinect sehingga terdapat titik skeleton yang mencurigakan dan diindikasikan sebagai maling. Pada 45 kali percobaan, percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian sistem yang dimasukkan sebagai pengukuran posisi yang dijelaskan pada pengukuran skeleton. Yang mana sistem keamanan menunjukkan potensi aplikasi kamera dengan kemampuan deteksi manusia sebagai objek. Kinect mendemonstrasikan bagaimana kamera dengan kemampuan pelacakan kerangka menyediakan sistem keamanan yang memiliki lebih sedikit alarm palsu. Pada percobaan tersebut kinect mampu mendeteksi skeleton, akan tetapi menunjukkan sistem pengukuran yang berbeda pada setiap objek. Kinect mampu mengenal pergerakan mencurigakan apabila sistem pengukuran objek tidak tersimpan didalam sistem pengukuran yang dieksekusi program. Dalam 10 tahun

kedepan, 70% gedung akan menggunakan sistem ini sebagai keamanan.

Daftar Rujukan

- [1] zhu, s., hu, l., wu, l., & mao, s. (2011). An Improved Algorithm for Smoke Layer. Eighth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 410-413. DOI: 10.1109/FSKD.2011.6019598
- [2] Ren, H., Chen, W., Ren, H., He, Y., & Chang, N. (2009). The Application of Fire Risk Evaluation Method in Fire. International Conference on Information Engineering and Computer Science, 1-4. DOI: 10.1109/ICIECS.2009.5364965
- [3] Tri, W. K., Nurcahyo, R., & Dachyar, M. (2018). Jakarta Fire Safety System Management Practices for. International Conference on Engineering Technologies, 1-4. DOI: 10.1109/ICETAS.2018.8629119
- [4] ZHANG, Q., & YANG, X. T. (2014). Numerical Simulation and Detection Response Analysis of Fire in a Large Space. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 388-391. DOI: 10.1109/ICICTA.2014.100
- [5] Yunhong, L., & Meini, Q. (2016). The Design of Building Fire Monitoring System Based on ZigBee-WiFi Networks. Eighth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, 733-735. DOI: 10.1109/ICMTMA.2016.180
- [6] Rizan, O., & Hamidah. (2016). Rancangan Aplikasi Monitoring Kamera Cctv Untuk Perangkat Mobile Berbasis Android. 45-51. http://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/TI_atma_luhur/article/view/220/182
- [7] Liou, S. W., Qiu, G. Z., Zu, B. C., Jong, G. J., Kung, Y. F., & Hao, Z. W. (2018). Home Monitoring System Based Internet of Things. *International Conference on Applied System Innovation*, 325-327. DOI: 10.1109/ICASI.2018.8394599
- [8] Satapathy, L. M., Bastia, S. K., & Mohanty, N. (2018). Arduino based home automation using Internet of things (IoT). 118(17), 1-10. https://ieeeprojectsmadurai.com/IEEE%202019%20IOT%20BASEPAPERS/36_IOT%20BASED%20HOME%20AUTOMATION.pdf
- [9] Reddy, D. R., Goud, G. C., & Naidu, D. (2019). Internet of Things Based Pothole Detection System using Kinect Sensor. International Conference on I-SMAC, 232-236. DOI: 10.1109/I-SMAC47947.2019.9032694
- [10] Sabale, A. S., & Vaidya, Y. M. (2016). Accuracy Measurement of Depth Using Kinect Sensor. Conference on Advances in Signal Processing (CASP), 155-159. DOI: 10.1109/CASP.2016.7746156
- [11] Kolambe, P., Pote, R., Jadhav, A., & Chennur, V. (2018). Spy Robot With Fire Detection and Water Sprinkling. 1844-1848. DOI: 10.1109/ICECA.2018.8474617
- [12] Wilson, S., Varghese, S. P., A, N. G., I, M., & G, R. P. (2018). A Comprehensive Study on Fire Detection. Conference on Emerging Devices and Smart Systems (ICEDSS), 242-246. DOI: 10.1109/ICEDSS.2018.8544329
- [13] Southwell, B. J., & Fang, G. (2013). Human Object Recognition Using Colour and Depth Information from an RGB-D Kinect Sensor. International Journal of Advanced Robotic Systems, 10(171), 1-8. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.5772/55717>
- [14] Uroidhi, A., Mardiyanto, R., & Purwanto, D. (2017, January monday). Sistem pemetaan menggunakan fitur depth sensor kinect pada mobile robot untuk proses evakuasi kebakaran gedung. Diambil kembali dari jurusan teknik elektro fakultas teknik industri institut teknologi sepuluh nopember surabaya. https://repository.its.ac.id/2868/2/2214204003-Master_Theses.pdf