

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Citra

Citra adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus dan intensitas cahaya pada bidang dwimatra (Munir, 2004).

2.2. Pengolahan Citra

Pengolahan Citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra yang berkualitas lebih baik daripada citra masukan (Munir, 2004).

2.3. Warna

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu mempunyai panjang gelombang paling rendah.

Warna-warna yang diterima oleh mata merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red(R), green(G) dan blue(B) (Munir, 2004) dan

warna bukan merupakan besaran fisik tetapi warna merupakan suatu sensasi yang dihubungkan dengan sistem saraf kita, seperti halnya rasa maupun bau. Sensasi warna diperoleh dengan adanya interaksi antara warna dengan sistem saraf sensitive warna kita (Santosa, 1997).

2.4. Citra Keabuan

Citra beraras keabuan adalah citra yang hanya menggunakan warna yang merupakan tingkatan warna abu-abu. Warna abu-abu adalah satu-satunya warna pada ruang RGB dengan komponen merah, hijau, dan biru mempunyai intensitas yang sama. Pada citra beraras keabuan hanya perlu menyatakan nilai intensitas untuk tiap pixel sebagai nilai tunggal, sedangkan pada citra berwarna perlu tiga nilai intensitas untuk tiap *pixel*-nya.

Intensitas citra beraras keabuan disimpan sebagai integer 8 bit sehingga memberikan $2^8 = 256$ tingkat keabuan dari warna hitam sampai warna putih. Dengan menggunakan pola 8bit ini citra beraras keabuan membutuhkan ruang memori, disk, dan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada citra berwarna.

2.5. Peta Keabuan

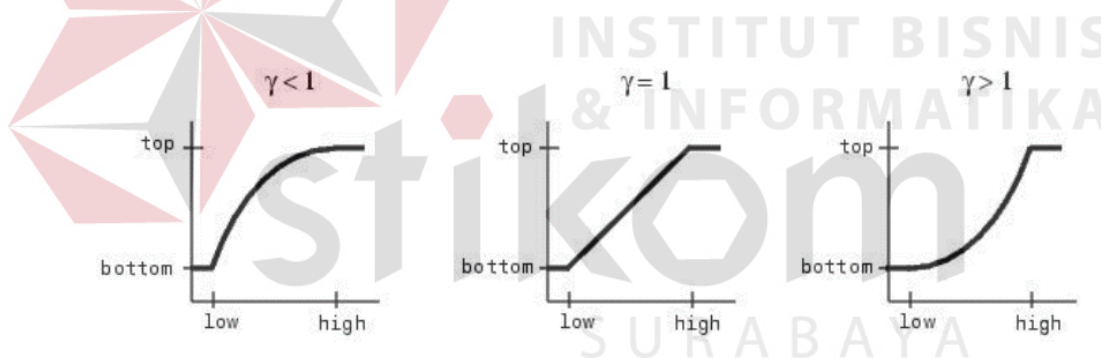
Peta keabuan adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara intensitas pada suatu pixel keluaran terhadap intensitas pixel masukan. *Pixel* dengan intensitas terendah adalah hitam, dan *pixel* dengan intensitas tertinggi adalah putih. Sebuah pixel dengan intensitas sedang mungkin berwarna abu-abu atau memiliki tingkat keabuan tertentu.

2.6. Koreksi Gamma

Koreksi gamma merupakan faktor keteduhan yang mempengaruhi pemetaan antara nilai intensitas (tingkat keabuan) citra masukan dan keluaran sehingga pemetaan bisa tak-linear. Sebagai contoh nilai dari intensitas masukan minimum sampai intensitas masukan maksimum dapat dipetakan ke dalam nilai dari intensitas keluaran minimum sampai intensitas keluaran maksimum.

Gamma memiliki nilai lebih besar dari 0. Jika gamma sama dengan satu, maka pemetaannya linear. Jika gamma kurang dari 1, pemetaannya cenderung menuju nilai keluaran yang lebih tinggi (terang). Jika gamma lebih besar dari pada 1, pemetaannya cenderung menuju nilai keluaran yang lebih rendah (lebih gelap).

Gambar 1 menunjukkan pemetaan intensitas dengan gamma yang berbeda.

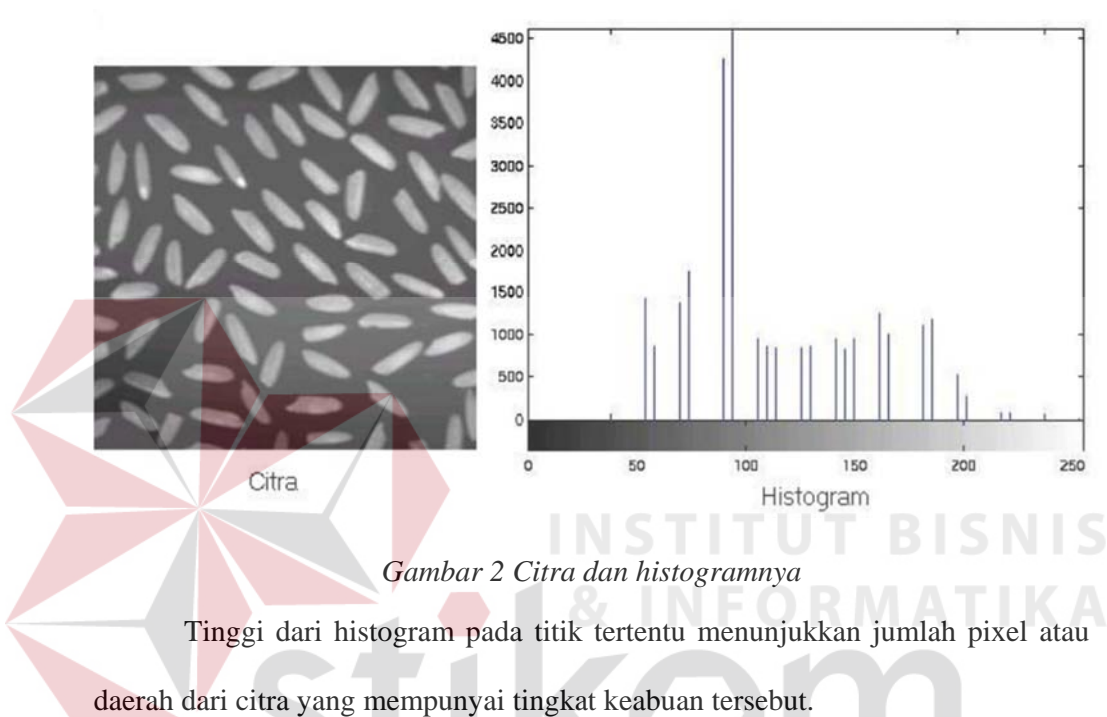


Gambar 1 Pemetaan intensitas dengan gamma yang berbeda

Pada gambar 1 sumbu horizontal (dari rendah (low) sampai tinggi (high)) menunjukkan tingkat keabuan citra masukan dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi. Sedangkan sumbu vertical (dari bawah (bottom) sampai atas (top)) menunjukkan tingkat keabuan citra keluaran dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi.

2.7. Histogram

Histogram adalah suatu grafik yang menunjukkan berapa besar jumlah pixel dari citra memiliki suatu tingkat keabuan tertentu. Gambar 2 menunjukkan contoh histogram dari sebuah citra.



Gambar 2 Citra dan histogramnya

Tinggi dari histogram pada titik tertentu menunjukkan jumlah pixel atau daerah dari citra yang mempunyai tingkat keabuan tersebut.

Histogram adalah grafik yang menggambarkan penyebaran dari nilai – nilai pixel yang terdapat pada sesuatu citra atau bagian citra tertentu di dalamnya. Intensitas pada citra dapat diketahui dari sebuah histogram. Histogram juga dapat mengetahui tentang banyak hal tentang kecerahan (Brightness) dan kontras (Contrast) dari sebuah gambar. Karena itu histogram adalah alat bantu yang sangat berharga dalam sebuah pengerjaan pengolahan citra, baik secara kuantitatif ataupun kualitatif. (Fatmawati, 2011)

Penyebaran nilai intensitas harus diubah supaya bisa menghasilkan hasil citra yang baik, dan teknik yang biasa dipakai adalah pemerataan histogram (Histogram equalization). Tujuan dari pemerataan histogram sendiri adalah untuk

memperoleh penyebaran yang merata, sehingga setiap derajat keabuan akan memiliki jumlah pixel yang relatif sama. (Fatmawati, 2011)

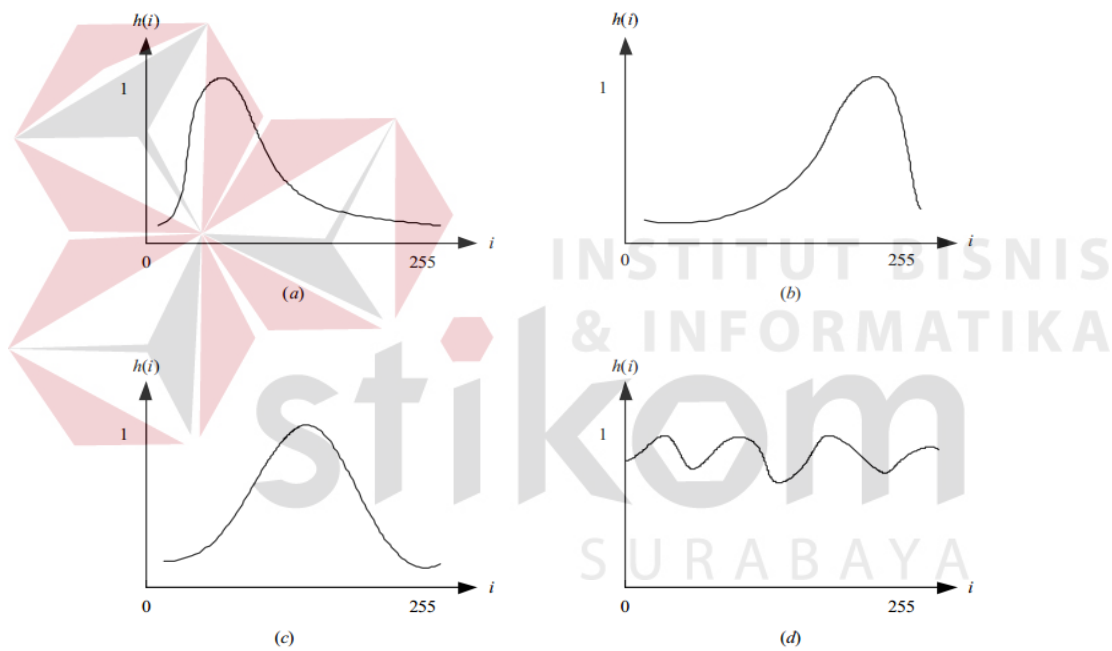
Membandingkan histogram dari citra mentah dan citra yang ditingkatkan menggunakan linear stretching dan histogram yang disamakan. Apa saja bagian yang terdapat pada histogram? (Harrison, 2005)

1. Judul, judul singkat yang menjelaskan tentang isi yang terkandung dalam histogram. (Harrison, 2005)
2. Horizontal atau X-Axis: horizontal atau sumbu X berisi skala yang memiliki nilai-nilai yang pengukurannya cocok. Pada umumnya pengukuran ini dikelompokkan kedalam interval untuk membantu meringkas set data yang besar, sedangkan data individu tidak ditampilkan. (Harrison, 2005)
3. Bar: Bar memiliki dua karakteristik yang penting, yaitu tinggi dan lebar. Tinggi untuk menunjukkan jumlah nilai dalam selang waktu yang terjadi, sedangkan width merupakan panjang pada interval yang tertutup oleh bar. (Harrison, 2005)
4. Vertical atau Y-Axis: vertikal atau Sumbu Y adalah skala yang berisi beberapa waktu nilai yang terdapat pada selang waktu yang terjadi. Jumlah waktu juga biasa disebut sebagai frekuensi. (Harrison, 2005)

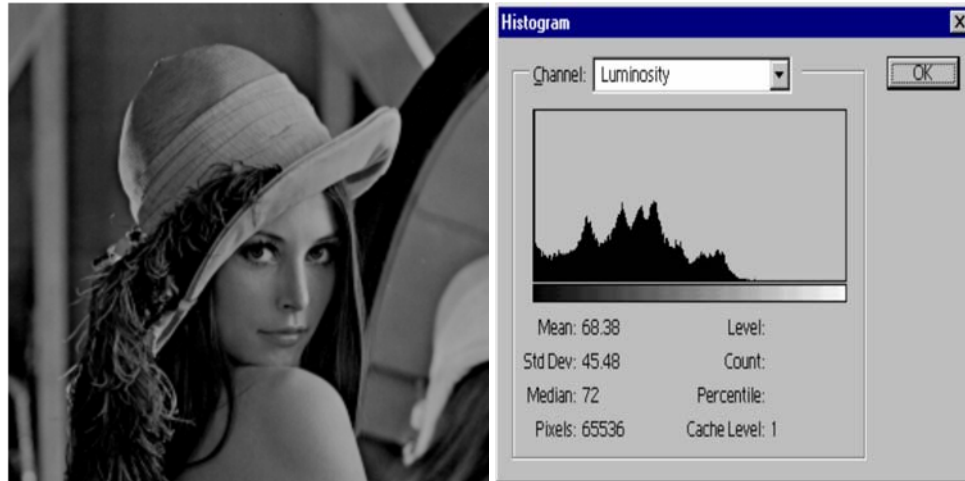
Legend : legend memberikan informasi tambahan bahwa dokumen mana data itu berasal dari dan bagaimana pengukuran dikumpulkan. (Harrison, 2005)

Pembuatan Histogram :

1. Ciri – ciri citranya
 - a. Gelap
 - b. Terang
 - c. Normal
 - d. Normal *Brightness* dan *Contrast*



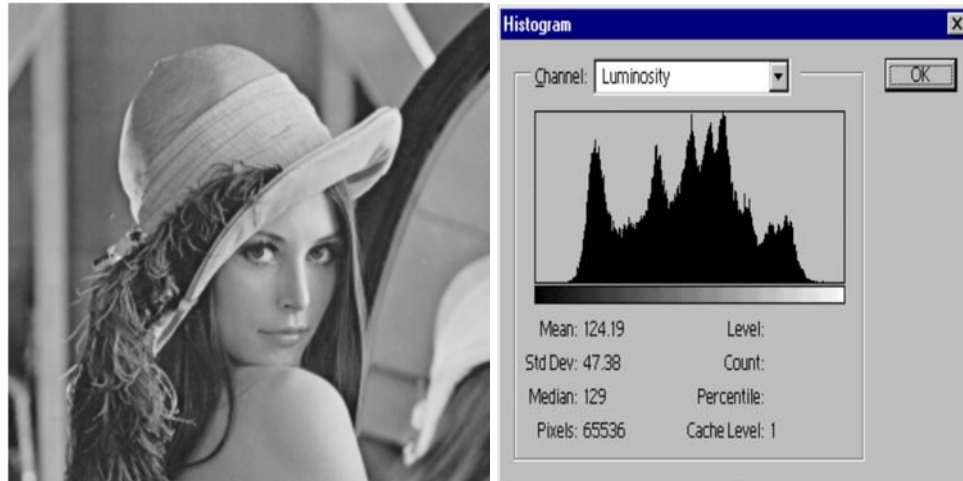
Gambar 3 (a) Citra Gelap, (b) Citra tinggi, (c) Citra normal (d) normal brightness dan high contrast (Prof. Dr.rer.nat. Achmad Benny Mutiara, 2005)



(a) Kiri: citra Lena yang terlalu gelap; kanan: histogramnya (by Photoshop)



(b) Kiri: citra Lena yang terlalu terang; kanan: histogramnya



(c) Kiri: citra Lena yang bagus (normal); kanan: histogramnya

Gambar 4 Berbagai macam histogram dari beberapa kasus citra Lena

Gambar 4 memperlihatkan tiga buah citra Lena. Citra Lena yang pertama terlalu gelap. Histogramnya banyak menumpuk pada bagian kiri, karena citra tersebut mengandung banyak nilai intensitas yang dekat dengan 0 (hitam). Citra Lena yang kedua terlalu terang. Histogramnya banyak menumpuk pada bagian kanan, karena citra tersebut mengandung banyak nilai intensitas yang dekat dengan 255 (putih). Citra Lena yang ketiga adalah citra yang normal (bagus). Histogram tersebut tersebar merata diseluruh daerah derajat keabuan. (Prof. Dr.rer.nat. Achmad Benny Mutiara, 2005). Membuat Histogram :

Misalkan citra digital memiliki L derajat keabuan, yaitu dari nilai 0 sampai $L-1$ (misalnya pada citra dengan kuantitas derajat keabuan 8-bit, nilai derajat keabuan dari 0 sampai 255). Secara sistematis histogram citra

dihitung dengan rumus

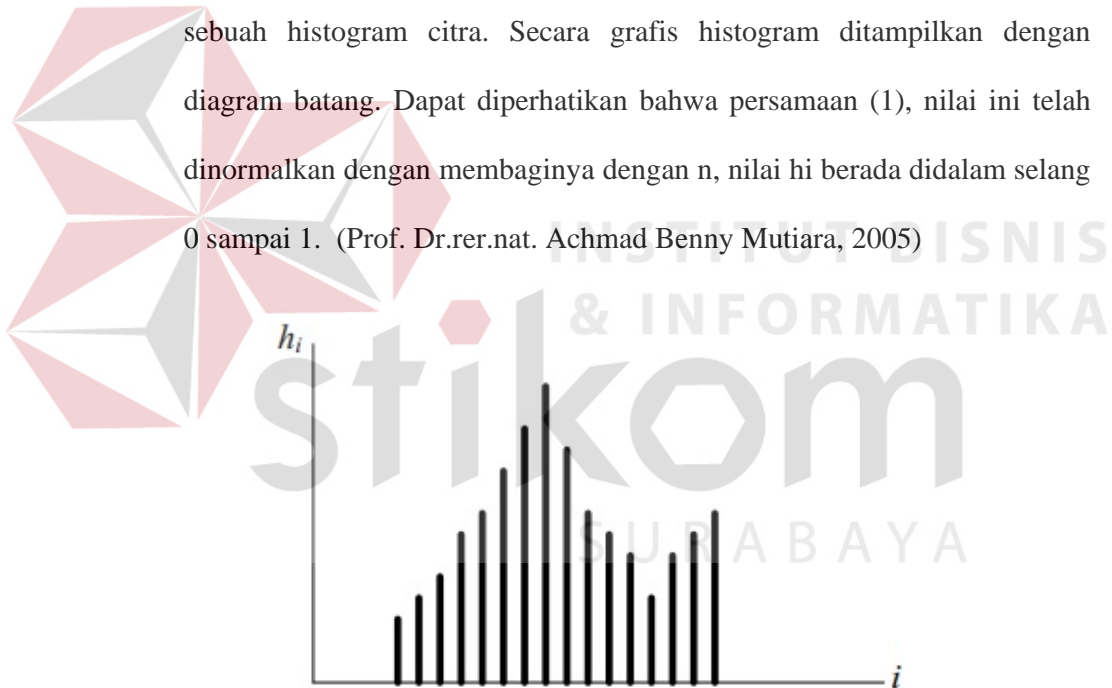
$$h_i = \frac{n_i}{n}, i = 0, 1, \dots, L-1 \dots \dots \dots (1)$$

Yang dalam hal ini,

n_i = jumlah *pixel* yang memiliki derajat keabuan i

n = jumlah seluruh *pixel* didalam citra

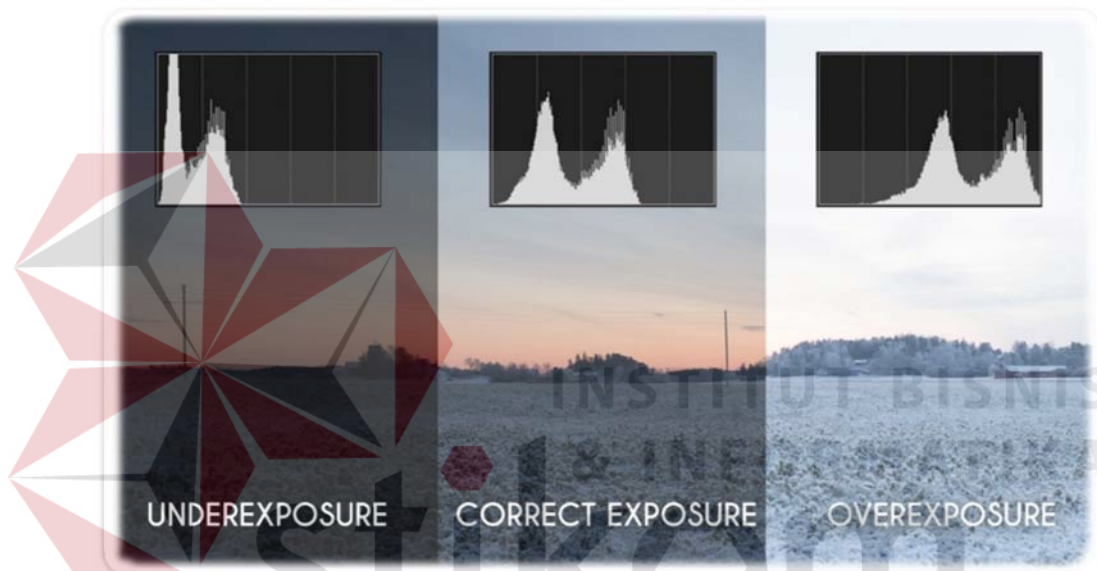
Plot h_i versus f_i dinamakan histogram. Gambar 4. Adalah contoh sebuah histogram citra. Secara grafis histogram ditampilkan dengan diagram batang. Dapat diperhatikan bahwa persamaan (1), nilai ini telah dinormalkan dengan membaginya dengan n , nilai h_i berada didalam selang 0 sampai 1. (Prof. Dr.rer.nat. Achmad Benny Mutiara, 2005)



Gambar 5 Histogram citra (Prof. Dr.rer.nat. Achmad Benny Mutiara, 2005)

2.8. Histogram Equalization

Histogram merupakan sebuah diagram yang menunjukkan jumlah titik yang terdapat pada sebuah citra untuk setiap tingkat keabuan (Hestingsih, 2009). Sumbu x (absis) pada histogram menunjukkan tingkat warna, sedangkan sumbu y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan titik. Contoh sebuah gambar dan histogramnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6 Gambar Grafik Histogram

Histogram dari sebuah citra dapat dimodifikasi untuk memperoleh citra yang sesuai dengan keinginan atau memperbaiki kualitas citra. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memodifikasi histogram citra adalah perataan histogram (histogram equalization). Histogram equalization adalah sebuah proses yang mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam (uniform). Tujuan dari histogram equalization adalah untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relatif sama. Perataan histogram diperoleh dengan cara

mengubah derajat keabuan sebuah piksel (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) dengan sebuah fungsi transformasi T (Gonzalez, 2002). Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan: $s = T(r).r$ dapat diperoleh kembali dari s dengan transformasi invers seperti pada persamaan $r = T^{-1}(s)$ dimana $0 \leq s \leq 1$. Rumus yang digunakan untuk menghitung *histogram equalization* dapat ditulis seperti pada persamaan berikut:

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n} \text{ dalam hal ini } r_k = \frac{k}{L-1}, 0 \leq k \leq L-1$$

Dimana n_k adalah nilai piksel pada derajat keabuan k , dan n adalah jumlah seluruh piksel pada citra. Dari perumusan tersebut dapat diartikan bahwa derajat keabuan (k) dinormalkan terhadap derajat keabuan ($L-1$). Nilai $r_k = 0$ menyatakan hitam, dan $r_k = 1$ menyatakan putih dalam skala keabuan yang didefinisikan.

Rumus lain yang dapat digunakan untuk menghitung histogram equalization pada citra dengan skala keabuan k bit adalah seperti pada persamaan berikut:

$$k_0 = \text{round}\left(\frac{c_i \cdot (2^k - 1)}{w \cdot h}\right)$$

C_i = distribusi kumulatif dari nilai skala keabuan ke $-i$ dari citra asli

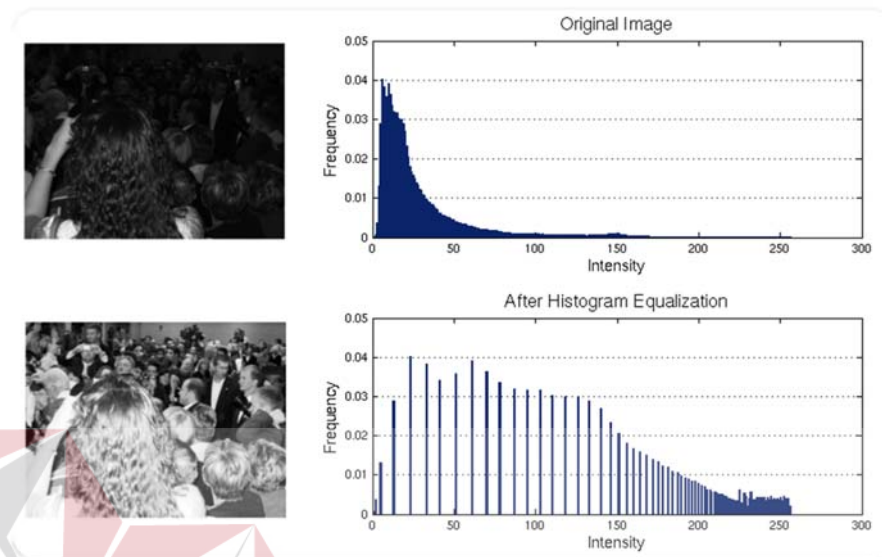
round = fungsi pembulatan ke bilangan yang terdekat

K_0 = nilai keabuan hasil histogram equalization

w = lebar citra

h = tinggi citra

Gambar berikut merupakan contoh histogram citra asli yang belum diratakan dan histogram citra setelah proses equalization.



Gambar 7 Contoh Hasil Histogram Equalization

Sedangkan contoh tahap-tahap perhitungan manual untuk ekualisasi histogram adalah sebagai berikut:

1. Misalkan terdapat sebuah citra keabuan dengan nilai-nilai piksel sebagai berikut:

(i,j)	0	1	2	3	4	5	6	7
0	29	40	44	39	111	116	81	108
1	40	44	62	90	111	111	108	58
2	186	132	132	154	154	154	150	229
3	136	184	175	155	171	171	171	148
4	254	133	133	136	154	151	151	157
5	140	133	133	131	136	138	149	149
6	115	128	133	136	136	136	138	117
7	122	128	138	143	133	119	139	128

Tabel 1 Contoh Value dari Sebuah Gambar

2. Dari nilai piksel pada matriks citra tersebut, dihitung frekuensi dan distribusi kumulatif dari nilai skala keabuannya. Daftar frekuensi dan perhitungan distribusi kumulatif dapat dilihat pada tabel berikut:

Skala Keabuan	Frekuensi	Distribusi Kumulatif	Skala Keabuan	Frekuensi	Distribusi Kumulatif
29	1	1	136	6	38
39	1	2	138	3	41
40	2	4	139	1	42
44	2	6	140	1	43
58	1	7	143	1	44
62	1	8	148	1	45
81	1	9	149	2	47
90	1	10	150	1	48
108	2	12	151	2	50
111	3	15	154	4	54
115	1	16	155	1	55
116	1	17	157	1	56
117	1	18	171	3	59
119	1	19	175	1	60
122	1	20	184	1	61
128	3	23	186	1	62
131	1	24	229	1	63
132	2	26	254	1	64
133	6	32			

Tabel 2 Daftar Frekuensi dan Distribusi Kumulatif

3. Menghitung nilai keabuan dari hasil perhitungan distribusi kumulatif menggunakan rumus yang sebelumnya telah dituliskan di atas. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk skala keabuan 2 dan 30:

$$K_o = \text{round} \left(\frac{1x(2^8 - 1)}{8x8} \right) = \text{round} \left(\frac{255}{64} \right) = 4$$

$$K_o = \text{round} \left(\frac{2x(2^8 - 1)}{8x8} \right) = \text{round} \left(\frac{510}{64} \right) = 8$$

Hasil perhitungan untuk seluruh nilai skala keabuan dapat dilihat pada tabel berikut:

Keabuan Awal	Frekuensi	Keabuan Hasil	Keabuan Awal	Frekuensi	Keabuan Hasil
29	1	4	136	6	151
39	1	8	138	3	163
40	2	16	139	1	167
44	2	24	140	1	171
58	1	28	143	1	175
62	1	32	148	1	179
81	1	36	149	2	187
90	1	40	150	1	191
108	2	48	151	2	199
111	3	60	154	4	215
115	1	64	155	1	219
116	1	68	157	1	223
117	1	72	171	3	235
119	1	76	175	1	239
122	1	80	184	1	243
128	3	92	186	1	247
131	1	96	229	1	251
132	2	104	254	1	255
133	6	127			

Tabel 3 Hasil Perhitungan nilai skala keabuan

Hasil matriks citra setelah proses histogram equalization adalah sebagai berikut:

(i,j)	0	1	2	3	4	5	6	7
0	4	16	24	8	60	68	36	48
1	16	24	32	40	60	60	48	28
2	247	104	104	215	215	215	191	251
3	151	243	239	219	235	235	235	179
4	255	127	127	151	215	199	199	223
5	171	127	127	96	151	163	187	187
6	64	92	127	151	151	151	163	72
7	80	92	163	175	127	76	167	92

Tabel 4 Hasil Matriks Citra Setelah Proses Histogram Equalization

2.9. Proses Deteksi Badan

Proses deteksi badan manusia bagian atas menggunakan metode Haar-like feature dimana proses deteksi akan membandingkan Haar-like feature yang dikenal sebagai Haar Cascade Classifier. Haar-like features merupakan rectangular features, yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar atau image. Ide dari Haar-like features adalah untuk mengenali obyek berdasarkan nilai sederhana dari fitur tetapi bukan merupakan nilai piksel dari image obyek tersebut. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah image. Metode ini merupakan metode yang menggunakan statistical model (classifier). Pendekatan untuk mendeteksi objek dalam gambar menggabungkan empat konsep utama : 1. Training data 2. Fitur segi empat sederhana yang disebut fitur Haar. 3. Integral image untuk pendeteksian fitur secara cepat. 4. Pengklasifikasi bertingkat (Cascade classifier) 3. Tipe four-rectangle feature Adanya fitur Haar ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata piksel pada daerah gelap dari rata-rata piksel pada daerah terang. Jika nilai perbedaannya itu diatas nilai ambang atau threshold, maka dapat dikatakan bahwa fitur tersebut ada. Nilai dari Haar-like feature adalah perbedaan antara jumlah nilai-nilai piksel gray level dalam daerah kotak hitam dan daerah kotak . Dimana untuk kotak pada Haar-like feature dapat dihitung secara cepat menggunakan “integral image”.

Maka untuk melakukan proses deteksi badan manusia bagian atas ini diperlukan proses konversi ruang warna dari RGB ke BW. Untuk mendapatkan data gambar yang lebih jelas dilakukan proses histogram ekualisasi. Haar Training yang digunakan untuk pendeteksian badan manusia bagian atas ini menggunakan haar

training yang disediakan oleh OpenCV. Proses deteksi badan manusia ini telah berhasil melakukan proses deteksi badan manusia dengan jarak pandang 1 – 6 Meter.

2.10. Metode Haar Cascade Classifier

Proses deteksi objek Viola-Jones adalah deteksi objek pertama yang menyediakan tingkat deteksi objek yang kompetitif secara real-time yang diusulkan pada tahun 2001 oleh Paul Viola dan Michael Jones.

Meskipun dapat dilatih untuk mendeteksi berbagai kelas objek, deteksi objek ini terutama didorong oleh masalah deteksi wajah. Umumnya disebut metode haar cascades classifier. Metode ini merupakan metode yang menggunakan statistical model (classifier). Pendekatan untuk mendeteksi wajah dalam gambar menggabungkan empat konsep utama :

1. Training data
2. Fitur segi empat sederhana yang disebut fitur Haar.
3. Integral image untuk pendeteksian fitur secara cepat.
4. Pengklasifikasi bertingkat (Cascade classifier) untuk menghubungkan

banyak fitur secara efisien.

Training data pada *Haar*, metode ini memerlukan 2 tipe gambar objek dalam proses training yang dilakukan, yaitu :

1. Positive samples

Berisi gambar objek yang ingin dideteksi, apabila ingin mendeteksi mata maka positive samples ini berisi gambar mata, begitu juga objek lain yang ingin dikenali, misalnya hidung atau mulut.

2. Negative samples

Berisi gambar objek selain objek yang ingin dikenali, umumnya berupa gambar background (tembok, pemandangan, lantai, dan gambar lainnya). Resolusi untuk sampel negatif disarankan untuk memiliki resolusi yang sama dengan resolusi kamera.

Training dari Haar menggunakan dua tipe sampel diatas. Informasi dari hasil training ini lalu dikonversi menjadi sebuah parameter model statistik.

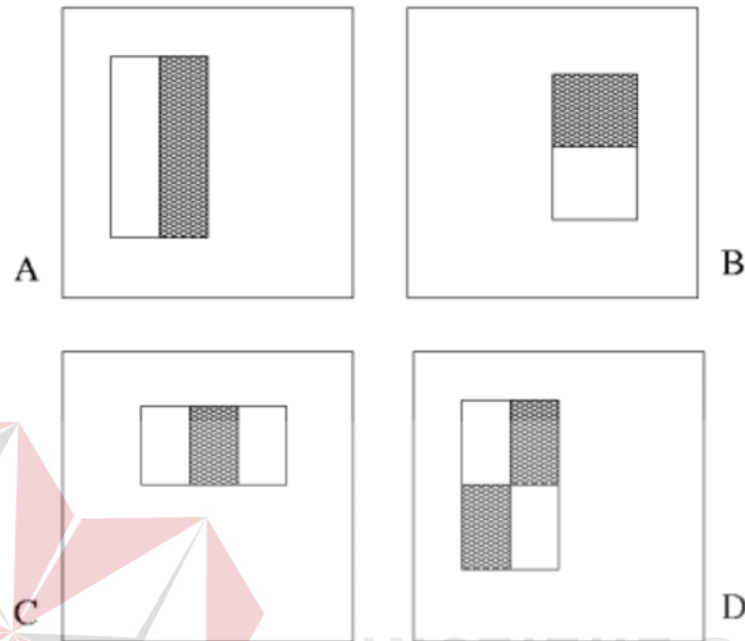
Sistem kerja algoritma *Haar Cascade Classifier*, Algoritma *Haar* menggunakan metode statistik dalam melakukan pengenalan wajah. Metode ini menggunakan *simple haar-like features* dan juga *cascade of boosted tree classifier*. *Classifier* ini menggunakan gambar berukuran tetap. Cara kerja dari haar dalam mendeteksi wajah adalah menggunakan teknik *sliding window* pada keseluruhan gambar dan mencari apakah terdapat bagian dari gambar yang berbentuk seperti wajah atau tidak. Haar juga memiliki kemampuan untuk melakukan scalling sehingga dapat mendeteksi adanya mata yang berukuran lebih besar ataupun lebih kecil dari gambar pada *classifier*. Tiap fitur dari *haar like feature* didefinisikan pada bentuk dari fitur, diantaranya koordinat dari fitur dan juga ukuran dari fitur tersebut.

Haar Feature adalah adalah fitur yang digunakan oleh Viola dan Jones didasarkan pada Wavelet Haar. Wavelet Haar adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Selanjutnya kombinasi-kombinasi kotak yang digunakan untuk pendeteksian objek visual yang lebih baik. Ada tiga tipe kotak (rectangular) fitur pada umumnya yaitu:

1. Tipe two-rectangle feature (horizontal/vertikal)

2. Tipe three-rectangle feature

3. Tipe four-rectangle feature



Gambar 8 Haar like feature

Adanya fitur Haar ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata piksel pada daerah gelap dari rata-rata piksel pada daerah terang. Jika nilai perbedaannya itu diatas nilai ambang atau threshold, maka dapat dikatakan bahwa fitur tersebut ada.

Nilai dari haar-like feature adalah perbedaan antara jumlah nilai-nilai piksel gray level dalam daerah kotak hitam dan daerah kotak putih. Kotak haar-like feature dapat dihitung secara cepat menggunakan integral image.