

**SISTEM NOTIFIKASI KEBUTUHAN PASIEN BERBASIS
GESTURE RECOGNITION (KINECT V2)
DAN *INTERNET OF THINGS***

**Tugas Akhir
diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana
dari Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Informatika
Universitas Telkom**

1301140371

Febby Febriansyah



**Program Studi Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM NOTIFIKASI KEBUTUHAN PASIEN BERBASIS GESTURE
RECOGNITION (KINECT V2) DAN INTERNET OF THINGS**

**PATIENT NECESSITY NOTIFICATION SYSTEM BASED ON GESTURE
RECOGNITION (KINECT V2) AND INTERNET OF THINGS**

NIM: 1301140371

Febby Febriansyah

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar pada Program Studi Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Informatika
Universitas Telkom

Bandung, 9 Juli 2018

Menyetujui

Pembimbing I

Novian Anggis Suwastika, S.T., M.T.

NIP: 13851162-1

Pembimbing II

Hanif Fakhruroja, S.Si., M.T.

NIP: 198006012006041004

Ketua Program Studi
Sarjana Teknik Informatika,

Said Al Faraby, S.T., M.Sc.

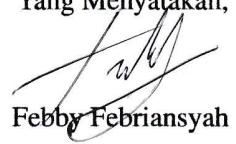
NIP: 1589001-9

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Febby Febriansyah, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "**SISTEM NOTIFIKASI KEBUTUHAN PASIEN BERBASIS GESTURE RECOGNITION (KINECT V2) DAN INTERNET OF THINGS**" beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya.

Bandung, 9 Juli 2018

Yang Menyatakan,



Febby Febriansyah

SISTEM NOTIFIKASI KEBUTUHAN PASIEN BERBASIS GESTURE RECOGNITION (KINECT V2) DAN INTERNET OF THINGS

Febby Febriansyah¹, Novian Anggis Suwastika², Hanif Fakhrurroja³

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

³UPT Balai Pengembangan Instrumentasi, Kampus LIPI Bandung

¹febbyfeysyah@students.telkomuniversity.ac.id, ²anggis@telkomuniversity.ac.id,

³hanif.fakhrurroja@lipi.go.id

Abstrak

Aktifitas pasien merupakan salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan demi kesehatan, keamanan, serta kenyamanan yang mendukung pemulihan kondisi pasien. Tidak adanya kerabat maupun perawat yang mengawasi, seringkali membuat pasien merasa kesulitan ketika membutuhkan bantuan. Apalagi jika pasien tersebut merupakan seorang lansia ataupun seseorang dengan kondisi fisik yang lemah. Apabila pasien memaksakan kehendaknya sendiri, berbagai potensi insiden dapat terjadi, contohnya terjatuh. Oleh karena itu, umumnya di beberapa rumah sakit telah menggunakan bel untuk mekanisme pemanggilan perawat. Namun seringkali perawat harus kembali lagi ke ruang pusat untuk mengambil peralatan yang dibutuhkan, seperti ganti infus. Teknologi ini kurang efisien bagi perawat karena tidak adanya informasi langsung terkait kebutuhan pasien secara spesifik dan tidak adanya konfirmasi kesediaan perawat kepada pasien.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancanglah sebuah sistem notifikasi kebutuhan pasien berdasarkan gerakan tubuh menggunakan sensor Kinect V2 yang diimplementasikan secara *Internet of Things*. Informasi terkait kebutuhan pasien dapat dilihat oleh perawat melalui perangkat yang terhubung ke jaringan lokal rumah sakit. Sistem ini berjalan optimal apabila jarak antara pasien dengan sensor berada dalam rentang 2.5 - 3 meter, dan tidak terdapat benda ataupun hal lain yang menghalangi terdeteksinya seluruh titik *skeleton* tubuh pasien sehingga mempengaruhi performansi serta akurasi yang dihasilkan oleh sistem.

Kata kunci : kinect v2, sistem notifikasi kebutuhan pasien, *gesture recognition*, *internet of things*

Abstract

Patient's activity is a key factor that should be prioritized to support the patient's recovery. Oftentimes, the absence of companion can make a patient helpless in times of need. Especially if he/she is an elderly or in a weak physical condition. When a patient forces their will, a lot of unwanted incidents may happen. Hence it's common in several hospitals to use the bell as a nurse-alert mechanism. But the nurse still had to go back and forth to fetch the necessary equipment, e.g. changing IV. This technology isn't efficient because there is no information regarding a patient's specific needs and no confirmation for patients about the nurse that could attend to their needs.

The patient necessity notification system is built to address the issue. It detects body movements using Kinect V2 sensor which is implemented in IoT. Information about patient's needs can be seen through a device connected to the hospital's local network. The system will work optimally if the distance between the patient and sensor is between 2.5 - 3 meters and there are no obstacles that could block the entire detection point of patient's body skeleton that will affect the performance and accuracy of the system.

Keywords: kinect v2, patient necessity notification system, *gesture recognition*, *internet of things*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Pengawasan dan respon terhadap kebutuhan pasien merupakan hal utama yang wajib dipenuhi oleh setiap perawat. Faktor-faktor pengawasan dan respon seperti cepat tanggap, kualitas pelayanan, serta pemantauan kondisi pasien sangatlah perlu diperhatikan demi keamanan dan proses pemulihan kondisi pasien. Pada beberapa kasus dimana pasien sedang sendirian di ruangan dan tidak ada satu pun perawat maupun kerabat yang dapat mengawasinya serta memenuhi kebutuhannya secara langsung, berbagai insiden dapat terjadi apabila pasien tersebut memaksakan kehendaknya sendiri. Contohnya seperti terjatuh, atau insiden lainnya yang dapat merugikan pihak pasien maupun pihak rumah sakit, baik dari segi biaya, kesehatan, bahkan hingga menurunnya tingkat kepercayaan terhadap kualitas keselamatan dan keamanan yang diberikan oleh rumah sakit. Apalagi jika pasien tersebut tidak lain adalah seorang lansia ataupun seseorang yang tidak berdaya dan memang memerlukan bantuan untuk melakukan apa yang dikehendakinya dengan segera.

Menurut penelitian [2] oleh Khawandi dkk., bahwa sekitar 28% hingga 35% orang yang telah berusia 65 tahun ke atas pernah mengalami jatuh setidaknya satu kali dalam setahun. Begitu pula pada penelitian [1] oleh Christopher Kawatsu dkk., menyebutkan bahwa 1 dari 3 orang yang berusia 65 tahun ke atas setidaknya mengalami jatuh di setiap tahunnya. Bahkan pada penelitian L. Liu dkk. [4, 5, 6] menjelaskan bahwa pada tahun 2011 di US (*United States*), 722.000 pasien terjangkit infeksi dikarenakan beranjak dari tempat tidurnya serta adanya interaksi dengan pasien lainnya. Sekitar 10% lebih dari mereka meninggal dunia selama menjalani proses rawat inap, 22% dari mereka terjangkit *pneumonia* yang mana berhubungan terhadap perilaku mereka di atas tempat tidur maupun di luar tempat tidurnya. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pasien memerlukan adanya pengawasan baik melalui perawat ataupun kerabat untuk bisa menolong pasien melakukan apa yang dikehendakinya. Untuk memudahkan perawat mengawasi dan memenuhi kebutuhan pasien, beberapa rumah sakit sudah mengimplementasikan teknologi berupa bel pada masing – masing ruangan pasien. Dengan catatan bahwa hanya kondisi pasien tertentu yang dapat memanggil perawat melalui bel tersebut, contohnya seperti pasien yang masih sadar, beranggota tubuh lengkap, dan tidak kejang-kejang. Namun, sebagaimana disebutkan pada penelitian yang dikerjakan oleh Atika Rakhmah Putri [11], bahwa tidak adanya informasi mengenai kebutuhan pasien yang disampaikan membuat perawat harus kembali lagi ke ruang perawat untuk mengambil peralatan yang dibutuhkannya, contohnya seperti ganti infus, keperluan alat khusus buang hajat untuk pasien dan lain sebagainya. Hal ini kurang efisien bagi perawat.

Adapun kekurangan lainnya berdasarkan hasil diskusi dengan perawat dari salah satu rumah sakit di Bandung yaitu, karena alat indikator tersebut hanya ditempatkan pada sebuah ruang pusat perawat (*station*), sehingga untuk mengetahui bahwa ada atau tidaknya pasien yang sedang membutuhkan, para perawat diharuskan untuk pergi ke ruang perawat. Namun, pada kasus dimana jumlah pasien melebihi jumlah perawat, dan seluruh perawat sedang menangani pasien, mengakibatkan ruang pusat perawat (*station*) tersebut menjadi kosong, sehingga tidak ada satu pun perawat yang dapat mengawasi alat indikator kebutuhan pasien. Hal ini dapat menimbulkan masalah dan membuat pasien lain yang menekan bel menjadi terabaikan, apalagi jika pasien tersebut memang sedang dalam keadaan genting yang membutuhkan penanganan dari perawat dengan segera. Lalu, pada kasus dimana terdapat pasien dengan kondisi fisik yang lemah akan kesulitan untuk menjangkau bel. Hal ini berakibat fatal apabila pasien memaksakan kehendaknya sendiri dan memunculkan potensi terjadinya insiden yang tidak diharapkan seperti terjatuh, atau insiden lainnya yang akan mengganngu pemulihan kesehatan pasien.

Berdasarkan kasus-kasus tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa yang pertama, rumah sakit membutuhkan sebuah sistem yang mampu mengawasi pasien diluar ruangannya. Ke dua, memudahkan perawat untuk dapat mengetahui secara langsung prihal kebutuhan pasien agar peralatan yang dibutuhkan dapat disiapkan lebih awal dan tidak mengharuskan perawat untuk selalu *standby* berada di ruang *station*. Ke tiga, pasien dapat mudah memberikan perintah tanpa perlu sulit menjangkau bel ketika dibutuhkan. Ke empat, adanya peringatan apabila pasien mengalami suatu insiden. Serta adanya respon balik dengan cepat tanggap mengenai informasi kesediaan perawat dalam memenuhi setiap kebutuhan pasien yang disampaikan.

Untuk memenuhi kebutuhan rumah sakit tersebut, dirancanglah sebuah sistem yang diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, dengan menggunakan teknologi yang lebih modern. Prinsip kerja sistem ini memanfaatkan teknologi *Microsoft Kinect Sensor V2* yang dapat mengenali gerakan tubuh pasien (*Gesture Recognition*) sebagai perintah yang diajukan dan menerapkan prinsip *Internet of Things* agar perawat dapat mengawasi setiap kebutuhan pasien melalui *browser* pada *device* yang terhubung ke jaringan lokal rumah sakit. Dengan adanya sistem ini, perawat dapat mengetahui lebih dahulu akan kebutuhan pasien, tanpa perlu pulang-pergi mengambil peralatan ke ruang pusat perawat (*station*). Sehingga, apabila waktu penanganan pasien oleh seorang perawat dapat dilakukan dengan cepat tanggap, kebutuhan pasien lainnya pun dapat segera dipenuhi dengan baik.

Dari hasil perancangan sistem ini, dilakukan pengujian serta analisis untuk mengetahui akurasi dan juga performansi yang dihasilkan oleh sistem. Akurasi bertujuan untuk mengukur ketepatan antara perintah yang terdeteksi

oleh sistem dengan perintah yang benar-benar dikehendaki oleh pasien. Dengan asumsi bahwa apabila pasien menunjukkan gerakan dengan perintah yang sama selama lebih dari 2 detik, maka gerakan tersebut dianggap perintah yang dikehendaki. Sedangkan performansi adalah ukuran seberapa cepat pengiriman data terkait perintah yang diajukan hingga dapat ditampilkan melalui *browser*. Adapun komponen yang dijadikan acuan untuk mengukur performansi adalah *delay*. *Delay* merupakan keterlambatan pengiriman data sejak perintah seorang pasien terdeteksi oleh sistem (*server*) yang kemudian dikirimkan kepada *client (browser)* melalui jaringan lokal agar dapat dilihat oleh perawat berupa notifikasi. Semakin rendah nilai *delay* dalam satuan *millisecond*, maka menunjukkan performansi pengiriman data yang lebih baik. Pengujian dilakukan dengan melibatkan parameter yang dianggap mempengaruhi sistem, seperti jarak antara pasien dan sensor serta intensitas cahaya pada ruangan pasien. Dari hasil pengujian tersebut selanjutnya dilakukan analisis terkait akurasi dan performansi yang dihasilkan oleh sistem. Sehingga diperoleh kesimpulan agar sistem yang diterapkan dapat berjalan dengan optimal.

Topik dan Batasannya

Permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini yaitu,

1. bagaimana cara membangun sistem yang dapat memberikan notifikasi / pemberitahuan berupa informasi kepada perawat melalui *web browser*, ketika pasien hendak membutuhkan bantuan berdasarkan perintah gerakan yang telah dikenali oleh sensor Kinect V2 dan juga mendeteksi adanya insiden yang tidak sengaja dialami oleh pasien seperti terjatuh?,
2. bagaimana cara menguji serta menganalisis akurasi dan performansi yang dapat dihasilkan oleh sistem, sehingga diperoleh kesimpulan agar sistem ini dapat berjalan dengan optimal?.

Adapun batasan – batasan pada tugas akhir ini diantaranya.

1. Hanya menggunakan 1 (satu) sensor Kinect V2, sehingga sistem yang dibangun hanya untuk sebuah ruangan pasien.
2. Meskipun sensor Kinect V2 dapat mengenali suara (*Speech Recognition*) melalui *Multi-Array Microphone*, namun pada sistem ini tidak diterapkan karena hanya berfokus pada pengenalan gerakan (*Gesture Recognition*) seseorang.
3. Pada pengenalan gerakannya digunakan metode *hand-tracking* dan deteksi *skeleton* yang telah dikenali oleh sensor Kinect V2, metode ini telah teruji ketepatan akurasinya oleh perusahaan pembuatnya sendiri yaitu *Microsoft*, sehingga tidak dibahas terlalu mendalam mengenai metode *Learning* yang digunakan dan bagaimana cara sensor Kinect V2 mengolah *Gesture Recognition*.
4. Meskipun sensor Kinect V2 dapat mendeteksi *skeleton* hingga 6 orang, namun pada sistem ini hanya untuk diterapkan pada seorang pasien saja, sehingga tidak dilakukan metode khusus agar tidak mengenali ke lima orang lainnya.
5. Sistem ini tidak menerapkan identifikasi pasien yang hanya berhak memberikan perintah.
6. Sistem ini hanya menerapkan deteksi insiden berupa jatuh berdasarkan jarak antara posisi *skeleton* pasien dengan lantai. Diasumsikan bahwa pasien tidak secara sengaja duduk ataupun berbaring di lantai.
7. Walaupun notifikasi berupa informasi kebutuhan pasien ini dikirimkan dan ditampilkan melalui *web browser* pada jaringan lokal, namun tidak membahas serangan yang dapat terjadi pada sistem serta perlindungan konten privasi dari *user* sebagai pasien yang memberikan perintah maupun perawat yang dapat melihat informasi kebutuhan.
8. Untuk dapat memberikan perintah melalui sensor, diperlukan adanya edukasi kepada pasien terkait gerakan telapak tangan yang merepresentasikan perintah - perintah yang telah dikenali.
9. Tidak membahas parameter lainnya yang dianggap mempengaruhi sistem selain jarak antara sensor dengan pasien serta intensitas cahaya pada ruangan pasien.

Tujuan

Tujuan pada penelitian Tugas Akhir ini yaitu, untuk membangun sistem yang dapat memberikan notifikasi / pemberitahuan berupa informasi kepada perawat melalui *web browser*, ketika pasien hendak membutuhkan bantuan berdasarkan perintah gerakan yang telah dikenali oleh sensor Kinect V2. Pasien dapat memberikan perintah melalui sensor sesuai *hand-state* yang telah dikenali dan didefinisikan oleh Kinect V2, seperti *Open*, *Close* dan *Lasso*. Ada beberapa informasi yang dapat diterima oleh perawat berdasarkan perintah gerakan telapak tangan tersebut yaitu diantaranya, infus habis, bantu buang hajat dan panggilan darurat. Sistem ini pun dapat mendeteksi adanya insiden yang tidak sengaja dialami oleh pasien seperti terjatuh. Dari perintah-perintah tersebut akan dikirimkan kepada perawat melalui *web browser*. Sehingga perawat dapat melihat informasi kebutuhan pasien dan mengkonfirmasinya melalui *device* yang terhubung ke jaringan lokal.

Dari sistem yang dibangun ini, selanjutnya dilakukan pengujian akurasi dan performansi yang dihasilkan oleh sistem. Skenario pengujian ini meliputi intensitas cahaya pada ruangan, serta jarak yang paling optimal antara pasien dengan sensor Kinect V2. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, selanjutnya dilakukan analisis terhadap performansi sistem, sehingga diperoleh suatu kesimpulan agar sistem yang dibangun dapat berjalan dengan optimal.

Organisasi Tulisan

Pada bagian pendahuluan, dijelaskan mengenai latar belakang masalah hingga diangkatnya topik tugas akhir ini, batasan ruang lingkup dan pengerjaan sistem, serta tujuan yang ingin dicapai. Bagian studi terkait berisi teori dan literatur yang mendukung penyelesaian tugas akhir. Sistem yang dibangun menjelaskan bagaimana alur kerja sistem mulai dari diajukannya perintah kebutuhan pasien hingga menjadi notifikasi pada *browser* yang dapat dilihat dan dikonfirmasi oleh perawat. Bagian evaluasi menjelaskan hasil pengujian dan analisis sistem sehingga diperoleh kesimpulan agar sistem yang dibangun dapat berjalan dengan optimal.

2. Studi Terkait

Berbagai macam teknologi mutakhir kini hadir untuk membantu mengatasi berbagai macam persoalan – persoalan yang ada di dunia nyata. Salah satu teknologi yang kerap digunakan saat ini untuk penelitian adalah *Microsoft Kinect Sensor V2* dengan kemampuannya yang pintar dalam mengolah *Gesture Recognition*. Saat ini, ide dalam pengembangan serta penerapan konsep *Internet of Things* menggunakan sensor Kinect V2 mulai gempar dibicarakan. Beberapa diantaranya memanfaatkan sensor tersebut dalam bidang kesehatan (*healthcare*). Contohnya untuk monitoring seorang lansia [2], deteksi pasien yang berjalan diluar tempat tidurnya [5, 6], deteksi pasien yang jatuh [1], deteksi posisi tidur pasien [4], serta fisioterapi untuk pasien [10].

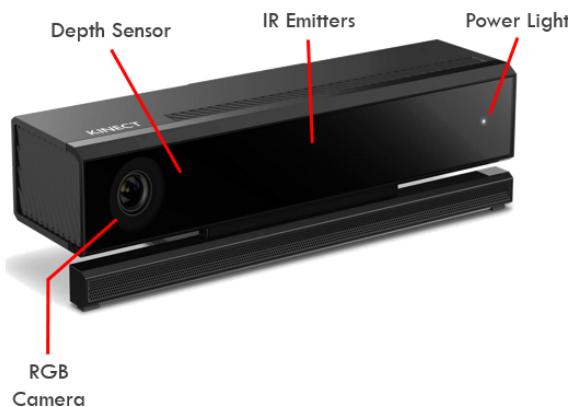
Untuk mendeteksi pasien yang jatuh menggunakan sensor Kinect, sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Kawatsu dkk. [1] menggunakan dua macam algoritma yaitu *Position Algorithm* dan *Velocity Algorithm*. Dari dua algoritma ini selanjutnya dilakukan analisis mengenai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. *Velocity Algorithm* memiliki kekurangan pada beberapa kasus, seperti ketika seseorang sengaja melompat di depan kamera, maka akan dianggap deteksi jatuh. Begitu pula pada algoritma ini tidak berfungsi dengan baik apabila seseorang sengaja naik atau turun dari tangga, sehingga tidak mungkin diterapkan mengingat beberapa rumah sakit menyediakan tangga untuk pasien apabila hendak beranjak dari tempat tidurnya. Selain itu, apabila seseorang berjalan keluar dari jarak pandang kamera, maka itu pun akan dianggap jatuh. Sedangkan pada *Position Algorithm*, kekurangannya lebih sedikit dikarenakan algoritma ini akan mendeteksi seseorang jatuh hanya jika beberapa *skeleton*-nya menyentuh bidang lantai. Sehingga algoritma ini memiliki akurasi yang lebih tinggi, dan tingkat error yang lebih rendah. Oleh karena itu, pada sistem notifikasi kebutuhan pasien, dilakukan implementasi deteksi jatuh menggunakan *Position Algorithm*. Mengingat algoritma ini lebih stabil dibanding *Velocity Algorithm* dan tingkat kompleksitas serta waktu pengerjaan yang masih memungkinkan untuk dilakukannya implementasi pada sistem ini. Namun, kekurangan algoritma ini hanyalah apabila seseorang dengan sengaja duduk ataupun berbaring di lantai, maka akan dianggap jatuh. Sehingga, pada kasus tersebut dijadikan batasan.

Penelitian K. F. Li dkk. [3] memanfaatkan kemampuan Kinect dalam menerima masukan berupa gerakan untuk menterjemahkan ASL (*American Sign Language*) menjadi sebuah teks yang akan ditampilkan pada aplikasi *web*, bagi seseorang yang mengalami gangguan pendengaran. Dari masukan berupa gerakan ASL tersebut akan divalidasi sesuai kosa kata atau frase yang telah dikenali oleh sistem. Pada penelitian ini, terdapat 11 kosa kata yang telah dibangun dan dapat ditampilkan melalui *web*. Dari penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode pengenalan gerakan pada Kinect, mampu menghasilkan keluaran berupa teks yang dapat ditampilkan melalui *web*. Di dalam tugas akhir ini, hanya akan dibangun 3 (tiga) kalimat yang dapat diterjemahkan melalui proses *Gesture Recognition* yang telah dikenali Kinect V2. *Gesture Recognition* pada Kinect V2 tidak mengharuskan pasien mengenakan alat berupa sensor-sensor lain di tubuhnya yang memunculkan masalah apabila pasien lupa memakainya. Adapun *Speech Recognition* pada Kinect V2 tidak diterapkan pada pengerjaan tugas akhir ini dikarenakan tidak sesuai untuk mendeteksi insiden berupa jatuh. Lalu, dapat disimpulkan pula berdasarkan penelitian M. H. Tambunan dkk. [13] bahwa pengenalan suara oleh Kinect V2 dengan bahasa indonesia memiliki beberapa keterbatasan. Diantaranya yaitu semakin jauh jarak seseorang dengan Kinect V2, maka sistem pun akan semakin kesulitan mengenali suara. Jarak yang paling optimal adalah antara 0.5 hingga 1 meter untuk dapat mengenali suara, lebih dari jarak tersebut akurasi sistem menurun. Selain itu, diperlukan adanya representasi untuk pengolahan bahasa, seperti contohnya "maju" direpresentasikan menjadi "ma joo", "mundur menjadi "mo-on dure", dan lain sebagainya. Hal ini dikarenakan Kinect V2 belum mendukung secara penuh pengenalan suara dengan bahasa indonesia. Apalagi jika lebih dari satu kata maka sistem akan semakin sulit mengenali perintah. Sehingga pada Tugas akhir ini, hanya memanfaatkan *Gesture Recognition* pada Kinect V2 agar kebutuhan sistem dapat dipenuhi.

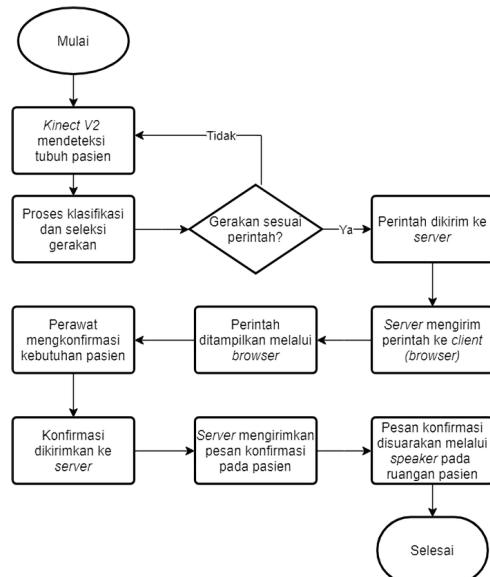
Pada penelitian F. Moreno dkk. [9] dijelaskan secara rinci tentang bagaimana mekanisme dalam pengembangan aplikasi *web* yang memanfaatkan teknologi sensor gerak (*motion*) pada Kinect. Dimulai dari akuisisi citra, pengolahan citra, pengiriman data (*networking*), hingga ditampilkannya informasi citra tersebut yang telah ditangkap oleh sensor Kinect pada aplikasi *web*. Disebutkan pula pada situs [12] dan [7] bahwa secara resmi, untuk pengembangan aplikasi *web* yang mendukung integritas sensor Kinect, dapat dilakukan dengan menggunakan OS Windows melalui *browser*-nya yaitu Internet Explore (dengan versi IE9 atau yang paling baru). *Browser* lainnya pun dapat digunakan hanya jika telah mendukung HTML5. Selain itu, terdapat pula spesifikasi minimum dari *hardware* PC/Laptop yang akan digunakan dalam proses pengembangan aplikasi. Hal ini menjadi suatu acuan dalam pengembangan *software* yang menggunakan teknologi Kinect, sekaligus indikasi bahwa dibutuhkannya teknologi-teknologi terbaru dalam proses pengembangannya. Penelitian [9] ini juga melakukan perbandingan dengan menguji perfomansi aplikasi yang dijalankan melalui *browser-browser* yang sudah mendukung HTML5, serta perbandingan perfomansi apabila dijalankan pada OS Windows dan Linux (*Ubuntu*). Sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih *browser* dan OS manakah yang lebih baik untuk digunakan dalam proses pengembangan aplikasi *web* yang menggunakan Kinect sebagai alat akuisisi citranya. Jenis aplikasi *web* yang memanfaatkan mekanisme ini menurut penelitian [9] diantaranya seperti *medical teleconferences* dengan pasien, aplikasi untuk sesi menari di sekolah, ataupun aplikasi lain yang membutuhkan adanya proses *real-time* akuisisi citra. Oleh karena itu, penelitian [9] dapat dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penelitian A. B. H. Mohamed dkk. [8] mendeskripsikan bahwa secara paralel di bidang medis, membantu dan mengawasi orang yang sakit memunculkan daya tarik tersendiri. Apalagi jika dapat memfasilitasi mereka dengan sensor yang relatif berukuran kecil serta biaya yang terjangkau, serta tidak terlihat mencolok di lingkungan pasien. Desain dari Kinect V2 yang sederhana dan berwarna hitam elegan, membuatnya tidak terlihat mencolok dengan peralatan seragam yang ada di sekitarnya. Sebagaimana pula disimpulkan oleh L. Liu dkk. [6] bahwa sistem yang memanfaatkan Kinect V2 sangatlah dibutuhkan di dalam ruangan pasien terkait kelebihannya yang *noninvasive*, *contact-free*, dan *low-cost*.

3. Sistem yang Dibangun



Gambar 1. Spesifikasi Kinect V2



Gambar 2. Flowchart Arsitektur Sistem

Kinect V2 memiliki 3 komponen utama yang saling bekerja sama untuk proses *Gesture Recognition*. Perhatikan pada Gambar 1, *RGB Camera* berfungsi untuk menangkap citra yang ada di depannya. Pada Kinect versi 2, citra yang ditangkap memiliki resolusi yang lebih besar dibanding versi 1, yaitu sebesar 1920 x 1080 pixel. Adapun *IR Emitters* berfungsi memancarkan partikel-partikel infra-merah pada objek di hadapannya dan *Depth Sensor* untuk membaca jarak setiap partikel tersebut yang mengenai permukaan objek. Dari hasil pembacaan ini, dapat diperoleh pula koordinat objek pada ruang 3D, termasuk mendeteksi setiap titik *skeleton* tubuh seseorang. *Skeleton* yang terdeteksi ini selanjutnya dapat dipetakan pada citra yang ditangkap agar sesuai dengan posisi sebenarnya. Pada Kinect versi 2 pemrosesan datanya lebih cepat, dan akurasinya pun lebih meningkat dibanding versi 1.

Secara singkat, proses input dan output dari sistem dapat digambarkan melalui *flowchart* (Gambar 2). Dapat diperhatikan pada Gambar 2 tersebut, bahwa sistem menerima inputan gerakan dari pasien pada Kinect V2. Sistem ini kemudian akan memproses data citra yang ditangkap hingga menghasilkan suatu teks yang mengklasifikasikan jenis perintah/gerakan telapak tangan pasien. Untuk dapat memberikan perintah, pasien perlu mengangkat tangannya terlebih dahulu ke atas, setidaknya sejajar dengan kepala. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi agar sistem dapat membedakan kapan pasien dapat memberikan perintah, dan kapan tidak. Sehingga apabila pasien hendak memberikan perintah lain, dianjurkan untuk menurunkan tangannya terlebih dahulu, lalu mengangkatnya kembali. Sebelum perintah tersebut dikirimkan ke *server*, terlebih dahulu sistem memilih data *frame* seperti apa yang layak untuk dikirimkan, dan mana yang tidak. Dalam menangani hal ini, Kinect V2 menangkap 30 fps (*Frame per Second*) di setiap waktu. Artinya, sangat cepat sekali bagi sistem untuk dapat mengklasifikasikan setiap perintah per *frame*-nya. Apabila hasil klasifikasi setiap *frame* ini langsung dikirimkan ke *server*, maka *server* akan sibuk menerima banyaknya data. Di sisi lain, setiap gerakan pasien pun akan dianggap perintah oleh sistem, padahal pasien itu sendiri tidak menghendakinya. Oleh karena itu perlu adanya seleksi *frame* pada sistem ini dengan cara memilih 60 *frame* yang menunjukkan mayoritas perintah yang sama, sehingga dapat meminimalisir perintah yang tidak dikehendaki dan juga menyeleksi perintah yang dikirimkan ke *server*.

Selanjutnya, hasil klasifikasi perintah yang valid tersebut akan dikirimkan ke *server* melalui protokol UDP (*User Datagram Protocol*) dengan port 41181. *Server* pun akan mengirim perintah tersebut kepada *client* melalui *socket*. *Client* ini berupa *browser* yang sudah mendukung HTML5. Hanya ada satu *client* (perawat) yang dapat menerima informasi perintah dari pasien. Informasi perintah tersebut akan ditampilkan melalui *browser* berupa notifikasi kebutuhan pasien. Contohnya seperti meminta tolong untuk ganti infus pasien, bantu buang hajat, serta melakukan panggilan darurat. Selain itu, sistem ini dapat pula memberikan notifikasi kepada perawat secara otomatis apabila pasien terjatuh hingga mengenai bidang lantai. Lalu, perawat dapat mengkonfirmasi setiap kebutuhan pasien tersebut akan kesediaanya melalui tombol yang telah disediakan pada *pop-up* notifikasi. Konfirmasi dari perawat ini dijadikan respon balik untuk dikirimkan kepada pasien melalui suara pada *speaker* aktif sehingga pasien dapat mengetahui secara langsung prihal kesediaan perawat dalam menangani kebutuhannya.

Kinect V2 mendukung adanya *hand-tracking* untuk merepresentasikan perintah yang ingin didefinisikan berdasarkan gerakan telapak tangan. Ada beberapa *hand-state* yang sudah disediakan oleh Kinect V2 diantaranya *Open*, *Close*, *Lasso*, *Unknown*, dan *Not Tracked*. Pada sistem ini, *Open* merepresentasikan perintah "Panggilan Darurat", *Close* untuk perintah "Bantu Buang Hajat", dan *Lasso* untuk perintah "Infus Habis". Sedangkan *Unknown* dan *Not Tracked* hanya sebagai indikasi bahwa perintah tidak dikenali oleh Kinect V2 serta apabila *skeleton* tubuh seseorang masih belum dapat ditangkap oleh sensor.

Untuk deteksi pasien jatuh, sistem ini menerapkan *Position Algorithm* berdasarkan penelitian Kawatsu dkk. [1]. Algoritma ini menghitung jarak antara bidang lantai dengan titik *skeleton* tubuh pasien. Pada sistem ini, titik *skeleton* yang menjadi acuan adalah tulang ekor pasien (*Spin Base*). Apabila jarak antara titik *skeleton* tersebut dengan bidang lantai kurang dari 0,2 meter (*threshold*), maka sistem akan menganggapnya "Pasien Jatuh". Kinect V2 menyediakan informasi bidang lantai yang terdeteksi dengan parameter berupa A, B, C, dan D seperti persamaan berikut.

$$Ax + By + Cz + D = 0 \quad (1)$$

Dimana x, y dan z merupakan koordinat kartesian titik *skeleton* dalam satuan meter sesuai posisi perangkat Kinect V2 diletakan. Berdasarkan ruang kartesian tersebut, panjang vektor normal untuk mengukur jarak antara titik *skeleton* tulang ekor dengan bidang lantai, dapat dikalkulasikan dengan persamaan berikut.

$$d = \frac{Ax + By + Cz + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \quad (2)$$

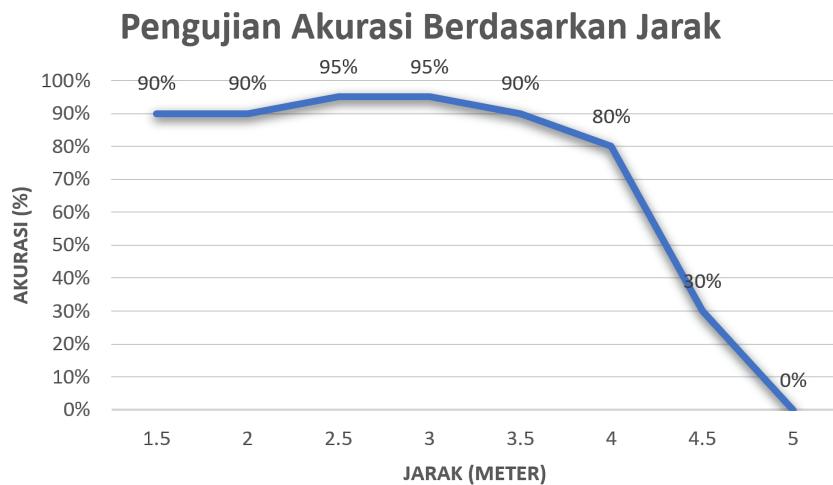
4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian dan Analisis

4.1.1 Pengujian dan Analisis Akurasi

Skenario pengujian ini dilakukan dengan mencatat jumlah perintah yang berhasil dideteksi dan diklasifikasi oleh sistem dari 20 kali percobaan yang telah dilakukan pada masing-masing parameter yaitu berupa jarak dan intensitas cahaya. Percobaan tersebut terdiri dari 5 kali perintah "Panggilan Darurat" (*OPEN*), 5 kali perintah "Bantu Buang Hajat" (*CLOSE*), 5 kali perintah "Infus Habis" (*LASSO*), dan 5 kali deteksi "Pasien Jatuh". 5 kali percobaan pada setiap perintah ini mewakili berbagai posisi dan gerakan pasien, baik secara teratur maupun sembarang. Berikut grafik hasil pengujian pada masing-masing parameter.

(a) Jarak



Gambar 3. Grafik Pengujian Akurasi Berdasarkan Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui rentang jarak paling optimal antara objek (pasien) dengan sensor Kinect V2. Pasien mula-mula menyesuaikan posisi di hadapan sensor dengan jarak 1.5 meter, yang mana merupakan jarak paling dekat untuk bisa memberikan perintah melalui sensor. Setiap selang jarak 0.5 meter, pasien memberikan perintah sebanyak 20 kali percobaan seperti yang telah disebutkan sebelumnya, hingga batas jarak paling jauh yang mampu sensor deteksi yaitu 5 meter. Jumlah perintah yang berhasil dideteksi dan diklasifikasi oleh sistem selanjutnya dikalkulasi, hingga diperoleh nilai akurasi pada masing-masing jarak.

Berdasarkan grafik hasil pengujian sistem dengan parameter jarak (Gambar 3), diperoleh nilai akurasi paling tinggi yaitu sebesar 95% ketika jarak antara objek (pasien) dengan sensor dalam rentang 2.5 meter sampai 3 meter. Dalam hal ini, tubuh pasien tidak dihalangi oleh benda lainnya kecuali yang dikenakannya, sehingga seluruh titik *skeleton* tubuh pasien terdeteksi oleh sistem. Selain itu untuk mengoptimalkan akurasi, pasien sangat dianjurkan untuk berada tepat di hadapan sensor dan tidak membelakangi sensor ataupun menghadap ke samping.

Dapat diperhatikan pula pada grafik (Gambar 3), bahwa pada rentang 1.5 meter sampai 2 meter serta pada jarak 3.5 meter, memiliki akurasi yang cukup baik yaitu bernilai 90%. Namun pada jarak 1.5 meter, sangatlah tidak dianjurkan untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan jangkauan pandang sensor Kinect V2 untuk mendeteksi seluruh titik *skeleton* tubuh pasien menjadi lebih sempit. Sehingga dikawatirkan beberapa bagian tubuh pasien tidak dapat dideteksi oleh sensor apabila bagian tubuh tersebut berada diluar maksimum jangkauan pandang Kinect V2. Hal ini akan sangat mempengaruhi terhadap kemampuan sistem untuk mendeteksi jatuh ataupun perintah yang dikehendaki oleh pasien.

Pada jarak 4 meter, nilai akurasi yang diperoleh cukup menurun yaitu menjadi 80%, terutama untuk perintah “Infus Habis” (*LASSO*). Sedangkan untuk perintah yang lainnya masih bisa optimal dideteksi oleh sistem. Namun pada jarak 4.5 meter, akurasi yang didapat menurun drastis hingga 30%. Saat posisi ini, sistem mulai kesulitan untuk mendeteksi seluruh titik *skeleton* tubuh pasien, akibatnya perintah yang dikehendaki pun sulit untuk disampaikan. Hingga akhirnya pada jarak 5 meter, *skeleton* tubuh pasien tidak dapat dideteksi oleh sistem, meskipun *RGB Camera* Kinect V2 masih bisa menangkap gambar objek-objek didepannya.

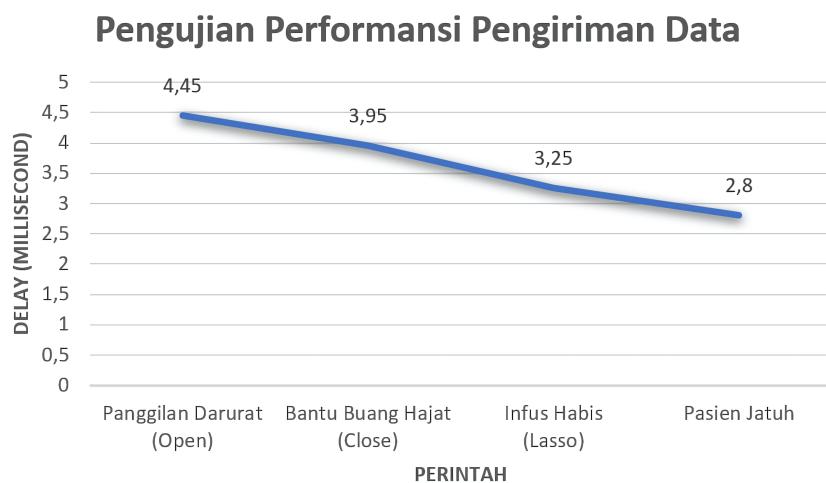
(b) Intensitas Cahaya

Pada pengujian dengan parameter berupa intensitas cahaya, jarak antara objek (pasien) dan sensor Kinect V2 yang dijadikan acuan adalah 2.5 meter hingga 3 meter, karena merupakan jarak dengan akurasi perintah paling tinggi berdasarkan pengujian sebelumnya. Skenario pengujian ini dilakukan dengan kondisi dimana ruangan diterangi lampu pada malam hari, sedangkan pagi hingga sore harinya tanpa bantuan penerangan cahaya lampu. Di samping itu, kondisi cuaca pada saat pengujian sistem tidak terjadi hujan. Nilai dari pengukuran intensitas cahaya diperoleh dari *Lux Meter* pada saat pertama kali memulai skenario pengujian hingga selesai. Perhitungan akurasi diperoleh dengan cara yang sama seperti pengujian sebelumnya.

Setelah dilakukannya pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata akurasi yang diperoleh pada setiap tingkat intensitas cahaya adalah 95%. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi terang ataupun gelapnya suatu ruangan tidak terlalu mempengaruhi terhadap akurasi sistem. Namun pada kondisi cahaya di ruangan yang gelap, sensor Kinect V2 menjadi lebih lambat dalam mendeteksi *skeleton* tubuh pasien. Sebaliknya, pada saat kondisi cahaya yang terang, sistem lebih cepat dalam mendeteksi perintah pasien. Contohnya apabila pada kondisi cahaya terang, sistem mampu mengenali perintah selama kurang lebih 2 detik. Namun pada saat kondisi cahayanya gelap, selama kurang lebih 4 detik perintah baru saja dapat dikenali oleh sistem. Meskipun hal ini tidak terlalu mempengaruhi terhadap akurasi, namun akan mempengaruhi terhadap lamanya waktu hingga perintah dikenali oleh sistem.

4.1.2 Pengujian dan Analisis Performansi Pengiriman Data

Pengujian performansi pengiriman data dilakukan berdasarkan lamanya waktu sejak perintah pasien dikirimkan ke (*server*) hingga ditampilkan notifikasi pada *browser* (*client*). Setiap perintah yang tersedia pada sistem ini diuji dengan skenario pengujian pengiriman data dilakukan melalui *localhost*. Berikut grafik hasil pengujian.



Gambar 4. Grafik Pengujian Performansi Pengiriman Data

Berdasarkan grafik hasil pengujian performansi pengiriman data (Gambar 4), diperoleh nilai *delay* terendah yaitu pada perintah “Pasien Jatuh” sebesar 2.8 ms. Artinya untuk deteksi pasien jatuh memiliki performansi pengiriman data yang paling cepat untuk segera disampaikan kepada perawat melalui *browser*. Sedangkan untuk perintah *hand-tracking* seperti *Open*, *Close*, dan *Lasso* memiliki performansi pengiriman data yang sedikit lebih lambat dibandingkan deteksi pasien jatuh. Adapun hal lain yang mempengaruhi performansi sistem adalah tingkat intensitas cahaya seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Nilai *delay* yang diperoleh pada pengujian tersebut adalah ketika kondisi cahaya di ruangan saat itu terang (siang hari). Sehingga menghasilkan nilai performansi yang paling baik dibandingkan kondisi ruangan yang minim cahaya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penggerjaan Tugas Akhir yang telah dilakukan dengan judul “Sistem Notifikasi Kebutuhan Pasien Berbasis *Gesture Recognition* (Kinect V2) dan *Internet of Things*”, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem yang dapat memberikan notifikasi / pemberitahuan berupa informasi kepada perawat melalui *web browser*, ketika pasien hendak membutuhkan bantuan berdasarkan perintah gerakan yang telah dikenali oleh sensor Kinect V2, berhasil dibangun. Perintah yang telah didefinisikan pada sistem ini adalah “Panggilan Darurat”, “Infus Habis”, dan “Bantu Buang Hajat”. Adapun deteksi insiden “Pasien Jatuh” yaitu berdasarkan jarak antara posisi titik *skeleton* tulang ekor dengan bidang lantai yang terdeteksi Kinect V2. Informasi perintah tersebut dapat dilihat dan dikonfirmasi melalui *pop-up* notifikasi yang muncul pada *browser* menggunakan *device* yang terhubung ke jaringan lokal.

2. Berdasarkan hasil pengujian sistem, nilai akurasi tertinggi yang diperoleh adalah 95% pada rentang jarak 2.5 meter sampai 3 meter antara objek (pasien) dengan sensor Kinect V2. Ini merupakan jarak yang paling baik agar sistem berjalan optimal. Selain itu, kondisi intensitas cahaya di ruangan tidak terlalu berpengaruh terhadap akurasi sistem, namun berpengaruh terhadap lamanya sistem dalam mengenali perintah yang dikehendaki oleh pasien. Perintah dengan performansi pengiriman data yang paling cepat adalah deteksi “Pasien Jatuh”.

Daftar Pustaka

- [1] C. Kawatsu, J. Li, and C. J. Chung. *Development of a Fall Detection System with Microsoft Kinect*, pages 623–630. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [2] S. Khawandi, B. Daya, and P. Chauvet. Implementation of a monitoring system for fall detection in elderly healthcare. *ResearchGate*, 3:216–220, 12 2011.
- [3] K. F. Li, K. Lothrop, E. Gill, and S. Lau. A web-based sign language translator using 3d video processing. In *2011 14th International Conference on Network-Based Information Systems*, pages 356–361, Sept 2011.
- [4] L. Liu and S. Mehrotra. Bed angle detection in hospital room using microsoft kinect v2. In *2016 IEEE 13th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)*, pages 277–280, June 2016.
- [5] L. Liu and S. Mehrotra. Detecting out-of-bed activities to prevent pneumonia for hospitalized patient using microsoft kinect v2. In *2016 IEEE First International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE)*, pages 364–365, June 2016.
- [6] L. Liu and S. Mehrotra. Patient walk detection in hospital room using microsoft kinect v2. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2016:4395–4398, 08 2016.
- [7] Microsoft. Kinect hardware requirements and sensor setup. <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/hardware-setup>. Accessed: 19 November 2017.
- [8] A. B. H. Mohamed, T. Val, L. Andrieux, and A. Kachouri. Using a kinect wsn for home monitoring: Principle, network and application evaluation. In *2012 International Conference on Wireless Communications in Underground and Confined Areas*, pages 1–5, Aug 2012.
- [9] F. Moreno, E. Ramírez, F. Sans, and R. Carmona. An open source framework to manage kinect on the web. In *2015 Latin American Computing Conference (CLEI)*, pages 1–9, Oct 2015.
- [10] O. Postolache, F. Cary, P. S. Girão, and N. Duarte. Physiotherapy assessment based on kinect and mobile apps. In *2015 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*, pages 1–6, July 2015.
- [11] A. R. Putri, P. Pangaribuan, and E. Kurniawan. Perancangan dan implementasi bel pasien pemanggil perawat di rumah sakit berbasis mikrokontroller dengan umpan balik notifikasi. *Telkom University Electrical and Communications Department*, 2014.
- [12] M. Research. Kinect in the browser. <http://goo.gl/sGW7E1>, 2013. Accessed: 19 November 2017.
- [13] M. H. Tambunan, Martin, H. Fakhruroja, Riyanto, and C. Machbub. Indonesian speech recognition grammar using kinect 2.0 for controlling humanoid robot. In *2018 International Conference on Signals and Systems (ICSigSys)*, pages 59–63, May 2018.

Lampiran

Tabel Pengujian Akurasi

Jam : 12.00-13.00		TABEL ACUAN PARAMETER JARAK																					
Jarak (m)	Akurasi	OPEN					LASSO					Pengujian Ke-					CLOSE					total row	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1.5	90%	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	
2	90%	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	
2.5	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	
3	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19	
3.5	90%	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	
4	80%	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	16	
4.5	30%	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	6	Hanya terc
5	0%	0	0	1	0	0	Hand Not Tracked					0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	6	
Optimum	2.5 Meter	30					25					29					24					Optm	OPEN

Gambar 5. Tabel Pengujian Akurasi Berdasarkan Jarak Pada Waktu Siang

Jam : 23.00-01.00		TABEL ACUAN PARAMETER JARAK																						
Jarak (m)	Akurasi	OPEN					LASSO					Pengujian Ke-					CLOSE					total row	Keterangan	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1.5	85%	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	capture fra		
2	75%	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	15	salah satu	
2.5	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19		
3	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19		
3.5	90%	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18		
4	60%	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	12		
4.5	10%	0	0	0	0	0	Hand Not Tracked					0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	Apabila m
5	0%	0	0	0	0	0	Body Not Tracked					0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0		
Optimum	2.5 Meter	25					23					29					23					Optm	CLOSE	

Gambar 6. Tabel Pengujian Akurasi Pada Waktu Malam

Jam : 08.00-09.00		TABEL ACUAN PARAMETER JARAK																					
Jarak (m)	Akurasi	OPEN					LASSO					Pengujian Ke-					CLOSE					total row	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1.5	90%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	18	tangan ag
2	90%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	18	
2.5	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	untuk dete
3	90%	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	
3.5	85%	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17	
4	70%	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14	
4.5	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
5	0%	0	0	0	0	0	Hand Not Tracked					Hand Not Tracked					Hand Not Tracked					0	
Optimum	2.5 Meter	29					23					28					24					Optm	OPEN

Gambar 7. Tabel Pengujian Akurasi Pada Waktu Pagi

Jam : 16.00-17.00		TABEL ACUAN PARAMETER JARAK																					
Jarak (m)	Akurasi	OPEN					LASSO					Pengujian Ke-					CLOSE					total row	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1.5	75%	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	15	
2	85%	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	
2.5	95%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	
3	90%	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	
3.5	80%	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16	
4	70%	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14	
4.5	15%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	Hand bisa
5	0%	0	0	0	0	0	Hand Not Tracked					Hand Not Tracked					Hand Not Tracked					0	
Optimum	2.5 Meter	27					20					28					24					Optm	CLOSE

Gambar 8. Tabel Pengujian Akurasi Pada Waktu Sore

Keterangan :

- Warna kuning merupakan baris yang menjadi acuan untuk data pengujian parameter intensitas cahaya. Pada pengujian ini dilakukan dengan jarak yang tetap antara objek dengan sensor yaitu 2.5 meter.
- Tabel pertama dengan *border* hijau berisi data-data acuan pada pengujian parameter jarak. Pengujian ini dilakukan dengan intensitas cahaya terang (siang).

Tabel Pengujian Performansi

Pengiriman Data		Delay Ke-																				Performansi	Keterangan
Perintah	Delay (ms)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Open	4,45	10	10	5	3	5	7	5	3	3	3	3	3	2	2	3	5	5	5	4	4,45		
Close	3,95	3	3	3	3	5	2	4	3	4	6	7	4	4	5	3	4	5	3	4	4	3,95	
Lasso	3,25	4	2	6	4	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	2	4	4	3	4	2	3,25	
Fall	2,8	4	3	2	2	4	4	3	2	3	3	2	1	3	2	3	2	3	4	2	4	2,8	pasien yang

Gambar 9. Tabel Pengujian Performansi Pengiriman Data

Tabel Pendukung

No.	Delay Klasifikasi Controller	Keterangan	
1	2,3711861	Perintah yang diuji adalah Fall. Karena memiliki performansi paling baik. Kesimpulan : +-24 frames / detik	S
2	2,5544828		I
3	2,5363910		A
4	2,4788939		N
5	2,4974176		G
6	2,4064043		
7	2,4638707		
8	2,4760711		
9	2,3936652		
10	2,4036942		
Rata-Rata	2,45820769	Detik	

Gambar 10. Tabel Delay Klasifikasi Controller Pada Waktu Siang

No.	Delay Klasifikasi Controller	Keterangan	
1	4,0727314	Perintah yang diuji adalah Fall. Karena memiliki performansi paling baik. Kesimpulan : +-15 frames / detik	M
2	4,0540872		A
3	4,0623218		L
4	4,1262434		A
5	4,0578350		M
6	4,1275086		
7	4,2599364		
8	4,1921299		
9	4,1287340		
10	4,4638110		
Rata-Rata	4,15453387	Detik	

Gambar 11. Tabel Delay Klasifikasi Controller Pada Waktu Malam

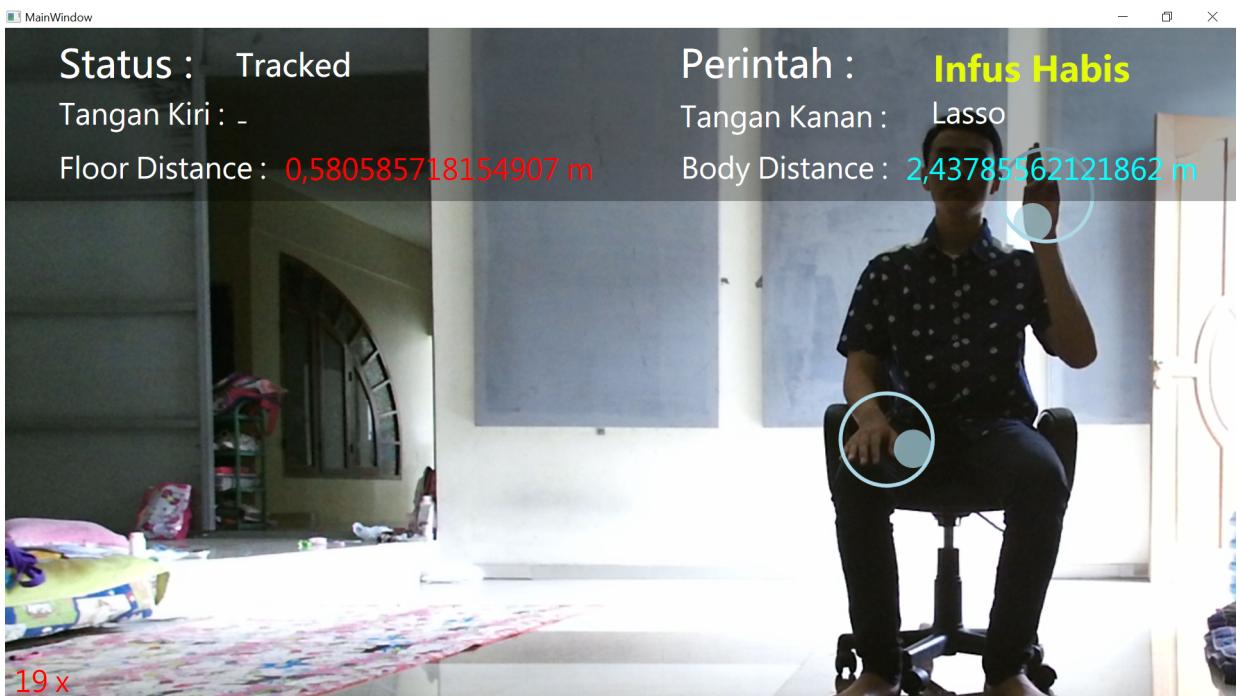
Jam	p0	p1	p2	p3	p4	p5	Avg	Keterangan	
8	108	80	2390	585	85	209	576	Nilai p2 besar karena posisi pintu rumah ketika pagi sangat terosrot oleh matahari, sehingga bedanya dengan siang adalah matahari saat itu berada tepat diatas rumah. Jadi, meskipun kondisi cahaya luar saat itu sangat terang, namun cahaya yang masuk ke ruangan dibatasi oleh atap rumah.	I
9	75	73	1950	496	64	172	472		N
10	17	17	1800	500	65	172	429		T
11	44	46	857	218	35	82	214		E
12	64	62	1298	375	64	160	337		N
13	41	37	688	48	43	104	160		S
14	34	25	534	168	31	82	146		I
15	20	17	440	132	21	57	115		T
16	5	7	37	17	7	9	13,7		A
17	1	1	27	10	0	2	6,83		S
malam	6	8	7	6	7	7	6,83		
Rata-Rata	37,7	33,9	912	232	38,4	96			

Gambar 12. Tabel Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Lux Meter

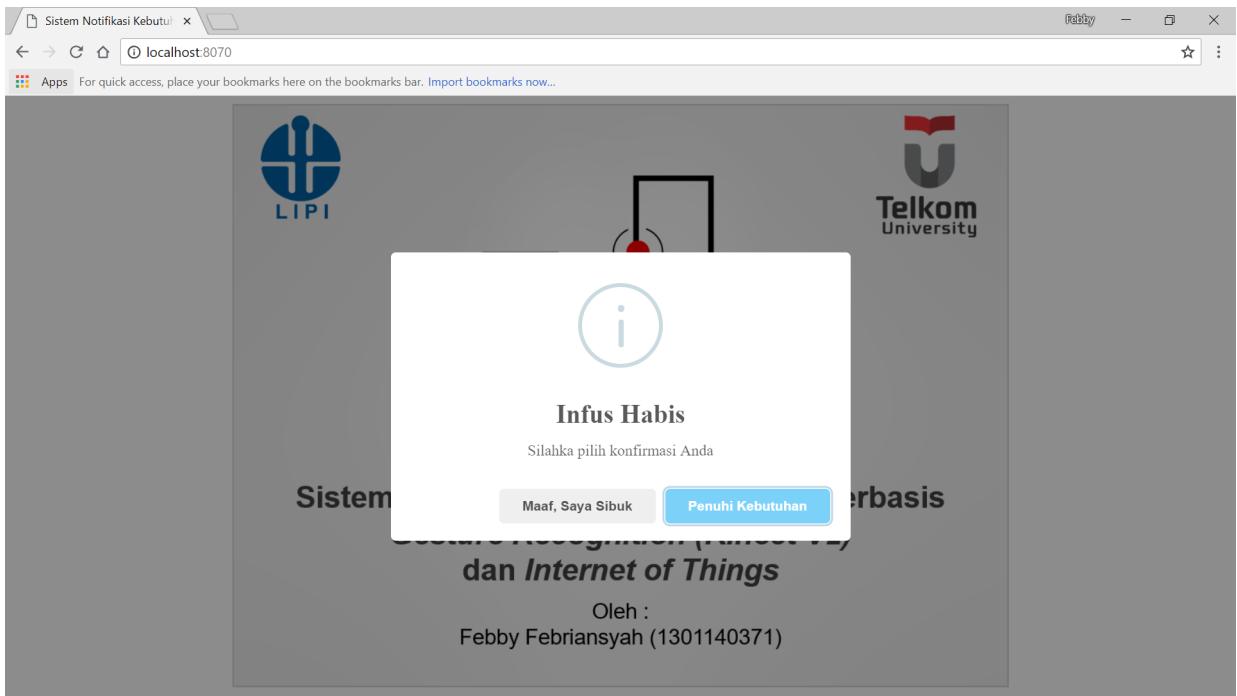
Keterangan :

- p merupakan posisi pengambilan data lux meter mulai dari sudut, sisi, dan bagian tengah ruangan.

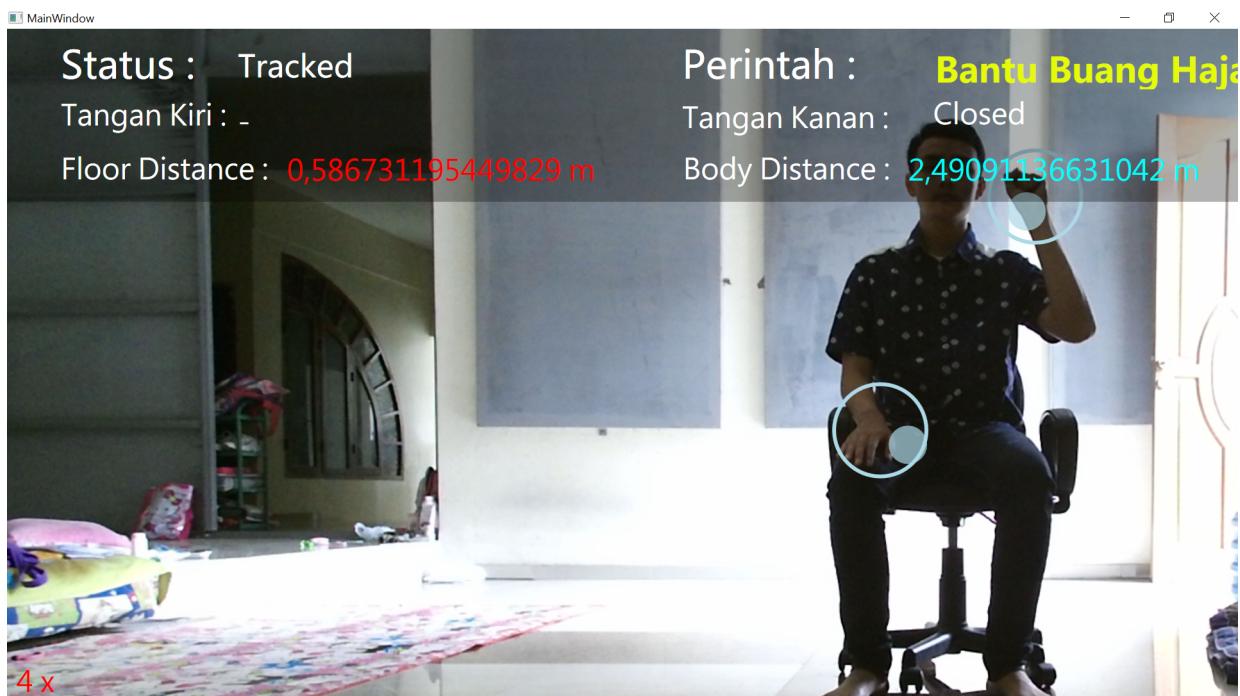
Screenshot Tampilan Sistem



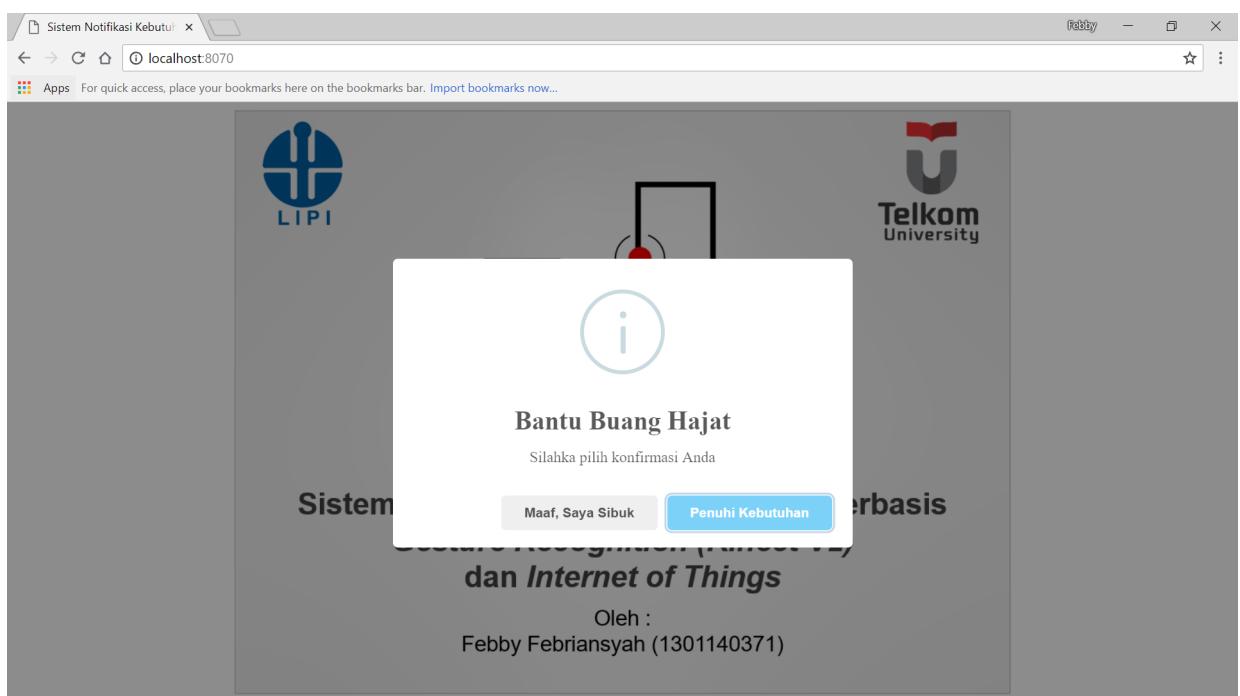
Gambar 13. Screenshot Perintah Infus Habis



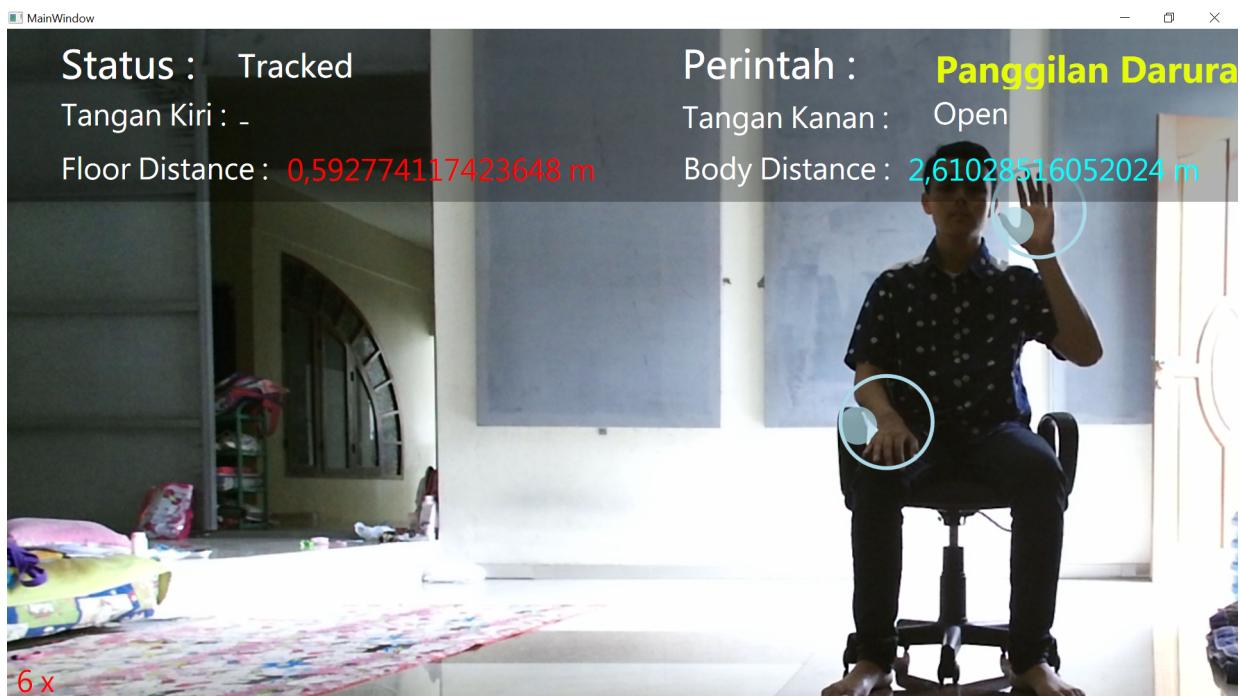
Gambar 14. Screenshot Notifikasi Infus Habis



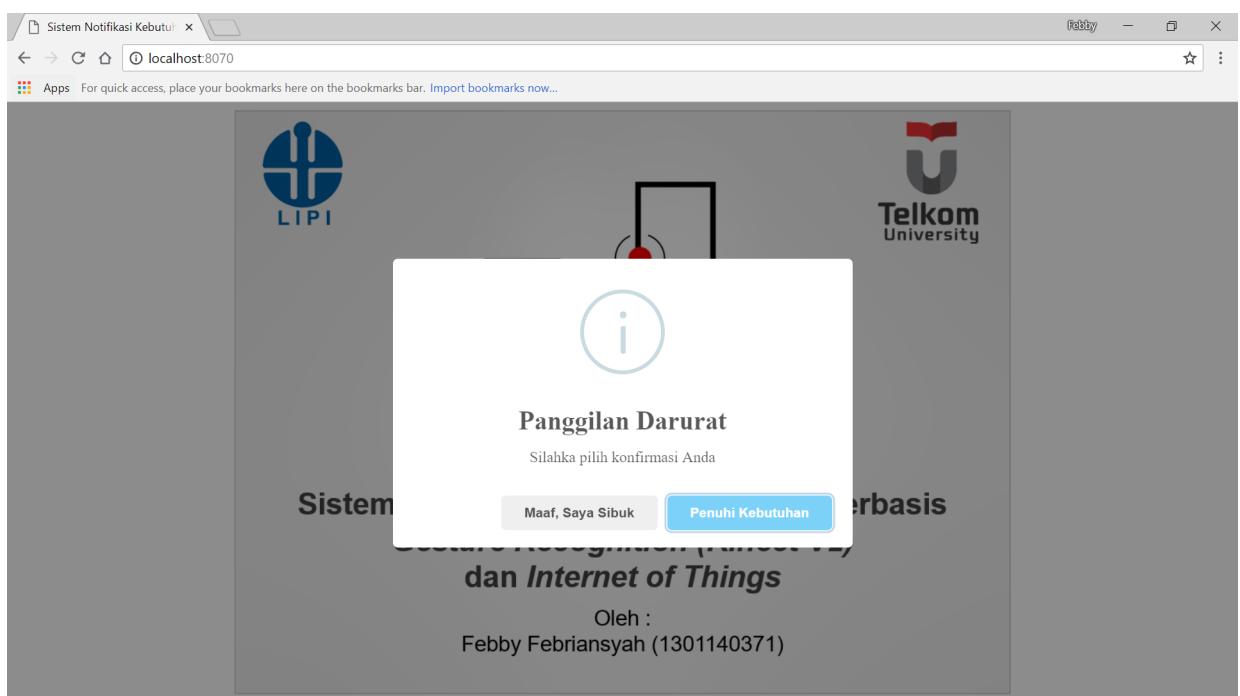
Gambar 15. Screenshot Perintah Bantu Buang Hajat



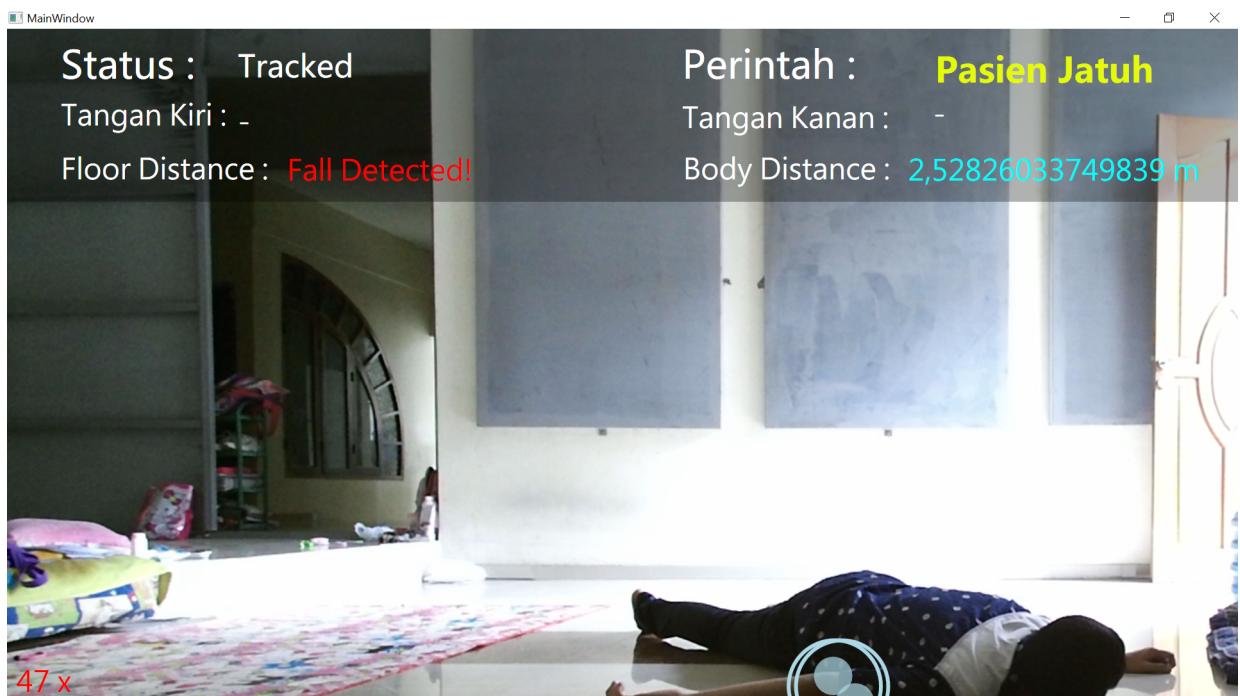
Gambar 16. Screenshot Notifikasi Bantu Buang Hajat



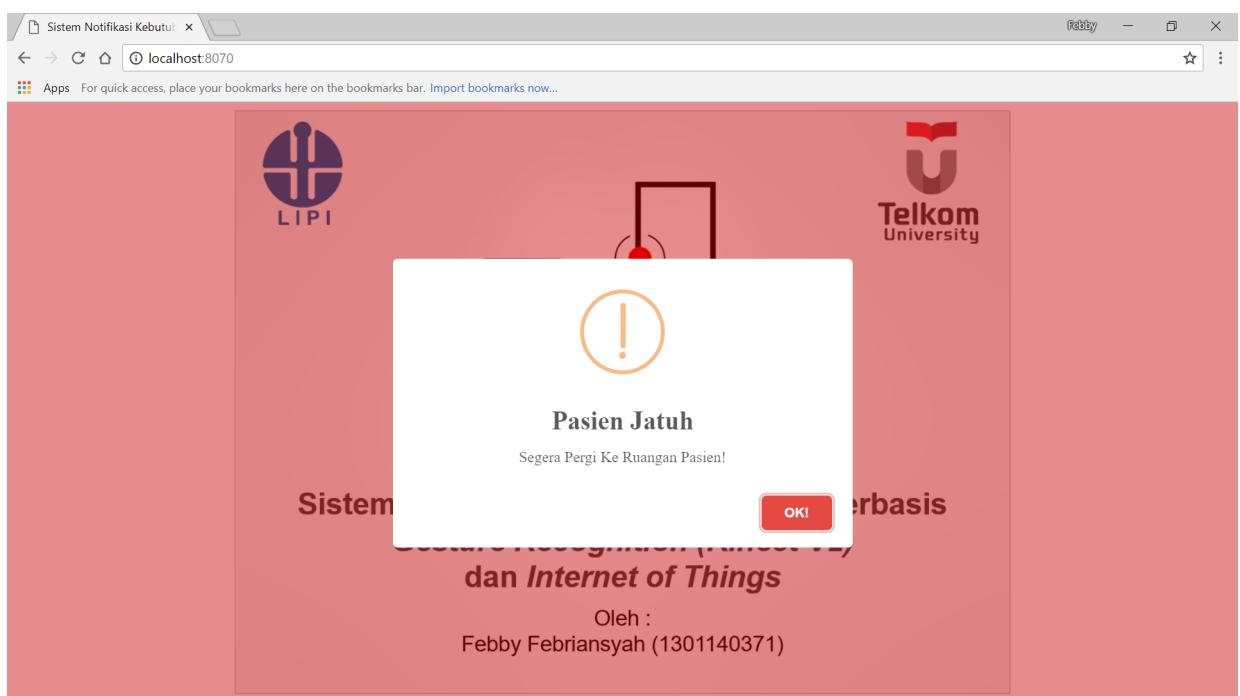
Gambar 17. Screenshot Perintah Panggilan Darurat



Gambar 18. Screenshot Notifikasi Panggilan Darurat



Gambar 19. Screenshot Deteksi Jatuh



Gambar 20. Screenshot Notifikasi Deteksi Jatuh