BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kamera Digital

Sebuah kamera digital terdiri dari pixel-pixel berupa photodiode yang bertugas menangkap energi cahaya (photon) yang dikonversikan kedalam bentuk energi listrik. Energi listrik yang berbentuk voltase dan amplitudo diperkuat kedalam level tertentu yang kemudian diproses menjadi bentuk digital oleh perangkat yang dinamakan *Analog to Digital Converter (ADC).* Pixel photodiode sensitif terhadap cahaya dan mampu mengukur tingkat brightness dari cahaya itu sendiri. Karena photodiode adalah *device* monokrom, maka tidak mungkin mereka mengenali perbedaan dari setiap panjang gelombang cahaya yang diterima. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem *penyaring* warna berupa pattern-pattern mosaic yang disebut dengan *Color Filter Mosaic (CFM).* Saat ini terdapat banyak kamera digital profesional untuk para photographer.

Beberapa istilah penting yang umum ditemui pada kamera digital yaitu:

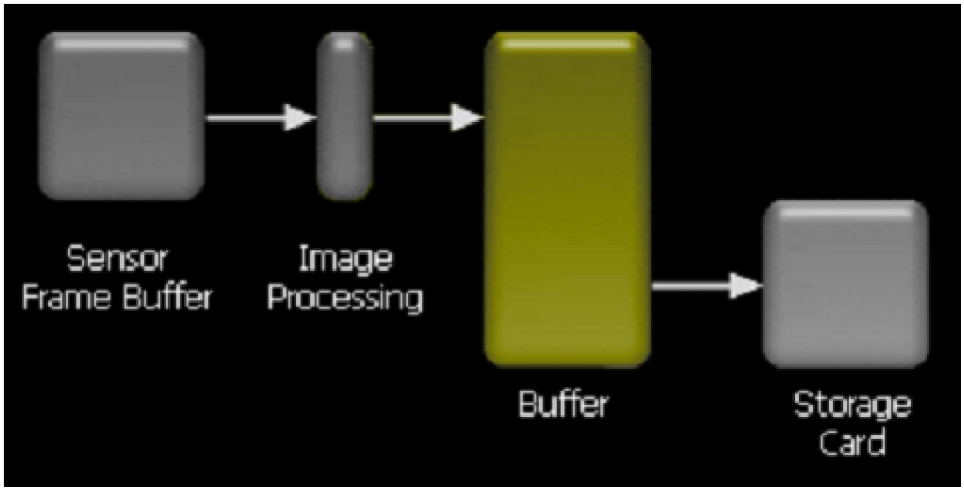
1. *Megapixels* dan resolusi; jumlah maksimum pixel yang bisa ditangkap sebuah sensor. 1 *megapixels* sama saja dengan seribu pixel, makin banyak pixel yang dimiliki dapat berarti pula makin lengkap detail sebuah gambar yang terekam pada sensor. Hal ini tentu berpengaruh pada saat kita melihat pada monitor, menyimpannya maupun mencetaknya. Untuk mencetak gambar pada ukuran 40x60 inchi diperlukan 12 *megapixelss* atau lebih agar mendapat hasil yang optimal.

2. Bits; Didalam dunia komputer, bit (binary digit) adalah bilangan berbasis 2 yang memiliki nilai antara angka 0 atau 1 yang berkorespondensi dengan *switch ON* atau *OFF* yang menyatakan suatu nilai tertentu. Dalam 1 bit gambar, kita dapat mengatakan bahwa binary 0 menyatakan *black* atau gelap, atau binary 1 menyatakan *white* atau terang. Dalam 2 bit gambar, kita mendapatkan 4 (2) kemungkinan nilai, yaitu nilai yang mewakili warna (tone): 00 (*black*), 01(*gray*), 10 (*gray*) dan 11 (*white*). Dalam 8 bit gambar (1 byte), kita mendapatkan 2^8 = 256 kemungkinan nilai warna, yaitu antara *range* 00000000 (0) - 11111111 (255) . Gambar BMP sering disebut sebagai gambar 24 bit, sebab menyimpan informasi sebesar 8 bit pada setiap warna utama (R=256, G=256, B=256), sehingga sering disebut dengan istilah 16.7 *million color* (mendekati warna asli) yang didapat dari perkalian 256x256x256.
3. *Burst rate*; beberapa kamera digital memiliki kemampuan menangkap beberapa frame dalam waktu yang singkat, sangat berguna pada saat mengambil gambar yang membutuhkan kecepatan tinggi seperti pertandingan sepak bola. Dipengaruhi beberapa hal seperti kecepatan *processor, buffer,* dan *storage,* bahkan lensa.
4. *Shutter lag*; jarak waktu jeda ketika pelepasan *shutter* dan selama sensor merekam gambar.
5. *Buffer*; setelah sebuah sensor mengexpose gambar, gambar tersebut akan diproses oleh kamera dan disimpan kedalam *storage*. Buffer dalam kamera merupakan jenis memory (RAM) yang secara sementara

menyimpan gambar sebelum ditulis ke *storage*. Ini akan meningkatkan waktu antara ketika melakukan shot terutama ketika kita melakukan pemotretan dalam mode *burst*. Penggunaan buffer diperlukan karena kecepatan *storage* memory penyimpanan akhir yang lebih lambat tidak mampu mengimbangi kecepatan proses dari kamera. Saat ini hampir semua kamera digital memiliki buffer yang cukup besar yang memungkinkan kamera beroperasi dengan cepat seperti kamera film konvensional, artinya kamera dapat menyimpan gambar kedalam *storage* dalam sebuah background process. Lokasi buffer dalam kamera tidak selalu terspesifikasikan dengan jelas, tetapi pasti ada karena berpengaruh terhadap kecepatan saat melakukan pemotretan terutama pada mode *burst continous.* Lokasi buffer sebuah kamera pada umumnya bekerja pada saat sebelum atau sesudah *image processing*.

6. After Image Processing Buffer

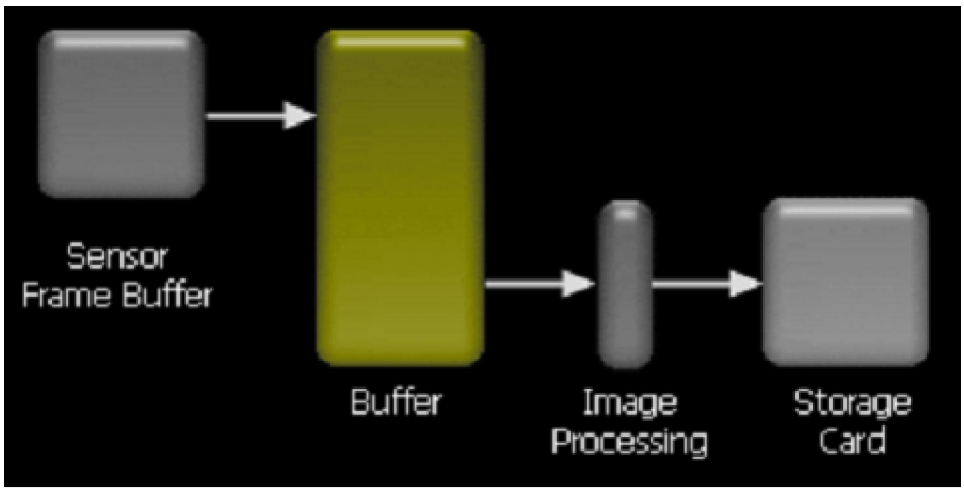
Dengan metoda ini, gambar akan diproses terlebih dahulu baru kemudian masuk ke buffer sebelum disimpan kedalam *storage*. Konsekuensinya, banyaknya jumlah gambar yang disimpan dalam buffer dipengaruhi jenis format gambar yang dipilih.



Gambar 2.1 After Image Processing Buffer

7. *Before Image Processing Buffer*

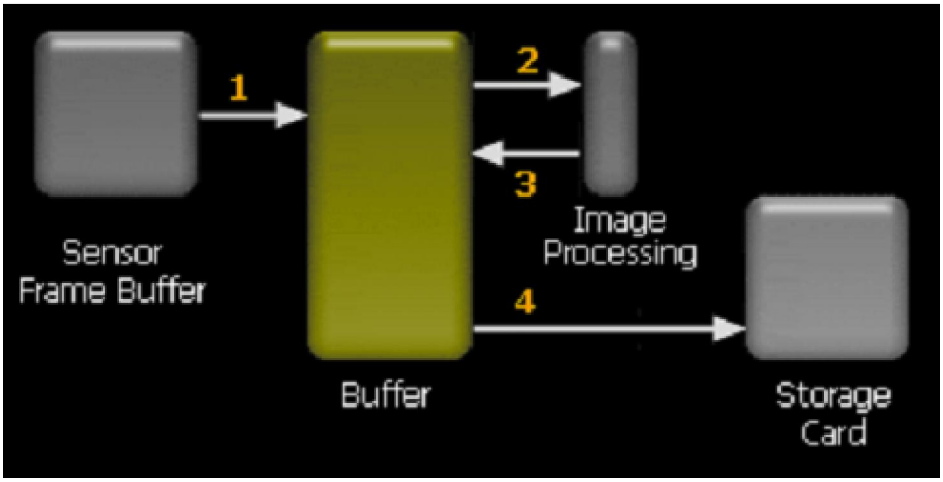
Dalam metoda ini tidak ada pemrosesan gambar ketika gambar akan dimasukkan ke dalam buffer. Gambar yang telah diexpose oleh sensor akan langsung masuk ke buffer tanpa diproses terlebih dahulu, artinya pemilihan jenis format sebuah gambar tidak akan berpengaruh langsung terhadap kapasitas sebuah buffer.



Gambar 2.2 Before Image Processing Buffer

8. Smart Buffering

Mengkombinasikan kedua metoda diatas. Seperti halnya "*Before Image Processing Buffer*", gambar yang baru di expose akan langsung masuk ke buffer (1), kemudian gambar akan diproses oleh *image processor* (2) dan dikonversi ke dalam bentuk JPEG, TIFF atau RAW Perbedaanya, daripada menulis gambar yang telah diproses langsung ke *storage*, gambar hasil pemrosesan/ konversi ditulis kembali ke buffer (3). Dengan demikian *image processing* tidak akan terpengaruh oleh *bottleneck* yang ada terjadi didalam *storage card*. Lebih dari itu setelah gambar diproses oleh *image processor* (2), *space* yang dipakai dalam buffer akan langsung dikosongkan untuk hasil pemrosesan tahap 3, yang artinya akan memberi ruang lebih terutama untuk pemrosesan gambar yang dikonversi sebagai format JPEG. Kemudian setelah diproses di tahap 3, gambar baru akan ditulis di *storage*, dan tentunya akan dihapus dari buffer.



Gambar 2.3 Smart Buffering

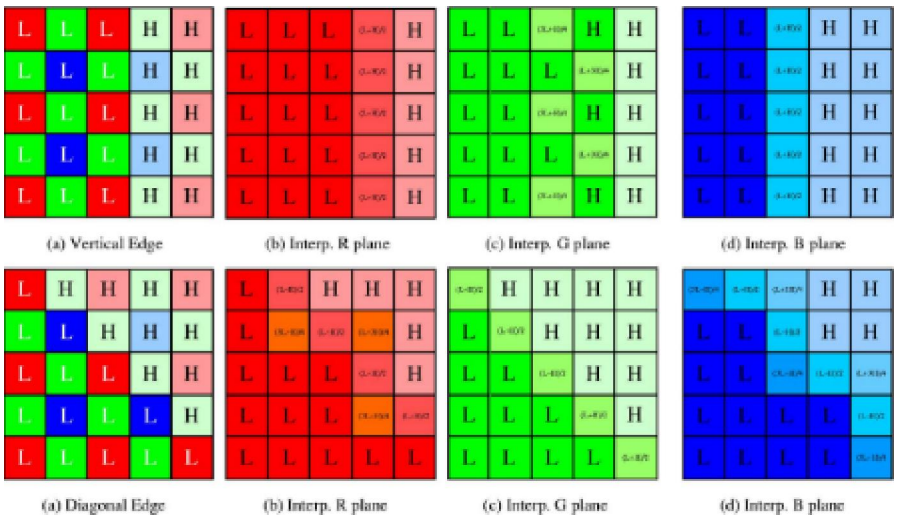
Hal terpenting disini, pemrosesan gambar dilakukan paralel dengan proses penulisan gambar ke *storage*. Artinya pemrosesan sebuah gambar baru, dapat dilanjutkan ketika gambar sebelumnya sedang ditulis ke *storage*. Alhasil kita tidak perlu menunggu proses penulisan ke *storage* selesai untuk proses pengambilan gambar berikutnya, semuanya bekerja secara paralel.

2.1.1. Sensor

Mirip dengan barisan ember yang menampung air hujan, sensor digital terdiri dari barisan pixel yang bertugas menangkap photon, yaitu paket energi berupa kumpulan cahaya. Sejumlah photon ditangkap oleh setiap pixel, dan dikonversi kedalam bentuk energi listrik oleh photodiode yang sangat sensitif terhadap cahaya. Energi ini kemudian dikonversi kedalam bentuk voltage dan gelombang listrik yang kemudian dikonversikan ke dalam nilai digital oleh *Analog to Digital Converter* (*ADC*). Yang akhirnya, kamera mampu memproses nilai-nilai tersebut kedalam bentuk final, yaitu sebuah gambar.

Karena photodiode adalah *device* monokrom, maka tidak mungkin mereka mengenali perbedaan dari setiap panjang gelombang cahaya yang diterima. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem penyaringan warna berupa pola mosaic yang disebut dengan *Color Filter Mosaic (CFM)*. CFM diletakkan dibagian atas sensor kamera dan akan bekerja dengan melakukan proses penyaringan cahaya yang jatuh keatas sensor, khusus untuk componen warna *RED*, *GREEN* dan *BLUE*. Pola ini dinamakan dengan GRGB Bayer Pattern yang ditunjukkan pada gambar dibawah, sensor mosaic untuk pola GRGB CFA hanya menyaring 25% warna

merah dan biru, dan 50% warna hijau dari cahaya-cahaya yang jatuh keatas sensor.



Gambar 2.4 Sensor Menangkap Cahaya

Seperti yang kita lihat diatas, hasil kombinasi gambar R, G dan B tidak memenuhi kriteria gambar sempurna, tetapi sudah cukup membedakan informasi setiap pixel menjadi sebuah kombinasi gambar yang hampir sempurna. Bila kita berdiri agak jauh dari gambar tersebut, mata kita akan menggabungkan warna-warna *RED*, *GREEN* dan *BLUE* tersebut kedalam gambar dengan warna yang hampir sempurna.

2.1.2. Effective Pixels

Terdapat perbedaan antara jumlah pixel pada sebuah gambar dengan jumlah pixel yang terdapat pada sensor. Pada sensor konvensional, setiap pixel dalam sensor memiliki 1 photodiode yang merepresentasikan 1 pixel dari sebuah gambar. Sebagai contoh, kamera digital 5 *megapixels* dengan maksimal output

gambar sebesar 2560x1920 memiliki jumlah *effective pixel* tepat sebesar 4.9 juta. Sisa pixel dari sensor digunakan untuk keperluan lain, seperti untuk demosaicing sisi dari pixel-pixel, menentukan daerah hitam dan lain-lain. Artinya tidak semua pixel dalam sebuah sensor akan digunakan. Contoh klasik yang ekstrim terdapat pada salah satu kamera digital, dimana effective pixel sensornya hanya sebesar 2.6 *megapixels* (1856x1392) dari 3.32 *megapixels* yang tersedia. Hal ini disebabkan *produsen* meletakkan sensor baru 3.34 *megapixels* kedalam model kamera sebelumnya. Kesimpulannya, total jumlah pixel yang terdapat dalam sensor biasanya lebih besar dari jumlah effective pixel yang digunakan untuk memproduksi gambar. Terkadang, jumlah maksimal dari pixel dalam sensor digunakan untuk menyebutkan total pixel dibanding *effective pixels.*

2.1.3. Interpolated Number Of Sensor Pixel

Secara umum, setiap pixel dalam gambar merujuk kepada nilai dari sebuah lokasi ukuran yang tepat . Sebagai contoh, *image* 5 *megapixels* dihitung berdasarkan 5 juta pixel dalam *image* tersebut. Tetapi terkadang, beberapa kamera memiliki metoda yang dinamakan interpolasi, dimana sebuah sensor 3 *megapixels* mampu menghasilkan *image* sebesar 6 *megapixels* dengan cara mengambil informasi dari pixel tetangganya untuk membuat tambahan pixel untuk membuat *image* yang lebih besar. Ketika melakukan pemotretan dalam mode JPEG, interpolasi yang dihasilkan biasanya lebih baik dari proses interpolasi JPEG oleh komputer, sebab proses interpolasi dalam kamera dilakukan sebelum gambar diproses ke dalam format JPEG. Tetapi biasanya proses

interpolasi ini kurang disukai, karena tetap detil yang dihasilkan tidak akan lebih baik dari kamera dengan sensor 6 *megapixels* dibandingkan dengan sensor 3 *megapixels* yang menghasilkan output gambar 6 *megapixels* dengan interpolasi. Proses interpolasi yang terjadi lebih mirip kepada proses pembesaran dengan fasilitas zoom digital pada kamera dibandingkan dengan fasilitas zoom optikal oleh lensa.

2.2. White Balance

Mata manusia memiliki kemampuan menyesuaikan kondisi pencahayaan pada kondisi temperatur cahaya yang berbeda-beda. Sedang kamera digital membutuhkan satu titik warna sebagai referensi warna yang oleh kamera dianggap sebagai warna putih. Kamera akan menghitung warna lainnya berdasar pada titik referensi warna putih tersebut. Sebagai contoh, apabila cahaya lampu halogen mengenai tembok yang berwarna putih, tembok akan terlihat berbalut berwarna kuning, padahal kenyataannya tembok tersebut tetap berwarna putih. Jadi apabila kamera dapat mengetahui bahwa tembok tersebut adalah putih, maka kamera dapat menghitung warna-warna lainnya pada kondisi cahaya yang sama. Hampir semua kamera digital memiliki feature *automatic white balance*, yang mana fungsi ini akan menghitung *white balance* berdasar *overal color* dari gambar dan akan mencoba mengkalkulasikan nilai *white balance* yang dianggap terbaik.

Bagaimanapun sistem ini kadang bekerja dengan tidak baik, terutama apabila *scene* didominasi oleh satu warna, katakan warna hijau, atau tidak ada warna putih sama sekali seperti yang terdapat contoh *scene* berikut.



Gambar 2.5 Auto White Ballance

white balance secara manual, biasanya pilihan yang diberikan adalah jenis sunlight, cloudy, fluorescent, incadescent dan lain sebagainya. Pilihan *white balance* tersebut sebetulnya adalah pilihan temperatur warna yang kita pilih, misalnya WB fluorescent, dimana sebetulnya kamera memilih nilai *white balance* sebesar 4000-4800 Kelvin. Kamera digital kelas Prosumer dan SLR malah mengizinkan kita mendefinisikan *white balance* sendiri dengan apa yang disebut dengan *custom white balance*.

Sebelum mengambil sebuah gambar, kita dapat memusatkan kamera pada sebuah subject yang berwarna putih atau abu-abu natural (18% *gray*), dimaksudkan untuk memberitahukan kamera warna putih yang terdapat dalam kondisi pencahayaan saat itu. Cara bagaimana mengkonfigurasi *custom white balance* bisa berbeda-beda pada setiap kamera digital, kita bisa memperolehnya dari Manual Book yang datang bersama kamera tersebut. Biasanya kita juga dapat menggunakan *white* atau *gray card* untuk tujuan ini.

Kamera kemudian akan mengambil gambar dan mengkalkulasikan warna-warna lain berdasar pada warna putih tersebut.

2.3. Firmware

Firmware merupakan bagian penting non-fisik yang mutlak dimiliki setiap kamera digital. Secara kasar ini bisa juga di sebut sebagai sistem operasi. Umumnya *firmware* disimpan di sebuah ROM (*read only memory)*. *Proccessor* yang mengatur berbagai sub-sistem komponen kamera digital memerlukan *firmware* yang berisi instruksi dasar sebagai jembatan komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Pada kamera digital *firmware* juga terdiri dari program-program pengaturan data digital yang di peroleh sensor sebagai *ADC*, pada *buffer* sampai tersimpan dalam media penyimpanan digital seperti c*ompact flash* maupun ketika data tersebut dikomunikasikan dengan peralatan lain seperti komputer rumah. Contoh lainnya fungsi *firmware* pada kamera digital adalah sebagai instruksi algoritma yang harus dijalankan *proccessor* yaitu demosaicing, agar dapat dikompresi dalam format lain seperti jpeg, misalnya.

Hampir semua *firmware* kamera bisa diupgrade untuk tujuan peningkatan fungsi dan kemampuan atau bahkan perbaikan error atau bug. *Firmware* terbaru biasanya bisa diunduh dari situs *manufacture*, dan kemudian diupdate melalui kabel USB yang dihubungkan ke komputer, atau bahkan dengan mencopy file *firmware* ke *storage* kamera digital (seperti SD, CF, dll) dan tinggal mengikuti langkah-langkah sesuai dengan petunjuk masing-masing *manufacture*.

Beberapa update dari *firmware* merupakan *major update*, misal penambahan fungsi kemampuan kamera untuk RAW *image*. Beberapa ada yang dikategorikan penambahan fungsi minor, misal menambahkan fungsi bahasa spanyol. Apabila kita tidak membutuhkan feature tersebut, update mungkin tidak dibutuhkan. kesalahan update bisa mengakibatkan kamera digital kita tidak bisa dipergunakan dan harus dibawa ke teknisi untuk diperbaiki. Sebelum melakukan update, isi baterai kamera kita sampai penuh, karena saat update biasanya dibutuhkan tenaga baterai lebih besar. Apabila saat update kamera digital kita kehilangan tenaga, hampir dipastikan proses update mengalami kegagalan.

2.4. Media Penyimpanan

Perbedaan utama kamera analog dan kamera digital adalah pada media penyimpanan hasil foto. Sebuah kamera analog sampai sekarang masih mengandalkan film negatif, slide, maupun bahan khusus yang diciptakan sensitif menangkap gelombang cahaya pada saat shutter dilepas sehingga cahaya dapat ditangkap dan diterjemahkan sebagai warna dan pola yang tercetak pada masing-masing media penyimpanan. Kamera digital dibuat untuk melewati batasan tersebut, yaitu mendigitalkan gelombang cahaya (warna) yang ditangkap oleh sensor kamera yang merupakan ADC agar dapat disimpan pada media penyimpanan digital. Beberapa contoh media penyimpanan digital yang umum ditemui dan dipakai saat ini adalah:

1. *Compact flash*
2. *Secure digital*

3. *Multi Media Card*
4. *Microdrives*
5. *Memory Stick*
6. *Smart Media*
7. *xD-Picture Card*

2.5. Image Format

Lossless compression mirip dengan cara aplikasi Winzip bekerja. Apabila kita mengkompress sebuah dokumen sebagai sebuah file zip, kemudian kita extract kembali, maka hasilnya akan identik dengan file aslinya. Tidak ada informasi yang hilang, hanya saja membutuhkan processing time untuk melakukan proses compress dan uncompress tersebut. Contoh gambar jenis ini adalah format TIFF.

2.6. Raw

Tidak seperti Jpeg dan TIFF, raw bukanlah sebuah singkatan tetapi merupakan istilah dari "*raw*" itu sendiri atau "*unprocessed*". File Raw berisi gambar asli yang dikeluarkan dari sensor kamera tanpa diproses oleh *image processor*, sehingga kita bisa memprosesnya secara manual menggunakan komputer melalui perangkat lunak.

2.7. Demosaicing

Beberapa kamera digital mampu menyimpan gambar RAW ke media penyimpanan tanpa perlu melalui proses rekonstruksi/interpolasi warna ke format RGB dari prosesor kamera digital tersebut. Proses merekonstruksi warna RGB

dengan cara interpolasi menggunakan sampel dari sensor bayer dengan *filter mosaic* warna ini disebut pula *demosaicing.*

2.7.1. Interpolasi

Interpolasi (kadang disebut dengan istilah resampling) adalah metoda yang ditujukan untuk menambah atau mengurangi jumlah pixel pada sebuah gambar digital. Beberapa kamera digital menggunakan metoda interpolasi untuk menghasilkan gambar yang lebih besar dari gambar yang diambil oleh sensor kamera itu sendiri, dengan kata lain ketika kita melakukan digital zoom. Beberapa perangkat lunak pengolah gambar memiliki beberapa metoda interpolasi secara built-in. Seberapa halus gambar diperbesar tanpa menimbulkan efek jaggies sangat tergantung dari kecanggihan algoritma yang digunakan. sebuah contoh teknik interpolasi terhadap sebuah

gambar dibawah dengan resolusi awal 106 x 40 yang dicoba diperbesar sebanyak 450%.

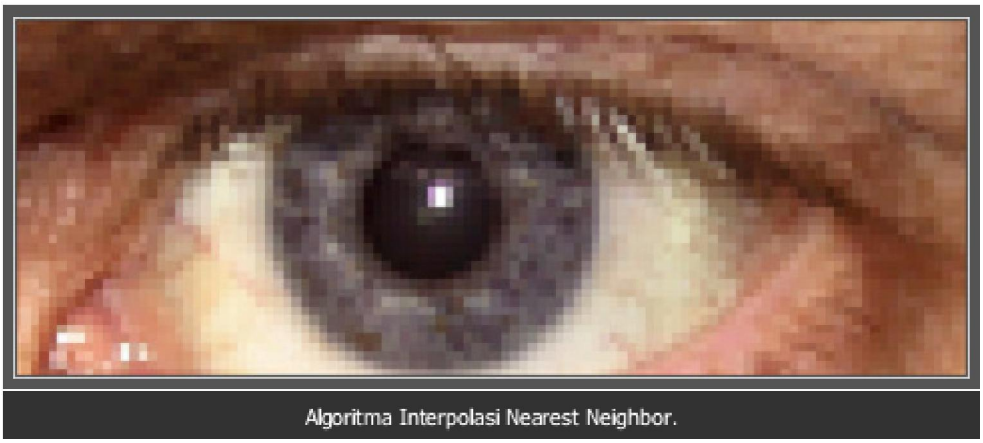


Gambar 2.6 Gambar Dengan Resolusi 106 x 40 Pixels

2.7.2. Interpolasi Nearest Neighbor

Algoritma interpolasi Nearest Neighbor merupakan metoda yang sederhana untuk membuat pixel-pixel menjadi lebih besar. Pixel-pixel baru dibuat dengan cara mengambil informasi dari pixel-pixel terdekatnya. Apabila kita hendak memperbesar gambar sebesar 200%, satu pixel akan diperbesar menjadi

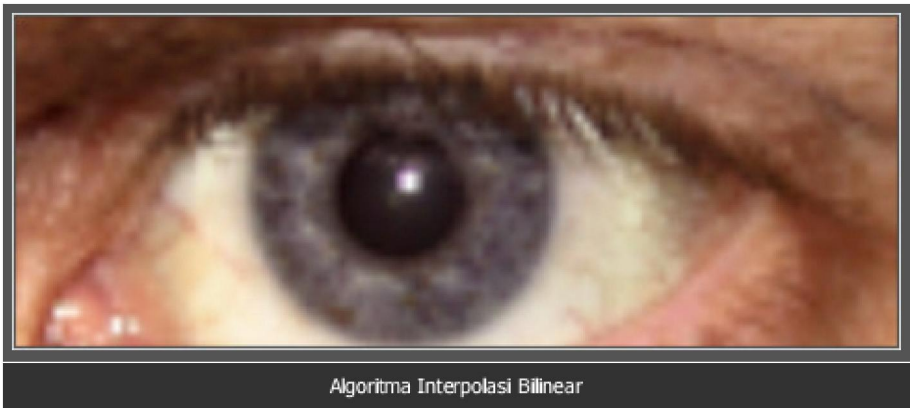
2 x 2, dimana informasi 4 pixel tersebut diambil dari informasi pixel lamanya (*original pixel*) dengan warna yang sama. Hampir semua aplikasi *image editing* menggunakan interpolasi jenis ini untuk tujuan melihat gambar lebih dekat untuk gambar yang sedang di edit, karena interpolasi ini tidak mengubah informasi warna dan tidak melakukan proses anti-aliasing. Untuk alasan yang sama, algoritma ini tidak digunakan untuk tujuan memperbesar gambar foto karena hasilnya banyak menimbulkan jaggies.



Gambar 2.7 Gambar Dengan Resolusi 106 x 40 Pixels Diperbesar 450% Dengan Algoritma Interpolasi Nearest Neighbor

2.7.3. Interpolasi Bilinear

Algoritma interpolasi Bilinear membuat pixel baru dengan cara mengambil rata-rata 4 pixel (2 x 2) tetangganya yang terdekat dari *original image*. Hasil rata-rata ini mengaplikasikan efek anti-aliasing yang hasil pembesaran tersebut terlihat lebih halus dan hampir tidak terlihat adanya jaggies.

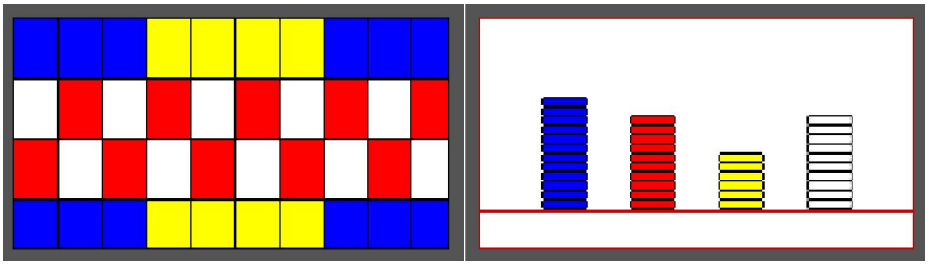


Gambar 2.8 Gambar Dengan Resolusi 106 x 40 Pixels Diperbesar 450% Dengan Algoritma Interpolasi Bilinear

bagaimanapun bagusnya sebuah teknik interpolasi, tetap tidak bisa menggantikan pembesaran optis untuk mendapatkan detail subyek yang sesungguhnya.

2.8. Histogram

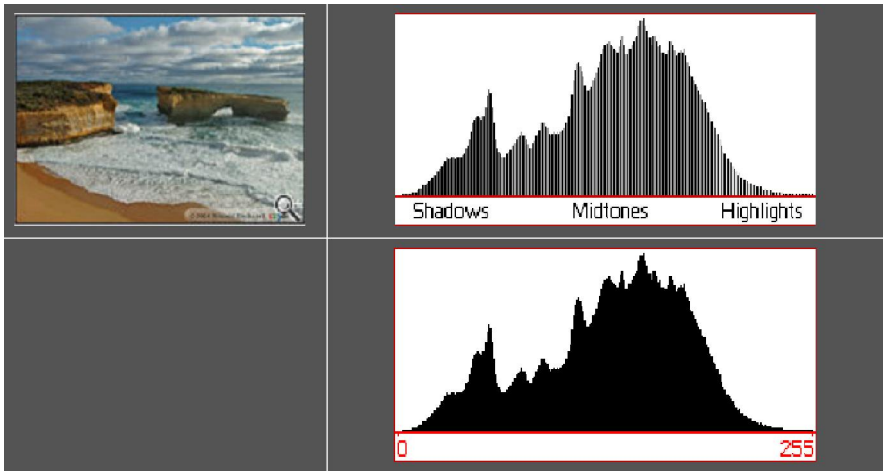
Histogram adalah kunci untuk mengerti gambar digital. Sebagai ilustrasi, pada contoh dibawah diperlihatkan 40 *tile scene* yang terdiri dari 4 warna, kemudian masing-masing warna disusun bertumpuk sesuai banyaknya warna. Makin banyak jumlah suatu warna, makin makin tinggi susunannya secara vertikal. Histogram adalah grafik yang menampilkan distribusi warna dari sebuah *scene* sesuai dengan jumlah masing-masing warna. Histogram sangat erat kaitannya dengan kemampuan *dynamic range* dari sebuah kamera.



Gambar 2.9 Gambar Tumpukan Warna

Sebuah gambar digital dibentuk oleh sekumpulan pixel-pixel (berbentuk kotak) yang berwarna-warni dan sangat kecil bahkan sangat halus. Tetapi, daripada mengurutkan pixel berdasarkan warna, grafik histogram menyusun pixel-pixel tersebut kedalam 256 level brightness dalam *range* 0 (*dark*) sampai 255 (*white*) dan menumpuknya sesuai kecerahan masing-masing, artinya ada 254 level *gray* diantara *range* 0 – 255.

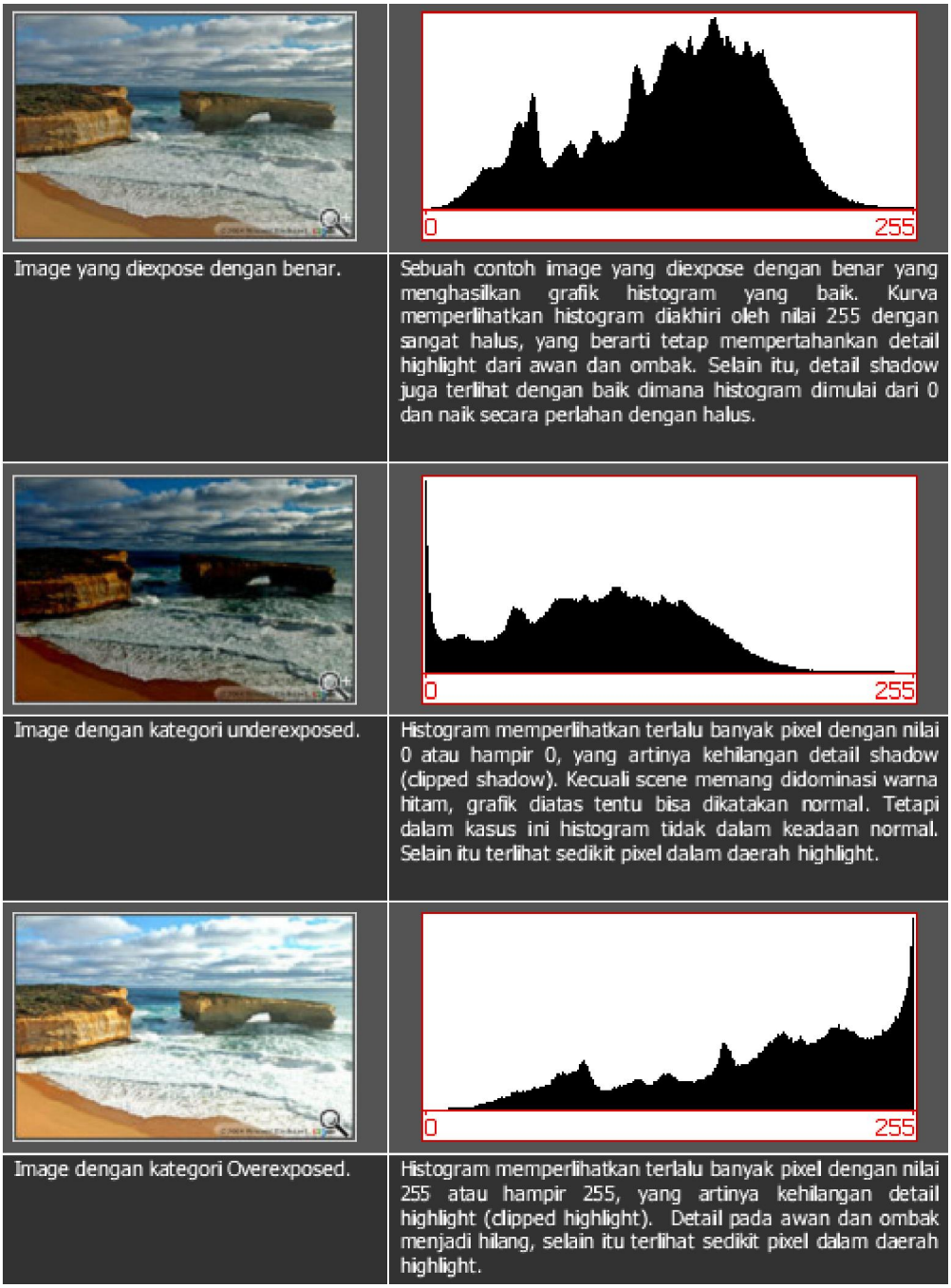
Sistem secara otomatis mengurutkan pixel-pixel tersebut ke dalam 256 *level group* dan menumpuknya sesuai group masing-masing. Tingkat tinggi dari masing-masing tumpukan (*vertical bar*) menunjukan seberapa banyak pixel yang terdeteksi dari masing-masing level brightness pada gambar tersebut. 0 mewakili warna hitam sedang 255 mewakili warna putih dalam level kecerahan pixel-pixel tersebut.



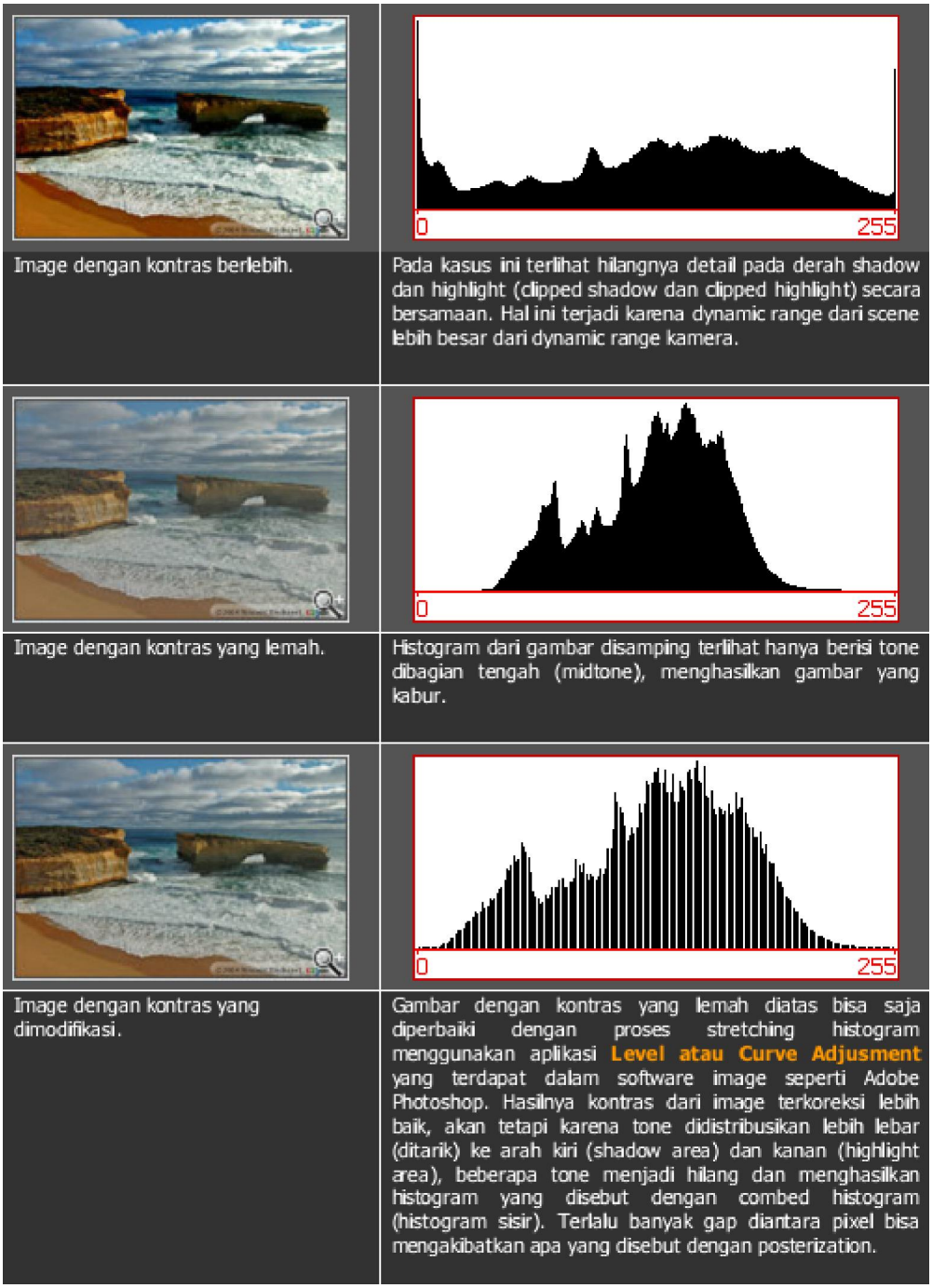
Gambar 2.7 Gambar Histogram

Dalam histogram diatas, setiap tumpukan atau bar menunjuk kepada satu tingkat kecerahan pixel. Tidak seperti histogram mosaic sebelumnya, ke 256 bar diatas disusun secara berkesinambungan terbalut warna hitam tanpa diselingi oleh adanya gap. Adanya gap pada gambar diatas hanyalah untuk tujuan edukasi saja, atau dapat terjadi dalam kasus sebuah gambar kehilangan tone nya, disebut juga blank-tone, yaitu ketika dilakukan modifikasi pada histogram oleh perangkat lunak pengolah gambar.

Beberapa contoh penggunaan histogram:



Gambar 2.8 Contoh Penggunaan Histogram



Gambar 2.9 Koreksi Histogram

2.9. Anomali

Dalam pengujian perangkat lunak anomali adalah sesuatu yang berbeda dari harapan. Anomali dapat disebabkan oleh banyak hal seperti data atau dokumen yang beragam atau pengalaman pada kasus yang di ujikan di mana data hasil dari perangkat lunak yang diuji berperilaku berbeda dari yang lain. Kemungkinan lain dari anomali yang terjadi adalah kesalahan saat melakukan tes, maka hasil yang didapat juga tidak tepat. Istilah umum yang digunakan pada anomali perangkat lunak adalah *bug, fault, failure, error, defect, problem, deviation, glitch, incident* dan *crash*. Menurut IEEE, kata anomali mempunyai makna lebih netral sehingga lebih sering digunakan.

2.10. Borland Delphi 7

Borland Delphi 7 adalah paket bahasa pemrograman yang bekerja dalam sistem operasi windows. Delphi merupakan bahasa pemrograman yang mempunyai cakupan kemampuan yang luas dan sangat canggih. Berbagai jenis aplikasi dapat dibuat dengan Delphi, termasuk aplikasi untuk mengolah teks, grafik, angka, database dan aplikasi web.

Secara umum, kemampuan Delphi adalah menyediakan komponen-komponen dan bahasa pemrograman yang andal, sehingga memungkinkan untuk dapat membuat program aplikasi sesuai dengan keinginan, dengan tampilan dan kemampuan yang canggih.

Untuk mempermudah *programer* dalam membuat program aplikasi, Delphi menyediakan fasilitas pemrograman yang sangat lengkap. Fasilitas pemrograman tersebut dibagi dalam 2 kelompok, yaitu *object* dan bahasa

pemrograman. Secara ringkas, *object* adalah suatu komponen yang mempunyai bentuk fisik dan biasanya dapat dilihat (*visual*). *Object* biasanya dipakai untuk melakukan tugas tertentu dan mempunyai batasan-batasan tertentu. Sedangkan bahasa pemrograman secara singkat dapat disebut sebagai sekumpulan teks yang mempunyai arti tertentu dan disusun dengan aturan tertentu serta untuk menjalankan tugas tertentu. Delphi menggunakan struktur bahasa pemrograman *Object* Pascal yang sudah sangat dikenal di kalangan pemrogram profesional. Gabungan dari *object* dan bahasa pemrograman ini sering disebut sebagai bahasa pemrograman berorientasi *object* atau *Object Oriented Programing* (OOP).

Delphi telah memberikan komponen-komponen yang mudah dalam membangun aplikasi. Dalam grafis pun delphi dapat mengolah data yang membuat tampilan gambar seperti grafik equalizer dengan menggunakan komponen khsus. Secara matematis delphi 7 telah menyediakan operator untuk mengolah data sehingga dalam membuat aplikasinya pun lebih mudah, adapun tingkatan operator dalam delphi 7 sehingga jika muncul fungsi matematis maka akan diolah secara otomatis.

Tabel 2.1 Hirarki Operator Matematis

Operator	Hirarki
@, not	Tertinggi
*, /, div, mod, and, shl, sh	Kedua
+, -, or, xor	Ketiga
=, <>, <, >, <=, >=, in, is	Keempat