

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikrokontroller AVR

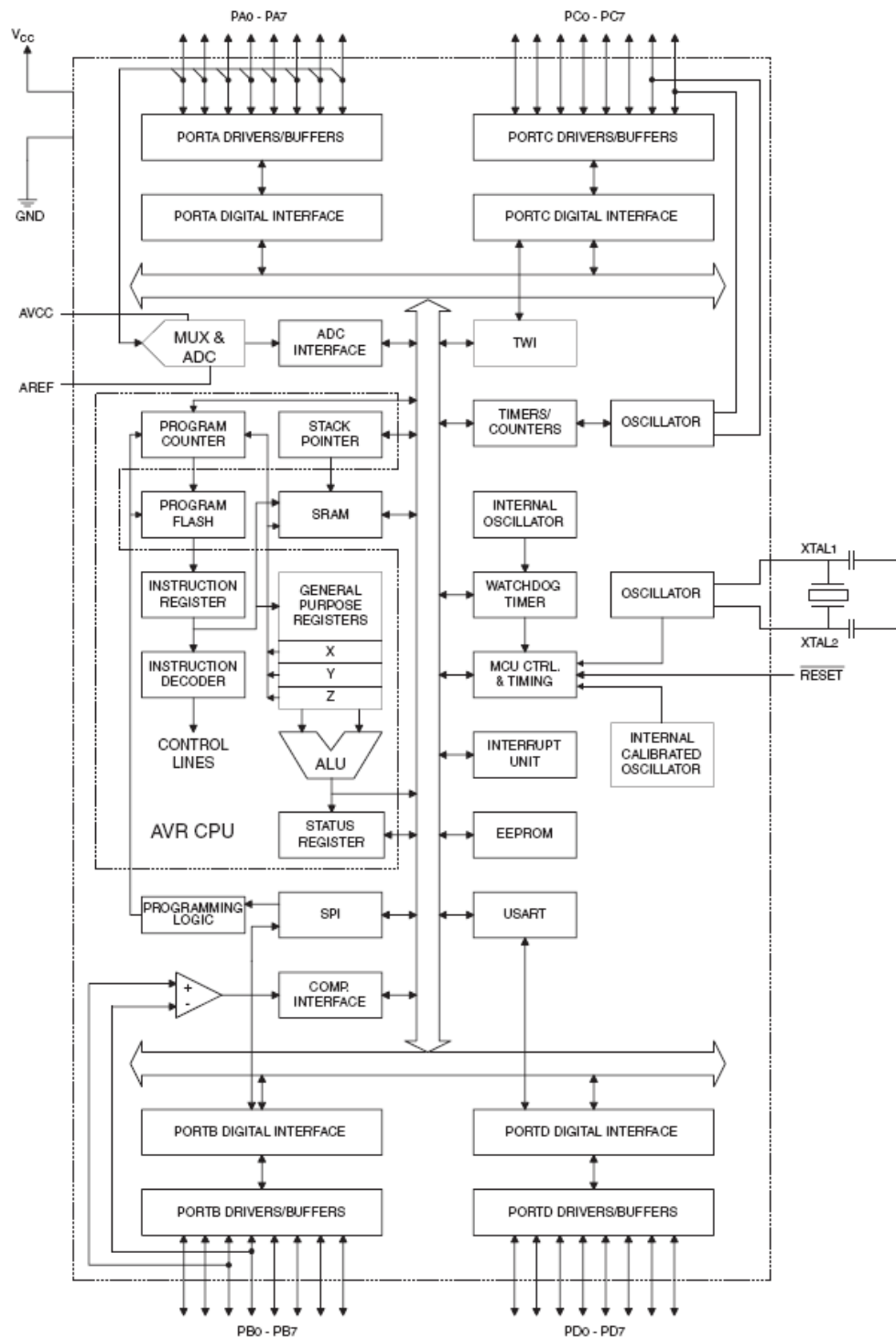
1. Arsitektur Mikrokontroller AVR

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) merupakan mikrokontroler keluaran Atmel, yang mempunyai arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*reduced Instruction set computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*complex Instruction set computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

Diagram blok arsitektur mikrokontroler tipe ATmega8535 ditunjukkan pada Gambar 2.1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

- a) Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C* dan *port D*.

- b) ADC 10 bit sebanyak 8 saluran yang terletak pada *port A*.
- c) Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembanding yang terletak di bagian kanan atas Gambar 2.1.
- d) CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e) *Watchdog Timer* dengan osilator internal terletak di bagian tengah kanan Gambar 2.1.
- f) SRAM sebesar 512 *byte* yang terletak di bagian tengah kiri atas Gambar 2.1.
- g) Memori *Flash* sebesar 8 KB dengan kemampuan *read while write*.
- h) Unit interupsi internal dan eksternal terletak di bagian tengah kanan bawah Gambar 2.1.
- i) *Port* antarmuka SPI yang terletak di bagian tengah kiri bawah Gambar 2.1.
- j) EEPROM sebanyak 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi terletak di bagian tengah kanan bawah Gambar 2.1.
- k) Antarmuka komparator analog yang terletak di bagian tengah bawah kiri Gambar 2.1.
- l) *Port* USART komunikasi serial terletak di tengah kanan bawah Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Blok diagram arsitektur mikrokontroler ATmega8535.

2. Fitur ATmega8535

Kapabilitas rinci dari ATmega8535 adalah sebagai berikut:

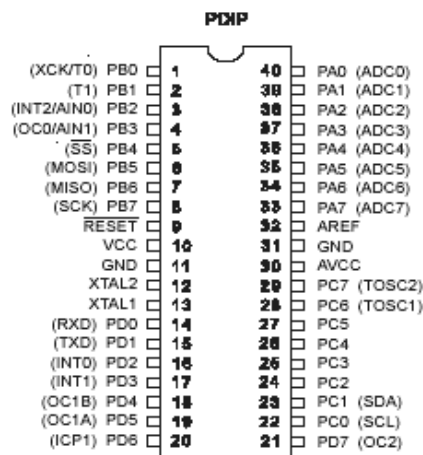
- 1) Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- 2) Kapabilitas memori *flash* 8 Kb, SRAM sebesar 512 *byte*, dan EEPROM sebesar 512 *byte*.
- 3) ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
- 4) *Port* komunikasi serial (USART) dengan kecepatan 2,5 Mbps.
- 5) Enam pilihan *mode sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

3. Konfigurasi Pin ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega8535 bisa dilihat pada Gambar 2.2 yang secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut:

- 1) VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan daya.
- 2) GND merupakan pin *ground*.
- 3) *Port* A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- 4) *Port* B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog, dan SPI.
- 5) *Port* C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- 6) *Port* D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- 7) RESET merupakan pin yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.

- 8) XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
- 9) AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- 10) AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.



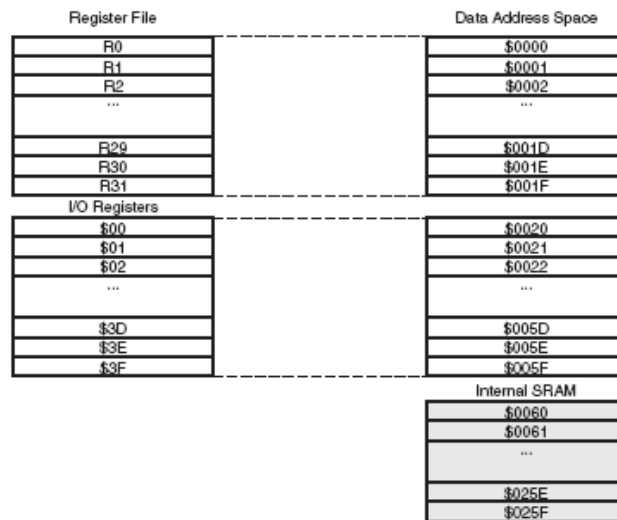
Gambar 2.2 Pin ATmega8535.

4. Peta Memori

AVR ATmega8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian yaitu 32 buah *register file*, 64 buah register I/O, dan 512 *byte* SRAM internal.

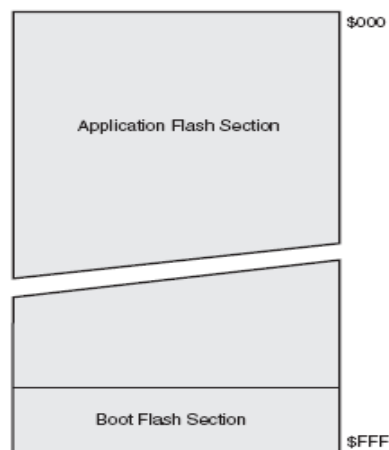
Register file menempati *space* data pada alamat terbawah yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai *peripheral* mikrokontroler, seperti *control register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O dan sebagainya. Alamat memori berikutnya

digunakan untuk SRAM 512 *byte*, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peta Memori data AVR ATmega8535.

Memori program yang terletak dalam *flash* EPROM tersusun dalam *word* atau 2 *byte* karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega8535 memiliki 4 KB x 16-bit *flash* EPROM dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *program counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi *flash*.



Gambar 2.4 Peta Memori Program AVR ATmega8535.

Selain itu, AVR ATmega8535 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 *byte*. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF (gambar 2.4).

B. Webcam

Webcam adalah kamera video sederhana berukuran relatif kecil, sering digunakan untuk konferensi video jarak jauh atau sebagai kamera pemantau. *Webcam* pada umumnya tidak membutuhkan kaset atau tempat penyimpanan data, data hasil perekaman yang didapat langsung ditransfer ke komputer.

Defenisi yang lain tentang *Webcam* adalah sebuah *periferal* berupa kamera sebagai pengambil citra atau gambar dan mikrofon (*optional*) sebagai pengambil suara yang dikendalikan oleh sebuah komputer atau oleh jaringan komputer. Gambar yang diambil oleh *Webcam* ditampilkan ke layar monitor, karena dikendalikan oleh komputer maka ada *interface* atau *port* yang digunakan untuk menghubungkan *Webcam* dengan komputer atau jaringan [edukasi.net, 2012].



Gambar 2.5 Webcam
[<http://e-dukasi.net/>]

C. Pengolahan Citra

1. Defenisi Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinyu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel, $f(x,y)$. Di mana x dan y adalah koordinat spasial sedangkan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru (*Red, Green, Blue - RGB*).

Dasar dari pengolahan citra adalah pengolahan warna RGB pada posisi tertentu. Dalam pengolahan citra warna direpresentasikan dengan nilai heksadesimal dari 0x00000000 sampai 0x00ffffff. Warna hitam adalah 0x00000000 dan warna putih adalah 0x00ffffff. Definisi nilai warna di atas dapat dijelaskan seperti di bawah ini, variabel 0x00 menyatakan angka dibelakangnya adalah heksadesimal.

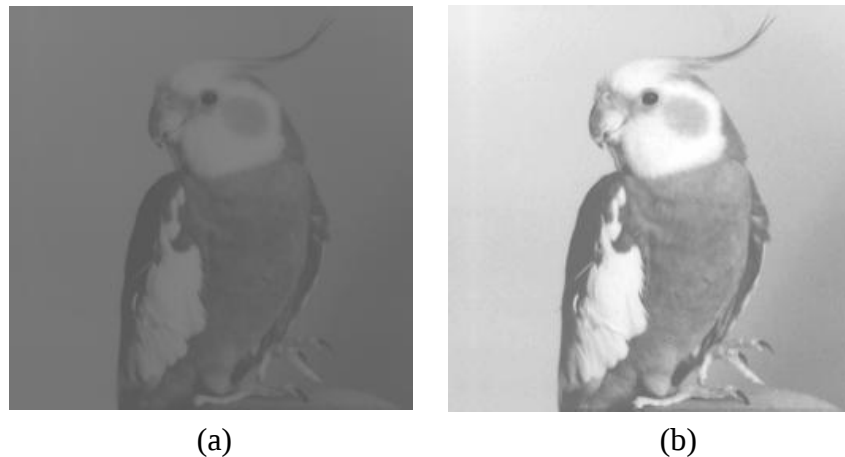
0x00	XX	XX	XX
	Nilai R	Nilai G	Nilai B

2. Defenisi Pengolahan Citra

Meskipun sebuah citra kaya informasi namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*) dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila:

- a). Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra.
- b). Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur.
- c). Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain.



Gambar 2.6 (a) Citra burung nuri yang agak gelap
(b) Citra burung yang diperbaiki kontrasnya sehingga jelas

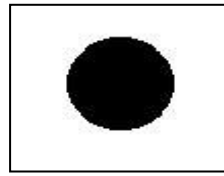
3. Jenis-Jenis Citra

Terdapat beberapa jenis citra yang umum digunakan dalam pengolahan citra yaitu

3.1 Citra Digital

Citra digital tersusun dari suatu bilangan digital yang merepresentasikan intensitas cahaya diwakili *array* 2 dimensi di titik tertentu dalam suatu kisi. Titik dalam kisi 2 dimensi dinamakan piksel atau pel yang merupakan singkatan dari kata *picture element*. Sebuah piksel mewakili elemen lokasi dan nilai intensitas sehingga mengandung informasi yang menggambarkan fenomena fisis yang direkamnya.

Pada Gambar 2.7 (a) adalah sebuah citra digital dengan format *grayscale*, pada Gambar 2.7 (b) dapat dilihat nilai matriks dari citra tersebut yang memiliki resolusi 8x9 dan pada Gambar 2.7(c) adalah nilai matriks citra dengan format biner karena memiliki nilai piksel 1 dan 0. Posisi piksel dinotasikan dalam bentuk matriks $M \times N$. Indeks pertama M menunjukkan posisi baris, yang kedua N menunjukkan posisi kolom. Jika citra digital berisi piksel $M \times N$ maka indeks N mulai dari 0 sampai $N-1$ dan indeks M mulai dari 0 sampai $M-1$. M merupakan jumlah baris dan N untuk jumlah kolom. Sesuai dengan notasi matriks, sumbu



(a)

255	255	255	245	245	255	255	255
255	255	165	38	38	163	255	255
255	217	14	0	0	12	216	255
255	158	0	0	0	0	159	255
255	188	0	0	0	0	188	255
255	250	88	0	0	82	249	255
255	255	247	180	178	247	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255

(b)

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

(c)

Gambar 2.7 (a) Citra lingkaran 8x9 (b) Nilai matriks citra *grayscale*
(c) Nilai matriks citra biner

vertikal (sumbu y) dihitung dari atas ke bawah tidak seperti pada grafik dari bawah ke atas dan sumbu horizontal (sumbu x) berjalan seperti biasa dari kiri ke kanan. [Wicaksono, 2012]

3.2 Citra Berwarna

Merupakan citra yang nilai pikselnya merepresentasikan warna tertentu, seperti merah, kuning atau biru. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman piksel citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal (*channel*) yang menyatakan komponen-komponen warna penyusunnya. Banyaknya kanal yang digunakan bergantung pada model warna yang digunakan pada citra tersebut.



Gambar 2.8 Citra berwarna

Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas: derajat keabuan merah ($f_{merah}(x,y)$), hijau ($f_{hijau}(x,y)$) dan biru ($f_{biru}(x,y)$). Persepsi visual citra berwarna umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra hitam putih. Citra berwarna menampilkan objek seperti warna aslinya (meskipun tidak selalu tepat demikian). Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda.

3.3 Citra *Grayscale*

Merupakan citra yang nilai pikselnya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra *grayscale* memiliki kedalaman piksel 8 bit (256 derajat keabuan), tetapi ada juga citra *grayscale* yang kedalaman pikselnya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi.



Gambar 2.9 Citra *grayscale*

3.4 Citra Biner

Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan 2 warna, yaitu hitam dan putih. Piksel yang memiliki warna putih bernilai 0, sementara piksel yang berwarna hitam bernilai 1. Oleh karena itu, setiap piksel pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit.



Gambar 2.10 Citra biner

4. Operasi Pada Pengolahan Citra

Ada banyak operasi pada pengolahan citra tetapi yang akan dibahas adalah operasi yang terkait tugas akhir ini yaitu operasi binerisasi, operasi morfologi, analisis dan statistik citra,

4.1 Binerisasi

Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya bahwa untuk 1 warna pada citra RGB itu mengandung nilai yang besar, yaitu dari 0 – 255. Jika kita langsung mengolah citra yang nilainya besar ini maka akan dibutuhkan waktu pemrosesan yang cukup lama. Oleh karena itu, untuk menghemat waktu dan juga penggunaan memori komputer kita maka citra yang akan kita olah ini harus terlebih dahulu diubah ke dalam nilai yang lebih sederhana, sehingga proses pengolahan citra bisa cepat dilakukan. Dalam hal ini yang perlu kita lakukan adalah operasi binerisasi. Pada operasi binerisasi warna citra diubah ke tingkat level keabuan (*grayscale*) terendah, yang berarti citra hanya mengandung informasi putih (bit 1) dan hitam (bit 0) pada piksel-piksel penyusunnya. Selain itu, sifat-sifat biner umumnya lebih sederhana, cepat dan mudah diimplementasikan.

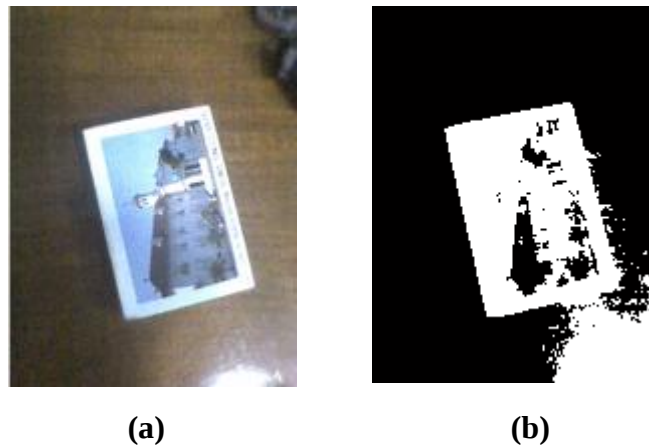
Operasi binerisasi ini menggunakan metode *global thresholding*. Di mana sebuah citra akan diubah nilai intensitas warna di setiap pikselnya berdasarkan nilai *threshold* (ambang batas) yang telah ditentukan. Jika intensitas piksel lebih besar dari ambang batasnya maka intensitas piksel tersebut akan berubah menjadi warna putih (bit 1). Sebaliknya jika intensitasnya lebih kecil dari ambang batas yang ada maka intensitas piksel tersebut akan berubah menjadi warna hitam (bit 0). [Wicaksono, 2012]

Secara matematis proses binerisasi dapat diformulasikan pada persamaan (1) berikut:

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{jika } f(x, y) < T \end{cases} \quad (1)$$

$f(x, y)$ = intensitas citra
 T = *threshold*

Pada Gambar 2.11 memperlihatkan proses binerisasi pada sebuah citra.



Gambar 2.11 (a) Citra awal RGB (b) Citra hasil binerisasi

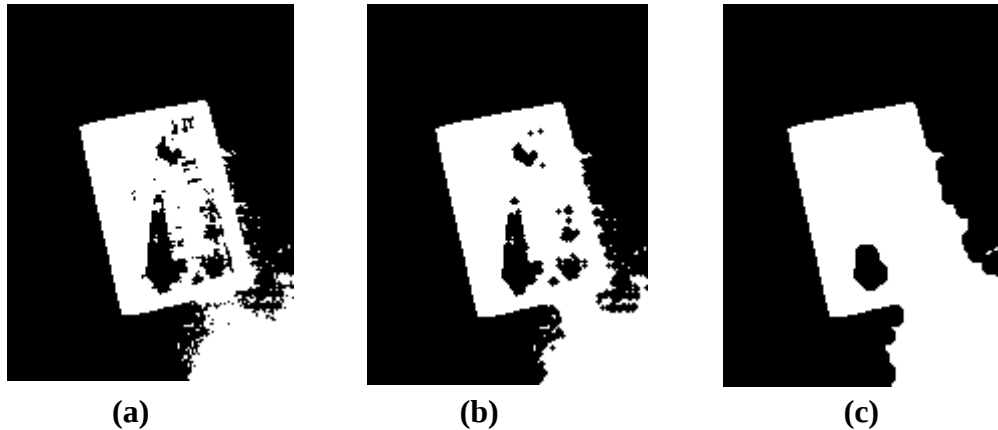
4.2 Operasi Morfologi

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region dalam citra. Operasi difokuskan pada bentuk objek dan biasanya diterapkan pada citra biner. Biasanya dengan membedakan antara objek dan latar, antara lain dengan memanfaatkan operasi pengambangan yang mengubah citra warna dan skala keabuan menjadi citra biner. Hasil operasi morfologi dapat dimanfaatkan untuk pengambilan keputusan dengan analisis lebih lanjut. Operasi morfologi citra ada beberapa jenis yakni *dilatasi*, *erosi*, *opening*, *closing*, *thinning*, *shrinking*, *pruning*, *skeletonizing* dan *thickening* tetapi yang akan dibahas adalah operasi *closing* karena operasi ini yang digunakan.

Operasi *closing* erat kaitan dengan dilasi dan erosi karena untuk melakukan operasi ini mengacu pada nilai *strel* yang digunakan. Secara matematis operasi *closing* diformulasikan sebagai berikut:

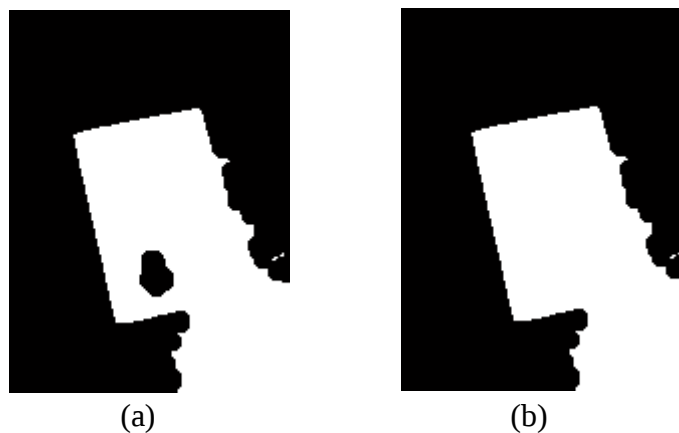
$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2)$$

Operasi *closing* A oleh B adalah operasi dilasi A oleh B, diikuti operasi erosi hasilnya oleh B.



Gambar 2.12 (a) Citra biner awal (b) Citra setelah morfologi dengan acuan *strel* 'disk', 1 (c) Citra setelah morfologi dengan acuan *strel* 'disk', 5

Operasi *region filling* digunakan untuk mengisi bagian dari piksel yang bernilai 1 menjadi 0. Operasi ini menggunakan acuan berdasarkan nilai piksel tetangganya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13.



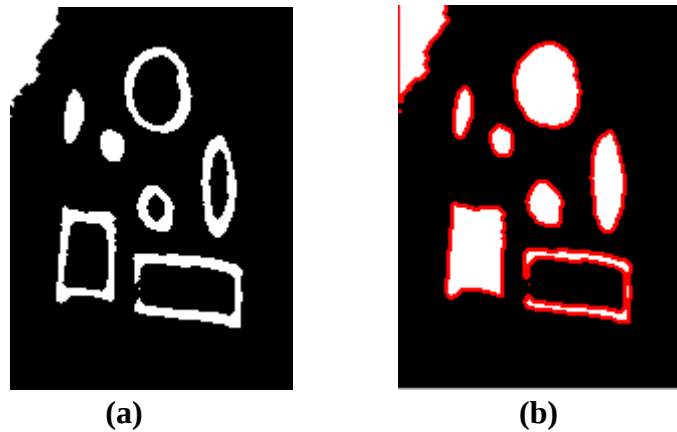
Gambar 2.13 (a) Citra awal (b) Citra hasil *region filling*

Dari Gambar 2.13 dapat dilihat bahwa sebuah citra awal yang memiliki sebuah lubang (*hole*) dapat dihilangkan dengan operasi *region filling*.

4.3 Analisis dan Statistik Citra

Boundary citra adalah sebuah teknik untuk memberikan *border* atau wilayah terhadap sebuah objek citra yang memiliki *holes* terhadap citra *background*.

Operasi ini hanya bisa dikerjakan dalam ranah citra biner yang memiliki nilai piksel 1 dan 0.



Gambar 2.14 (a) Citra awal (b) Citra hasil perlakuan *boundary*

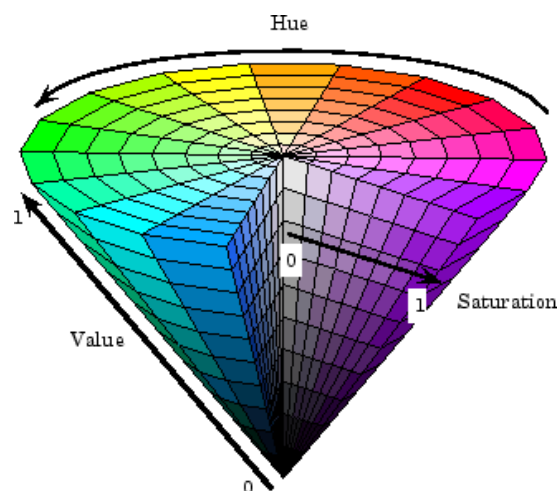
Dari Gambar 2.14 dapat dilihat hasil citra setelah diberikan *boundaries*, teknik ini berfungsi untuk memberikan batas terhadap sebuah objek untuk dapat dihitung jumlah piksel atau matriks berdasarkan batas area yang diberikan.

D. Pengolahan Warna

1. HSV

Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation* dan *Value*. *Hue* menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. *Hue* digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greeness*), dan sebagainya dari cahaya. *Hue* berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya. *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian suatu warna, yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. *Value* adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa memperdulikan warna. Karena model warna HSV merupakan model warna yang diturunkan dari model warna RGB maka untuk mendapatkan warna HSV ini, kita harus melakukan proses konversi warna dari RGB ke HSV.

HSV merupakan salah satu cara untuk mendefinisikan warna yang didasarkan pada roda warna. *Hue* mengukur sudut sekitar roda warna (merah pada 0 derajat, 120 derajat di hijau, biru, di 240 derajat). *Saturation* yang menunjukkan pada radius roda warna sehingga menunjukkan proporsi antara gelap (pusat) untuk warna ke putih murni (di luar), *value* menunjukkan nilai kecerahan. *Hue* memiliki nilai antara 0 hingga 360 (derajat), *Saturation* and *Value* berkisar dari 0 hingga 100%.



Gambar 2.15. Warna HSV

E. Pengenalan Pola

Sebuah pola adalah setiap antar hubungan data (analog atau digital), kejadian atau konsep yang dapat dibedakan. Pengenalan pola merupakan bidang dalam pembelajaran mesin dan dapat diartikan sebagai tindakan mengambil data mentah dan bertindak berdasarkan klasifikasi data. Dengan demikian, pengenalan pola merupakan himpunan kaidah bagi pembelajaran diselia (*supervised learning*).

Ada beberapa definisi lain tentang pengenalan pola, di antaranya:

- a. Penentuan suatu objek fisik atau kejadian ke dalam salah satu atau beberapa kategori.

- b. Ilmu pengetahuan yang menitikberatkan pada deskripsi dan klasifikasi (pengenalan) dari suatu pengukuran.
- c. Suatu pengenalan secara otomatis suatu bentuk, sifat, keadaan, kondisi, susunan tanpa keikutsertaan manusia secara aktif dalam proses pemutusan.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, pengenalan pola dapat didefinisikan sebagai cabang kecerdasan yang menitik-beratkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam kelas-kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu. Salah satu aplikasinya adalah pengenalan suara, klasifikasi teks dokumen dalam kategori (contoh. surat-E spam/bukan-spam), pengenalan tulisan tangan, pengenalan kode pos secara otomatis pada sampul surat, atau sistem pengenalan wajah manusia. Aplikasi ini kebanyakan menggunakan analisis citra bagi pengenalan pola yang berkenaan dengan citra digital sebagai *input* ke dalam sistem pengenalan pola.

F. Konveyor

Didalam industri, bahan-bahan yang digunakan kadangkala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia dan jarak perpindahan barang yang cukup jauh. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan. Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah konveyor yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat [Ma'aruf, 2011].

Pemilihan alat transportasi (*conveying equipment*) material padatan antara lain tergantung pada :

- a. Kapasitas material yang ditangani.
- b. Jarak perpindahan material.
- c. Kondisi pengangkutan : horizontal atau vertikal.
- d. Ukuran, bentuk dan sifat material.
- e. Harga peralatan tersebut.

Secara umum jenis konveyor yang sering digunakan adalah *conveyor belt*. *Conveyor belt* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *conveyor belt* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.

G. Motor DC

Motor DC atau motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Torsi adalah putaran dari suatu gaya terhadap suatu poros.



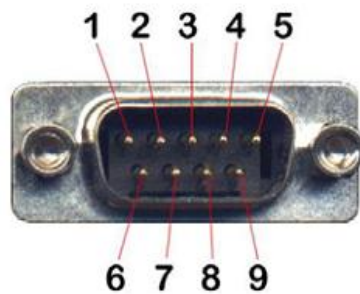
Gambar 2.16 Motor DC

Suatu motor arus searah akan berfungsi bila memiliki:

- Kumparan medan untuk menghasilkan medan magnet.
- Kumparan jangkar untuk mengimbas gaya gerak listrik pada konduktor-konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar.
- Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

H. Komunikasi Serial

Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya kita dapat menemukan dua konektor *port serial* DB-9 yang biasanya dinamai COM1 dan COM2.



Gambar 2.17 Konektor DB-9

Tabel 2.1 Konfigurasi pin dan nama sinyal

Pin	Nama	Status	Deksripsi
1	CD	<i>Input</i>	<i>Carrier Detect</i>
2	RXD	<i>Input</i>	<i>Receive Data</i>
3	TXD	<i>Output</i>	<i>Transmit Data</i>
4	DTR	<i>Output</i>	<i>Data Terminal Ready</i>
5	GND	--	<i>System Ground</i>
6	DSR	<i>Input</i>	<i>Data Set Ready</i>
7	RTS	<i>Output</i>	<i>Request to Send</i>
8	CTS	<i>Input</i>	<i>Clear To Send</i>
9	RI	<i>Input</i>	<i>Ring Indicator</i>

Penggunaan DB-9 pada komputer generasi baru yang sudah jarang digunakan, konekor DB-9 yang dapat digunakan dengan ditambahkan perangkat tambahan yaitu adapter serial DB-9 ke USB. Dengan menggunakan adapter serial DB-9 ke USB, penggunaan DB-9 pada komputer digantikan dengan USB. Penamaan *port*

serial pada komputer tidak dibatasi hanya COM1 atau COM2 saja tetapi tergantung dari banyak USB yang tersedia pada komputer.



Gambar 2.18 Konektor DB-9 ke USB