

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Literature Review

Sebelumnya, terdapat banyak penelitian yang dilakukan mengenai *home security system* ini. Sehingga dalam upaya pengembangan aplikasi ini, dilakukan studi pustaka sebagai salah satu cara dari metode penelitian. Diantaranya adalah untuk menghindari pembuatan ulang, mengidentifikasi metode yang pernah dilakukan, ataupun meneruskan penelitian sebelumnya.

Penelitian yang telah dilakukan oleh S. Tanwar, P. Patel, K. Patel, S. Tyagi, N. Kumar dan M. S. Obaidat yang berjudul “*An Advanced Internet of Thing based Security Alert System for Smart Home*” (Tanwar, et al., 2017). Pada penelitian ini menjelaskan bahwa masih terdapat kelemahan pada sistem keamanan rumah yang ada seperti penundaan, *non-web* dan sulit ditangani saat mengirimkan informasi ke pengguna dalam situasi di mana kejadian yang tidak biasa terjadi di dalam rumah. Jika ada kejadian yang tidak biasa ditemui di dalam rumah, maka sistem harus cukup mampu untuk mengirim peringatan kepada pengguna tanpa penundaan melalui telepon, teks, atau *email*. Sehingga diusulkan tentang sistem keamanan rumah yang murah dengan menggunakan modul Inframerah (PIR) dan Raspberry Pi untuk meminimalkan penundaan selama proses peringatan *email*.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Jayashri Bangali and Arvind Shaligram yang berjudul “*Design and Implementation of Security Systems for Smart Home based on GSM technology*” (Bangali & Shaligram, 2013). Penelitian ini berisikan mengenai betapa pentingnya keamanan rumah karena kemungkinan gangguan yang

selalu meningkat. Sistem keamanan berbasis *Global System for Mobile communications* (GSM) memberikan keamanan yang lebih baik karena bila ada sinyal dari sensor, pesan teks dikirim ke nomor yang diinginkan untuk melakukan tindakan selanjutnya. Penelitian ini menyarankan dua metode untuk sistem keamanan rumah yang dijadikan satu aplikasi. Sistem pertama menggunakan kamera webcam yang kegunaannya adalah kapan pun terjadi adanya gerakan didepan kamera, maka ada peringatan keamanan berupa suara dan kemudian pesan dikirim ke pengguna. Metode kedua mengirim SMS yang menggunakan modul GSMGPS Module (sim548c) dan mikrokontroler Atmega644p, sensor, relay dan buzzer.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang telah dilakukan oleh Renuka Chuimurkar dan Vijay Bagdi yang berjudul "*Smart Surveillance Security & Monitoring System Using Raspberry Pi and PIR Sensor*" (Chuimurkar & Bagdi, 2016). Penelitian ini membahas mengenai perancangan dan implementasi sistem pemantauan cerdas dengan menggunakan Raspberry Pi dan sensor PIR untuk perangkat *mobile*. Kegunaan dari sistem ini adalah untuk meningkatkan penggunaan teknologi *mobile* untuk memberikan keamanan untuk rumah dan untuk aplikasi kontrol lainnya. Sistem ini memiliki kemampuan untuk melakukan pendeteksian deteksi asap dan deteksi manusia yang dapat memberikan tindakan pencegahan terhadap potensi kejahatan dan potensi kebakaran. Hardware yang digunakannya adalah menggunakan Raspberry Pi. Dimana dengan tambahan *library Open Source Computer Vision* (OpenCV) untuk menangani pemrosesan gambar mendeteksi orang atau bukan, kontrol alarm dan mengirim foto yang diambil ke *email* pengguna melalui Wi-Fi (Chuimurkar & Bagdi, 2016). Selain hal

tersebut sebagai bagian dari sistem alarmnya untuk tanda awalnya, sistem akan memutar rekaman suara : "penyusup" atau "asap terdeteksi" saat ada deteksi. Sistem ini menggunakan kamera webcam biasa namun filter IR-nya dilepas agar memiliki kemampuan penglihatan malam. Sistem keamanan rumah yang diusulkan ini menangkap informasi dan mentransmisikannya melalui Dongle 3G ke *smartphone* menggunakan aplikasi web. Raspberry Pi mengoperasikan dan mengendalikan detektor gerak menggunakan sensor PIR dan kamera video untuk penginderaan gerak serta pengawasan, lalu melakukan rekam video dan disimpan. Sistem ini juga dapat mengetahui jumlah orang dengan bantuan sensor infra merah. Misalnya, saat adanya gerakan yang terdeteksi, kamera akan secara otomatis memulai melakukan rekaman dan perangkat Raspberry Pi akan memberikan informasi kepada pengguna karena adanya kemungkinan terdapat gangguan yang dikirimkan ke *smartphone*. Raspberry Pi memiliki dua komponen utama yang saling berinteraksi yaitu *Web Application* yang mengeksekusi *mobile browser* dan *script server side* yang berjalan di *Cloud* yang akan dioperasikan oleh komponen perangkat *hardware* Raspberry Pi.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Sudhir Chitnis, Neha Deshpande, dan Arvind Shaligram dengan judul "*An Investigative Study for Smart Home Security: Issues, Challenges and Countermeasures*" (Chitnis, Deshpande, & Shaligram, 2016). Penelitian ini membahas bahwa keamanan rumah itu penting. Studi investigasi dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan survei untuk mendapatkan masukan dari orang-orang yang berbeda dari berbagai latar belakang. Maksud utama dari survei ini adalah membuat orang sadar akan HomeOS yang canggih dan menganalisis kebutuhan akan keamanan. Penelitian ini

mempelajari perlunya studi investigasi HomeOS dalam situasi saat ini dimana pencurian rumah meningkat pada tingkat yang tinggi. Untuk memperoleh kesimpulan, data hasil survei dilakukana analisis. Metode grafis digunakan untuk mengidentifikasi signifikansi relatif keamanan rumah. Dari analisis ini, maka dapat disimpulkan bahwa yang memiliki anak dan orang tua di rumah atau di lokasi rumah berkontribusi secara signifikan terhadap kebutuhan sistem keamanan rumah.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Edy Winarno yang berjudul "*Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection*". Penelitian ini membahas mengenai pemrosesan video dan gambar *real time* digunakan dalam beragam aplikasi mulai dari pengawasan video dan manajemen lalu lintas hingga aplikasi pencitraan medis. Penelitian ini membahas mengenai implementasi deteksi tepi menggunakan video *real time* dari kamera. Menggunakan Algoritma *Canny* untuk detektor tepi berdasarkan seperangkat kriteria yang mencakup untuk menemukan tepi paling banyak dengan meminimalkan tingkat kesalahan, menandai tepi sedekat mungkin ke tepi (sebenarnya untuk memaksimalkan lokalisasi), dan menandai ujungnya hanya sekali bila ada satu tepi untuk respons minimal.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Shubham Mathur, Balaji Subramanian, Sanyam Jain, Kajal Choudhary yang berjudul "*Human Detector and Counter Using Raspberry Pi Microcontroller*". Penelitian ini membahas mengenai *human detection* dan *counter* menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan *Support Vector Machine* (SVM). Alat yang digunakan menggunakan kamera Raspicam, sensor PIR dan Raspberry Pi 2 untuk alat pengolahannya. Hasil pengujian 100x uji coba, diperoleh akurasi sebesar

83%. Saran untuk penelitian selanjutnya terutama dalam hal peningkatan akurasi yaitu dengan mengganti PIR dengan sensor LOS (*Line of Sight*), seperti sensor IR dengan laser menggunakan Raspberry Pi 3, penggunaan kamera resolusi tinggi, dan menggunakan data learning yang banyak.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang telah dilakukan oleh Mohammed Abdulaziz Aide Al-qaness, Fangmin Li, Xiaolin Ma, and Guo Liu dengan judul “*Device-Free Home Intruder Detection and Alarm System Using Wi-Fi Channel State Information*” (Al-qaness, Li, Ma, & Liu, 2016). Pada penelitian ini membahas mengenai rancangan dari sistem deteksi penyusup dan sistem alarm menggunakan WiGarde dengan memanfaatkan informasi dari *channel state* (CSI) untuk mendeteksi penyusup melalui pintu atau jendela. WiGarde mengekstraksi informasi amplitudo CSI di seluruh antena MIMO. Sistem ini sangat baik karena mampu menghindari terjadinya alarm palsu karena menggunakan algoritma *bad stream elimination*. *Support Vector Machine* (SVM) digunakan untuk mengklasifikasikan *human intrusion*. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan CSI-based dan RSSI-based dan diperoleh hasil yang baik. Penelitian ini memperoleh akurasi tinggi yaitu 94,5% dalam lingkungan yang dinamis untuk intrusi melalui pintu atau jendela. Nilai *True Positif* (TP) untuk 1 orang dengan akurasi sebesar 84% (Al-qaness, Li, Ma, & Liu, 2016).

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang telah dilakukan oleh Sachin Patidar, Amit Prakash Pandey, K. Ketan, Gajjar Rushi Pareshkumar dengan judul “*Real Time Vision Based Security System*” (Patidar, Pandey, Ketan, & Pareshkumar, Real Time Vision Based Security System, 2014). Pada penelitian ini membahas mengenai sistem keamanan yang murah yang mampu mendeteksi

perubahan area pemantauan. Alat yang digunakan pada penelitian ini diinstal dengan sistem operasi Linux dan kemudian dilakukan konfigurasi dan instalasi OpenCV untuk keperluan *image processing*, GPU dan *GUI library*. Alat yang digunakan untuk pemantauan area, menggunakan webcam. Teknik yang digunakan pada penelitian ini, menggunakan teknik deteksi perubahan area pemantauan dengan tahapan *image acquisition*, *image segmentation*, *image pre-processing*. Jika terdapat perbedaan pada area pemantauan maka dilakukan perhitungan, hasilnya dibandingkan dengan hasil dari teori antropologi. Hasil pengujian sistem diperoleh nilai sebesar 86% *detection rate* pada 5-6 *frames/s*.

Dari *literature review* yang telah dibahas, telah banyak penelitian yang membahas mengenai IoT, *Home Security System*, dan *Motion Detection*. Selain itu juga, terdapat penelitian yang tidak mencantumkan hasil akurasi sistem yang telah dibuat. Namun dapat disimpulkan bahwa belum ada peneliti yang secara khusus membahas mengenai teknologi IoT untuk keamanan rumah dengan tambahan kemampuan membedakan terdapat manusia atau tidak untuk memaksimalkan sistem yang telah ada dan memberikan informasi yang lebih informatif ke pengguna.

2.2 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah jaringan perangkat yang kuat dimana terhubung ke internet baik itu perangkat lunak, elektronik, ataupun sensor (Intel, 2017). Teknologi ini memiliki kemampuan berbagi data satu sama lain, alat yang mampu mengontrol jarak jauh, dan sebagainya. Contoh implementasinya sebagai alat untuk mendeteksi banjir yang digabungkan dengan *smart city*, deteksi

kebakaran pada *smart home*, atau apapun yang merupakan alat-alat elektronik yang terkoneksi ke jaringan lokal atau jaringan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif (Techopedia, 2017).

Istilah IoT awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT. Saat ini banyak perusahaan-perusahaan besar mulai mendalami dan meneliti lebih jauh lagi mengenai IoT contohnya Intel, Oracle, dan banyak lainnya (Techopedia, 2017).

Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh IoT adalah “*the next big thing*” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali (Ramadoni, 2014). Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari IoT misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau *email* tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi (Ramadoni, 2014). Bagi pengembang, kini banyak perusahaan yang menyediakan berbagai macam program untuk membantu pengembang dalam mengembangkan produk berbasis IoT salah satunya adalah Intel (Ramadoni, 2014).

2.3 Smart Home / Home Security

Smart home adalah rumah yang dilengkapi dengan teknologi tinggi yang memungkinkan berbagai alat atau sistem di rumah saling berkomunikasi satu sama lain. Contoh *smart home* seperti alarm kebakaran yang mendeteksi suhu, televisi dan lampu yang menyala sendiri jika pemilik rumah datang, atau alat-alat lainnya.

Smart home system dalam operasinya dibantu oleh komputer untuk memberikan segala keamanan, keselamatan, kenyamanan, dan penghemat energi yang berlangsung secara otomatis dan terprogram melalui komputer rumah

(Pamungkas, Novianti, & Aziz, 2016). *Smart home system* dapat digunakan untuk mengendalikan hampir semua perlengkapan dan peralatan di rumah, mulai dari pengaturan tata lampu hingga berbagai alat-alat rumah tangga, yang perintahnya dapat dilakukan hanya dengan menggunakan suara, sinar infra merah atau kendali jarak jauh atau penggunaan *remote* (Pamungkas, Novianti, & Aziz, 2016).

Smart home telah diterima secara luas oleh individu dan organisasi di seluruh dunia karena banyak kelebihanannya (Tanwar, et al., 2017). Sistem keamanan rumah dapat didefinisikan sebagai pemantauan rumah lengkap atau beberapa bagian rumah dari lokasi yang terletak atau terpusat dari jarak jauh (Tanwar, et al., 2017). Hal ini memungkinkan pengguna untuk melihat semua aktivitas di dalam rumah dari lokasi terpencil yang pada akhirnya memberi kepuasan kepada pemilik rumah (Tanwar, et al., 2017).

2.4 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan seluler dan desktop berbasis *cloud* dengan fokus pada keamanan dan kecepatan. Telegram memiliki dua API yang dapat digunakan secara gratis, yaitu Bot API yang memungkinkan untuk membuat program yang menggunakan pesan Telegram untuk sebuah antarmuka dan TDLib memungkinkan untuk membangun klien Telegram yang disesuaikan (Telegram Messenger LLP, 2018).

Pada penelitian ini menggunakan Bot API. Untuk menggunakan ini, protokol enkripsi MTProto sudah berjalan di server perantara dan akan menangani semua enkripsi dan komunikasi dengan API Telegram. Pengguna API berkomunikasi

dengan server ini melalui antarmuka HTTPS sederhana yang menawarkan versi sederhana dari API Telegram (Telegram Messenger LLP, 2018).

2.5 Komponen Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan komponen utama untuk sistem keamanan rumah selain dari aplikasi. Karena peranannya sangat penting, maka diperlukan penjelasan dari masing-masing komponen dan fungsinya dalam penelitian ini.

2.5.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer berukuran kecil (*mini computer*) yang dapat digunakan seperti komputer dengan ukurannya sebesar kartu nama. Raspberry Pi membutuhkan adaptor yang biasa digunakan pada telepon selular sebesar 5V (Raspberrypi, 2017). Raspberry Pi menggunakan *system on a chip* (SoC) dimana *Central Processing Unit* (CPU), *Graphics Processing Unit* (GPU), dan memori ada dalam satu kesatuan *Integrated Circuit* (IC). Saat ini terdapat dua versi yaitu model A dan model B. Perbedaannya ada pada *port Universal Serial Bus* (USB) dan *port ethernet* (Raspberrypi, 2017). Pada model A tidak tersedianya *port ethernet* dan hanya tersedia 1 port USB sedangkan pada model B tersedia *port ethernet* dan lebih dari satu port USB (Raspberrypi, 2017).



Gambar 2.1 Raspberry Pi

Berikut ini adalah komponen-komponen input dan output pada Raspberry Pi (Raspberrypi, 2017):

1. HDMI, untuk dihubungkan ke monitor yang mendukung jenis ini. Dapat juga di konversikan ke jenis VGA dan AV *output*.
2. *Video analog (RCA port)*, dihubungkan ke pesawat televisi yang memiliki input jenis RCA.
3. *Audio output*, keluaran suara dapat dihubungkan ke speaker. *Audio output* ini berukuran 3.5 untuk jack audionya.
4. *Port USB 2.0*, untuk kebutuhan perangkat input dan *output* nantinya.
5. Pin GPIO, untuk menghubungkan dengan sensor, arduino, perangkat lain yang memiliki data analog atau digital.
6. *Port CSI (Camera Serial Interface)*.
7. *Port DSI (Display Serial Interface)*.
8. *Ethernet output*, dihubungkan dengan kabel UTP/STP.
9. *SD card slot / MicroSD card slot*, untuk menyimpan sistem dan data

2.5.2 Arduino

Arduino adalah papan elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler Atmega328 dari jenis AVR dari perusahaan Atmel (Arduino, 2017). Arduino Uno adalah *board* arduino berukuran kecil, lengkap dan berbasis Atmega328 yang mempunyai kelebihan yang sama fungsional dengan Arduino jenis apapun. Bentuk fisik dari Arduino Uno dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2

Karakteristik dan struktur arduino adalah :

1. *Integrated Development Environment (IDE)* arduino merupakan multi *platform*, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti *Windows* dan *linux*.. Arduino IDE memiliki fasilitas sebagai berikut : *editor, compiler, linker dan debugger*.
2. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port Universal Serial Bus (USB)* bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang yang memiliki *port serial*.
3. Arduino adalah *hardware* dan *software open source* yaitu sistem pengembangan yang tidak dikoordinasi oleh individu atau lembaga pusat, tetapi oleh para pengguna yang memanfaatkan *opensource*.
4. Rendah dalam hal biaya.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Perangkat keras didalam Arduino Uno adalah (Arduino, 2017):

1. *Port USB*.
2. *Integrated circuit (IC)* Konverter Serial USB.
3. Mikrokontroler ATmega 328.
4. 14 Pin *Input Output Digital*

5. 6 Pin *Input Output Analog*
6. Tegangan masukan (7-12V)

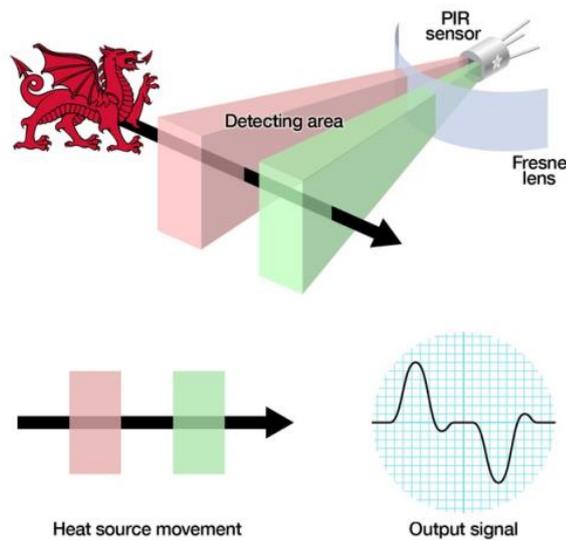
Pada Sistem keamanan Rumah Arduino berfungsi sebagai media dari sensor PIR, kemudian di transmisikan ke Raspberry Pi 3. Selanjutnya Raspberry Pi mengolah data yang dikirimkan dari Arduino. Pengolahan data dari Arduino membutuhkan *source code* yang harus ditulis secara manual sesuai dengan jenis perangkat (sensor) yang digunakan bantuan *software* Arduino IDE (Arduino, 2017).

2.5.3 Sensor dan Aktuator

Selain perangkat keras utama yaitu Raspberry Pi 3 dan Arduino, diperlukan juga sensor dan aktuator. Alat tambahan ini digunakan untuk menunjang apa yang tidak bisa dilakukan oleh Arduino dan Raspberry Pi 3.

2.5.3.1 Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infrared*) adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengindra atau menangkap suatu besaran fisis dan merubahnya kebentuk sinyal listrik (Ada, 2016). Sensor PIR adalah sensor yang berbasiskan infra merah yang mampu mendeteksi adanya suatu pancaran infra merah (Ada, 2016). Sensor ini bersifat pasif yang artinya sensor ini hanya mampu menerima pancaran infra merah, tidak bisa memancarkan sinar infra merah yang dipancarkan oleh suatu objek yang bergerak (Ada, 2016).



Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor PIR

Sensor PIR sendiri memiliki dua slot di dalamnya, masing-masing slot terbuat dari bahan khusus yang sensitif terhadap IR (Ada, 2016). Lensa yang digunakan di sini tidak terlalu banyak sehingga terlihat dua slot bisa 'melihat' melewati beberapa jarak (sensitivitas sensor) (Ada, 2016). Bila sensor tidak berfungsi, kedua slot mendeteksi jumlah IR yang sama, jumlah ambien dipancarkan dari ruangan atau dinding atau di luar ruangan. Ketika tubuh yang hangat seperti manusia atau hewan melewatinya, ia pertama kali memotong setengah bagian sensor PIR, yang menyebabkan perubahan diferensial positif antara kedua bagian tersebut (Ada, 2016). Saat tubuh hangat meninggalkan daerah penginderaan, sebaliknya, dimana sensor menghasilkan perubahan diferensial yang negatif. Perubahan *pulse* inilah yang terdeteksi. Jangkauan sensor, dapat mendeteksi sejauh 5-7 meter (Ada, 2016).

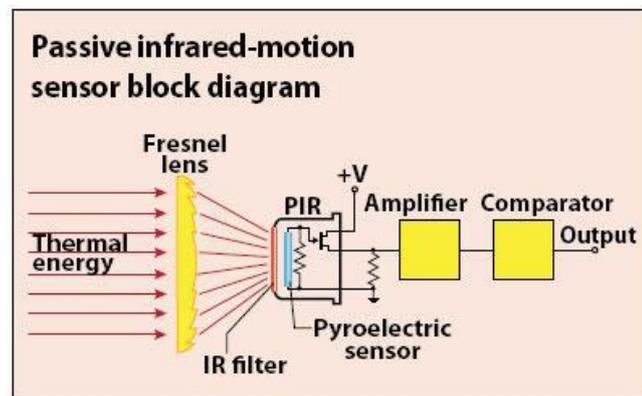
Sensor PIR berfungsi sebagai detektor yang akan memberikan nilai dan akan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian akan digunakan untuk mengaktifkan

kamera. Sensor PIR yang dibutuhkan adalah respon sensor terhadap kehadiran objek pada sudut dan jarak tertentu dari posisi sensor (Ada, 2016).



Gambar 2.4 Sensor PIR

Sensor PIR memiliki beberapa bagian, dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Diagram Blok Sensor PIR

1. Fresnel Lens

Kegunaannya yaitu untuk memfokuskan sinar. Selain itu juga membuat intensitas cahaya yang relatif konstan diseluruh lebar berkas cahaya.

2. IR Filter

Bagian ini berfungsi untuk memfilter / menyaring panjang gelombang inframerah yang bernilai antara 8 - 14 mikrometer. Sehingga panjang dan diatas itu tidak akan terdeteksi oleh sensor.

3. Pyroelectric Sensor

Pyroelectric sensor terdiri dari galium natrida, caesium nitrat, dan litium tantalate yang mampu menghasilkan listrik saat adanya pancaran sinar merah. sinar merah ini membawa energi panas yang mampu dirubah menjadi arus listrik oleh pyroelectric sensor

4. Amplifier

Bagian ini berfungsi untuk menguatkan arus yang akan masuk ke komparator

5. Komparator

Bagian ini berfungsi untuk membandingkan sehingga pada kondisi tertentu sensor PIR akan menghasilkan sebuah keluaran tertentu

2.5.3.2 Sensor Kamera

Kamera yang digunakan adalah kamera webcam dengan resolusi 8 Mega Pixel. Kamera ini menggunakan port USB yang dihubungkan langsung dihubungkan ke Raspberry Pi.



Gambar 2.6 Kamera

2.5.3.3 Buzzer

Komponen elektrokika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara (Ali, 2016). Manfaat pada umumnya sensor Buzzer sering digunakan pada rangkaian anti-maling yang dipasang di rumah atau mobil, alarm pada bel rumah dan alat alar lainnya. Jenis buzzer yang bisa digunakan adalah Piezo Buzzer yang memiliki harga yang relatif lebih murah, memiliki ukuran yang kecil, dan lebih mudah dalam menggabungkan kedalam rangkaian alat-alat elektronika lainnya. Buzzer sering juga disebut dengan Beeper. Gambar dari buzzer dapat dilihat pada

Gambar 2.7



Gambar 2.7 Buzzer

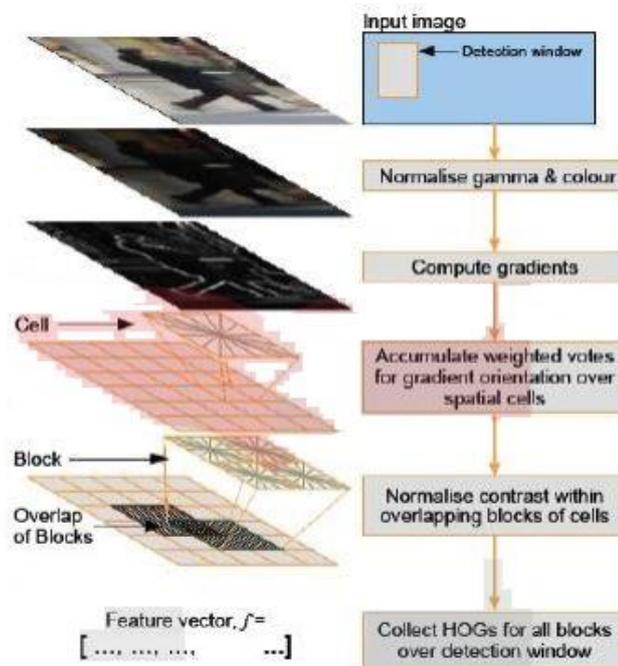
2.6 Algoritma Deteksi Manusia

Selain perangkat keras, penelitian sistem keamanan rumah ini perlu ditambahkan algoritma untuk deteksi manusia. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan algoritma *Histograms of Oriented Gradients* (HOG) dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengkategorikan kelas manusia atau bukan.

2.6.1 Histograms of Oriented Gradients

Metode HOG ini digunakan untuk proses ekstraksi fitur dari setiap input gambar yang ada (Dalal & Triggs, 2005), baik dari dataset training maupun dari data testing dari inputan kamera. Fitur HOG yang dihasilkan akan diolah menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk menentukan apakah fitur yang terdeteksi adalah fitur manusia atau bukan (Dalal & Triggs, 2005).

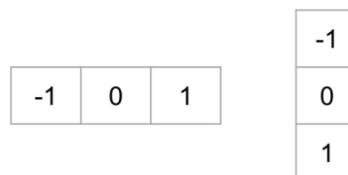
HOG digunakan untuk melakukan proses ekstraksi fitur. Secara umum proses ekstraksi fitur menggunakan metode HOG dapat diamati pada gambar berikut :



Gambar 2.8 Ekstraksi HOG

Penjelasan untuk gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. Normalisasi Gamma, adalah hasil dari akar kuadrat setiap channel (merah, hijau dan biru)
2. Untuk menghitung deskriptor HOG, pertama-tama harus menghitung gradien horisontal dan vertikal. Menghitung gambar gradien x dan y , g_x dan g_y , dari gambar aslinya. Hal ini bisa dilakukan dengan menyaring gambar asli dengan kernel pada Gambar 2.9



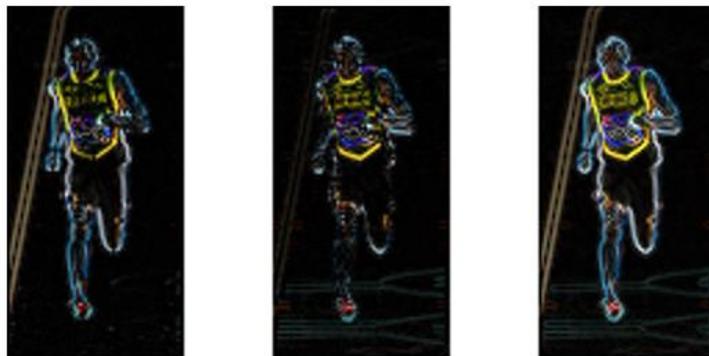
Gambar 2.9 Kernels

Dengan menggunakan gambar gradien g_x dan g_y , dapat dihitung besarnya dan orientasi gradien dengan menggunakan persamaan berikut:

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$$

$$\theta = \arctan \frac{g_y}{g_x}$$

Hitungan gradient adalah “unsigned”, dan karena itu θ berada pada range 0 - 180 derajat. Gambar 2.10 berikut ini menunjukkan gradient



Gambar 2.10 Gradient

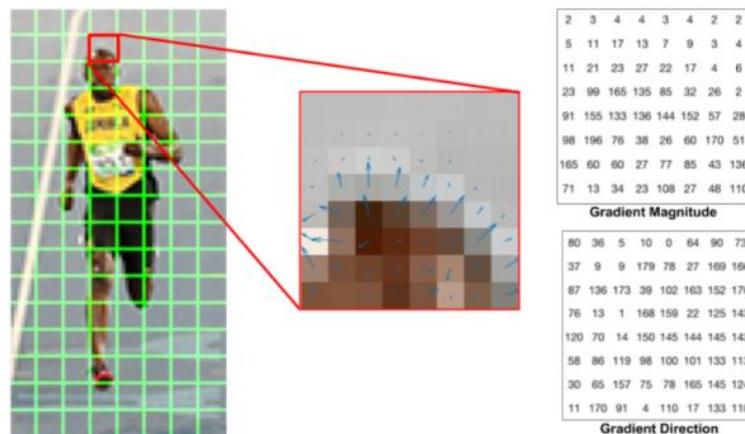
Gambar kiri: Nilai absolut x-gradien.

Gambar tengah: Nilai absolut dari gradien y.

Gambar kanan: Besaran gradien.

Proses ini menghapus banyak informasi yang tidak penting (misalnya latar belakang berwarna konstan), namun memfokuskan pada outline. Pada setiap piksel, gradien memiliki magnitude dan arah. Untuk gambar berwarna, gradien dari tiga sumber dievaluasi. Besarnya gradien pada piksel adalah maksimum besarnya gradien dari tiga sumber, dan sudutnya adalah sudut yang sesuai dengan gradien maksimum.

3. Sel dan Blok, citra akan dibagi ke dalam beberapa sel dan beberapa sel dikelompokkan menjadi sebuah blok. Pada langkah ini, gambar dibagi menjadi 8×8 cells dan histogram gradien dihitung untuk masing-masing 8×8 cells. Pemilihan 8×8 cells adalah pilihan desain yang diinformasikan oleh skala fitur yang dicari. Alasan ini dilakukan untuk menggambarkan blok gambar yang lebih berguna dan *compact representation*. Sebuah 8×8 cells berisi $8 \times 8 \times 3 = 192$ pixel values. Gradien ini berisi 2 nilai (*magnitud* dan *direction*) per pixel yang menambahkan hingga $8 \times 8 \times 2 = 128$ angka. Dari 128 bilangan ini diwakili menggunakan histogram 9-bin yang dapat disimpan sebagai array dari 9 bilangan. Histogram pada dasarnya adalah vektor (atau *array*) dari 9 bins (angka) yang sesuai dengan sudut 0, 20, 40, 60 ... 160.



Gambar 2.11 8x8 Cells

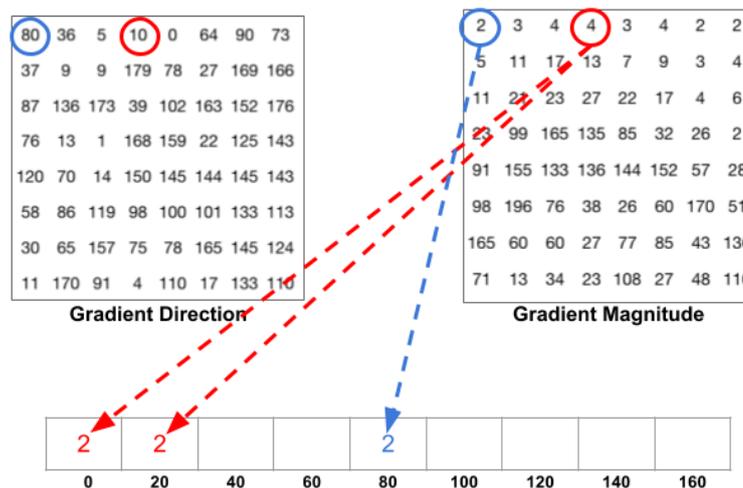
Gambar tengah: Gambar RGB dan gradien diwakili menggunakan panah.

Gambar kanan: Gradien yang sama ditunjukkan sebagai angka

Gambar sebelah kanan adalah angka mentah yang mewakili gradien dalam sel 8×8 dengan satu perbedaan kecil (sudutnya antara 0 dan 180 derajat). Ini disebut gradien "*unsigned*" karena gradien dan negatifnya ditunjukkan oleh

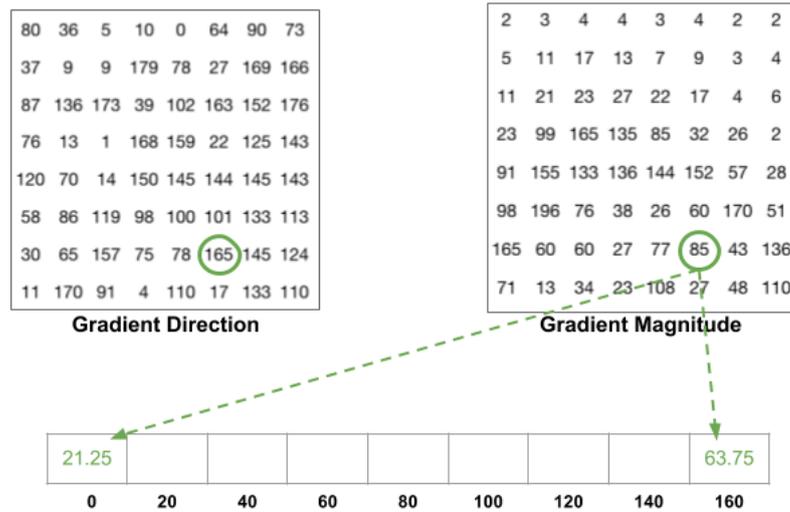
angka yang sama. Panah gradien dan yang 180 derajat berlawanan dengannya dianggap sama.

Gambar 2.12 menggambarkan prosesnya..Bin dipilih berdasarkan arah dan vote (nilai yang masuk ke bin) dipilih berdasarkan besarnya. Misalkan angka yang ditunjukkan oleh lingkaran warna biru. Ini memiliki sudut (arah) 80 derajat dan besarnya 2, Sehingga menambah 2 ke bin kelima. Gradien pada *pixel* yang dilingkari dengan warna merah memiliki sudut 10 derajat dan besarnya 4. Karena 10 derajat adalah setengah jalan antara 0 dan 20, maka vote oleh *pixel* terbagi sama besar ke dalam dua bin.



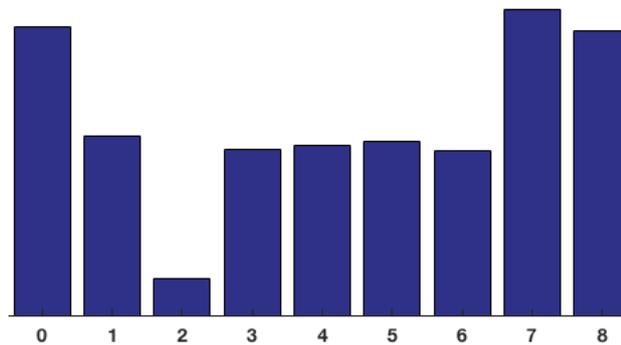
Gambar 2.12 Histogram of Gradients

.Misal, jika sudutnya lebih besar dari 160 derajat, itu antara 160 dan 180, dan sudut itu antara 0 dan 180. Jadi pada Gambar 2.13, pixel dengan sudut 165 derajat memberikan kontribusi secara proporsional ke bin 0 derajat dan bin 160 derajat.



Gambar 2.13 Histogram of Gradients 2

Kontribusi dari semua *pixel* pada 8×8 *cells* ditambahkan untuk membuat histogram 9-bin dapat dilihat pada Gambar 2.14



Gambar 2.14 Histogram Kontribusi 8x8 Cells

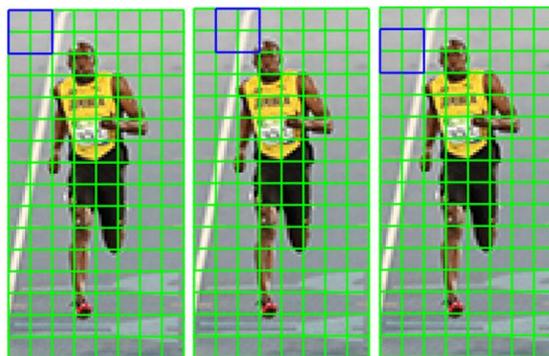
Perspektinya sumbu y adalah 0 derajat. Dari Gambar 2.14 dilihat histogram memiliki banyak bobot mendekati 0 dan 180 derajat, menunjukkan bahwa pada gradien mengarah ke atas atau ke bawah.

4. Normalisasi Blok, dari beberapa normalisasi blok, dipilih L2-Hys untuk mengurangi pengaruh dalam pencahayaan dan kontras. Histogram yang dihitung pada langkah sebelumnya tidak terlalu kuat untuk perubahan

pencapaian. Untuk mengatasinya dapat menormalkan histogram yaitu menggunakan histogram sebagai vektor dari 9 bin dan membagi setiap elemen dengan besaran vektor ini. 21504

Misalkan contoh sebuah vektor dengan panjang 3 dinormalisasi vektor warna RGB [128, 64, 32]. Panjang vektor ini adalah $\sqrt{128^2 + 64^2 + 32^2} = 146.64$. Ini juga disebut L2 norm dari vektor. Kemudian membagi setiap elemen vektor ini dengan 146.64 menjadi vektor yang dinormalisasi [0.87, 0.43, 0.22]. Misal terdapat vektor lain dimana nilai vektor pertama 2 x [128, 64, 32] = [256, 128, 64]. Hasilnya [0,87, 0,43, 0,22], sama dengan vektor RGB asli.

Blok 16×16 memiliki 4 histogram yang dapat digabungkan untuk membentuk elemen vektor 36×1 dan dapat dinormalisasi hanya dengan cara vektor 3×1 normalisasi. Area histogram kemudian digerakkan oleh 8 piksel dan vektor 36×1 yang dinormalisasi dihitung di area tersebut dan prosesnya berulang.



Gambar 2.15 Pergerakan Cells Pada Proses Normalization

Untuk menghitung vektor fitur akhir untuk seluruh gambar, vektor 36×1 digabungkan menjadi satu vektor. Ukuran vektor ini adalah dari 16×16 blok,

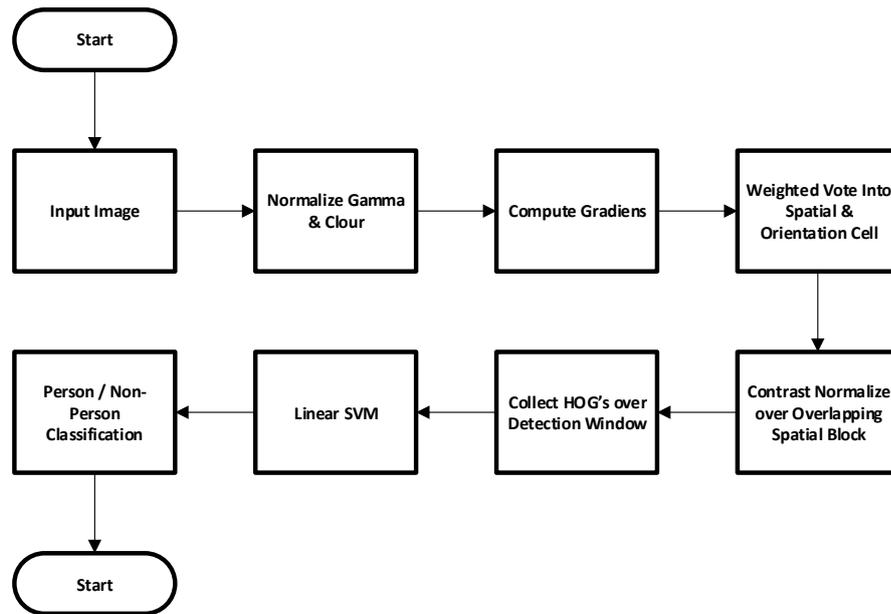
ada 7 posisi horizontal dan 15 vertikal menjadi total $7 \times 15 = 105$ posisi. Setiap blok 16×16 diwakili oleh vektor 36×1 . Jadi satu vektor $36 \times 105 = 3780$ dimensi.

Deskripsi HOG dari gambar divisualisasikan dengan menggunakan histogram normalisasi 9×1 pada 8×8 . Pada Gambar 2.16 terlihat bahwa arah dominan histogram berbentuk orang tersebut, terutama di sekitar badan dan kaki.



Gambar 2.16 Visualisasi Histogram of Oriented Gradients

Secara keseluruhan, proses deteksi manusia melalui proses ekstraksi HOG baru kemudian diklasifikasikan manusia atau tidak menggunakan Support Vector Machine (SVM) (Haryansyah & Kristian, 2015). Proses keseluruhan deteksi manusia dapat dilihat pada Gambar 2.17



Gambar 2.17 Proses Deteksi Manusia

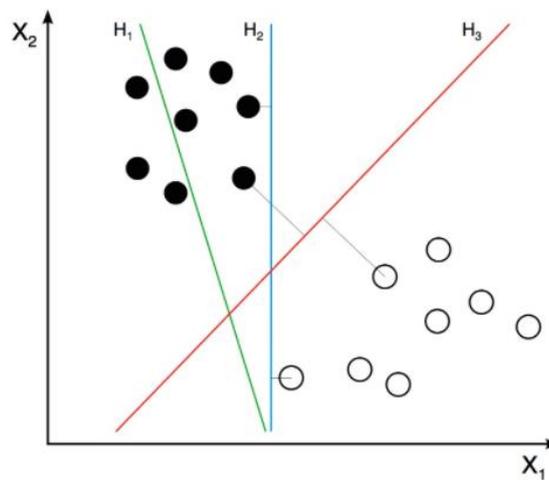
(Dalal & Triggs, 2005)

2.6.2 Support Vector Machine

Support vector machine (SVM) adalah metode klasifikasi yang bekerja dengan cara mencari *hyperplane* dengan margin terbesar (Haryansyah & Kristian, 2015). *Hyperplane* adalah garis batas pemisah data antar kelas, sedangkan margin adalah jarak antara *hyperplane* dengan data terdekat pada masing-masing kelas. Adapun data terdekat dengan *hyperplane* pada masing-masing kelas inilah yang disebut *support vector* (Haryansyah & Kristian, 2015).

Pada langkah sebelumnya, bahwa deskriptor HOG dari sebuah gambar adalah vektor fitur dengan panjang 3780. Vektor tersebut dapat dianggap sebagai titik dalam ruang berdimensi 3780. Visualisasi ruang dimensi yang lebih tinggi tidak mungkin. Pada penyederhanaannya memiliki 2D poin yang mewakili dua kelas yaitu manusia dan background. Pada Gambar 2.18, dua kelas diwakili oleh dua jenis

titik yang berbeda. Semua titik hitam termasuk dalam satu kelas dan titik putih termasuk kelas lainnya. Selama pelatihan, algoritma dilatih dengan banyak contoh dari dua kelas. Dalam artian memberi pengetahuan algoritma koordinat titik 2D dan juga apakah titik itu hitam atau putih.



Gambar 2.18 Kelas Yang Diwakili Oleh 2 Titik Yang Berbeda

Algoritma pembelajaran yang berbeda mencari cara untuk memisahkan kedua kelas ini dengan cara yang berbeda. Linear SVM mencoba menemukan garis terbaik yang memisahkan dua kelas pada Gambar 2.18, H_1 , H_2 , dan H_3 tiga garis di ruang 2D. H_1 tidak memisahkan dua kelas dan oleh karena itu bukan klasifikasi yang bagus. H_2 dan H_3 keduanya memisahkan kedua kelas, namun secara intuitif terasa seperti H_3 adalah classifier yang lebih baik daripada H_2 karena H_3 terlihat memisahkan dua kelas lebih “clean”. Karena H_2 terlalu dekat dengan beberapa titik hitam dan putih. H_3 dipilih sedemikian rupa sehingga jaraknya maksimal dari anggota dua kelas.

Dengan fitur 2D, SVM akan menemukan garis H_3 . Jika memperoleh vektor fitur 2D baru yang sesuai dengan gambar yang belum pernah dilihat oleh algoritma sebelumnya, dapat langsung diuji sisi mana dari garis yang ada dan menetapkan

label kelas yang sesuai. Jika vektor fitur ada dalam 3D, SVM akan menemukan bidang yang sesuai yang secara maksimal memisahkan dua kelas. Jika vektor fitur berada dalam ruang berdimensi 3780, SVM akan menemukan hyperplane yang sesuai.

