

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tabel Perbandingan

Tabel 2.1 Perbandingan Terhadap Jurnal Lain

No.	Nama	Tahun	Kelebihan	Kekurangan
1.	Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma <i>Viola-Jones</i>	2015	Untuk mendeteksi wajah menggunakan algoritma <i>Viola-Jones</i> memiliki akurasi sebesar 90 % dibandingkan menggunakan metode lainnya	Tidak dapat menentukan wajah pada gambar yang memiliki wajah tidak tegak (miring) atau tidak frontal (menghadap ke samping)
2.	Aplikasi Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma <i>Haarcascade Classifier</i>	2016	Proses pendeteksian wajah menggunakan <i>Library OpenCV</i> sehingga tidak perlu memikirkan algoritma bagaimana bisa mendeteksi wajah pada suatu citra	Kotak hijau di dalam <i>frame</i> deteksi wajah masih belum dapat secara fokus membaca satu objek yang bergerak
3.	Implementasi Algoritma <i>Face Detection</i> pada Sistem CCTV di Laboratorium Telekomunikasi	2020	Selain dapat mendeteksi wajah, alat ini juga akan menghitung jumlah wajah yang terdeteksi dan dapat mengirimkan notifikasi berupa gambar dan teks.	Kotak didalam <i>frame</i> deteksi wajah masih belum dapat secara fokus membaca objek yang bergerak dan <i>frame rate</i> -nya adalah 5 fps (<i>frames per second</i>)

2.2 CCTV (*Closed Circuit Television*)

CCTV (*Closed Circuit Television*) adalah suatu alat yang dapat mengirimkan data berupa video melalui transmisi kabel coaxial atau UTP (*Unshielded Twisted Pair*) bahkan tanpa kabel ke lokasi tertentu dengan menampilkan gambar dari kamera yang dipasang di ruangan yang diinginkan untuk dipantau, direkam, atau dianalisa. Teknologi CCTV sebenarnya sudah ada sejak 1940-an sejalan dengan perkembangan kamera pada umumnya, akan tetapi baru tahun 1970-an kamera digunakan untuk aplikasi keamanan.[8]

IP Camera

Ip camera adalah CCTV (*Closed Circuit Television*) kamera yang menggunakan *Internet Protokol* untuk mengirimkan data gambar dan sinyal kendali atas *Fast Ethernet link*. Dengan demikian, *IP Camera* juga sering disebut sebagai kamera jaringan. *Ip camera* yang terutama digunakan dengan cara yang sama seperti analog televisi sirkuit tertutup. Sejumlah *Ip camera* biasanya ditempatkan bersama-sama dengan perekam video digital (DVR) atau jaringan perekam video (NVR) untuk membentuk sistem pengawasan video. *Ip camera* merupakan perkembangan dari CCTV. Yang membedakannya dengan CCTV biasa adalah setiap kamera memiliki IP sendiri sehingga kita bisa memilih kamera mana yang mau dilihat[7]. *IP Camera* telah dilengkapi dengan sistem penangkap gambar dan *web server*. Keberadaan *web server* berperan agar *IP Camera* dapat diakses langsung oleh pengguna tanpa harus menggunakan perangkat perantara. Pemantauan melalui *IP Camera* bisa diwujudkan jika *IP Camera* bekerja di jaringan lokal, atau memiliki IP publik statis untuk diakses melalui internet.

Menurut jenis kameranya, ada berbagai macam jenis protokol, termasuk HTTP dan TCP/IP. Nama lain dari *IP Camera* adalah *IP Network Camera*. Kualitas gambar *IP Camera* lebih bagus dari pada kamera analog, dan alat ini dapat di install secara *group* maupun individu. *Fixed Dome*, *Fixed body* dan *PTZ Camera* merupakan tipe-tipe *IP Camera* yang paling banyak kita temukan di pasaran. *Fixed Body* merupakan kamera yang ditutup dengan menggunakan penutup berbentuk kotak panjang. Arah yang sedang

dimonitor oleh camera tipe ini dapat terlihat dengan jelas. Lain halnya dengan *Fixed Dome*, yang biasanya dilapisi dengan penutup semacam kubah. Untuk menebak kearah mana camera ini sedang monitor sangatlah sulit. Sedangkan, PTZ merupakan jenis kamera yang bisa bergerak ke atas, ke bawah, ke samping, serta memperbesar objek. Biasanya kamera jenis ini dipergunakan untuk pemantauan langsung.[10]

2.3 Real Time Streaming Protocol (RTSP)

Real Time Streaming Protokol (RTSP) adalah sebuah protokol kontrol jaringan yang dirancang untuk digunakan dalam sistem hiburan dan komunikasi untuk mengontrol *streaming* media server. Protokol yang digunakan untuk membangun dan mengendalikan sesi media antara titik akhir. Klien media server menerbitkan perintah VCR seperti "*play*" dan "*pause*", untuk memfasilitasi kontrol pemutaran file media dari server secara *real-time*.

RTSP dikembangkan oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) dari *Multiparty Multimedia Session Control Working Group* (MMUSIC WG) dan diterbitkan sebagai RFC 2326 pada tahun 1998. RTSP menggunakan RTP dan RTCP yang memungkinkan tingkat adaptasi dalam pelaksanaannya.[18]

Dalam implementasi *network camera* mungkin sudah banyak orang mengetahui mengenai RTSP, apalagi dengan adanya fitur kompresi video MPEG4, H.264 dan internal *microphone* yang ada pada *network camera* seperti saat ini. Alasan orang menggunakan protokol ini yaitu dianggap lebih interaktif, karena para pengguna bisa melihat video disertai suara.

Tipe *network camera* yang mendukung fungsi RTSP dan sudah dilengkapi dengan internal *microphone* yaitu IC-3030iWn, IC-3110W, IC-7010PTn, IC-7110W dan PT-31E. Untuk bisa mengakses *network camera* yang memanfaatkan protokol RTSP anda membutuhkan media *player* seperti VLC (*open source*). *Default port* RTSP pada *network camera* umumnya adalah 554. Adapun *source path* untuk protokol RTSP bergantung dari seri *network camera* dan jenis kompresi video yang digunakan.[11]

2.4 *Raspberry Pi*

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kecil yang dikembangkan di Inggris oleh Yayasan *Raspberry Pi* dengan tujuan untuk mempromosikan pengajaran dasar ilmu komputer di sekolah. *Raspberry Pi* diproduksi melalui lisensi manufaktur yang berkaitan dengan elemen 14/*Premier Farnell* dan RS komponen. Perusahaan ini menjual *Raspberry Pi* secara *online*. [6]

Raspberry Pi memiliki sistem *Broadcom* BCM2835 chip (SoC), yang mencakup ARM1176JF-S MHz *processor* (*firmware* termasuk sejumlah mode “Turbo” sehingga pengguna dapat mencoba *overlocking* hingga 1 GHz tanpa mempengaruhi garansi), VideoCore IV GPU, dan awalnya dibuat dengan 256 Mb RAM, kemudian di-*upgrade* hingga 512 MB. Termasuk *harddisk built-in* atau *solid-state drive*, akan tetapi *SD Card* digunakan untuk booting dan penyimpanan jangka panjang.

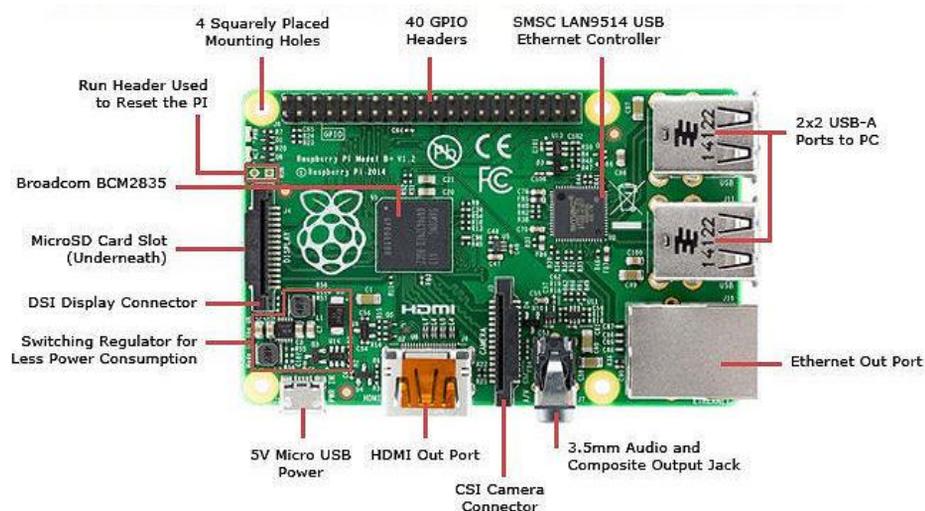
Yayasan ini memberikan Debian dan *Arch Linux* ARM untuk di-*download*. Juga mendukung Python sebagai bahasa pemrograman utama dengan dukungan untuk BBC BASIC, (melalui gambar RISC PS atau *clone* “*Brendy Basic*” untuk *Linux*, C, dan Perl).

Raspberry Pi merupakan sistem operasi berbasis Debian yang dapat bebas dioptimalkan untuk perangkat keras *Raspberry Pi*. GPU *hardware* diakses melalui *firmware* yang di-load ke GPU saat *boad* dari *SD card*. *Frimware* biasa dikenal dengan kumpulan biner. API *driver* kernel untuk perpustakaan tersebut bersifat tertutup. Aplikasi video yang menggunakan *OpenMax*, aplikasi 3D, menggunakan OpenGL, ES dan aplikasi 2D menggunakan *OpenVG* yang pada nantinya akan menggunakan EGL. *OpenMax* dan EGL menggunakan *open source* kernel *driver*.

Yayasan *Raspberry Pi* merilis bukti konsep kartu *SD image* yang dapat dimuat ke *SD Card* untuk menghasilkan sebuah sistem oprasi yang pertama. *Image* didasarkan pada Debian 6.0 dengan LXDE desktop dan Midoro *browser*, ditambah berbagai alat pemrograman. *Image* tersebut berjalan pada QEMU yang memungkinkan *Raspberry Pi* dapat ditiru pada berbagai platform lainnya. [15]

Raspberry Pi Model B memiliki:

- Pin GPIO yang lebih banyak. Header pin GPIO telah berkembang menjadi 40 pin, sementara Pin GPIO pada *Raspberry Pi* model lama 26 pin.
- Port USB Lebih. *Raspberry Pi* B memiliki 4 port USB 2.0, dibandingkan dengan 2 pada Model lama, dan *hotplug* lebih baik dan perilaku arus lebih.
- Micro SD*. Socket *SD card* pada *Raspberry Pi* B telah digantikan dengan socket *micro SD*.
- Konsumsi daya yang lebih rendah dibanding *Raspberry Pi* model lama.
- Kualitas audio yang lebih baik. Rangkaian audio pada *Raspberry Pi* B menggabungkan suara rendah dengan catu daya khusus.
- Faktor bentuk yang lebih rapi. *Raspberry Pi* B telah selaras antara konektor USB dengan papan, antara video komposit ke jack 3.5mm



Gambar 2.1 *Raspberry Pi*[17]

Raspberry Pi sebagai sebuah komputer, utamanya sebagai sebuah komputer mini tersusun atas beberapa bagian perangkat keras atau *hardware*.

Hardware atau perangkat keras dari *Raspberry Pi* terdiri dari 10 bagian utama seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 diatas, yaitu:

- Broadcom BCM2835 & 512MB RAM
- HDMI Port
- CSI Connector Camera*

- d. Ethernet Socket
- e. *Quad USB Port*
- f. 4-Pole 3.5mm Jack sebagai stereo audio dan video *output*.
- g. 40 pin GPIO Header
- h. *DSI Display Connector*
- i. *Micro SD Card Slot*
- j. Micro USB power

2.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. *Python* diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. *Python* juga didukung oleh komunitas yang besar. *Python* mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, *python* umumnya digunakan sebagai bahasa skrip meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. *Python* dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi.[12]

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di Stichting Mathematisch Centrum (CWI), Amsterdam sebagai kelanjutan dari bahasa pemrograman ABC. Versi terakhir yang dikeluarkan CWI adalah 1.2. Tahun 1995, Guido pindah ke CNRI di Virginia Amerika sambil terus melanjutkan pengembangan *Python*. Versi terakhir yang dikeluarkan adalah 1.6. Tahun 2000, Guido dan para pengembang inti *Python* pindah ke *BeOpen.com* yang merupakan sebuah perusahaan komersial dan membentuk *BeOpen PythonLabs*. *Python 2.0*

dikeluarkan oleh *BeOpen*. Setelah mengeluarkan Python 2.0, Guido dan beberapa anggota tim *PythonLabs* pindah ke *DigitalCreations*.

Saat ini pengembangan *Python* terus dilakukan oleh sekumpulan pemrogram yang dikoordinir Guido dan *Python Software Foundation*. *Python Software Foundation* adalah sebuah organisasi non-profit yang dibentuk sebagai pemegang hak cipta intelektual *Python* sejak versi 2.1 dan dengan demikian mencegah *Python* dimiliki oleh perusahaan komersial. Saat ini distribusi *Python* sudah mencapai versi 2.7.14 dan versi 3.6.3.

Nama *Python* dipilih oleh Guido sebagai nama bahasa ciptaannya karena kecintaan Guido pada acara televisi *Monty Python's Flying Circus*. Oleh karena itu seringkali ungkapan-ungkapan khas dari acara tersebut seringkali muncul dalam korespondensi antar pengguna *Python*. [12]

Saat ini kode python dapat dijalankan di berbagai platform sistem operasi, beberapa di antaranya adalah:

- a. *Linux/Unix*
- b. *Windows*
- c. *Mac OS X*
- d. *Java Virtual Machine*
- e. *OS/2*
- f. *Amiga*
- g. *Palm*
- h. *Symbian* (untuk produk-produk Nokia)

Beberapa fitur yang dimiliki *Python* adalah:

- a. Memiliki kepustakaan yang luas; dalam distribusi *Python* telah disediakan modul-modul 'siap pakai' untuk berbagai keperluan.
- b. Memiliki tata bahasa yang jernih dan mudah dipelajari.
- c. Memiliki aturan layout kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali dan penulisan ulang kode sumber.
- d. Berorientasi objek.

- e. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis (*garbage collection*, seperti *java*).
- f. Modular, mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru; modul-modul tersebut dapat dibangun dengan bahasa *Python* maupun *C/C++*.
- g. Memiliki fasilitas pengumpulan sampah otomatis, seperti halnya pada bahasa pemrograman *Java*, *python* memiliki fasilitas pengaturan penggunaan ingatan komputer sehingga para pemrogram tidak perlu melakukan pengaturan ingatan komputer secara langsung.
- h. Memiliki banyak fasilitas pendukung sehingga mudah dalam pengoperasiannya.

2.6 Computer Vision

Computer Vision adalah salah satu disiplin ilmu dalam bidang komputer yang mempelajari relasi dan proses transformasi data visual seperti gambar ataupun video menjadi data yang lebih sederhana sehingga dapat diolah oleh *computer* untuk menghasilkan suatu keputusan atau informasi baru dari data visual yang diberikan. Berbeda dengan mata manusia yang menangkap data setiap objek secara visual dan dapat mengetahui bentuk dan jarak suatu objek dengan mudah, komputer menangkap tiap data yang ada sebagai susunan angka dalam matrix dua dimensi yang mewakili warna dari data visual yang ada.[4]

2.7 OpenCV

OpenCV adalah sebuah *open source library* untuk *Computer Vision* yang boleh dipergunakan secara bebas. *OpenCV* dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C dan C++ dan dapat dijalankan di berbagai sistem operasi mulai dari *Linux*, *Windows* dan *Mac OS X*. *OpenCV* memiliki banyak modul yang dapat membantu dalam menyelesaikan bermacam ragam permasalahan terkait *Computer Vision*. Arsitektur dan manajemen memori yang dimiliki oleh *OpenCV* yang memungkinkan untuk menjalankan proses dan perhitungan yang kompleks dengan sumberdaya yang terbatas sehingga memberi keleluasaan bagi

penggunanya untuk membangun algoritma pengolahan citra baik itu dengan menggunakan masukan berupa gambar ataupun video tanpa harus khawatir dengan proses alokasi dan dealokasi memori.[4]

2.8 Haar-cascade Classifier

Untuk proses pendeteksi wajah digunakan algoritma *haar cascade*. Secara umum, *haar-like feature* digunakan dalam mendeteksi objek pada *image digital*. Istilah *Haar* menunjukkan suatu fungsi matematika (*Haar Wavelet*) yang berbentuk kotak, prinsipnya sama seperti pada fungsi *Fourier*. Awalnya pengolahan gambar hanya dengan melihat dari nilai RGB setiap pixel, namun metode ini ternyata tidaklah efektif. Viola dan Jones kemudian mengembangkannya sehingga terbentuk *Haar-Like feature*. *Haar-like feature* memproses gambar dalam kotak kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa *pixel*. Per kotak itu pun kemudian diproses dan menghasilkan perbedaan nilai yang menandakan daerah gelap dan terang. Nilai-nilai inilah yang nantinya dijadikan dasar dalam pemrosesan gambar. [1]

Cara menghitung nilai dari fitur ini adalah dengan mengurangi nilai piksel pada area putih dengan piksel pada area hitam. Untuk mempermudah proses penghitungan nilai fitur, algoritma *Haar* menggunakan sebuah media berupa *Integral Image*. *Integral Image* adalah sebuah citra yang nilai tiap pikselnya merupakan penjumlahan dari nilai piksel kiri atas hingga kanan bawah. Sebagai contoh piksel (a,b) memiliki nilai akumulatif untuk semua piksel (x, y). Dimana $x \leq a$ dan $y \leq b$. Dalam menggunakan metode *haar cascade* ada beberapa jenis citra gambar yang bisa diolah salah satunya yaitu *grayscale*.

Cascade Classifier merupakan *step* untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan menghitung nilai *Haar Feature* secara banyak dan berulang. Alur kerja dari *Cascade Classifier* yaitu pada tahap 1, setiap sub citra akan diklasifikasikan dengan satu fitur, bila hasil tidak memenuhi kriteria, maka hasil ditolak. Pada tahap 2, setiap sub citra akan diklasifikasikan kembali. Jika didapatkan nilai *threshold* yang diinginkan, maka dilanjutkan ke tahap filter

selanjutnya (tahap 3). Hingga sub-citra yang lolos akan berkurang hingga mendekati citra yang ada pada sampel.[1]

OpenCV menggunakan sebuah tipe *face detector* yang disebut *Haar-cascade classifier*. Jika ada sebuah *image* (bisa dari file/live video), *face detector* akan menguji tiap lokasi *image* dan mengklasifikasinya sebagai “wajah” atau “bukan wajah”. Klasifikasi wajah ini menggunakan sebuah pemisalan skala yang tetap, misalnya 50×50 pixel. Jika wajah pada *image* lebih besar atau lebih kecil dari pixel tersebut, *classifier* terus menerus jalan beberapa kali, untuk mencari wajah pada gambar tersebut. *Classifier* menggunakan data yang disimpan pada file XML untuk memutuskan bagaimana mengklasifikasi tiap lokasi *image*. *OpenCV* menggunakan 4 data XML untuk deteksi wajah depan, dan satu untuk wajah *profile*. Termasuk juga 3 file XML untuk bukan wajah: satu untuk mendeteksi badan secara penuh, satu untuk badan bagian atas, dan satu untuk badan bagian bawah. Pengguna harus memberitahukan (mendeklarasikan) letak dari *classifier* yang digunakan. Salah satunya bernama `haarcascade_frontalface_default.xml`. [13]

Haar-like Feature merupakan metode yang lazim digunakan dalam pendeteksian obyek. Nama *Haar* sendiri mengacu pada *Haar Wavelet*, sebuah fungsi matematika yang berbentuk kotak dan memiliki prinsip seperti pada fungsi *Fourier*. *Haar-like features* merupakan *rectangular features* (fungsi persegi), yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar atau *image*. Prinsip *Haar-like features* adalah mengenali objek berdasarkan nilai sederhana dari fitur tetapi bukan merupakan nilai piksel dari *image* objek tersebut [2]. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah *image*. Deteksi wajah pertama kali dilakukan oleh Viola dan Jones kemudian dikembangkan oleh Lienhart (Viola, Paul, & Jones, 2001) (Lienhart, Rainer, & Maydt, 2002). Metode yang diusulkan Viola dan Jones menggabungkan empat kunci utama untuk mendeteksi sebuah objek, yaitu:

- a. Fitur persegi sederhana, disebut fitur *Haar*.
- b. Integral *image* untuk pendeteksian fitur dengan cepat.

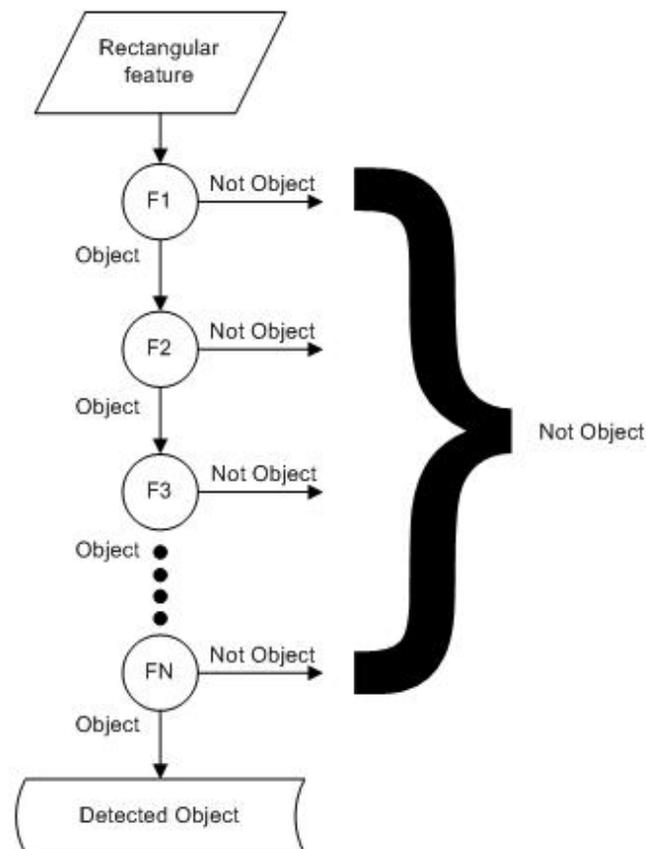
- c. Metoda *AdaBoost machine-learning*.
- d. *Cascade classifier* untuk mengkombinasikan banyak fitur.

Haar like feature memproses citra dalam sebuah kotak persegi dengan ukuran tertentu misalnya 24 x 24 pixel seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 *Rectangular Feature Haar Cascade*[2]

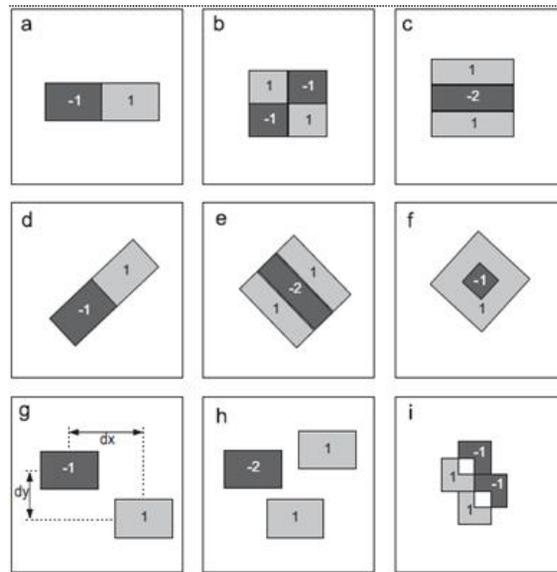
Di dalam kotak inilah proses filtering objek dilakukan untuk diketahui apakah ada atau tidak objek yang akan dideteksi. Proses filterisasi ini dilakukan secara bertingkat yang menyebabkan metode ini nantinya disebut sebagai *Haar Cascade Classifier* seperti ditunjukkan pada skema filter di gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Skema Pendeteksi Objek[2]

Hasil deteksi *Haar-like Feature* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja. Semakin tinggi tingkatan filter pendeteksian maka semakin tepat pula sebuah objek dideteksi akan tetapi akan semakin lama proses pendeteksian. Pemrosesan *Haar-like feature* yang banyak tersebut diatur dalam *classifier cascade*. [2]

Haar-Wavelet (*Wave* = Gelombang) merupakan gelombang persegi (interval gelap dan interval terang) yang kemudian dibandingkan nilai rata-rata pixel keduanya. Apabila perbandingan nilai rata-rata intensitas tersebut berada di atas *threshold* (ambang batas), maka dikatakan memenuhi syarat fitur *Haar*. Untuk gambar bergerak seperti video, proses ini dilakukan secara diskrit dengan mencuplik video pada *frame rate* tertentu. Macam-macam variasi *Haar-like feature* yaitu seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4:

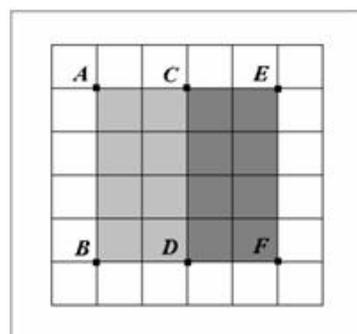


Gambar 2.4 Berbagai variasi persegi *Haar* dengan Bobot Standar Persegi Panjang[2]

Keterangan gambar 2.4:

- a, b : Fitur Haar yang diusulkan Papageogiou dkk.
- c : Fitur Haar yang diusulkan Viola dan James.
- d, e, f : Variasi fitur Haar yang diusulkan Leinhardt.
- g, h : Penguraian Lietal terhadap Fitur Haar-like.
- i : Fitur Haar-like Viola dan James untuk menangkap struktur diagonal dalam penampilan obyek.

Perhitungan nilai fitur gambar 2.4 di atas ditunjukkan pada gambar 2.5 dan formula (1) sebagai berikut:



Gambar 2.5 Fitur Persegi *Haar-like*[2]

$$\text{NilaiFitur}(ABFE) = \text{JumlahNilaiPixel}(ABDC) - \text{JumlahNilaiPixel}(CDFE) \dots (1)$$

Apabila NilaiFitur(ABFE) memiliki nilai di atas *threshold* maka dikatakan memenuhi syarat. Seperti dijelaskan pada gambar 2.3, apabila sebuah fitur dikatakan tidak memenuhi syarat, maka area ABFE tidak terdapat obyek yang dideteksi dan area persegiunya berpindah lokasi akan tetapi jika persegi ABFE memenuhi fitur, maka aturan fitur berikutnya dilakukan. Jika semua syarat fitur dipenuhi dikatakan pada persegi ABFE dikatakan terdapat obyek.[9]

Sebuah citra digital memiliki komponen nilai RGB (kombinasi dari warna merah, hijau dan biru). Dari nilai RGB tersebut dapat diketahui nilai grayscale (derajat keabu-abuan) yang dihitung menggunakan formula (2) sebagai berikut:

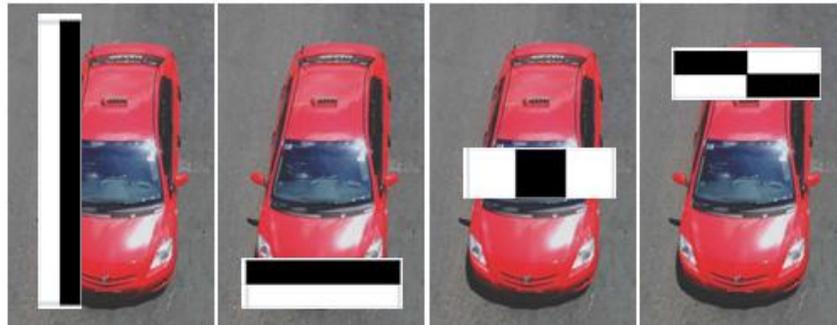
$$\text{Grayscale_pixel} = 0.2989R + 0.5870G + 0.1140B \dots\dots\dots (2)$$

Sebagai contoh sebuah pixel memiliki kombinasi warna R=100, B=100 dan G=100 maka nilai *grayscale* menurut formula 2 di atas sama dengan 99.99. Sebuah citra yang dirubah menjadi *grayscale* ditunjukkan pada gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Perbedaan Citra Asli dengan *Grayscale*[2]

Citra integral adalah sebuah citra yang nilai tiap pixel-nya merupakan penjumlahan nilai pixel atas dan kirinya. Sebagai contoh pada gambar 2.7 sebuah daerah persegi yang akan di-scan menggunakan persegi gelap terang memiliki nilai seperti gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.7 Pendeteksian Kendaraan dengan *Haar-like Feature*[2]

2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

Gambar 2.8 Citra Masukan[2]

Pada citra masukan yang diberi persegi pada gambar 2.7 terlihat pada gambar 2.9 sebagai berikut:

2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

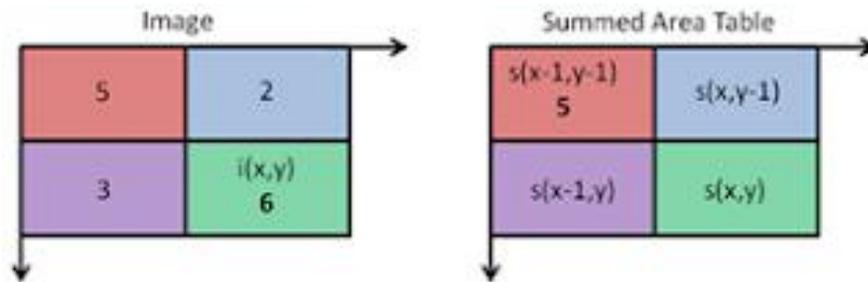
Gambar 2.9 Persegi *Haar Like* pada Citra masukan[2]

Untuk menghitung fitur nilai *Haar* menggunakan *Summed Area Table* atau yang dikenal sebagai *Integral image*, pertama dibentuk matriks nilai *integral image*. Proses *integral image* matriks citra ditentukan menggunakan formula (3) sebagai

berikut:

$$s(x,y)=i(x,y)+s(x-1,y)+s(x,y-1)-s(x-1,y-1) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana $x-1$ dan $y-1$ adalah pixel tetangga dari pixel yang akan dihitung seperti terlihat pada gambar 2.10 sebagai berikut:



Gambar 2.10 Pixel Tetangga pada Proses *Integral Image*[2]

Menggunakan formula 3 di atas, integral image dari citra masukan di gambar 2.6 terlihat pada gambar 2.11 sebagai berikut:

2	5	6	9	15	20
5	9	12	20	30	39
6	12	18	30	45	58
10	20	31	49	71	87
15	29	43	67	96	116
16	32	49	77	111	137

Gambar 2.11 Matriks *Integral Image* dari Citra Masukan[2]

Nilai fitur *Haar* dari area matriks di gambar 2.11 dihitung menggunakan formula (4) sebagai berikut:

$$i(x',y')=s(A)+s(D)+s(B)-s(C) \dots\dots\dots (4)$$

2.9 *Email*

2.9.1 *Pengertian Email*

Email merupakan surat atau pesan dengan format digital. Email dapat diakses dengan mudah dengan gadget seperti komputer maupun smartphone. Pada awal perkembangan internet, email digunakan sebagai sarana komunikasi antar developer internet dan kini seiring dengan perkembangan teknologi, email digunakan untuk berbagai macam tujuan dan dapat di akses oleh siapa saja.

Pada tahun 1971, Roy Tomlinson pertama kali mengirimkan *email* dengan menggunakan dua komputer yang berjarak hanya satu meter saja. *Programmer* asal Amerika ini mulai menggunakan simbol @ sebagai penghubung email.[9]

Sejak saat itu, standar penggunaan *email* menjadi nama_pengguna@nama_komputer. Disusul kemudian penemuan *software* untuk pengaturan *email* pada tahun 1975 oleh John Vital. Sejak beberapa tahun setelahnya, *email* kemudian memenuhi lalu lintas internet hingga 75 persen.

Pada perkembangannya *email* mulai mengadopsi fitur-fitur yang lebih rapi. Salah satu sistem *email* komersial pada saat itu adalah Eudora, yang dikembangkan oleh Steve Dorner pada tahun 1988. Namun pada saat itu, pengguna *email* harus membayar layanan tersebut per menit.

Bersama dengan penemuan *World Wide Web* (www) oleh Tim Berners-Lee pada tahun 1991, *email* mulai tersedia secara gratis dengan tampilan dan fungsi yang lebih ramah oleh beberapa penyedia layanan *email* seperti *Yahoo* dan *Hotmail*. Hingga saat ini *email* terus berkembang baik dari segi fasilitas maupun dari jumlah penggunaannya.[16]

2.9.2 *Jenis-jenis Email*

a. *Pop mail (Post Office Protocol)*

Pop mail (Post Office Protocol) merupakan tipe *email* yang memungkinkan pembacanya tidak harus *online*/terhubung ke internet. Pengiriman *Pop mail* menggunakan protocol SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Untuk memeriksa *email* di server *Pop mail*, kamu harus *connect* ke server *Pop mail*

kemudian men-*download* semua *email* yang ada[3]. Setelah itu kamu bisa memutuskan koneksi internet dan membaca *email* tersebut di komputermu.

Kelebihan menggunakan layanan email berbasis Pop3:

1. *Email* yang telah masuk kedalam komputer lokal dapat dibaca secara *offline*.
2. Menggunakan *email* berbasis Pop3 dapat mengurangi lama akses internet. Akibatnya, biaya akses internet dapat dikurangi.
3. Pengarsipan *email* jauh lebih mudah dan aman. Hal ini disebabkan pengelolaan *email* dilakukan pada komputer anda sendiri, bukan pada komputer server.
4. Kapasitas penyimpanan *email* tergantung pada kapasitas *hardisk* anda.

Kelemahan email berbasis Pop3:

1. Memerlukan perangkat lunak tersendiri. Contohnya: *Outlook Express*, *Eudora Mail*, Muut.
2. *Email* anda hanya dapat diakses menggunakan komputer yang telah terinstal *email client*. Artinya, anda tidak dapat memeriksa *email* dari sembarang komputer.

b. *Email Berbasis Web*

Email ini merupakan *email* yang banyak ditawarkan oleh berbagai situs seperti: *Yahoo*, *Google*, *Hotmail*.

Kelebihan *email* berbasis *web* yaitu:

1. Diberikan secara gratis (hanya butuh koneksi internet).
2. Kita dapat membuka *email* dari mana saja kita berada.
3. Tidak memerlukan *email client*.
4. Kapasitas penyimpana *email* anda tergantung pada kapasitas server.

Kelemahan email berbasis web yaitu :

1. Membutuhkan biaya koneksi internet.
2. Saat mengakses *email* sambungan internet tidak boleh terputus, karena email hanya bisa diakses secara *online*.

3. *Email* menjadi sulit untuk diarsip. Hal itu karena *email* berada pada komputer server.
4. Jika server mengalami masalah, *email* anda dapat rusak atau bahkan hilang begitu saja.

c. *Email Forwarding*

Email forwarding adalah layanan *email* yang meneruskan *email* yang diterimanya ke alamat *email* kita yang lain[3]. *Email* ini bermanfaat untuk orang yang suka sering berganti alamat *email*.

Kelebihan *email forwarding*:

1. Kita dapat menyembunyikan alamat *email* yang sesungguhnya.
2. Bila kita mengganti alamat *email*, kita cukup memberitahu *email forwarding*-nya.

Kelemahan *email forwarding*:

1. Dalam mengecek *email* harus selalu terhubung dengan internet, karena sifatnya hanya sebagai perantara dan harus meneruskan *email* yang diterima kealamat yang lain.
2. *Email* ini membutuhkan waktu yang lama untuk sampai ke alamat *email* yang sesungguhnya.

2.9.3 Fungsi *Email*

Email berfungsi sebagai layanan pengiriman surat dalam bentuk digital[9].

Ada beberapa fungsi *email* yaitu sebagai berikut:

a. Mengirim dan menerima pesan

Pada dasarnya *email* adalah layanan untuk mengirim dan menerima pesan. Pengguna bisa mengirim pesan atau surat secara digital pada alamat *email* yang dituju dan *email* tersebut akan sampai dalam hitungan detik tergantung pada kecepatan koneksi internet. Caranya mudah dengan menulis pesan pada dashboard menu email yang disediakan oleh penyedia layanan *email* kemudian mengirimkan pada alamat *email* yang dituju.

b. Mengirim dan menerima file

Selain berfungsi untuk mengirim pesan *email* juga dapat mengirim file dalam bentuk gambar, dokumen, video atau file lainnya pada alamat *email* yang dituju dengan menambahkan pada lampiran atau *attachment* yang tersedia pada *email*. Biasanya ukuran file yang dikirim memiliki ukuran tertentu dan tidak boleh melebihi ukuran file maksimal yang telah ditentukan.

c. Mendaftar akun sosial media dan lainnya

Saat ini hampir semua fitur layanan yang tersedia di internet baik jejaring sosial media, *online shopping*, *game* dan lainnya membutuhkan *email* saat mendaftar dan *login* layanan tersebut. Biasanya aplikasi tersebut akan meminta verifikasi dari akun *email* yang didaftarkan dan juga mengirimkan notifikasi melalui alamat *email* yang didaftarkan. *Email* juga merupakan komponen penting dalam pembuatan blog atau *website* yang ada di internet.

d. Sebagai sarana promosi

Saat ini *email* juga bisa menjadi lahan promosi bagi pebisnis misalnya *online store*. Saat pengguna mendaftarkan emailnya pada suatu *online store* maka secara otomatis alamat *email* tersebut akan menerima *email* promosi dari *online store* tersebut.

e. Mengaktifkan *Smartphone*

Ponsel atau *smartphone* hanya bisa diaktifkan dengan memasukan alamat *email* alamat email terlebih dahulu dan alamat *email* tersebut akan tersinkronisasi dengan aplikasi yang terdapat dalam *smartphone* tersebut.

2.10 *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*

SMTP sendiri merupakan kependekan dari *Simple Mail Transfer Protocol*. Apabila kita artikan secara harafiah, maka bisa dikatakan bahwa SMTP merupakan sebuah protocol yang digunakan untuk melakukan proses pengiriman dan penerimaan (proses transfer sebuah surat secara elektronik), namun dengan

menggunakan sebuah acara teknis yang *simple* dan mudah untuk dipahami dan diimplementasikan.

Akan tetapi, ternyata dalam pengaplikasiannya, SMTP hanyalah digunakan untuk membantu *user* mengirimkan surat elektronik kepada penerima. Jadi dengan menggunakan protokol SMTP ini, maka anda sebagai seorang *user* dapat mengirimkan pesan elektronik atau email kepada penerima.

SMTP sendiri pertama kali mulai didefinisikan oleh RCF pada tahun 1982, yang juga dikenal dengan nama STD 10. Hingga saat ini, protokol SMTP ini sudah diperbaharui, dan perbaharuan terakhirnya adalah pada tahun 2008, yang dilakukan oleh RFC 5321. Sama seperti beberapa protokol aplikasi internet lainnya yang banyak digunakan, seperti HTTP misalnya, SMTP juga menggunakan protokol TCP dalam internet untuk dapat bekerja, dengan spesialisasi sebagai pengirim surat elektronik atau email.

Cara kerja dari protokol SMTP ini pada dasarnya sangatlah sederhana. Prinsip dasar dan prinsip utama dari penggunaan SMTP ini adalah bahwa terdapat sebuah email server yang bertugas sebagai penampung sementara surat elektronik, sebelum dikirimkan ke alamat email penerima.

Jadi, ketika user akan mengirimkan sebuah surat elektronik, maka surat elektronik tersebut, yang dikirimkan oleh user akan menggunakan protokol SMTP, sehingga surat tersebut kemudian akan masuk ke dalam email server, untuk dicocokkan dengan alamat email penerima. Ketika alamat email penerima sudah terdeteksi cocok, maka surat elektronik atau email tersebut kemudian di kirimkan ke alamat email yang dituju, dan pengirim akan memperoleh notifikasi bahwa email sudah dikirimkan ke alamat email.

Protokol SMTP sendiri bisa kita akses dan kita gunakan berkat bantuan ISP atau *internet service provider* yang kita gunakan. Kebanyakan *Internet Service Provider* sudah menambahkan fitur pengiriman email melalui SMTP, sehingga kita bisa mengirimkan email menggunakan protokol ini.

Fungsi SMTP memiliki keterbatasan, yaitu hanya dapat digunakan untuk mengirimkan sebuah surat elektronik saja. Untuk menerima sebuah surat elektronik dan melihat keseluruhan isinya yaitu dengan menggunakan protokol

lainnya, yang berfungsi untuk mengambil dan juga menerima email. Protokol tersebut adalah protokol IMAP dan juga protokol POP.[14]

2.11 *Virtual Network Computing (VNC)*

Virtual Network Computing (VNC) merupakan sebuah *software* remote kontrol, dimana dengan melalui *software* ini suatu komputer dapat melakukan akses untuk bekerja di komputer lain yang terhubung dengan jaringan. Pada grafis desktop *sharing* sistem yang menggunakan remote bingkai buffer protocol (RFB) untuk kontrol jarak jauh lain komputer. Ini mentransmisikan *keyboard* dan *mouse* dari satu komputer ke komputer lain, merelay grafis layar pembaruan kembali ke arah lain melalui jaringan. Perangkat lunak ini terdiri dari sebuah server dan aplikasi klien untuk mengontrol layar komputer lain dari jarak jauh.[5]

Pada prinsipnya, VNC ini sama dengan penggunaan RDP di windows. VNC digunakan untuk berkomunikasi komputer dan mengendalikan komputer tersebut tanpa kita hadir secara fisik didepan komputer tersebut.