

BAB II

LANDASAN TEORI

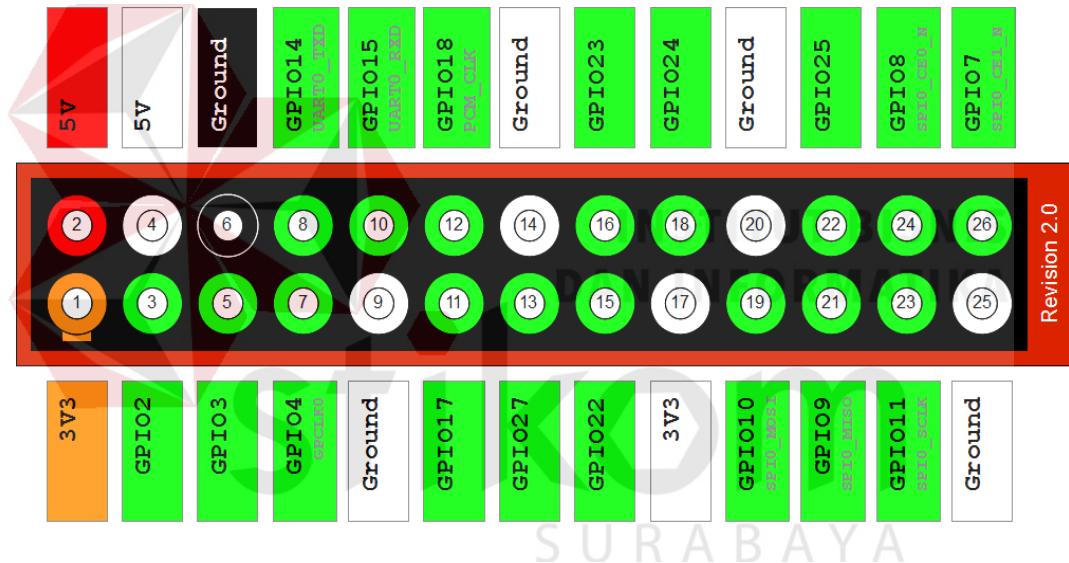
2.1 Single Board Computer Raspberry Pi Model-B Rev.2

Single Board Computer (SBC) adalah komputer dibangun di atas satu papan sirkuit , dengan mikroprosesor, memori, input/output (I / O) dan fitur lainnya seperti komputer pada umumnya. Komputer single-board dibuat sebagai demonstrasi atau pengembangan sistem, untuk sistem pendidikan. (WinnRosch, 1999)

Pada perkembangannya ada beberapa merk single board computer, salah satunya adalah Raspberry Pi. Raspberry Pi adalah komputer kecil berukuran kartu kredit. Raspberry Pi MODEL-B dikembangkan di Inggris pada tahun 2011 oleh Raspberry Pi Foundation yang bertujuan untuk mempromosikan pengajaran dasar ilmu komputer. Komputer mini ini mampu bekerja layaknya PC Str dengan kemampuan untuk menjalankan OS Linux dan aplikasinya, seperti LibreOffice, Multimedia (Audio, Video, Picture), WebBrowser, Programming (QT, Pyton, C++), database server, dll. Raspberry Pi juga dapat menampilkan gambar ke TV HDTV dengan koneksi HDMI ataupun TV Strd dengan koneksi TV Out. (Raspberry.org, 2012)



Gambar 2.1. *Single Board Computer* Raspberry Pi Model-B Rev.2.



Gambar 2.2. Port GPIO Raspberry Pi MODEL-B Rev.2 (Hawkins, 2013)

Adapun spesifikasi Raspberry Pi MODEL-B Rev. 2 sebagai berikut :

- Chip : Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, and SDRAM)
- CPU : 700 MHz ARM1176JZF-S core (ARM6 family)
- GPU : Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder

- d) Memory (SDRAM) : 512 MB (shared with GPU)
- e) USB 2.0 ports : 2 (via integrated USB hub)
- f) Video outputs : Composite RCA (PAL & NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from * 640×350 to 1920×1200 plus various PAL and NTSC standards.
- g) Audio outputs : 3.5 mm jack, HDMI
- h) Onboard storage : SD / MMC / SDIO card slot
- i) Onboard network : 10/100 Ethernet (RJ45)
- j) Low-level peripherals: 8 × GPIO, UART, I²C bus, SPI bus with two chip selects, +3.3 V, +5 V, ground[58][63]
- k) Power ratings : 700 mA (3.5 W)
- l) Power source : 5 volt via MicroUSB or GPIO header
- m) Size : 85.60 × 53.98 mm (3.370 × 2.125 in)
- n) Weight : 45 g (1.6 oz)
- o) Operating systems : Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux ARM, RISC O

2.2 Webcam Logitech C170

Webcam atau kamera web, pada dasarnya adalah sebuah kamera digital yang terhubung ke komputer, yang berfungsi untuk mengambil citra yang akan diolah oleh komputer. Pada awalnya webcam digunakan sebagai alat komunikasi yang menampilkan rentetan citra dan dapat diakses melalui

world wide web. Namun, seiring perkembangannya webcam digunakan juga untuk keperluan lainnya.



Gambar 2.3 Webcam Logitech C170

Webcam Logitech C170 merupakan webcam yang memiliki kemampuan yang cukup memenuhi syarat untuk digunakan pada pendekripsi gerakan, karena:

- a) Memiliki tingkat kecerahan dan ketajaman gambar yang baik.
- b) Memiliki kecepatan frame rate yang cukup tinggi.
- c) Memiliki kualitas video yang cukup baik.

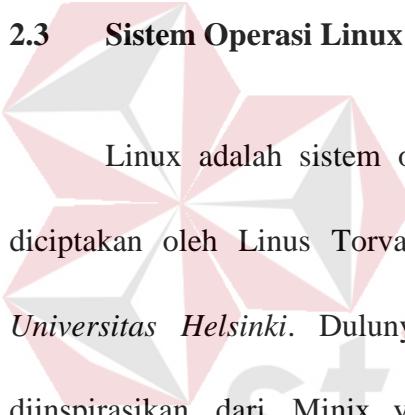
Adapun beberapa fitur utama yang dimiliki webcam Logitech C170 adalah

sebagai berikut :

1. Panggilan video (640 x 480 pixel) dengan sistem yang direkomendasikan
2. Perekaman video: Hingga 1024 x 768 pixel
3. Teknologi Logitech Fluid Crystal™ 3*
4. Diagonal Field of View (FOV) 58°

5. Image Capture (4:3 SD) 640x480, 1.3MP, 3MP, 5MP
6. Image Capture (16:9 W) 320x180, 360P
7. Frame Rate (max) 640x480@30
8. Foto: Hingga 5 megapixels (ditingkatkan dengan software)
9. Mikrofon terintegrasi dengan reduksi gangguan suara Mikrofon terintegrasi dengan reduksi gangguan suara
10. USB 2.0 tersertifikasi berkecepatan tinggi (direkomendasikan)

2.3 Sistem Operasi Linux



Linux adalah sistem operasi yang berevolusi dari sebuah kernel yang diciptakan oleh Linus Torvalds ketika beliau masih menjadi mahasiswa di *Universitas Helsinki*. Dulunya Linux merupakan proyek hobi yang diinspirasikan dari Minix, yaitu sistem UNIX kecil yang dikembangkan oleh Andrew Tanenbaum. Linux versi 0.01 dikerjakan sekitar bulan Agustus 1991. Kemudian pada tanggal 5 Oktober 1991, Linus mengumumkan versi resmi Linux, yaitu versi 0.02 yang hanya dapat menjalankan shell bash. (Hartman, 2013)

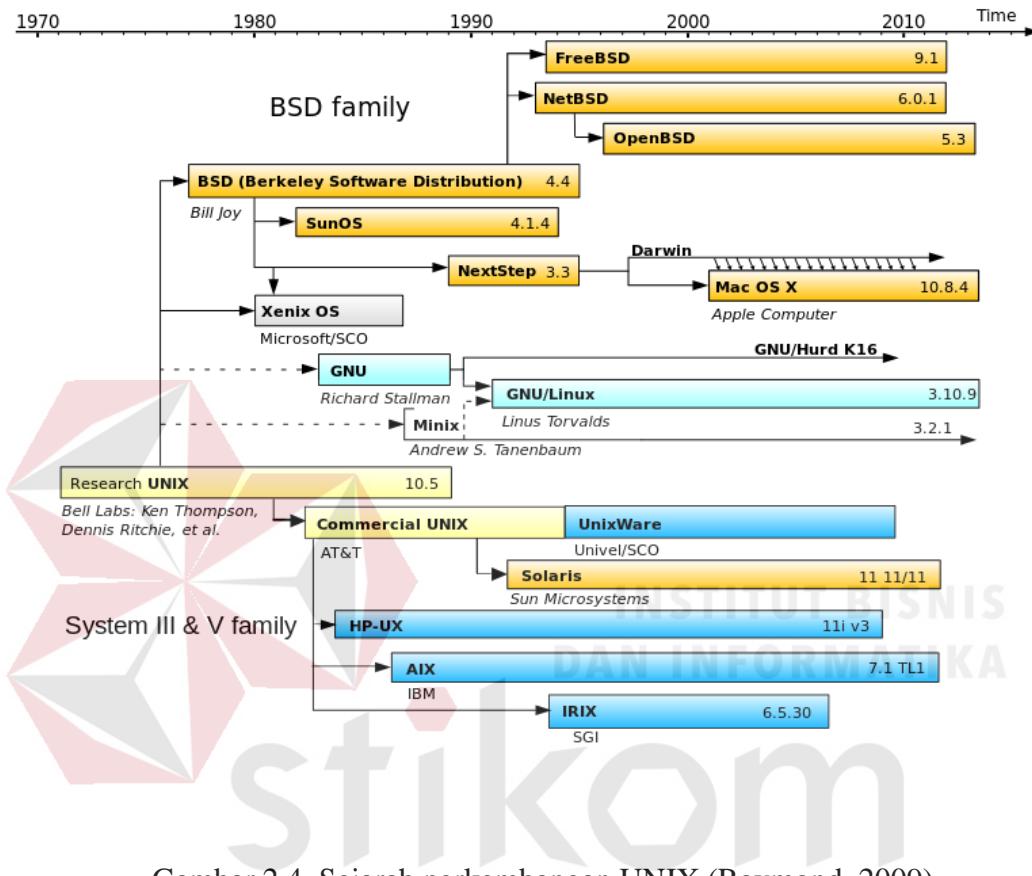
Linux adalah sebuah program open source yang gratis di bawah lisensi GNU, sistem operasi 32-64 bit, yang merupakan turunan dari Unix dan dapat dijalankan pada berbagai macam platform perangkat keras mulai dari Intel (x86), hingga prosesor RISC. Linux sebagai program open source yang gratis Salah satu

yang membuat Linux terkenal adalah karena gratis. Dengan lisensi GNU (*GNU Not Unix*) dapat memperoleh program, lengkap dengan kode sumbernya (*source code*). Tidak hanya itu, diberikan hak untuk mengkopi sebanyak mau, atau bahkan mengubah kode sumbernya. Dan itu semua legal dibawah lisensi. Meskipun gratis, lisensi GNU memperbolehkan pihak yang ingin menarik biaya untuk penggan maupun pengiriman program. (Ohloh, 2009)

Beberapa fitur Linux yang patut dicatat diantaranya :

1. *Multi tasking* dan dukungan 32 bit; mampu menjalankan beberapa perintah secara bersamaan, dan dengan memanfaatkan model terlindung (*protected mode*) dari Intel 80836 keatas, Linux merupakan sistem operasi 32 bit.
2. *Multi user dan Multi session*; Linux dapat melayani beberapa user yang login secara bersamaan. Sistem filenya sendiri mempunyai keamanan yang ketat, dan dapat dimodifikasi secara optimal untuk akses file kepada user atau group tertentu saja. - Sebagian besar Linux ditulis dalam bahasa C
3. Dukungan Java; jika dikompilasi pada level kernel, Linux dapat menjalankan Java Applet sebagai aplikasi.
4. *Virtual Memory*. Linux menggunakan sebagian dari hardisk dan memperlakukannya sebagai memory, sehingga meningkatkan memory yang sebenarnya.
5. Linux menawarkan sistem file yang hierarkis, dengan beberapa folder utama yang sudah dibakukan (*File System Std/FSSTND*)

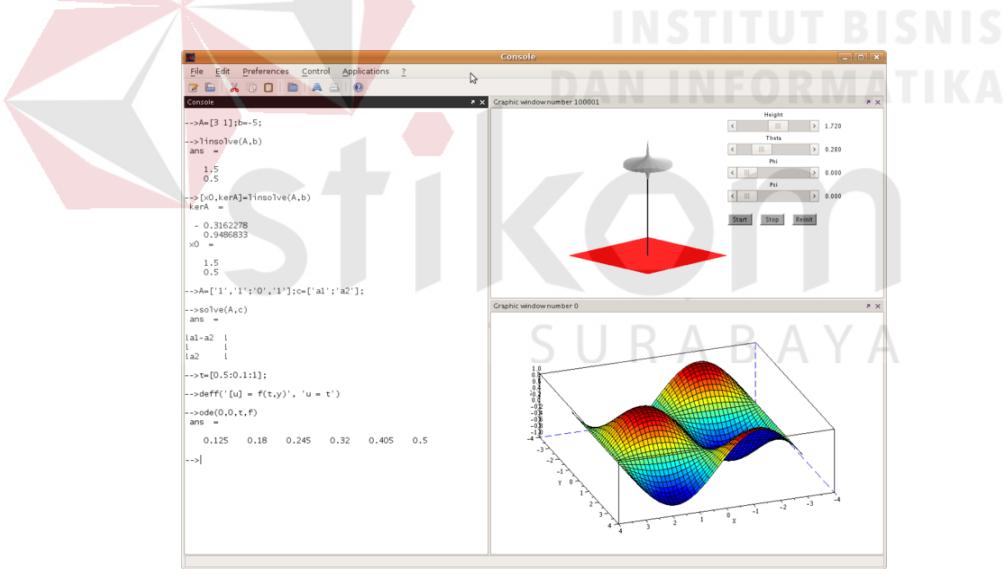
6. Grafis antar muka pemakai (*Graphical User Interface/GUI*) yang dipergunakan Linux adalah sistem X Window atau X dari MIT.



Gambar 2.4. Sejarah perkembangan UNIX (Raymond, 2009)

Saat ini Linux adalah sistem UNIX yang sangat lengkap, bisa digunakan untuk jaringan, pengembangan software dan bahkan untuk pekerjaan sehari-hari. Linux sekarang merupakan alternatif sistem operasi yang jauh lebih murah jika dibandingkan dengan sistem operasi komersial (misalnya Windows 9.x/NT/2000/ME). Linux mempunyai perkembangan yang sangat cepat. Hal ini dapat dimungkinkan karena Linux dikembangkan oleh beragam kelompok orang. Keragaman ini termasuk tingkat pengetahuan,

pengalaman serta geografis. Agar kelompok ini dapat berkomunikasi dengan cepat dan efisien, internet menjadi pilihan yang sangat tepat. Karena kernel Linux dikembangkan dengan usaha yang independent, banyak aplikasi yang tersedia, sebagai contoh, C Compiler menggunakan gcc dari Free Software Foundation GNU's Project. Compiler ini banyak digunakan pada lingkungan Hewlett-Packard dan Sun. Sekarang ini, banyak aplikasi Linux yang dapat digunakan untuk keperluan kantor seperti untuk spreadsheet, word processor, database dan program editor grafis yang memiliki fungsi dan tampilan seperti Microsoft Office, yaitu Star Office. Selain itu, juga sudah tersedia versi Corel untuk Linux dan aplikasi seperti Matlab yang pada Linux dikenal sebagai Scilab.

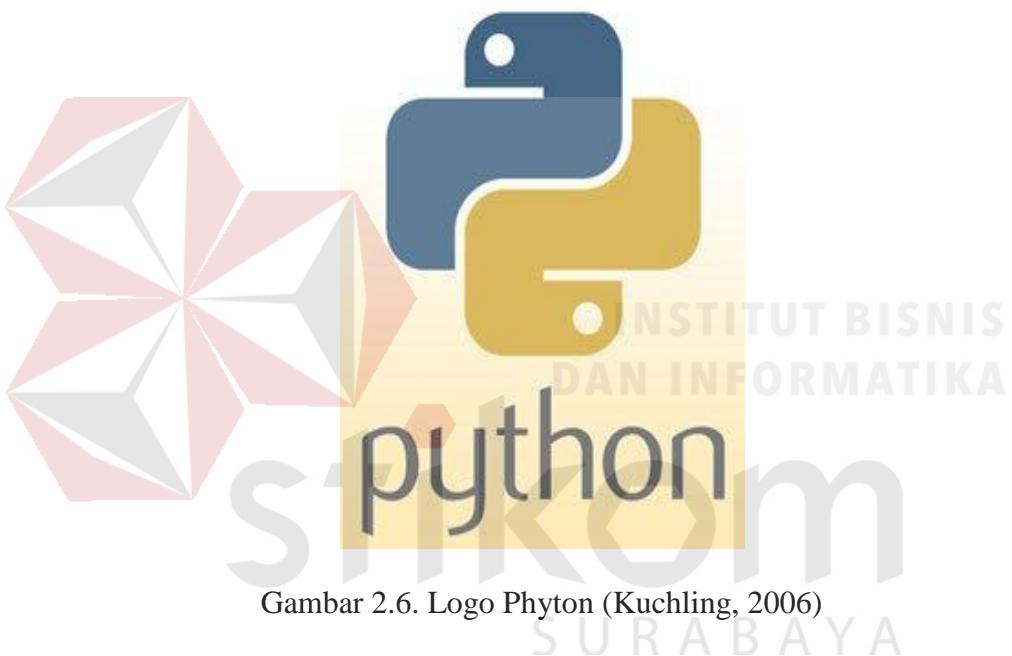


Gambar 2.5 Linux Scilab (Sylvestre , 2009)

2.4 Bahasa Pemrograman Phyton

Python adalah bahasa pemrograman model skrip (scripting language) yang berorientasi obyek. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan

pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi. Python merupakan bahasa pemrograman yang freeware atau perangkat bebas dalam arti sebenarnya, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan source codenya, debugger dan profiler, antarmuka yang terkandung di dalamnya untuk pelayanan antarmuka, fungsi sistem, GUI (antarmuka pengguna grafis), dan basis datanya. (Triasanti, 2010)

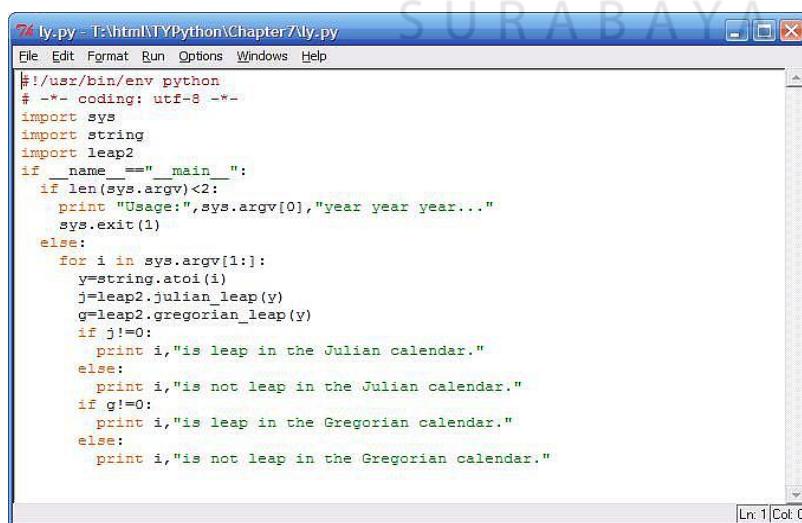


Gambar 2.6. Logo Phyton (Kuchling, 2006)

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam sebagai kelanjutan dari bahasa pemrograman ABC. Versi terakhir yang dikeluarkan CWI adalah 1.2. Tahun 1995, Guido pindah ke CNRI 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.

Beberapa fitur yang dimiliki Python adalah:

1. memiliki kepustakaan yang luas; dalam distribusi Python telah disediakan modul-modul siap pakai untuk berbagai keperluan. memiliki tata bahasa yang jernih dan mudah dipelajari.
2. memiliki aturan layout kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali dan penulisan ulang kode sumber.
3. berorientasi obyek.
4. memiliki sistem pengelolaan memori otomatis (garbage collection, seperti java) modular, mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru; modul-modul tersebut
5. dapat dibangun dengan bahasa Python maupun C/C++.
6. 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.



```

% ly.py - T:\html\TYPython\Chapter7\ly.py
File Edit Format Run Options Windows Help
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
import sys
import string
import leap2
if __name__=="__main__":
    if len(sys.argv)<2:
        print "Usage:",sys.argv[0],"year year year..."
        sys.exit(1)
    else:
        for i in sys.argv[1:]:
            y=string.atoi(i)
            j=leap2.julian_leap(y)
            g=leap2.gregorian_leap(y)
            if j!=0:
                print i,"is leap in the Julian calendar."
            else:
                print i,"is not leap in the Julian calendar."
            if g!=0:
                print i,"is leap in the Gregorian calendar."
            else:
                print i,"is not leap in the Gregorian calendar."

```

Gambar 2.7 Tampilan AntarMuka Phyton (PhytonOrg, 2009)

2.5 Computer Vision

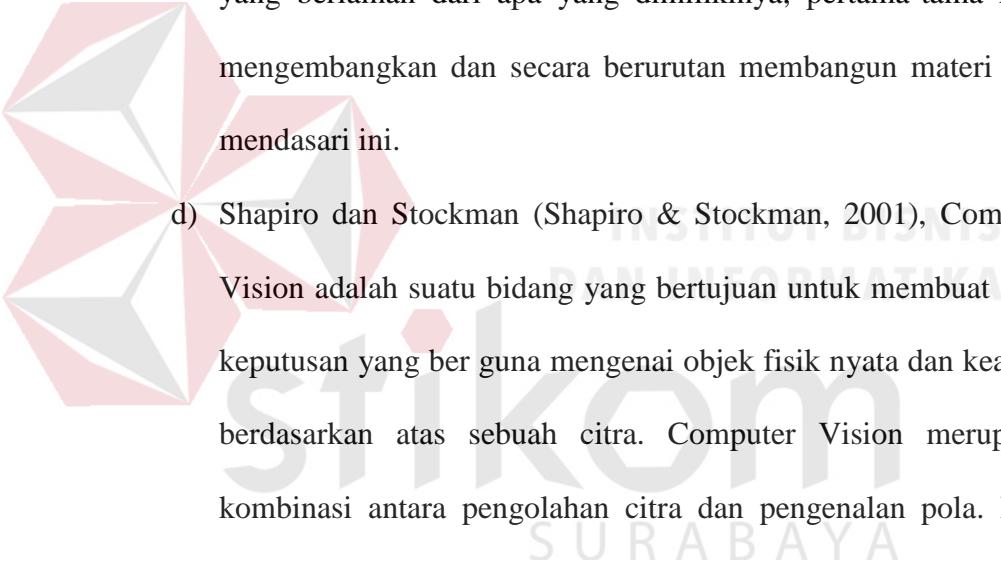
Computer vision merupakan proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akuisisi citra, pengolahan citra, pengenalan dan membuat keputusan. *Computer vision* mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (*human vision*) yang sesungguhnya sangat kompleks. Untuk itu, *computer vision* diharapkan memiliki kemampuan tingkat tinggi sebagaimana *human visual*. Kemampuan itu diantaranya adalah:

1. Object detection → Apakah sebuah objek ada pada scene
2. Recognition → Menempatkan label pada objek.
3. Description → Menugaskan properti kepada objek.
4. 3D Inference → Menafsirkan adegan 3D dari 2D yang dilihat.
5. Interpreting motion → Menafsirkan gerakan.

Computer Vision sering didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati/ diobservasi. Cabang ilmu ini bersama intelejensi semu (*Artificial Intelligence*) akan mampu menghasilkan sistem intelijen visual (Visual Intelligence System). Pengolahan citra merupakan proses awal dari computer vision, sedangkan pengenalan pola merupakan proses menginterpretasikan citra.

Computer vision oleh beberapa ahli didefinisikan sebagai berikut :

- a) Ballard dan Brown (Ballard & Brown, 1982), computer vision adalah otomatis dan integrasi sebuah range yang luas yang terdiri dari proses-proses dan representasi-representasi terhadap persepsi visual.

- 
- b) Adrian Low (Low, 1991), Computer Vision berhubungan dengan perolehan gambar, pemrosesan, klasifikasi, pengenalan, dan menjadi penggabungan, pengurutan pembuatan keputusan menuju pengenalan.
 - c) Michael G. Fairhurst (Fairhurst, 1988), Computer Vision sesuai dengan sifatnya, merupakan suatu subyek yang merangkul berbagai disiplin tradisional secara luas guna mendasari prinsip-prinsip formalnya, dan dalam mengembangkan suatu metodologi yang berlainan dari apa yang dimilikinya, pertama-tama harus mengembangkan dan secara berurutan membangun materi yang mendasari ini.
 - d) Shapiro dan Stockman (Shapiro & Stockman, 2001), Computer Vision adalah suatu bidang yang bertujuan untuk membuat suatu keputusan yang ber guna mengenai objek fisik nyata dan keadaan berdasarkan atas sebuah citra. Computer Vision merupakan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola. Hasil keluaran dari proses *computer vision* adalah pengertian tentang citra.

2.5.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan bidang studi yang mempelajari proses pengolahan gambar dimana baik masukan maupun keluarannya berbentuk berkas citra digital (Arymurthy & Setiawan, 1992). Juga dijelaskan bahwa pengolahan citra merupakan pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual.

Seperti yang dikemukakan oleh Chen (2003), bahwa kebutuhan untuk memproses sebuah gambar dengan cepat dalam satu aplikasi merupakan salah satu masalah utama dalam melakukan pengolahan citra. Sedangkan untuk aplikasi yang berjalan secara *real time* lebih bergantung pada pemrosesan piksel atau signal yang cepat daripada metode optimasi lain yang rumit dan memakan waktu. Niblack (Niblack, 1986) menjelaskan image processing sebagai pemrosesan dari citra-citra, kemudian menambahkan bahwa output dari image processing akan juga menjadi sebuah gambar.

2.5.2 Open Source Computer Vision (OpenCV)

OpenCV (Open Source Computer Vision) adalah program *open source* berbasiskan C++ yang saat ini banyak digunakan sebagai program computer vision. Dengan OpenCV dapat membuat interaksi antara manusia dan computer, misalnya wajah dari manusia dideteksi oleh camera/webcam, lalu di proses oleh computer, untuk melakukan aksi tertentu seperti mengikuti/mengenal wajah orang tersebut. Kesemuanya itu membutuhkan openCV sebagai program utama antara webcam dan perangkatnya yaitu 24 computer maupun smartphone. Library ini terdiri dari fungsi-fungsi computer vision dan API (Application Programming Interface) untuk image processing high level maupun low level dan sebagai optimisasi aplikasi realtime. OpenCV sangat disarankan untuk program yang akan berkutat pada bidang computer vision, karena library ini mampu menciptakan aplikasi yang handal, kuat di bidang digital vision, dan mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan pada manusia.

Adapun fitur yang tersedia pada OpenCV yaitu :

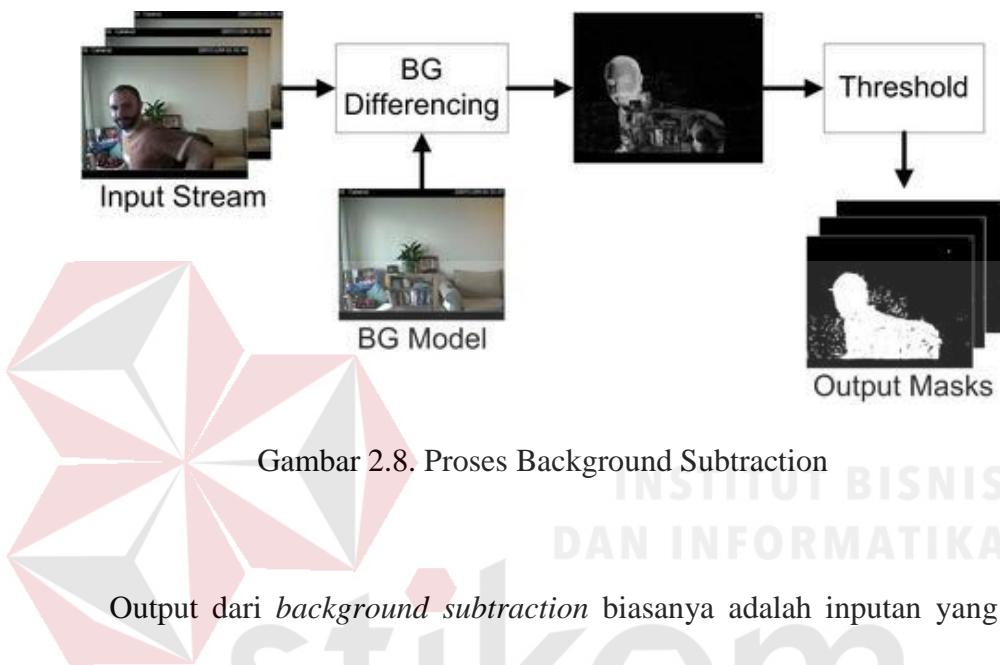
1. Manipulasi data gambar (alokasi memori, melepaskan memori, kopi gambar, setting serta konversi gambar)
2. Image/video I/O (bisa menggunakan camera yang sudah didukung oleh library ini)
3. Manipulasi matriks dan vector serta terdapat juga routines linear algebra (products, solvers, eigenvalues, SVD)
4. Image processing dasar (filtering, edge detection, pendektsian tepi, sampling dan interpolasi, konversi warna, operasi morfologi, histograms, image pyramids)
5. Analisis structural
6. Kalibrasi kamera
7. Pendektsian gerak
8. Pengenalan objek
9. BasicGUI (Displaygambar/video, mouse/keyboard control, scrollbar)
10. Image Labelling (line, conic, polygon, test drawing)

2.6 Image Subtraction

2.6.1 Background Subtraction

Yang dimaksud *background* adalah sejumlah piksel-piksel gambar yang diam dan tidak bergerak didepan kamera. Model *background* yang paling sederhana mengasumsikan bahwa seluruh kecerahan piksel *background* berubah-ubah secara bebas, tergantung pada distribusi normalnya. Karakteristik *background* dapat dihitung dengan mengakumulasi beberapa jumlah frame

sehingga akan menemukan jumlah nilai-nilai piksel dalam lokasi $s(x,y)$ dan jumlah square-square $sq(x,y)$ yang memiliki nilai untuk setiap lokasi piksel. Sedangkan foreground adalah semua objek yang ada selain background dan biasanya foreground ini ada setelah didapatkannya background.



Output dari *background subtraction* biasanya adalah inputan yang akan diproses pada tingkat yang lebih lanjut lagi seperti men-tracking objek yang teridentifikasi. Kualitas *background subtraction* umumnya tergantung pada teknik pemodelan *background* yang digunakan untuk mengambil *background* dari suatu layar kamera. *Background subtraction* biasanya digunakan pada teknik segmentasi objek yang dikehendaki dari suatu layar, dan sering diaplikasikan untuk sistem pengawasan.

Tujuan dari *background subtraction* itu sendiri adalah untuk menghasilkan urutan frame dari kamera dan mendeteksi seluruh objek foreground. Suatu deskripsi pendekatan yang telah ada tentang *background subtraction* adalah

mendeteksi objek-objek *foreground* sebagai perbedaan yang ada antara frame sekarang dan gambar background dari layar statik. Suatu piksel dikatakan sebagai foreground jika :

$$|Frame_i - Background_i| > Threshold$$

2.6.2 Frame difference

Frame difference (perbedaan frame) adalah teknik menghitung selisih antara dua frame di setiap posisi pixel dari suatu gambar pada video. Metode ini biasa digunakan untuk mendeteksi suatu objek yang melakukan perpindahan (bergerak). Metode ini juga dapat digunakan untuk proses perhitungan kecepatan suatu objek yang bergerak. Proses mencari objek bergerak dalam urutan frame yang dilakukan dengan menggunakan ekstraksi ciri benda dan mendeteksi objek bergerak di urutan frame. Dengan menggunakan nilai posisi objek di setiap frame, kita dapat menghitung posisi dan kecepatan objek bergerak tersebut. (ITTELKOM, 2009)

$$|V(x, y, t) - V(x, y, t + 1)| > Th$$

ini berarti bahwa perbedaan intensitas piksel pada gambar itu adalah 'THRESHOLD' atau disaring berdasarkan nilai Th. Keakuratan dari pendekatan ini tergantung pada kecepatan gerakan dalam adegan. Gerakan lebih cepat mungkin memerlukan ambang batas yang lebih tinggi.

2.6.3 Threshold

Thresholding (pengambangan) artinya adalah nilai piksel pada citra yang memenuhi syarat nilai ambang yang kita tentukan dirubah kenilai tertentu yang dikehendaki. Secara matematis ditulis seperti berikut

$$f_o(x, y) = \begin{cases} T_1, & f_i(x, y) \leq T_1 \\ T_2, & T_1 < f_i(x, y) \leq T_2 \\ T_3, & T_2 < f_i(x, y) \leq T_3 \\ \dots & \dots \\ T_n, & T_{n-1} < f_i(x, y) \leq T_n \end{cases}$$

Dengan $f_i(x, y)$ adalah citra asli (input), $f_o(x, y)$ adalah piksel citra baru (hasil/output), T_n adalah nilai ambang yang ditentukan. Nilai piksel pada (x, y) citra output akan sama dengan T_1 jika nilai piksel (x, y) citra input tersebut $< T_1$. Nilai piksel (x, y) citra input akan sama dengan T_2 jika $T_1 < f_i(x, y) < T_2$, dan seterusnya.

Sebagai contoh citra greyscale 8 bit akan dipetakan menjadi peta biner (hitam dan putih saja) dengan nilai ambang tunggal = 128 maka persamaan matematisnya

$$f_o(x, y) = \begin{cases} 0, & f_i(x, y) < 128 \\ 255, & f_i(x, y) \geq 128 \end{cases}$$

Ini berarti piksel yang nilai intensitasnya dibawah 128 akan diubah menjadi hitam (nilai intensitas = 0), sedangkan piksel yang nilai intensitasnya diatas 128 akan

menjadi putih (nilai intensitas = 255). Gambar berikut menunjukkan hasil thresholding dengan nilai ambang yang berbeda-beda.



Gambar 2.9 Nilai Threshold yang berbeda-beda