



“ Pengolahan Citra ”

Makalah

diajukan untuk memenuhi tugas Perorangan Mata Kuliah

Pengolahan Citra

**Dosen:
Nahot Frastian, S.Kom**

Disusun Oleh :

MOHAMMAD IMRON (200943501201)

Kelas 8e

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (FTMIPA)
UNIVERSITAS INDRAPRASTA (UNINDRA) PGRI**

JAKARTA

2013

DAFTAR ISI

BAB I

Pendahuluan	1
Latar Belakang Masalah	1
Rumusan Masalah	1
Maksud dan Tujuan	2
Metode Penulisan	2

BAB II

Konsep Pengolahan Citra	3
Pengertian Citra Digital	3
Analisa Frekuensi dan Transformasi Fourier	5
Transformasi Fourier Diskrit	6
Perangkat Pengolahan Citra	7
Aplikasi Pengolahan Citra	10
Aplikasi Pengindraan Jauh	10
Perinsip Perekaman Sensor	11
Karakteristik Data Citra	12
Aplikasi yang Dipakai Dalam Penginderaan Jauh	13
Aplikasi Arsip Citra dan Dokumen	22
Definisi Histogram	24
Gabungan Informasi Dua Citra	31
Filtering	33
Metode Spasial Linier	33
Metode Median Filter	37
Penilaian Kualitas Citra	38
Translasi Citra	42
Rotasi Citra	42
Skala Citra	43

Deteksi Tepi	45
Pemampatan Citra	52
Analisis Cluster	55
Klasifikasi Citra	56
Segmentasi Citra	57
Segmentasi Berdasarkan Histogram	58
Klasifikasi Melalui Transformasi Nilai Keabuan	59
Klasifikasi Dengan Pendekatan Terawasi	62
Klasifikasi Dengan Pendekatan Tidak Terawasi	66
BAB II	
Penutup	
Kesimpulan	68
Saran dan Kritik	68
Daftar Pustaka	69

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Tak dapat dipungkiri, bahwa perkembangan teknologi pengolahan citra dewasa ini berkembang dengan sangat pesat, baik itu perkembangan jumlah pemakai maupun perkembangan jenis teknologi yang menggunakan pengolahan citra, seperti misalnya bidang biomedis, astronomi, penginderaan jauh, dan arkeologi yang umumnya banyak memerlukan teknik peningkatan mutu citra. Aplikasi lain yang kemudian menyusul adalah pengolahan citra digital di bidang robotika, industri, serta arsip citra dan dokumen.

Peningkatan kebutuhan terhadap aplikasi citra yang demikian pesat ini harus pula didukung oleh suatu pengolahan citra yang dapat meningkatkan mutu citra. Proses pengolahan citra yang termasuk dalam kategori peningkatan mutu citra bertujuan untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisis citra, dan untuk mengoreksi citra dari segala gangguan yang terjadi pada waktu perekaman data. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu citra tersebut adalah dengan mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis sehingga citra menjadi lebih jelas rincinya. Teknik yang digunakan untuk mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis adalah dengan pemodelan histogram yang bertujuan untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang lebar dan dengan distribusi piksel yang merata pada daerah tingkat keabuan.

Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini, pembahasan terbatas pada :

1. Aplikasi apa saja yang dibuat dalam pengolahan citra ?
2. Apakah itu peningkatan kontras citra ?
3. Apakah yang dimaksud dengan histogram?
4. Bagaimana pergeseran, pelebaran dan perataan histogram terjadi?
5. Apakah yang dimaksud dengan kontras biner ?

Maksud dan tujuan

Tujuan dari makalah ini untuk memenuhi tugas mata kuliah pengolahan citra, juga untuk menambah pengetahuan bagi penulis pada mata kuliah Pengolahan citra dan semoga bisa bermanfaat bagi pembaca.

Metode penulisan

Metode yang penulis gunakan adalah tinjauan pustaka. dalam metode ini penulis membaca materi dari internet untuk menyelesaikan makalah ini.

BAB II

KONSEP PENGOLAHAN CITRA

1. Pengertian Citra Digital

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu.

Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segienam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya titik atau piksel sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap titik memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut.

a) Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*.

Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris n dan kolom m disebut dengan piksel [n,m].

b) Elemen Sistem Pemrosesan Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam computer vision. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya adalah:

1. Kecerahan (brightness)

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Kecerahan pada titik (pixel) di dalam citra bukanlah intensitas yang riil. Tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya. Sistem visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi.

2. Kontras (contrast)

Kontras menyatakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh komposisi citranya adalah sebagian besar terang atau gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

3. Kontur (contour)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas ini, mata mampu mendeteksi tepi-tepi (edge) objek di dalam citra.

4. Warna (color)

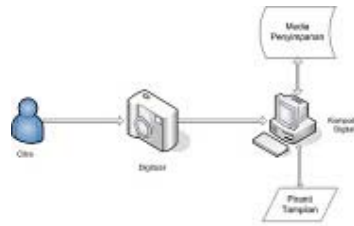
Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna-warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda.

5. Bentuk (shape)

Shape adalah properti intrinstik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa shape merupakan proses intrinstik utama untuk sistem visual manusia. Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan bentuknya ketimbang elemen lainnya.

6. Tekstur (texture)

Tekstur dicirikan oleh distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat didefinisikan untuk piksel. Secara umum elemen yang terlibat dapat dibagi menjadi empat komponen, seperti pada gambar berikut.

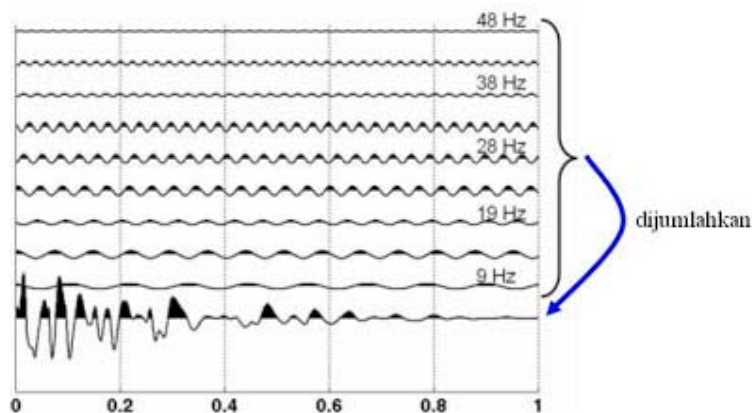


Gambar Elemen Pemrosesan Citra.

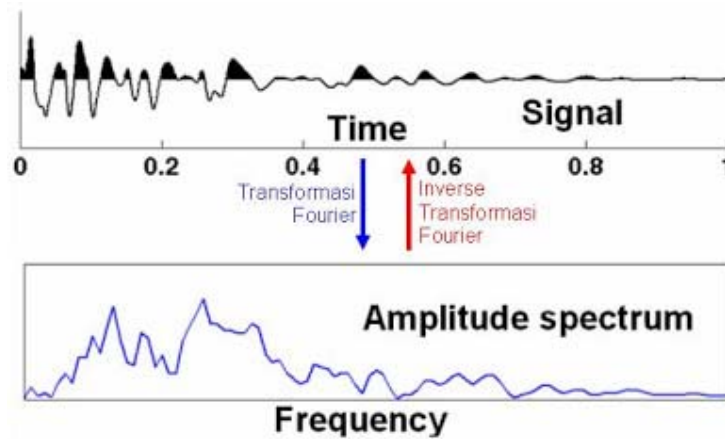
2. Analisa Frekuensi dan Transformasi Fourier

Analisis Fourier adalah metoda untuk mendekomposisi sebuah gelombang seismik menjadi beberapa gelombang harmonik sinusoidal dengan frekuensi berbeda-beda. Dengan kalimat lain, sebuah gelombang seismik dapat dihasilkan dengan menjumlahkan beberapa gelombang sinusoidal frekuensi tunggal. Sedangkan sejumlah gelombang sinusoidal tersebut dikenal dengan Deret Fourier.

Gambar dibawah ini adalah contoh Analisis Fourier.



Sedangkan Transformasi Fourier adalah metoda untuk mengubah gelombang seismik dalam domain waktu menjadi domain frekuensi. Proses sebaliknya adalah Inversi Transformasi Fourier (*Inverse Fourier Transform*).



Kedua gambar diatas courtesy: Margrave G. et al., Consortium for Research in Elastic Wave Exploration Seismology, TheUniversity of Calgary.



Istilah Fourier digunakan untuk menghormati Jean Baptiste Joseph Fourier (1768 – 1830), matematikawan yang memecahkan persamaan differensial parsial dari model difusi panas, beliau memecahkannya dengan menggunakan deret tak hingga dari fungsi-fungsi trigonometri. Foto Jean Baptiste Joseph Fourier adalah courtesy Wikipedia.

3. Transformasi Fourier Diskrit

Transformasi Fourier Diskrit adalah salah satu bentuk transformasi Fourier di mana sebagai ganti integral, digunakan penjumlahan. Dalam matematika sering pula disebut sebagai transformasi Fourier berhingga (*finite Fourier transform*), yang merupakan suatu transformasi

Fourier yang banyak diterapkan dalam pemrosesan sinyal digital dan bidang-bidang terkait untuk menganalisa frekuensi-frekuensi yang terkandung dalam suatu contoh sinyal atau isyarat, untuk menyelesaikan persamaan diferensial parsial, dan untuk melakukan sejumlah operasi, misalnya saja operasi-operasi konvolusi. TFD ini dapat dihitung secara efisien dalam pemanfaatannya menggunakan algoritma transformasi Fourier cepat (TFC).

Dikarenakan TFC umumnya digunakan untuk menghitung TFD, dua istilah ini sering dipertukarkan dalam penggunaannya, walaupun terdapat perbedaan yang jelas antara keduanya: "TFD" merujuk pada suatu transformasi matematik bebas atau tidak bergantung bagaimana transformasi tersebut dihitung, sedangkan "TFC" merujuk pada satu atau beberapa algoritma efisien untuk menghitung TFD. Lebih jauh, perbedaan ini menjadi semakin membingungkan, misalnya dengan sinonim "transformasi fourier berhingga" (dalam bahasa Inggris *finite Fourier transform* dibandingkan dengan *fast Fourier transform* yang sama-sama memiliki singkatan FFT), yang mendahului penggunaan istilah "transformasi fourier cepat" (Cooley et al., 1969).

4. PERANGKAT PENGOLAHAN CITRA

Perangkat sistem pengolah citra dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu:

1. Perangkat keras (*hardware*)
2. Perangkat lunak (*software*)
3. Intelejensi manusia (*brainware*)

Ketiga pengelompokkan sistem pengolah citra tersebut sudah menjadi hal mutlak dalam pengolah citra. Dimana pada komputer-komputer saat ini sudah hamper dikatakan memenuhi standart spesifikasi untuk melakukan pengolahan citra. Namun kenyataanya masih banyak perangkat yang lainnya

yang perlu kita lengkapi untuk melakukan pengolahan citra, bukan hanya sekedar komputer, melainkan perangkat-perangkat lainnya yang tidak include dalam sebuah komputer atau PC.

1. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras: berupa komputer beserta instrumennya (perangkat pendukungnya). Data yang terdapat dalam Sistem Pengolahan Citra diolah melalui perangkat keras. Perangkat keras dalam Pengolahan Citra terbagi menjadi tiga kelompok yaitu:

- Alat masukan (*input*) sebagai alat untuk memasukkan data ke dalam jaringan komputer. Contoh: *Scanner, digitizer, CD-ROM, FlashDisk.*
- Alat pemrosesan, merupakan sistem dalam komputer yang berfungsi mengolah, menganalisis dan menyimpan data yang masuk sesuai kebutuhan, contoh: *CPU, tape drive, disk drive.*
- Alat keluaran (*ouput*) yang berfungsi menayangkan informasi geografi sebagai data dalam proses SIG, contoh: *VDU, plotter, printer.*

Untuk lebih jelasnya perhatikan skema berikut:

Data dasar (peta, geografi) melalui unit masukan (*digitizer, scanner, CD-ROM*) dimasukkan ke komputer. Data yang telah masuk akan diolah melalui CPU (pusat pemrosesan data), dan CPU ini dihubungkan dengan:

- Unit penyimpanan (*disk drive, tape drive*) untuk disimpan dalam disket.
- Unit keluaran (*printer, plotter*) untuk dicetak menjadi data dalam bentuk peta.
- VDU (layar monitor) untuk ditayangkan agar dapat dikontrol oleh para pemakai dan programmer (pembuat program).

Scanner : alat untuk membaca tulisan pada sebuah kertas atau gambar.
CD-ROM : alat untuk menyimpan program, data.
FlashDisk : alat untuk menyimpan program, data.

Digitizer : alat pengubah data asli (gambar) menjadi data digital (angka).

Plotter : alat yang mencetak peta dalam ukuran relatif besar.

Printer : alat yang mencetak data maupun peta dalam ukuran relatif kecil.

CPU : (*Central Processing Unit*) pusat pemrosesan data digital.

VDU : (*Visual Display Unit*) layar monitor untuk menayangkan hasil pemrosesan.

Disk drive : bagian CPU untuk menghidupkan program.

Tape drive : bagian CPU untuk menyimpan program.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak, merupakan sistem modul yang berfungsi untuk memasukkan, menyimpan dan mengeluarkan data yang diperlukan.

Perhatikan skema dibawah ini :

Data hasil penginderaan jauh dan tambahan (data lapangan, peta) dijadikan satu menjadi data dasar citra, geografi. Data dasar tersebut dimasukkan ke komputer melalui unit masukan untuk disimpan dalam disket. Bila diperlukan data yang telah disimpan tersebut dapat ditayangkan melalui layar monitor atau dicetak untuk bahan laporan (dalam bentuk peta/ gambar). Data ini juga dapat diubah untuk menjaga agar data tetap aktual (sesuai dengan keadaan sebenarnya).

3. Intelegensi Manusia (*Brainware*)

Brainware merupakan kemampuan manusia dalam pengelolaan dan pemanfaatan Data Citra Digital secara efektif. Bagaimanapun juga manusia merupakan subjek (pelaku) yang mengendalikan seluruh sistem, sehingga sangat dituntut kemampuan dan penguasaannya terhadap ilmu dan teknologi mutakhir. Selain itu diperlukan pula kemampuan untuk memadukan pengelolaan dengan pemanfaatan Citra Digital, agar Data dapat digunakan secara efektif dan efisien. Adanya koordinasi dalam pengelolaan Data Citra sangat diperlukan agar

informasi yang diperoleh tidak simpang siur, tetapi tepat dan akurat. Berikut ini disajikan skema dari komponen-komponen dalam Citra Digital.

5. Aplikasi Pengolahan Citra

a) Aplikasi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau inderaja (*remote sensing*) adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer,1979).

Alat yang dimaksud dalam pengertian diatas adalah alat pengindera atau sensor. Pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa pesawat, balon udara, satelit maupun jenis wahana yang lainnya (Sutanto,1987). Hasil perekaman oleh alat yang dibawa oleh suatu wahana ini selanjutnya disebut sebagai data penginderaan jauh. Lindgren mengungkapkan bahwa penginderaan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi ini khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang

Beberapa contoh manfaat dalam aplikasi penginderaan jauh adalah:

1. Identifikasi penutupan lahan (*landcover*)
2. Identifikasi dan monitoring pola perubahan lahan
3. Manajemen dan perencanaan wilayah
4. Manajemen sumber daya hutan
5. Eksplorasi mineral
6. Pertanian dan perkebunan
7. Manajemen sumber daya air
8. Manajemen sumber daya laut

Pengambilan data spasial sendiri dilapangan dapat menggunakan metode terestrial survey atau metode ground base dan juga metode penginderaan jauh. Kedua metode itu dapat dijelaskan sebagai berikut:

- **Metode *ground based***, merupakan metode pengambilan data secara langsung dilapangan. Pengukuran dilakukan secara in-situ melalui kegiatan survey lapangan.

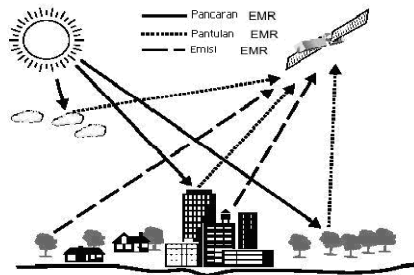


Gambar 1. Bagan alur pengambilan data dengan metode ground based

b) **Metoda penginderaan jauh** (*Remote Sensing*), merupakan pengukuran dan pengambilan data spasial berdasarkan perekaman sensor pada perangkat kamera udara, scanner, atau radar. Contoh hasil perekaman yang dimaksud adalah citra.

1) Prinsip perekaman sensor

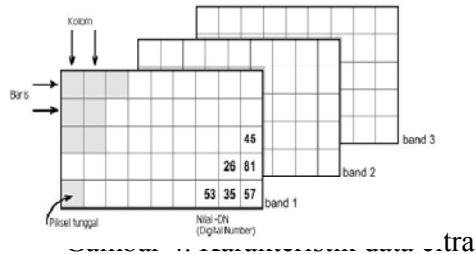
Prinsip perekaman oleh sensor dalam pengambilan data melalui metode penginderaan jauh dilakukan berdasarkan perbedaan daya reflektansi energi elektromagnetik masing-masing objek di permukaan bumi. Daya reflektansi yang berbeda-beda oleh sensor akan direkam dan didefinisikan sebagai objek yang berbeda yang dipresentasikan dalam sebuah citra.



Gambar 3. Proses perekaman permukaan bumi oleh sensor Penginderaan Jauh

Gelombang elektromagnetik yang dipantulkan permukaan bumi akan melewati atmosfer sebelum direkam oleh sensor. Awan, debu, atau partikel-partikel lain yang berada di atmosfer akan membiaskan pantulan gelombang ini. Atas dasar pembiasan yang terjadi, sebelum dilakukan analisa terhadap citra diperlukan kegiatan koreksi radiometrik.

2) Karakteristik Data Citra



Data Citra satelit sebagai hasil dari perekaman satelit memiliki beberapa karakter yaitu:

1. Karakter spasial atau yang lebih dikenal sebagai resolusi spasial, bahwa data citra penginderaan jauh memiliki luasan terkecil yang dapat direkam oleh sensor. Sebagai contoh untuk Landsat TM memiliki luasan terkecil yang mampu direkam adalah 30 x 30 m dan mampu merekam daerah selebar 185 km. 1 Scene citra landsat memiliki luas 185 km x 185 km.
2. Karakteristik spektral atau lebih sering disebut sebagai resolusi spektral, Data penginderaan jauh direkam pada julat panjang gelombang tertentu. Masing-masing satelit biasanya membawa lebih dari satu jenis sensor dimana tiap sensor akan memiliki kemampuan untuk merekam julat panjang gelombang tertentu.
3. Karakteristik Temporal, Bahwa citra satelit dapat merekam suatu wilayah secara berulang dalam waktu tertentu, sebagai contoh satelit Landsat 3 dapat melakukan perekaman ulang terhadap satu wilayah setelah selang 18 hari.

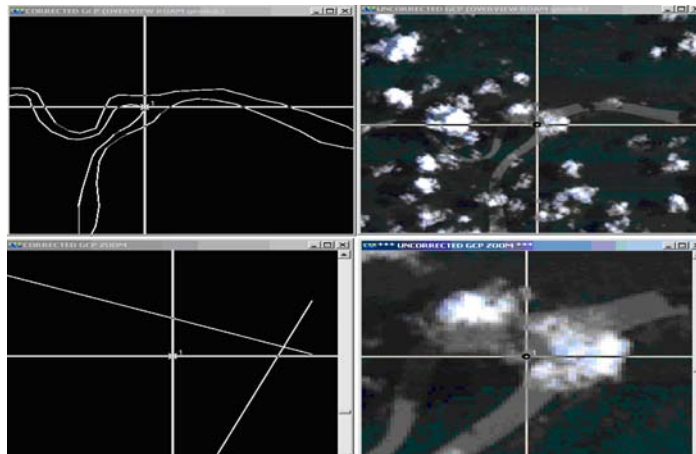
Sedangkan data penginderaan jauh berdasarkan jenis produk datanya dapat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Citra foto. Citra foto dihasilkan oleh alat perekam kamera dengan detektor berupa film, dengan mekanisme perekaman serentak, biasanya direkam dalam spektrum tampak atau perluasannya, dewasa ini berkembang teknologi digital yang dapat menggantikan peran film sebagai media penyimpanan obyek.

2. Citra non foto. Citra non foto dihasilkan oleh sensor non kamera mendasarkan pada penyiaran atau kamera yang detektornya bukan film, proses perekamannya parsial dan direkam secara elektronik.

3) Aplikasi yang digunakan dalam Penginderaan Jauh

ER Mapper merupakan salah satu *software* (perangkat lunak) yang digunakan untuk mengolah data citra. Beberapa perangkat lunak serupa yang juga memiliki fungsi yang sama antara lain ERDAS Imagine, PCI, dan lain-lain. Masing-masing software memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Selanjutnya akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 01. Tampilan untuk geo-koreksi citra.

c) Aplikasi Biomedika

Pengolahan citra medis atau pengolahan citra biomedika adalah salah satu aplikasi penelitian di bidang pengolahan citra (*image processing*) dan visi komputer (*computer vision*) yang cukup berkembang di Asia Tenggara, khususnya di Thailand, Singapura, dan Malaysia. Aplikasi tersebut adalah penerapan pengolahan citra biomedika untuk kedokteran dan radiolog.

Pengolahan citra biomedika (kita singkat saja dengan **PCB**), adalah salah satu aplikasi kecerdasan buatan yang sangat berkaitan erat dengan *healthcare* dan dunia kedokteran. Bidang riset ini berkembang pesat di tiga negara yang saya sebutkan di atas, salah satunya karena mereka memiliki rumah sakit dengan taraf internasional, yang menerima pasien-pasien dari seluruh dunia. Di Thailand sendiri, di mana saya dulu pernah menuntut ilmu selama dua tahun, berkembang bisnis pariwisata kesehatan (*health tourism*), di mana para pasien yang berobat di sebuah rumah sakit bisa mengambil kesempatan untuk *refreshing* menikmati obyek wisata di Thailand, terutama yang berhubungan dengan proses penyembuhan (*healing*). Maklum, APBN negara ini hampir 30% bergantung pada sektor pariwisata. Turis yang datang pun dijarah dengan segala macam cara.



Alat analisa CT yang cukup canggih di CRI

Selain itu, di Thailand sendiri berkembang berbagai macam pusat penelitian biomedika, tersebar di universitas-universitas negeri dan swasta. Dua yang sangat terkenal di negara ini adalah Chulaborn Research Institute (CRI) yang diinisiasi oleh Princess Dr. Chulaborn dan Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT) yang diinisiasi oleh Princess Sirindhorn. Beliau berdua adalah putri Raja Bhumibol Adulyadej.

Dengan berkembang pesatnya bisnis di dunia kedokteran dan kesehatan, secara otomatis, semua penelitian yang berhubungan dengannya mendapat perhatian besar. Pengolahan citra biomedika mendapatkan perhatian khusus, salah satunya dengan diselenggarakannya konferensi internasional khusus untuk bidang penelitian biomedika, baik di Singapura (ICBME 2013) maupun di Thailand

(BMEiCON 2013). Di Jepang dan Amerika sendiri, bidang biomedika mendapatkan perhatian yang cukup besar, salah satunya dengan adanya komunitas peneliti di bidang biomedika, yang bernaung di bawah IEEE, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, dengan konferensi tahunan mereka EMBC (Engineering in Medicine and Biology Conference).

Setidaknya lima buah metode pengambilan citra biomedika yang lazim digunakan di bidang kedokteran:

- a) Sinar-X (X-rays)
- b) Computed Tomography (CT)
- c) Pencitraan resonansi magnetik (Magnetic Resonance Imaging – MRI)
- d) Pencitraan dengan radiasi nuklir
- e) Pencitraan dengan USG (ultrasonography)

Sinar-x dan fluoroscopy digunakan untuk diagnosa paru, serta membantu diagnosa yang berhubungan dengan intervensi cardiac (katerisasi jantung, dan sebagainya). Selain itu, citra-citra ini juga banyak digunakan pada proses monitoring dan proses bedah. Di sisi lain, CT-scan dan MRI banyak digunakan untuk mengambil citra biomedika tiga dimensi (3D). USG dan endoskopi menyediakan informasi waktu nyata (*real-time*) kondisi di dalam tubuh manusia. Teknik pencitraan lain, pencitraan molekuler, saat ini juga berkembang pesat. Teknik ini banyak digunakan dalam proses pengembangan obat.

PCB menjadi sebuah area penelitian yang cukup spesifik karena citra biomedika memiliki karakter khusus yang memerlukan penanganan khusus.

Tidak seperti citra-citra biasa, citra biomedika memerlukan dasar pengetahuan yang cukup tentang “bagaimana citra tersebut dihasilkan”. Setiap teknik pengambilan citra memerlukan metode yang berbeda dalam pengolahan citranya.

d) Aplikasi Robotik dan Industry

Pengolahan citra pada aplikasi dibidang robotik banyak menggunakan proses pengenalan objek. Pada aplikasi industri, gerakan memindahkan obyek dari suatu sistem roda berjalan (conveyor) ke tempat lain secara repetitif seringkali dibutuhkan pada aplikasi sortir barang.

Robot adalah sebuah alat elektro-mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu melalui kecerdasan buatan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (search and rescue), dan untuk pencarian tambang.

Tujuan Penggunaan Robot Untuk Industri

1. Meningkatkan Jumlah produksi
2. Kestabilan dan meningkatkan kualitas produk
3. Peningkatan dalam Manajemen Produksi
4. Lingkungan kerja yang manusiawi
5. Penghematan sumber daya.

Aplikasi Robot

1. Penanganan Material

Salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan dalam indsutri adalah proses dimana material-material harus dipindahkandari satu lokasi ke lokasi lainnya.

Material tersebut harus berpindahdengan posisi yang tepat dan dalam waktu yang tepat pula. Proses tersebut dinamakan material handling atau penanganan material. Contoh aplikasi material handling adalah ketika sebuah material yang berjalan pada konveyor setiap beberapa detik harus dikeluarkan danditempatkan pada lokasi yang berbeda. Robot berfungsi memindahkan material tersebut dengan waktu yang akurat pada lokasi yang tepat. Bila terjadi

keterlambatan waktu dalam pemindahan material maka material yang lain akan menumbuk dibelakang material sebelumnya.

2. Palletizing

yaitu apabila suatu robot dalam industri melakukan kerja dengan memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi lainnyatanpa robot melakukan gerakan berpindah tempat. Pada palletizing, posisi base manipulator kaku, tertanam pada lantai ataupun padaposisi yang tidak dapat berubah posisi.

3. Line Tracking

Line Tracking Berbeda dengan palletizing, robot material handling dengan tipe line tracking memiliki base manipulator yang dapat bergerak. Pergerakan manipulator tersebut bisa menggunakan mekanisme rel ataupun roda

4. Pengelasan

Robot pengelasan secara luas telah digunakan dalam industri. Robot ini menggunakan koordinat artikulasi yang memiliki 6 sumbu. Robot ini dibagi menjadi jenis yaitu las busur dan las titik.

5. Pengecatan

Sebagian besar produk industri dari material besi sebelum dikirim ke bagian penjualan harus terlebih dahulu dilakukan pengecatan sebagai akhir dari proses produksi. Teknologi untuk melakukan pengecatan ini dapat secara manual maupun secara otomatis, yaitu dengan menggunakan robot.

6. Perakitan

Proses perakitan menggunakan baut, mur, sekrup ataupun keling. Dalam rangka melaksanakan tugas perakitan, komponen yang akan dirakit harus lokasikan pada sekitar robot.

Setelah berkembang pula teknologi material/bahan, sensor dan ilmu kecerdasan buatan (artificial intelligence), maka definisi robot pun berubah pula. Pada waktu ini, robot sudah mampu berinteraksi dengan lingkungannya dan

mengambil informasi darinya, untuk kemudian melakukan proses pembelajaran sendiri sehingga mampu meresponnya dalam bentuk suatu tindakan dalam rangka mengerjakan fungsi tertentu. Artinya, robot sudah harus mampu untuk berinteraksi dan mengambil informasi dari lingkungannya melalui sistem sensor tertentu. Selain itu, pada robot juga sudah memiliki sistem kecerdasan buatan berupa algoritma tertentu dalam mikroprosesornya untuk menentukan tindakan yang akan diambil olehnya.

Dari beberapa definisi diatas, dapat ditarik kesimpulan berupa beberapa sifat dan karakteristik robot masa kini, yaitu:

- a) bergerak tanpa harus dikendalikan langsung oleh manusia
- b) bergerak secara multi-aksis (rotasi dan translasi)
- c) dapat diprogram ulang
- d) dapat mengambil keputusan tertentu secara otomatis
- e) dapat berinteraksi, mengambil informasi dan memanipulasi lingkungannya
- f) memiliki sistem kecerdasan buatan

Untuk menghindari hal-hal yang dikhawatirkan oleh manusia akibat ‘perkembangan’ yang pesat dari robot, maka sejak awal telah dibuat Tiga Hukum Robot. Tiga Hukum Robot dalam genre cerita fiksi ilmiah adalah tiga buah peraturan yang ditulis oleh Isaac Asimov, yang harus dipatuhi oleh hampir semua robot-robot positroniknya, yang terdapat dalam karya-karya cerita fiksinya. Meskipun dalam berbagai cerita sebelumnya pernah disebutkan secara selintas, Tiga Hukum Robot pertama kali diperkenalkan secara lengkap pada tahun 1942 dalam cerita pendek "Runaround", yang menyatakan sebagai berikut:

1. Robot tidak boleh melukai manusia, atau dengan berdiam diri, membiarkan manusia menjadi celaka
2. Robot harus mematuhi perintah yang diberikan oleh manusia kecuali bila perintah tersebut bertentangan dengan Hukum Pertama
3. Robot harus melindungi keberadaan dirinya sendiri selama perlindungan tersebut tidak bertentangan dengan Hukum Pertama atau Hukum Kedua

Belakangan, Asimov menambahkan Hukum Ke-Nol: "Robot tidak boleh mencelakakan umat manusia, atau dengan berdiam diri, membiarkan umat manusia menjadi celaka"; hukum-hukum selanjutnya dapat disesuaikan secara berturut-turut, untuk mengakomodasi hukum ini.

Industri yang menggunakan robot

1. Industri Mobil

Engineering and Manufacturing PT Astra Daihatsu Motor kepada SH yang berkunjung di pabrik ADM, menjelaskan, salah satu kelebihan dari pabrik ini adalah penggunaan mesin robot dalam proses las. Menarik sekali menyaksikan bagaimana robot beraksi di pabrik Daihatsu, dan bagaimana ratusan pekerjaan bisa dilakukan secara simultan hanya dalam hitungan menit. Pemakaian robot tersebut sangat diperlukan mengingat terdapat lebih dari seratus titik di rangka mobil yang perlu dikerjakan dengan keakuratan atau presisi tinggi dan seragam untuk seluruh mobil yang diproduksi.

2. Industri Medis

Perkembangan hebat telah dibuat dalam robot medis, dengan dua perusahaan khusus, Computer Motion dan Intuitive Surgical, yang menerima pengesahan pengaturan di Amerika Utara, Eropa dan Asia atas robot-robotnya untuk digunakan dalam prosedur pembedahan.

3. Industri Militer

Dalam bidang ini, militer pun tidak ingin tertinggal atas gembar – gembornya sistem robotic, dan akhirnya sekarang robot sudah diciptakan dalam dunia militer, diantaranya ada robot yg berguna menjari ranjau, dan mengecek sebuah BOM, bahkan tidak sedikit robot serangga yg dibuat untuk mata-mata. Dan masih banyak lagi industri yang menggunakan robot sebagai alat bantu nya.

Kelebihan Dan Kekurangan Robot Dalam Industri

A. Kelebihan:

1. **Kestabilan & peningkatan kualitas produk**

- variasi hasil produksi berkurang
- jam kerja mendekati 24 jam/hari
- dikurangi waktu pergantian pekerja

2. **Peningkatan dalam manajemen produksi**

- berkurangnya masalah personalia sebagai akibat dari kurangnya tenaga kerja
- mengatasi masalah kurangnya tenaga terampil

3. **Lingkungan kerja yang manusiawi**

- pekerja tidak usah bekerja di daerah yang berbahaya
- tidak bekerja secara monoton

4. **Penghematan sumber daya**

- penghematan material dan suku cadang
- tidak perlu pendingin,pemanas dan penerangan ruangan
- Kesehatan karyawan (terutama yang bekerja di daerah berbahaya) meningkat
- Kecelakaan dapat dikurangi sehingga keselamatan kerja dan penghematan biaya perawatan terus membaik

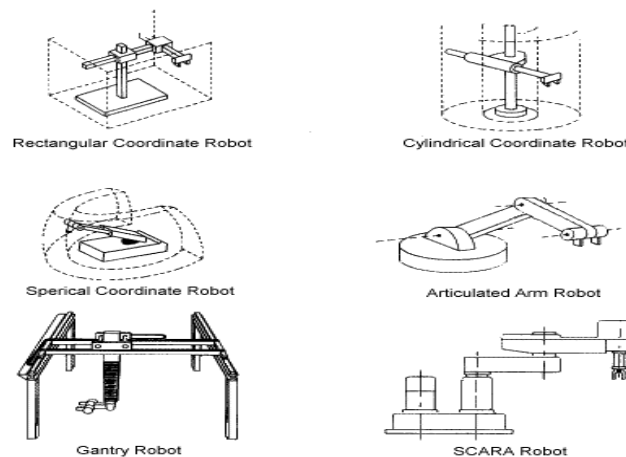
B. Kekurangan :

1. Ada sisi sisi pekerjaan yang memang tak bisa di gantikan oleh robot.
contoh saja inspeksi, pengukuran, QC, meski dilakukan secara sensor dan digital ya tetep saja keliru namanya juga robot ciptaan manusia tentunya kalah sempurna dengan manusia ciptaan Tuhan Yang Maha Esa.
2. Membutuhkan biaya awal yang sangat besar. Berkurangnya lapangan pekerjaan, sehingga terjadi pengangguran masal.
3. Tenaga manusia sudah tidak perlukan lagi, karena sudah digantikan dengan robot.
4. Menumbuhkan sifat malas terhadap manusia, karna semua sudah ditangani oleh robot

1. **Robot Industri**

Sebagaimana dikatakan di atas, bahwa robot industri merupakan robot yang pertama-tama dibangun oleh para peneliti. Robot ini mirip dengan tangan manusia yang bekerja untuk pekerjaan yang sebelumnya dilakukan oleh manusia. Karena konstruksinya yang berbentuk tangan, robot ini juga sering disebut dengan istilah Arm Robot.

Terdapat beberapa jenis robot industri berdasarkan areal kerjanya (envelope work), yaitu: rectangular coordinate robot, cylindrical coordinate robot, spherical coordinate robot, articulated arm robot, gantry robot dan scara robot, sebagaimana yang tampak pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Robot Industri

D. Aplikasi Arsip Citra dan Dokumen

Arsip Dokumen tulisan tangan sering dijadikan citra digital agar dapat dilihat masyarakat seperti dokumen-dokumen sejarah yang ditampilkan dalam e-museum. Beberapa arsip dokumen tulisan tangan ini ternoda oleh pengaruh tulisan tangan dari sisi betakangnya sehingga sulit dibaca. Metode perbaikan citra untuk mengurangi pengaruh tulisan dari sisi belakang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini. Metode perbaikan citra dalam hal ini dilakukan dengan cara pendeteksian tepi dengan menggunakan metode canny dan diakhiri dengan proses restorasi citra asli berdasarkan tepi yang terdeteksi. Tepi yang terdeteksi dikurangi

oleh tepi yang berorientasi 135 derajat dan ditambahi tepi yang berorientasi 45 derajat. Citra hasil proses perbaikan diperoleh dengan cara melakukan restorasi terhadap citra asli berdasarkan tepi yang terdeteksi dan diakhiri dengan thresholding untuk mendapat hasil yang lebih bersih berupa citra biner.

Perkembangan ilmu analisis citra dokumen, yaitu analisis pada representasi visual dokumen kertas seperti jurnal, hasil faksimili, surat-surat kantor, lembar isian, dan lain-lain, membuka peluang besar untuk dimanfaatkan bagi pelestarian naskah-naskah. Dimulai dengan:

1. tahap pengambilan data di mana data dari dokumen kertas akan dibaca dengan alat scan optik dan hasilnya disimpan sebagai file citra.
2. tahap pengolahan tingkat piksel yang bertujuan untuk menyiapkan dokumen citra, serta membuat fitur perantara untuk membantu mengenali citra.
3. Tahap yang ketiga adalah tahap pengenalan karakter dengan tujuan untuk menerjemahkan sederetan karakter yang memiliki berbagai macam bentuk dan ukuran.

c) Proses yg dibutuhkan pada pengatur antata letak gambar pada dokumen adalah :

- Proses peningkatan mutu gambar
- Proses pengaturan posisi, ukuran dan orientasi gambar

Mekanisme konversi arsip menjadi bentuk teks tergolong sederhana. Arsip teks pada dasarnya bias dihasilkan dari arsip nonteks dengan menggunakan aplikasi berbasis teks biasa seperti notepad. Aplikasi tersebut menerjemahkan arsip ke dalam bentuk teks dengan mengkonversi nilai byte-bytenya menjadi karakter sesuai aturan ASCII. Akan tetapi karena rentang nilai yang bisa dihasilkan dalam 1 byte berjumlah 256, sedangkan jumlah karakter yang lazim digunakan manusia (abjad, angka, dan beberapa karakter khusus) berjumlah jauh lebih kecil dari itu,

maka pada hasil konversi tersebut besar kemungkinan terdapat karakter-karakter yang tidak bisa dipahami manusia (bisa dikatakan juga tidak tersedia dalam keyboard sebagai input device untuk komputer yang sudah umum digunakan). Untuk membatasi hasil konversi, beberapa aplikasi tidak mengkonversi tiap byte-nya (8 bit) menjadi 1 karakter (8 bit), tetapi kurang dari itu misalnya mengkonversi tiap 6 bit menjadi 1 karakter. Cara tersebut (mengkonversi tiap 6 bit pada arsip menjadi 8 bit) akan membatasi rentang jumlah karakter yang dihasilkan menjadi 64 karakter, sehingga bisa mengeliminasi kemunculan karakter-karakter yang tidak lazim digunakan manusia. Tapi oleh sebab itu, hasil dari konversi memberikan ukuran arsip yang lebih besar menjadi 8/6-nya.

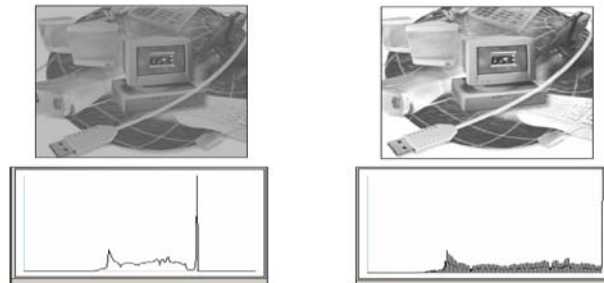
Jika sebuah citra yang mempunyai nilai keabuan yang tidak terlalu berbeda untuk semua titik, dimana titik tergelap dalam citra tidak mencapai hitam pekat dan titik paling terang dalam citra tidak berwarna putih cemerlang

- Dengan peningkatan kontras maka titik yang cenderung gelap menjadi lebih gelap dan yang cenderung terang menjadi lebih cemerlang.
- Peningkatan kontras dapat dilakukan dengan bermacam rumus, salah satunya adalah :

$$K_o = G (K_i - P) + P$$

G = Koefisien penguatan kontras

P = Nilai skala keabuan yang dipakai sebagai pusat pengontrasan



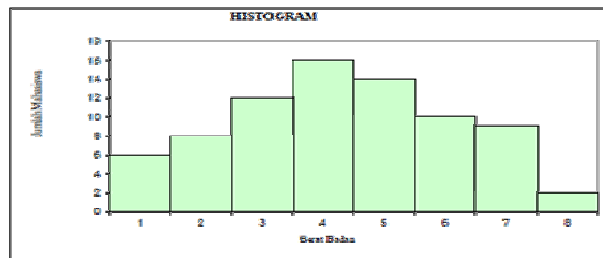
Definisi Histogram

Histogram merupakan diagram batang yang berfungsi untuk menggambarkan bentuk distribusi sekumpulan data yang biasanya berupa karakteristik mutu.

Histogram ini dapat dibuat dengan cara membentuk terlebih dahulu Tabel Frekuensinya, kemudian diikuti dengan perhitungan Statistis, baru kemudian mem-plot data ke dalam Histogram. Hasil plot data akan memudahkan dalam menganalisis kecenderungan sekelompok data.

Kendala lain, yang kemudian timbul, adalah tentang alat bantu yang dapat dipergunakan secara tepat untuk menganalisis masalah dengan sebaik-baiknya.

Oleh karena itu, diciptakan alat-alat bantu yang dapat dipergunakan secara mudah namun tepat untuk membantu pelaksanaan dalam melakukan langkah pemecahan masalah. Berikut ini contoh Diagram Histogram :



Histogram suatu citra digital dengan suatu tingkat keabuan $[0, L - 1]$ adalah suatu fungsi dikrit:

$$h(rk) = nk$$

dimana

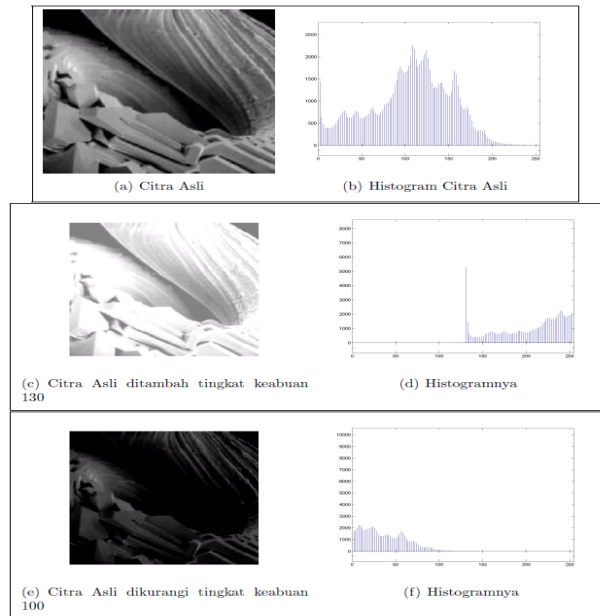
rk = tingkat keabuan ke-k

nk = jumlah total pixel dengan tingkat keabuan rk pada citra

$h(rk)$ = histogram citra digital dengan tingkat keabuan rk

2. Pergeseran dan Pelebaran Histogram

Proses perbaikan kontras suatu citra dapat dilakukan dengan teknik pergeseran histogram dan atau pelebaran histogram. Hal ini dilakukan dengan memetakan nilai intensitas setiap pixel menjadi suatu nilai intensitas yang menurut rumus/nilai tertentu. Misalakan ketika akan meningkatkan tingkat intensitas suatu gambar, maka dapat ditambahkan suatu faktor/nilai tertentu



Gambar 5.12: Penggeseran Histogram

Pada gambar (b), adalah pergeseran histogram dengan menambahkan tingkat keabuan gambar (a) sebanyak 130 (kontras meningkat), sedangkan gambar (d) adalah pergeseran histogram dengan mengurangi angka.

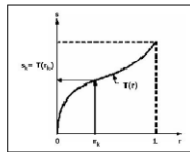
Pelebaran Histogram dilakukan dengan mengalikan citra asli dengan suatu bilangan.

3. Perataan Histogram (Histogram Equalization)

Teknik perataan histogram merupakan gabung antara penggeseran dan pelebaran histogram. Tujuan yang akan dicapai pada teknik ini adalah untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang penuh dan dengan distribusi pixel pada setiap tingkat keabuan yang merata. Perataan histogram bertujuan untuk membuat distribusi nilai keabuan sebuah citra digital menjadi rata, dengan asumsi bahwa sebaran nilai keabuan yang merata akan meningkatkan kejelasan persepsi sebuah citra. Untuk membantu perataan, digunakan histogram kumulatif

Pada teknik perataan histogram ini mentransformasi tingkat keabuan r_k menjadi s_k dengan suatu fungsi transformasi $T(r_k)$ (gambar 5.14). Fungsi transformasi ini memiliki syarat sebagai berikut:

- $T(r)$ memberikan nilai tunggal (one-one-onto) sehingga memiliki inverse serta monoton naik untuk interval $0 \leq r \leq 1$.
- $0 \leq T(r) \leq 1$ untuk $0 \leq r \leq 1$.



Gambar 5.14: Bentuk fungsi $T(r_k)$

Memiliki inverse $T^{-1}(s_k) = r_k$ untuk $0 \leq s \leq 1$ (kembali ke nilai r_k semula). Untuk menghitung fungsi $T(r_k)$, perlu dilakukan normalisasi nilai histogram kedalam ranah $[0,1]$, yang dinyatakan sebagai $r_k = nk/n$, dimana n_k adalah jumlah total pixel dengan tingkat keabuan k , dan n jumlah total pixel. Kemudian dihitung nilai probabilitas $p_r = n_k/n$ dimana $0 \leq k \leq L-1$.

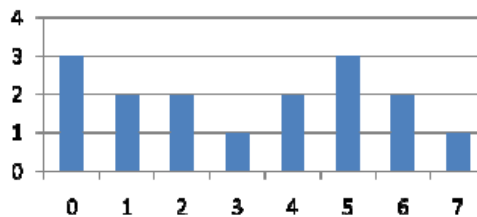
Sehingga fungsi transformasinya adalah:

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \text{ dimana } 0 \leq k \leq L-1$$

Misalkan ada sebuah citra 3-bit dengan resolusi 4 x 4 berikut :

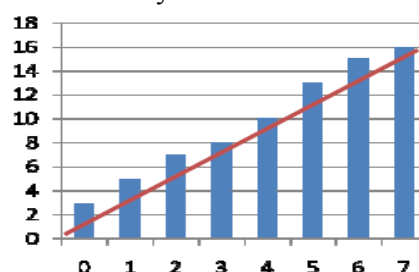
5	5	6	6
5	4	4	7
0	0	2	2
0	1	1	3

Maka histogram citra tersebut adalah:



Dari data tersebut kita buat distribusi kumulatifnya

Intensitas	Histogram	Distribusi Kumulatif
0	3	3
1	2	3+2 = 5
2	2	5+2 = 7
3	1	7+1 = 8
4	2	8+2 = 10
5	3	10+3 = 13
6	2	13+2 = 15
7	1	15+1 = 16



Kemudian kita hitung nilai histogram hasil perataan dengan rumus:

$$w = \frac{c_w \cdot t}{n_x n_y}$$

w = nilai intensitas baru hasil perataan
 c_w = histogram komulatif
 t = threshold keabuan, yaitu = L-1
 $n_x n_y$ = resolusi citra

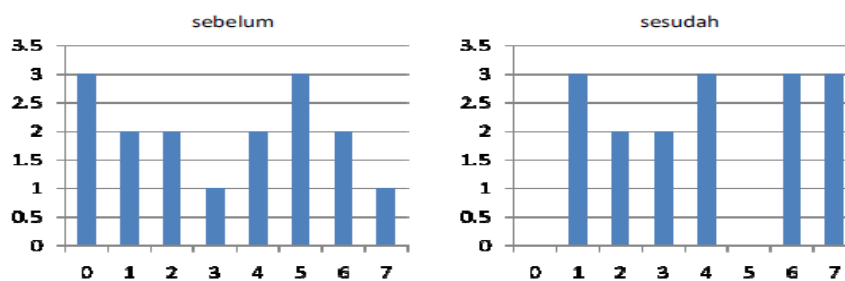
Perhitungan nilai hasil perataan

Intensitas	Histogram Komulatif	Intensitas hasil perataan	Pembulatan Intensitas
0	3	$(3 * 7) / 16 = 1.3125$	1
1	5	$(5 * 7) / 16 = 2.1875$	2
2	7	$(7 * 7) / 16 = 3.0625$	3
3	8	$(8 * 7) / 16 = 3.5$	4
4	10	$(10 * 7) / 16 = 4.375$	4
5	13	$(13 * 7) / 16 = 5.6875$	6
6	15	$(15 * 7) / 16 = 6.5625$	7
7	16	$(16 * 7) / 16 = 7$	7

Histogram hasil perataan

Intensitas	Histogram Awal	Intensitas Baru	Histogram Akhir
0	3	1	0
1	2	2	3
2	2	3	2
3	1	4	2
4	2	4	2 + 1 = 3
5	3	6	0
6	2	7	3
7	1	7	1 + 2 = 3

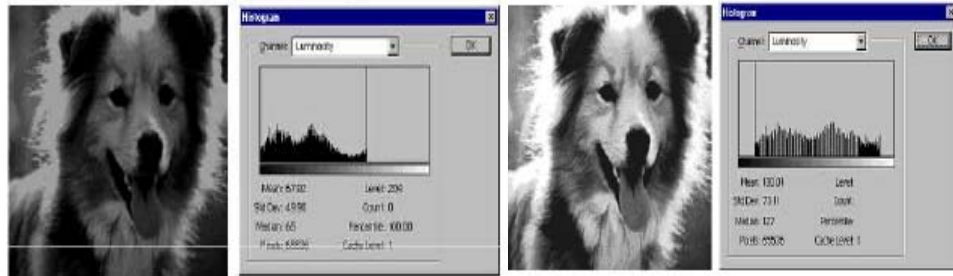
Hasil perataan histogram:



Contoh Citra Hasil Perataan Histogram

- Meskipun perataan histogram bertujuan menyebarkan secara merata nilai-nilai derajat keabuan, tetapi seringkali histogram hasil perataan tidak benar-benar tersebar secara merata. Alasannya adalah :
 - Derajat keabuan terbatas jumlahnya. Nilai intensitas baru hasil perataan merupakan pembulatan ke derajat keabuan terdekat.
 - Jumlah pixel yang digunakan sangat terbatas.

- Agar hasil perataan benar-benar seragam sebarannya, maka citra yang diolah haruslah dalam bentuk malar (continue), yang dalam praktek ini jelas tidak mungkin.

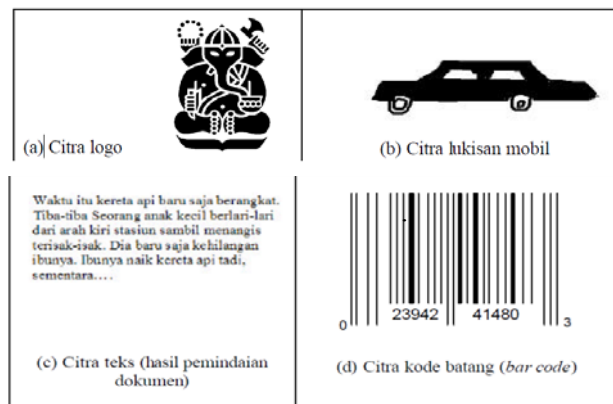


(a) Kiri: citra anjing collie yang terlalu gelap; Kanan: histogramnya

(b) Kiri: citra anjing collie setelah perataan histogram; kanan: histogramnya

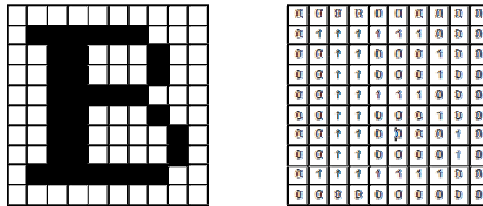
3. Kontras Binar

Citra biner (*binary image*) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya daripada citra biner, namun tidak membuat citra biner mati. Pada beberapa aplikasi citra biner masih tetap dibutuhkan, misalnya citra logo instansi (yang hanya terdiri atas warna hitam dan putih), citra kode batang (*bar code*) yang tertera pada label barang, citra hasil pemindaian dokumen teks, dan sebagainya. Citra biner hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. *Pixel-pixel* objek bernilai 1 dan *pixel-pixel* latar belakang bernilai 0. Pada waktu menampilkan gambar, 0 adalah putih dan 1 adalah hitam. Jadi, pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan objek berwarna hitam.



Gambar 11.1 Beberapa contoh citra biner





Gambar 11.2 Huruf "E" dan representasi biner dari derajat keabuan.

Meskipun komputer saat ini dapat memproses citra hitam-putih (*greyscale*) maupun citra berwarna, namun citra biner masih tetap dipertahankan keberadaannya. Alasan penggunaan citra biner adalah karena ia memiliki sejumlah keuntungan sebagai berikut:

1. Kebutuhan memori kecil karena nilai derajat keabuan hanya membutuhkan representasi 1 bit. Kebutuhan memori untuk citra biner masih dapat berkurang secara berarti dengan metode pemampatan *run-length encoding* (*RLE*). Metode *RLE* akan dijelaskan kemudian.

2. Waktu pemrosesan lebih cepat dibandingkan dengan citra hitam-putih karena banyak operasi pada citra biner yang dilakukan sebagai operasi logika (*AND*, *OR*, *NOT*, dll) ketimbang operasi aritmetika bilangan bulat.

Aplikasi yang menggunakan citra biner sebagai masukan untuk pemrosesan pengenalan objek, misalnya pengenalan karakter secara optik, analisis kromosom, pengenalan *sparepart* komponen industri, dan sebagainya.

4. Gabungan Informasi Dua Citra

Pada saat ini banyak aplikasi pengolahan citra yang membutuhkan analisis gabungan yang melibatkan dua tau lebih citra yang didapatkan dari sensor yang berbeda atau pada waktu yang berbeda. Untuk dapat melakukan analisis gabungan tersebut maka citra-citra tersebut harus diregistrasi terlebih dahulu karena citra-citra yang belum teregistrasi ini bisa memiliki transformasi seperti translasi, rotasi, dan skala diantara mereka atau terdegradasi oleh blur dan noise.

Adapun definisi dari registrasi citra adalah sebagai berikut, diberikan dua buah citra yaitu I1 (didefinisikan sebagai reference image) dan I2 (didefinisikan sebagai sensed image), maksud dari registrasi citra adalah meralat I2 ke system koordinat I1 dan membuat titik koordinat yang berkorespondensi dari kedua citra tersebut cocok terhadap lokasi geografi yang sama.

Awalnya kegiatan registrasi citra dilakukan secara manual oleh seorang expert. Salah satu tugas seorang expert dalam kegiatan registrasi citra adalah menentukan titik koordinat yang berkorespondensi antara reference Image dengan sensed image. Setelah itu registrasi sensed image ke reference image dilakukan berdasarkan pasangan titik koordinat yang berkorespondensi tersebut. Namun kegiatan ini sangat membutuhkan keahlian dari expert untuk menentukan pasangan titik koordinat dan menghabiskan waktu apabila citra-citra yang ingin diregistrasi berukuran besar atau jumlahnya banyak.

Automatic Image Registration merupakan prosedur otomatis yang membutuhkan sedikit atau tidak ada pengawasan dari expert untuk melakukan registrasi citra. Otomatisasi prosedur ini membutuhkan perubahan proses pencarian titik koordinat yang berkorespondensi dari manual menjadi otomatis. Jadi dengan adanya prosedur ini maka keuntungan yang diharapkan adalah waktu registrasi yang dibutuhkan semakin sedikit dan mengurangi human error yang mungkin terjadi. kegiatan, seperti pembuatan peta topografi, koreksi citra satelit, pemetaan daerah rawan bencana (banjir, tsunami, longsor, dan gunung api) dan penyusunan tataruang wilayah. Ketersediaan Data DEM yang digunakan saat ini berasal dari berbagai sumber, seperti DEM dari peta topografi, DEM dari sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) seperti *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) atau DEM yang diturunkan dari data stereo seperti data stereo sensor *Advanced Land Observation Satellite - The panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping* (ALOS PRISM). Masing-masing DEM memiliki kelebihan dan kelemahan yang terkait dengan kedetilan informasi, cakupan wilayah dan tingkat akurasi. Seperti contoh, DEM dari peta topografi mempunyai informasi yang detil pada daerah curam tapi tidak detil pada daerah datar, DEM SRTM memiliki tingkat akurasi yang tinggi tapi resolusi spasial yang

rendah, sedangkan DEM dari citra stereo memiliki resolusi spasial dan tingkat akurasi yang tinggi tapi bermasalah dengan awan dan cakupannya yang sempit.

a) Filtering

Filtering adalah cara untuk meloloskan (menerima) komponen dengan frekuensi tertentu dan menghilangkan (menolak) komponen dengan frekuensi yang lain. Dalam penggunaan cara filtering diperlukan sebuah cara filter $g(x,y)$ berupa matriks berukuran $n \times n$, (umumnya 3×3) yang tiap-tiap sel-selnya berisi bobot filtering. Ada yang menyebutnya sebagai filter, mask, kernel, ataupun window. Setiap titik (x,y) pada citra $f(x,y)$ di filter dengan filter $g(x,y)$ menghasilkan $h(x,y)$. $h(x,y) \rightarrow$ hasil filtering pada titik (x,y) .

Ada 2 jenis metode yang digunakan dsalam proses filtering. Jenis-jenis metode itu adalah :

1. Filter Spasial Linier
2. Filter Spasial Non Linier

A. Metode Spasial Linier.

1. Metode *Mean Filter*

Mean Filtering digunakan sebagai penghalusan (smoothing). Mengaburkan (blurring) citra untuk mereduksi noise. Blurring akan menghilangkan detail kecil dari suatu citra sebelum dilakukan ekstraksi objek dan dapat Menghubungkan celah kecil yang memisahkan garis atau kurva. Filter rata-rata pada Filter Linier sama dengan Filter rata-rata pada Filter Non Linier.

Metode *mean filter* adalah satu teknik *filtering* yang bekerja dengan cara menggantikan intensitas suatu *pixel* dengan rata-rata nilai *pixel* dari *pixel-pixel* tetangganya. Jika suatu citra $f(x,y)$ yang berukuran $M \times N$ dilakukan proses *filtering* dengan penapis $h(x,y)$ maka akan menghasilkan citra $g(x,y)$, dimana

penapis $h(x,y)$ merupakan matrik yang berisi nilai $1/\text{ukuran penapis}$. Secara matematis proses tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$g(x,y) = f(x,y) * h(x,y)$$

Operasi diatas dipandang sebagai konvolusi antara citra $f(x,y)$ dengan penapis $h(x,y)$, dimana $*$ menyatakan operator konvolusi dan prosesnya dilakukan dengan menggeser penapis konvolusi *pixel per pixel*.



2. Filter Gaussian.

Nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri.

Filter harus dirancang terlebih dahulu, dengan berdasarkan pada ordo matriks dan nilai standart deviasi σ .

Dengan efek kurva yang dihasilkan, maka akan didapat efek smoothing pada citra yang diproses

Semakin besar nilai standart deviasi σ , maka semakin halus pula efek yang dihasilkan dari pemfilteran menggunakan Filter yang dihasilkan.

Persamaan-persamaan pada Gaussian.

Fungsi *zero mean Gaussian* dua variabel

$$g(x,y) = e^{-(x^2+y^2)/(2 \cdot \sigma^2)}$$

Untuk mengisi elemen-elemen pada matriks kernel Gaussian

a) Distribusi diskrit gaussian

$$g(x,y) = c \cdot e^{-(x^2+y^2)/(2 \cdot \sigma^2)}$$

nilai c yang dihasilkan dikalikan dengan masing-masing bobot nilai, sehingga menghasilkan matriks filter gaussian.

e Adalah konstanta euler dengan nilai 2.718281828.

Merancang Gaussian Filter.

Cari $g(x,y)/c = e^{-(x^2+y^2)/(2 \cdot \sigma^2)}$, tempatkan pada sebuah matriks $m \times n$

Cari nilai terkecil dari matriks $m \times n$ yang didapat

Cari koefesien c dengan cara membagi 1 dengan nilai terkecil $g(x,y)$

Cari $g(x,y)$ dengan koefesien c yang berhasil didapat

Cari jumlah $g(x,y)$ sebagai pembagi

Masukkan jumlah $g(x,y)$ sebagai pembagi matriks filter yang berhasil didapat.

Contoh merancang karnel Gaussian

3. LowPass Filtering

Pelembutan citra (image smooting) mempunyai tujuan mengurangi noise pada suatu image. Noise-noise tersebut muncul sebagai suatu akibat dari hasil pensamplingan yang tidak bagus. pixel komponen yang mempunyai noise pada umumnya memiliki frekuensi yang tinggi (berdasarkan analisis fourier). Komponen citra yang berfrekuensi rendah akan diloloskan dan komponen yang berfrekuensi tinggi akan ditahan. Operasi image smoothing disebut juga lowpassw filtering.

Contoh lain dari Low Pass Filter yang menghasilkan efek smoothing yang lebih halus dengan efek blurring yang lebih sedikit adalah:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1/8 & 0 \\ 1/8 & 1/2 & 1/8 \\ 0 & 1/8 & 0 \end{bmatrix}$$

4. HighPass Filtering

Tujuan dari image sharpening adalah mempertajam edge pada suatu citra. Operasi ini dilakukan dengan cara melewatkan citra pada highpass filter.

Highfilter akan memperkuat komponen yang berfrekuensi tinggi dan menurunkan komponen yang berfrekuensi rendah. Penajaman citra lebih berpengaruh(edge) suatu objek, maka image sharpening sering disebut sebagai penajaman tepi(edge sharpening).

Highpass filtering koefisien-koefisiennya dapat bernilai positif, nol, atau negatif. Sedangkan jumlah koefisiennya adalah 0 dan 1. Apabila jumlah koefisiennya = 0, maka komponen berfrekuensi rendah akan turun nilainya. Apabila jumlah koefisiennya = 1, maka komponen berfrekuensi rendah akan sama nilainya dengan semula. Komponen citra yang berfrekuensi tinggi akan di loloskan sedangkan yang berfrekuensi rendah akan ditahan.

Untuk mengimplementasikan proses filtering dengan lowpass filter dan highpass filter pada suatu citra adalah sebagai berikut:

- a. meload citra asli yang akan dilihat histogram citranya(format BMP)
- b. menampilkannya pada suatu akses
- c. melakukan operasi lowpass dan highpass filter
- d. menampilkan citra tersebut pada axes tertentu
- e. menampilkan difference image pada axes lainnya
- f. serta menampilkan 2D dan 3D pada axes yang berbeda

Contoh highPass filtering dengan nilai koefisien = 0



B. Metode *Median Filter*

Metode median filter merupakan filter non-linear yang dikembangkan Tukey, yang berfungsi untuk menghaluskan dan mengurangi *noise* atau gangguan pada citra.

Dikatakan nonlinear karena cara kerja penapis ini tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi. Operasi nonlinear dihitung dengan mengurutkan nilai intensitas sekelompok *pixel*, kemudian menggantikan nilai *pixel* yang diproses dengan nilai tertentu.

Pada *median filter* suatu *window* atau penapis yang memuat sejumlah *pixel* ganjil digeser titik per titik pada seluruh daerah citra. Nilai-nilai yang berada pada *window* diurutkan secara *ascending* untuk kemudian dihitung nilai mediannya. Nilai tersebut akan menggantikan nilai yang berada pada pusat bidang *window*.

Jika suatu *window* ditempatkan pada suatu bidang citra, maka nilai *pixel* pada pusat bidang *window* dapat dihitung dengan mencari nilai median dari nilai intensitas sekelompok *pixel* yang telah diurutkan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut: $g(x,y) = \text{Median}\{f(x-i, y-j), (i,j) \in w\}$ (2.3)

dimana $g(x,y)$ merupakan citra yang dihasilkan dari citra $f(x,y)$ dengan w sebagai *window* yang ditempatkan pada bidang citra dan (i,j) elemen dari *window* tersebut.

Penilaian Kualitas Citra

Penilaian kualitas citra dilakukan dengan cara penilaian secara objektif dengan menggunakan besaran MSE dan PSNR kedua besaran tersebut membandingkan *pixel-pixel* pada posisi yang sama dari dua citra yang berlainan.

MSE (*Mean Square Error*)

MSE adalah rata-rata kuadrat nilai kesalahan antara citra asli dengan citra hasil pengolahan yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |(f(x, y) - g(x, y))|^2$$

(3.1)

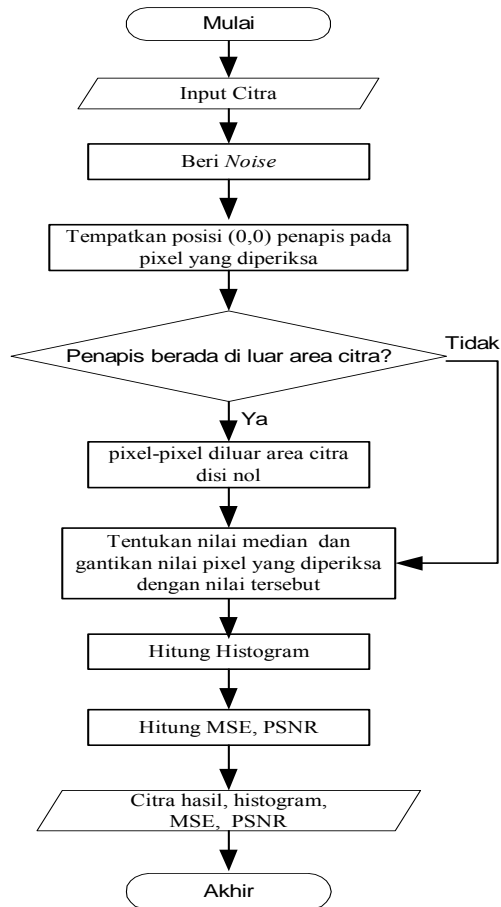
PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum warna pada citra hasil *filtering* dengan kuantitas gangguan (*noise*), yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), *noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai kesalahan (\sqrt{MSE}). Secara matematis, nilai PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right)$$

Perancangan

Perancangan prosedural dilakukan dengan membuat *flowchart* sistem untuk metode yang digunakan. *Flowchart* merupakan suatu cara untuk menggambarkan langkah-langkah kerja program yang meliputi input, proses, dan outputnya.



Gambar 4.1 *Flowchart Mean Filter*

3. Koreksi Geometris.

Setiap citra perlu dilakukan direktifikasi untuk mengoreksi kesalahan geometri dalam proses pengambilan data, baik yang disebabkan oleh kelengkungan permukaan bumidan pergerakan satelit, maupun kesalahan instrumen serta ketidakstabilan wahana, jika tidak dilakukan koreksi geomerti maka tidak dapat dilakukan pengukuran panjang, keliling, dll.

Tujuan dari koreksi geometri adalah untuk memperbaiki distorsi geometrik dengan meletakkan elemen citra pada posisi planimetric(x dan y) yang seharusnya, sehingga citra mempunyai kenampakan yang lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya di permukaan bumi sehingga dapat digunakan sebagai peta.

Ada hal yang menjadi kenapa citra perlu dilakukan koreksi geometrik :

- a. Citra hasil penginderaan jauh mengalami distorsi geometrik
- b. Citra hasil penginderaan jauh mengalami kesalahan digital number sebagai dampak dari gangguan atmosfer.
- c. Banyaknya gangguan (noise) pada gambar seperti striping, bad line, line drop dan salt sld paper yang dikarenakan keterbatasan pencitraan, seperti adanya gangguan signal digitazition ataupun kerusakan pada satelit.

Dalam pengolahan citra terdapat operasi aritmetik dan geometrik. Operasi aritmetik hanya mengubah intensitas pixel namun tidak mengubah koordinat pixelnya, sedangkan operasi geometrik sebaliknya , mengubah koordinat pixel namun intensitas tetap. Distorsi geometrik merupakan distorsi spatial, yaitu terjadi pergeseran posisi spatial citra yang di tangkap. Distorsi geometrik ini di sebabkan oleh kesalahan yang terjadi seperti kerusakan sensor, platform dan gerakan bumi.

Beberapa operasi geometrik dalam pengolahan citra adalah:

1. Translasi
2. Rotasi
3. Pengskalarancitra.

Translasi

Translasi adalah pergeseran koordinat pixel suatu citra dengan terhadap sumbu x dan y.



Rotasi

Rotasi adalah perputaran citra dengan sudut tertentu dengan poros (0,0).

Rumus rotasi citra:

$$x' = x \cos(q) - y \sin(q)$$

$$y' = x \sin(q) + y \cos(q)$$

yang dalam hal ini, q = sudut rotasi berlawanan arah jarum jam . Jika citra semula adalah A dan citra hasil rotasi adalah B , maka rotasi citra

dari A ke B :

$$B[x'][y'] = B[x \cos(q) - y \sin(q)][x \sin(q) + y \cos(q)] = A[x][y]$$

Jika sudut rotasinya 90° , maka implementasinya lebih mudah dilakukan dengan cara menyalin *pixel-pixel* baris ke *pixel-pixel* kolom pada arah rotasi. Rotasi 180° diimplementasikan dengan melakukan rotasi 90° dua kali. Algoritma rotasi citra sejauh 90 derajat berlawanan arah jarum jam ditunjukkan.



Contoh rotasi melawan arah jarum jam.



Penskalaran citra

Penskalaran citra adalah pengubahan ukuran citra atau lebih dikenal image zooming (zoom out dan zoom in).



1. Registrasi dan Sampling

Interpolasi Citra

Pada saat kita mempunyai citra dengan ukuran kecil, kadang kita ingin memperbesar citra yang kita miliki untuk melihat gambarnya secara lebih jelas. Proses memperbesar gambar pada pengolahan citra memiliki istilah lain yaitu interpolasi. Apakah interpolasi itu?

Interpolasi adalah proses yang dikerjakan oleh perangkat lunak untuk melakukan pembuatan ulang (*resample*) dari contoh data citra untuk menentukan nilai-nilai antara pixel-pixel yang ditetapkan (sumber: Wijaya, M. C. dan A. Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*. Bandung : Informatika).

Ketelitian hasil perhitungan interpolasi dan lama waktu yang diperlukan untuk perhitungan dari suatu algoritma interpolasi sangat tergantung pada metode interpolasi yang digunakan.

Jenis interpolasi sendiri sebenarnya ada bermacam-macam, namun pada tulisan ini saya hanya akan membahas 2 tipe interpolasi yaitu : interpolasi tetangga terdekat dan interpolasi bilinier.

b) INTERPOLASI TETANGGA TERDEKAT

Interpolasi tetangga terdekat (*nearest neighbour*), nilai keabuan titik hasil diambil dari nilai keabuan pada titik asal yang paling dekat dengan koordinat hasil perhitungan dari transformasi spasial. Untuk citra 2 dimensi, tetangga terdekat dipilih di antara 4 titik asal yang saling berbatasan satu-sama lain. Kelebihan dari interpolasi tetangga terdekat adalah kemudahan dan kecepatan eksekusinya (sumber: Achmad, B. dan K. Firdausy. 2005. *Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Delphi*. Yogyakarta : Ardi Publishing).

Penggunaan teknik interpolasi ini pada pembesaran citra merupakan proses pengulangan elemen gambar, sedangkan pada pengecilan citra merupakan proses *sampling* berjarak. Pada proses pembesaran citra dengan skala besar, metode ini akan menghasilkan gambar yang bertampak blok-blok atau kumpulan-kumpulan pixel dengan intensitas sama. Hal tersebut disebabkan karena tidak adanya proses penghalusan (sumber: Murni, A. 1992. *Pengantar Pengolahan Citra*. Jakarta : Gramedia kerjasama dengan UI Press.).

Interpolasi Bilinear

Interpolasi bilinear, nilai keabuan dari keempat titik yang bertetangga memberi sumbangan terhadap nilai keabuan hasil, dengan bobot masing-masing yang linier dengan jaraknya terhadap koordinat yang dimaksud. Makin dekat titik tetangga tersebut, makin besar bobotnya, dan sebaliknya makin jauh akan makin kecil bobotnya (sumber: Achmad, B. dan K. Firdausy. 2005. *Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Delphi*. Yogyakarta : Ardi Publishing).

Metode interpolasi bilinear digunakan pada proses registrasi dan menggunakan dua persamaan linier, pendekatannya juga lebih halus dibandingkan dengan metode tetangga terdekat, di mana proses interpolasi dilakukan dengan memperhitungkan pengaruh distribusi tingkat keabuan pixel-pixel tetangga yang digunakan pada proses interpolasi berbanding terbalik dengan jaraknya ke pixel yang diinterpolasi (sumber: Murni, A. 1992. *Pengantar Pengolahan Citra*. Jakarta : Gramedia kerjasama dengan UI Press).

Perbedaan keduanya dapat terlihat secara jelas dari hasil gambar interpolasi dan nilai intensitas pixelnya. Berikut hasil citra yang saya olah dengan menggunakan software buatan sendiri (hasil tugas akhir saya) sehingga terlihat jelas bentuk perbedaan interpolasi tetangga terdekat dan interpolasi bilinier.

Hasil gambar interpolasi tetangga terdekat terlihat tidak smooth sedangkan hasil gambar interpolasi bilinier terlihat smooth. Begitu juga dengan hasil gambar citra crop yang diolah pada gambar kedua, terlihat bahwa antara hasil interpolasi tetangga terdekat dengan interpolasi bilinier memiliki nilai intensitas pixel dan gambar histogram yang berbeda-beda.

Pendeteksian Tepi (Edge Detection)

Tepi (edge) adalah himpunan piksel terhubung yang terletak pada boundary di antara dua region. Tepi ideal seperti diilustrasikan pada gambar 10.5.a adalah himpunan piksel terhubung (dalam arah vertikal), masing-masing terletak pada transisi step orthogonal dari tingkat keabuan. Pada prakteknya, ketidaksempurnaan optik, sampling, dan proses pengambilan data citra, akan menghasilkan tepi-tepi yang kabur, dengan derajat kekaburan ditentukan oleh faktor-faktor seperti kualitas peralatan yang digunakan untuk mengambil data citra, rata-rata sampling, dan kondisi pencahayaan. Akibatnya, tepi lebih banyak dimodelkan seperti “ramp” (lihat gambar fig 10.5.b). Ketebalan tepi ditentukan oleh panjang ramp. Panjang ramp ditentukan oleh kemiringan (slope), dan slope ditentukan oleh derajat kekaburan. Tepian yang kabur cenderung lebih tebal, dan tepian yang tajam cenderung lebih tipis. Magnitude dari turunan pertama bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan edge pada suatu titik dalam citra (misalnya, menentukan apakah suatu titik berada pada ramp atau tidak). Tanda dari turunan kedua bisa digunakan untuk menentukan apakah suatu piksel edge terletak pada sisi gelap atau sisi terang dari edge. Property zero-crossing (garis lurus imajiner yang menghubungkan nilai ekstrim positif dan negatif dari turunan kedua akan melintasi nol di pertengahan edge) cukup berguna untuk menentukan pusat dari edge yang tebal. Agar dapat diklasifikasikan sebagai titik

tepi, transisi tingkat keabuan pada titik tersebut harus cukup kuat dibandingkan background di sekitarnya. Untuk menentukan apakah suatu nilai “cukup signifikan” atau tidak, bisa digunakan threshold. Jadi, suatu titik di dalam citra merupakan bagian dari edge, jika turunan pertama 2-D nya lebih besar dari threshold. Himpunan titik-titik yang terhubung menurut kriteria keterhubungan tertentu didefinisikan sebagai edge. Istilah segmen edge digunakan jika ukuran edge relatif pendek dibanding ukuran citra. Permasalahan dalam segmentasi adalah bagaimana cara merangkai segmen-segmen edge ini menjadi edge yang lebih panjang. Edge juga bisa ditentukan menggunakan property zero crossings dari turunan kedua.

Analisis citra pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan, yaitu ekstraksi ciri, segmentasi, dan klasifikasi. Faktor kunci dalam mengekstraksi ciri adalah kemampuan mendeteksi keberadaan tepi di dalam citra. Ada beberapa metode deteksi tepi. Penggunaan metode deteksi tepi yang tidak tepat, akan menghasilkan pendeteksian yang gagal. Pendeteksian tepi merupakan tahapan untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra.

Konsep Deteksi Sisi

Tepi adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Perbedaan intensitas inilah yang memperlihatkan rincian pada gambar. Tepi dapat diorientasikan dengan suatu arah, dan arah ini berbeda-beda, tergantung pada perubahan intensitas

Ada tiga macam tepi yang terdapat di dalam citra digital. Ketiganya adalah tepi curam, tepi landai, dan tepi yang mengandung derau.

2. Teknik Deteksi Tepi

Terdapat beberapa teknik yang digunakan untuk mendeteksi tepi, antara lain (Munir, 2004) :

1. Operator gradien pertama, contoh beberapa gradien pertama yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi di dalam citra, yaitu operator gradien selisih-terpusat, operator Sobel, operator Prewitt, operator Roberts, operator Canny.

2. Operator turunan kedua, disebut juga operator Laplace. Operator Laplace mendeteksi lokasi tepi khususnya pada citra tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai persilangan nol, yaitu titik di mana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Contohnya adalah operator Laplacian Gaussian, operator Gaussian.

3. Operator kompas, digunakan untuk mendeteksi semua tepi dari berbagai arah di dalam citra. Operator kompas yang dipakai untuk deteksi tepi menampilkan tepi dari 8 macam arah mata angin yaitu Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat, Barat Daya, dan Barat Laut. Deteksi tepi dilakukan dengan mengkonvolusikan citra dengan berbagai maskkompas, lalu dicari nilai kekuatan tepi (magnitude) yang terbesar dan arahnya. Operator kompas yang dipakai untuk deteksi tepi menampilkan tepi dari 8 macam arah mata angin, yaitu Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat, Barat Daya, dan Barat Laut.

Selain operator gradien yang sudah disebutkan, masih ada beberapa operator gradien yang lain yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi di dalam citra, yaitu selisih terpusat, sobel, prewitt, Roberts, dan Canny.

3. Deteksi Segmen

Deteksi diskontinuitas

Ada tiga macam diskontinuitas tingkat keabuan pada citra digital; yaitu : *point*(titik), *line* (garis), *edge* (tepi). Cara yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi diskontinuitas pada citra digital adalah dengan menjalankan *mask*(filter) melewati seluruh citra.

Mask umumnya berupa matriks $m \times n$, terdiri dari koefisien-koefisien yang jika dijumlahkan akan bernilai nol, yang menyatakan bahwa *response mask* akan bernilai nol di area yang tingkat keabuannya konstan.

Response dari *mask* pada sembarang titik pada citra :

$$\begin{aligned} R &= w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_9 z_9 \\ &= \sum_{i=1}^9 w_i z_i \end{aligned}$$

dimana z_i adalah tingkat keabuan dari piksel citra, dan diasosiasikan dengan koefisien mask w_i . *Response* mask didefinisikan pada lokasi titik pusat *mask*.

4. Deteksi Titik (Point detection)

Suatu titik terdeteksi berada di pusat *mask* jika $|R| \geq T$, dimana T adalah threshold nonnegative. Identy adalah bahwa *titik yang terisolasi* (suatu titik dengan tingkat keabuan yang sangat berbeda dari latar belakangnya dan berada di area yang homogen atau hampir homogen) akan sangat berbeda dengan latar belakangnya

5. Deteksi Garis (Line Detection)

Jika *mask* sebelah kiri dipindahkan pada seluruh citra, maka responnya akan lebih kuat pada garis dengan ketebalan satu piksel dan berorientasi horisontal. Koefisien *mask* jika dijumlahkan adalah nol. Hal ini menunjukkan bahwa respon *mask* adalah nol pada area dengan tingkat keabuan konstan. Misalkan R_1, R_2, R_3 , dan R_4 , menyatakan respons dari *mask*. Anggaplah bahwa setiap *mask* dijalankan sendiri-sendiri pada suatu citra. Jika, pada satu titik citra, $|R_i| > |R_j|$, untuk semua $j \neq i$, titik tersebut dikatakan lebih berasosiasi dengan garis dengan arah *mask* i . Jika kita ingin mendeteksi garis dengan arah yang sudah ditentukan, kita bisa menggunakan *mask* yang sesuai dengan arah tersebut dan melakukan thresholding terhadap outputnya.

6. Pemasangan Citra

1. Pengertian Image

Pengertian image/ gambar => Image atau gambar adalah merupakan sebuah petunjuk diri yang terdapat dalam sebuah struktur referensi.

2. Pengertian format foto

Joint Photographic Experts Group (JPEG) adalah Format gambar yang banyak digunakan untuk menyimpan gambar-gambar dengan ukuran lebih kecil. Beberapa karakteristik gambar JPEG: Memiliki ekstensi .jpg atau .jpeg. Mampu menayangkan warna dengan kedalaman 24-bit true color. Mengompresi gambar dengan sifat lossy. Umumnya digunakan untuk menyimpan gambar-gambar hasil foto.

- a) JPEG berbeda dengan MPEG (Moving Picture Experts Group) yang menyediakan kompresi untuk video
- b) PNG (Portable Network Graphics) adalah salah satu format penyimpanan citra yang menggunakan metode pemasangan yang tidak menghilangkan bagian dari citra tersebut (Inggris lossless compression). PNG dibaca “ping”, namun biasanya dieja apa adanya – untuk menghindari kerancuan dengan istilah “ping” pada jaringan komputer. Format PNG ini diperkenalkan untuk menggantikan format penyimpanan citra GIF. Secara umum PNG dipakai untuk Citra Web (Jejaring jagad Jembar – en:World Wide Web). Untuk Web, format PNG mempunyai 3 keuntungan dibandingkan format GIF: Channel Alpha (transparansi) Gamma (pengaturan terang-gelapnya citra en:”brightness”) Penayangan citra secara progresif (progressive display) Selain itu, citra dengan format PNG mempunyai faktor kompresi yang lebih baik dibandingkan dengan GIF (5%-25% lebih baik dibanding format GIF). Satu fasilitas dari

GIF yang tidak terdapat pada PNG format adalah dukungan terhadap penyimpanan multi-citra untuk keperluan animasi.

- c) Untuk keperluan pengolahan citra, meskipun format PNG bisa dijadikan alternatif selama proses pengolahan citra – karena format ini selain tidak menghilangkan bagian dari citra yang sedang diolah (sehingga penyimpanan berulang ulang dari citra tidak akan menurunkan kualitas citra) namun format JPEG masih menjadi pilihan yang lebih baik.
- a) Graphics Interchange Format (GIF) merupakan salah satu format gambar yang banyak digunakan. Beberapa karakteristik format gambar GIF. Mampu menayangkan maksimum sebanyak 256 warna karena format GIF menggunakan 8-bit untuk setiap pixel-nya. Mengkompresi gambar dengan sifat lossless. Mendukung warna transparan dan animasi sederhana.
- b) TIFF (Tagged Image File Format) adalah format gambar yang fleksibel biasanya menyimpan 16-bit per warna – merah, hijau dan biru untuk total 48-bit – atau 8-bit per warna – merah, hijau dan biru untuk total 24-bit – dan menggunakan nama file atau perpanjangan TIFF TIF. TIFF yang kedua adalah fleksibilitas fitur, dan kutukan, dengan tidak ada satu pembaca semua mampu menangani berbagai jenis file TIFF. TIFF dapat lossy atau lossless. Beberapa jenis TIFF menawarkan kompresi lossless relatif baik untuk tingkat dua (hitam dan putih, tidak abu-abu) gambar. Beberapa tinggi-akhir kamera digital memiliki pilihan untuk menyimpan gambar dalam format TIFF, menggunakan algoritma kompresi LZW untuk lossless penyimpanan. TIFF format gambar yang tidak didukung penuh oleh web browser, dan tidak boleh digunakan di World Wide Web. TIFF masih secara luas diterima sebagai file foto standar dalam industri percetakan. TIFF adalah mampu menangani perangkat-warna ruang khusus, seperti yang ditetapkan oleh CMYK tertentu menetapkan pencetakan tekan inks.
- c) Bitmap (bmp) Bitmap adalah jenis format gambar yang digunakan untuk menyimpan gambar digital.

- a) Pada foto yang berformat bmpmonochrome bentuk gambar berwarna hitam putih karena kumpulan warna yang ada pada format tersebut sedikit.
 - b) Foto bmp16 color: hanya memiliki 16 warna yang tersedia. Jadi kualitas gambar tidak terlalu bagus.
 - c) Foto bmp256 color : hanya memiliki 256 warna. Kualitas gambar jadi memiliki motif.
 - d) Foto bmp24 bit : kualitas foto lebih kabur.
 - e) Foto gif : foto yang format gif terlihat jelas pixel-pixelnya.
 - f) Foto tif : foto yang dihasilkan hamper mirip dengan format jpg.
 - g)
- c) PEMAMPATAN CITRA

Pemampatan citra adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi (sebuah data yang diulang beberapa kali) dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien. pemampatan citra bertujuan meminimalkan kebutuhan memori untuk merepresentasikan citra digital dengan mengurangi duplikasi data di dalam citra sehingga memori yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula. Proses kompresi sendiri merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang lebih "padat" namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut. Pada citra, video atau audio kompresi mengarah pada minimisasi jumlah bit rate untuk representasi digital

A. Manfaat Pemampatan citra:

Waktu pengiriman data pada saluran komunikasi data lebih singkat membutuhkan ruang memori dalam storage lebih sedikit dibandingkan dengan citra yang dimampatkan. Semakin besar ukuran citra, semakin besar memori yang dibutuhkan. Namun kebanyakan citra mengandung duplikasi data.

B. suatu pixel memiliki intensitas yang sama dengan dengan pixel tetangganya, sehingga penyimpanan setiap pixel memboroskan tempat

C. citra banyak mengandung bagian (region) yang sama, sehingga bagian yang sama ini tidak perlu dikodekan berulang kali karena mubazir atau redundan teknik teknik dalam pemampatan citra

5. lossless Compression

Teknik kompresi citra dimana tidak ada satupun informasi citra yang dihilangkan. Biasa digunakan pada citra medis. Metode lossless : Run Length Encoding, Entropy Encoding (Huffman, Aritmatik), dan Adaptive Dictionary Based (LZW) Compression

6. lossy Compression

Ukuran file citra menjadi lebih kecil dengan menghilangkan beberapa informasi dalam citra asli teknik ini mengubah detail dan warna pada file citra menjadi lebih sederhana tanpa terlihat perbedaan yang mencolok dalam pandangan manusia, sehingga ukurannya menjadi lebih kecil biasanya digunakan pada citra foto atau image lain tidak terlalu memerlukan detail citra, dimana kehilangan bit rate foto tidak berpengaruh pada citra.

7. Pengelompokan dan Pengenalan Pola

Pengenalan pola merupakan bidang dalam pembelajaran mesin dan dapat diartikan sebagai "tindakan mengambil data mentah dan bertindak berdasarkan klasifikasi data". Dengan demikian, ia 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. Berdasar

beberapa definisi di atas, pengenalan pola bisa didefinisikan sebagai cabang kecerdasan yang menitik-beratkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam klas - klas 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. Pengenalan pola biasanya merupakan langkah perantara bagi proses lebih lanjut. Langkah ini biasanya merupakan dapatan data (gambar, bunyi, teks, dll.) untuk dikelaskan, pre-pemrosesan untuk menghilangkan gangguan atau menormalkan gambar dalam satu cara (pemrosesan gambar (*image processing*), teks dll.), pengiraan ciri-ciri, pengkelasan dan akhirnya post-pemrosesan berdasarkan kelas pengenalan dan aras keyakinan.

Pengenalan pola itu sendiri khususnya berkaitan dengan langkah pengkelasan. Dalam kasus tertentu, sebagaimana dalam jaringan syaraf (*neural networks*), *pemilihan ciri-ciri dan pengambilan juga boleh dilaksanakan secara semi otomatis atau otomatis sepenuhnya*. Sementara terdapat banyak kaidah untuk pengkelasan, ia menyelesaikan satu dari tiga masalah matematis berkaitan.

Pertama adalah mencari peta ruang ciri (*feature space*) (biasanya pelbagai dimensi ruang vektor (*vector space*)) bagi set label. Secara bersamaan ia membagi ruang ciri menjadi kawasan-kawasan, kemudian meletakkan label kepada setiap kawasan. Algoritma yang demikian ini (contohnya the nearest neighbour algorithm) biasanya belumlah menghasilkan kepercayaan atau class probabilities, sebelum diterapkannya post-processing.

Masalah kedua adalah untuk menganggap masalah sebagai anggaran, dimana matlamat adalah untuk menganggar fungsi bagi bentuk

$$P(\text{class}|\vec{x}) = f(\vec{x};\vec{\theta})$$

dimana input vektor ciri adalah \vec{x} , dan fungsi f biasanya diparameter oleh sebagian parameter $\vec{\theta}$. Dalam pendekatan statistik Bayesian bagi masalah ini, berlainan dengan memilih satu vektor parameter $\vec{\theta}$, hasil dibentuk bagi kesemua thetas yang mungkin, dengan turutan berat bagi ketepatan berdasarkan data latihan D :

$$P(\text{class}|\vec{x}) = \int f(\vec{x}; \vec{\theta}) P(\vec{\theta}|D) d\vec{\theta}$$

Masalah ketiga terkait dengan masalah kedua, tetapi masalahnya adalah untuk mengangkar kebangkalian bersyarat (*conditional probability*) $P(\vec{x}|\text{class})$ dan kemudian menggunakan aturan Bayes untuk menghasilkan kemungkinan kelas sebagaimana dalam masalah kedua.

7. ANALISIS CLUSTER

Analisis *Cluster* adalah suatu analisis statistik yang bertujuan memisahkan kasus/obyek ke dalam beberapa kelompok yang mempunyai sifat berbeda antar kelompok yang satu dengan yang lain. Dalam analisis ini tiap-tiap kelompok bersifat homogen antara anggota dalam kelompoknya atau dapat dikatakan variasi obyek/individu dalam satu kelompok yang terbentuk sekecil mungkin (*Anderberg, 1973*).

Analisis *Cluster* merupakan metode pengelompokan, di mana data yang akan dikelompokkan belum membentuk kelompok sehingga pengelompokkan yang akan dilakukan bertujuan agar data yang terdapat di dalam kelompok yang sama relatif lebih homogen daripada data yang berada pada kelompok yang berbeda. Diharapkan dengan terbentuknya kelompok tersebut akan lebih mudah menganalisa dan lebih tepat pengambilan keputusan sehubungan dengan masalah tersebut. Analisis *Cluster* dilakukan untuk tujuan: (1) menggali data/eksplorasi data, (2) mereduksi data menjadi kelompok data baru dengan jumlah lebih kecil atau dinyatakan dengan pengkelasan (klasifikasi) data, (3) menggeneralisasi suatu populasi untuk memperoleh suatu hipotesis, (4) menduga karakteristik data-data.

Algoritma clustering merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data (N) menjadi kelompok – kelompok data tertentu (cluster). Objek data yang terletak didalam satu cluster harus mempunyai kemiripan. Sedangkan yang tidak berada didalam satu cluster tidak mempunyai kemiripan. Jumlah kemungkinan peng-clusteran – an. Misalnya, data X dimana :

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah cluster adalah :

$$S(N,m) = (-1)^{m-1} iN$$

Berdasarkan penjelasan diatas, coba bayangkan suatu pecahan kecil clustering X dan kemudian menentukan suatu clustering yang pantas diantara semuanya. Yang sering menjadi pertanyaan adalah pecahan clustering yang mana yang akan dipertimbangkan untuk dipilih. Kemudian pecahan clustering yang seperti apa yang dikatakan pantas.

Semua persoalan diatas dapat dijawab tergantung terhadap algoritma clustering tertentu dan criteria tertentu yang diterapkan.

8. Klasifikasi dan Segmentasi Citra

1. Pengertian Klasifikasi

Klasifikasi citra merupakan proses yang berusaha mengelompokkan seluruh pixel pada suatu citra ke dalam sejumlah *class* (kelas), sedemikian hingga tiap *class* merepresentasikan suatu entitas dengan properti yang spesifik (Chein-I Chang dan H.Ren, 2000).

Klasifikasi citra menurut Lillesand dan Kiefer (1990), dibagi ke dalam dua klasifikasi yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*).

Pemilihannya bergantung pada ketersediaan data awal pada citra itu. Proses pengklasifikasian klasifikasi terbimbing dilakukan dengan prosedur pengenalan

pola spektral dengan memilih kelompok atau kelas-kelas informasi yang diinginkan dan selanjutnya memilih contoh-contoh kelas (training area) yang mewakili setiap kelompok, kemudian dilakukan perhitungan statistik terhadap contoh-contoh kelas yang digunakan sebagai dasar klasifikasi.

Tujuan dari proses klasifikasi citra adalah untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu objek atau tema tertentu.

2. Pengertian Segmentasi

Salah satu proses yang penting dalam pengenalan objek yang tersaji secara visual (berbentuk gambar) adalah segmentasi. Segmentasi citra adalah suatu proses membagi suatu citra menjadi wilayah wilayah yang homogen (Jain, 1989). Segmentasi citra pada umumnya berdasar pada sifat discontinuity atau similarity dari intensitas piksel.

Pendekatan discontinuity : mempartisi citra bila terdapat perubahan intensitas secara tiba-tiba (edge based). Pendekatan similarity : mempartisi citra menjadi daerah-daerah yang memiliki kesamaan sifat tertentu (region based) contoh: thresholding, region growing, region splitting and merging.

Segmentasi objek di dalam citra bertujuan memisahkan wilayah (*region*) objek dengan wilayah latar belakang. Selanjutnya, wilayah objek yang telah tersegmentasi digunakan untuk proses berikutnya (deteksi tepi, pengenalan pola, dan interpretasi objek). Menurut Jain (1989), segmentasi citra dapat dibagi dalam beberapa jenis, yaitu *dividing image space* dan *clustering feature space*. Jenis yang pertama adalah teknik segmentasi dengan membagi *image* menjadi beberapa bagian untuk mengetahui batasannya, sedangkan teknik yang kedua dilakukan dengan cara memberi index warna pada tiap piksel yang menunjukkan keanggotaan dalam suatu segmentasi.

Metode segmentasi yang umum adalah pengambangan citra (*image thresholding*). Operasi pengambangan mensegmentasikan citra menjadi dua

wilayah, yaitu wilayah objek dan wilayah latar belakang.. Wilayah objek diset berwarna putih sedangkan sisanya diset berwarna hitam (atau sebaliknya). Hasil dari operasi pengambangan adalah citra biner yang hanya mempunyai dua derajat keabuan: hitam dan putih. Sebelum proses segmentasi, citra mengalami beberapa pemrosesan awal (*preprocessing*) untuk memperoleh hasil segmentasi objek yang baik. Pemrosesan awal adalah operasi pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas citra (*image enhancement*). Proses segmentasi dilakukan agar mendapatkan citra yang lebih baik, sehingga terlihat jelas objek-objek yang telah tersegmentasi, yaitu warna yang lebih kontras akan terlihat putih setelah dilakukan segmentasi. Pada citra asli, dapat terlihat celah pada garis yang mengelilingi objek pada gradien yang tersembunyi.

3. Segmentasi Citra Berdasarkan Histogram

Kata histogram berasal dari bahasa Yunani: *histos* dan *gramma*. Pertama kali digunakan oleh Karl Pearson pada tahun 1895 untuk memetakan distribusi frekuensi dengan luasan area grafis batangan menunjukkan proporsi banyak frekuensi yang terjadi pada tiap kategori. Histogram adalah tampilan grafis dari tabulasi frekuensi yang digambarkan dengan grafis batangan sebagai manifestasi *data binning*. Tiap tampilan batang menunjukkan proporsi frekuensi pada masing-masing deret kategori yang berdampingan dengan interval yang tidak tumpang tindih, diharapkan dengan penjabaran yang ada mampu menggambarkan secara umum penggunaan histogram. Informasi penting mengenai isi citra digital dapat diketahui dengan membuat histogram citra.

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran kuantitatif nilai derajat keabuan (*grey level*) *pixel* di dalam (atau bagian tertentu) citra. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah gambar. Secara grafis histogram ditampilkan dengan diagram batang.

Histogram adalah alat bantu yang berharga dalam pekerjaan pengolahan citra baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Histogram berguna antara lain

untuk perbaikan kontras dengan teknik histogram equalization dan memilih nilai ambang untuk melakukan segmentasi objek. Fungsi histogram didefinisikan untuk semua tingkat intensitas yang ada. Untuk setiap nilai intensitas, nilainya sama dengan jumlah piksel dengan nilai intensitas tersebut.

Histogram adalah dasar dari sejumlah teknik pemrosesan citra pada domain spasial, seperti perbaikan, kompresi dan segmentasi citra. Histogram dari suatu citra digital dengan range tingkat $[0 \dots L-1]$ adalah sebuah fungsi diskrit :

$$h(r_k) = n_k$$

dimana

- r_k = tingkat keabuan ke-k
- n_k = jumlah total pixel dengan tingkat keabuan r_k pada citra
- $h(r_k)$ = histogram citra digital dengan tingkat keabuan r_k

Normalisasi histogram dilakukan dengan membagi setiap nilai n_k dengan total jumlah piksel dalam citra, yang dinyatakan dengan n . Histogram yang sudah dinormalisasi dinyatakan dengan $p(r_k) = n_k/n$, untuk $k=0, 1, \dots, L-1$.

$p(r_k)$ menyatakan estimasi probabilitas kemunculan tingkat keabuan r_k . Jumlah dari semua komponen “normalized histogram” sama dengan 1.

Sumbu horisontal dari histogram menyatakan nilai tingkat keabuan r_k . Sumbu vertikal menyatakan nilai dari $h(r_k) = n_k$ atau $p(r_k) = n_k/n$ (jika nilainya dinormalisasi).

A. Segmentasi Citra dan Klasifikasi

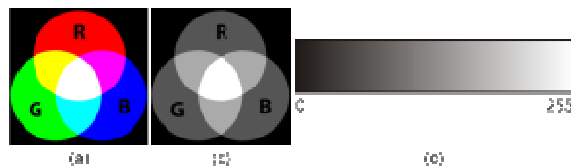
1.1 Klasifikasi Melalui Transformasi Nilai Keabuan

Sebuah citra dapat dijabarkan sebagai fungsi 2 dimensi $f(x,y)$ dimana x dan y merupakan koordinat ruang dan nilai f pada koordinat (x,y) adalah nilai intensitas atau nilai keabuan citra pada titik tersebut. Pada citra digital, nilai x , y , dan nilai keabuan bersifat diskrit dan terbatas. Karena sifatnya yang diskrit, citra digital terbentuk oleh banyak bagian kecil yang

disebut dengan piksel. Pada saat ini resolusi warna untuk satu pixel dapat mencapai 32 bit, 8 bit masing-masing untuk merepresentasikan warna primer merah, hijau dan biru, sedangkan 8 bit berikutnya merepresentasikan tingkat transparansi. Citra yang paling umum digunakan adalah citra digital 24 bit yaitu citra digital yang hanya memiliki warna primer merah, hijau, dan biru dan masing-masing berukuran 8 bit. Citra digital 24 bit dapat dijabarkan secara matematis seperti pada persamaan dibawah ini.

$$f(x, y) = f_r(x, y) || f_g(x, y) || f_b(x, y)$$

Dimana $f_r(x,y)$, $f_g(x,y)$, dan $f_b(x,y)$ adalah nilai intensitas untuk masing-masing warna primer merah, hijau, dan biru secara berurutan. Operator $||$ dimaksudkan sebagai operator *logic* yang menggabungkan 2 nilai yang berukuran 8 bit (1 byte). Persamaan diatas menghasilkan sebuah nilai yang berukuran 24 bit yang merupakan penggabungan nilai yang masing-masing berukuran 8 bit.



(a) Warna primer pada cahaya tampak, (b) hasil transformasi grayscale (a), (c) Degradasi warna *grayscale*

Gambar (a) diatas merupakan ilustrasi dari warna primer aditif yang terdiri dari tiga warna primer seperti yang telah disebutkan. Kombinasi dari ketiga warna primer tersebut akan menghasilkan warna lain seperti kuning, sian, magenta, dan putih. Seringkali untuk keperluan pemrosesan citra digital, citra berwarna 24 bit harus ditransformasikan menjadi citra *grayscale* 8 bit. Bentuk transformasi dari 24 bit warna menjadi 8 bit abu-abu dapat dijabarkan pada persamaan dibawah ini.

$$G(x, y) = w_r f_r(x, y) + w_g f_g(x, y) + w_b f_b(x, y)$$

Dimana w_r , w_g , dan w_b merupakan bobot yang diberikan pada $f_r(x,y)$, $f_g(x,y)$, dan $f_b(x,y)$ dengan jumlah ketiga bobot ini adalah 1. Transformasi ini akan menghasilkan sebuah nilai yang berukuran 8 bit.

Contoh hasil transformasi citra digital 24 bit menjadi citra digital 8 bit abu-abu ditunjukkan pada Gambar (b). Nilai umum yang dipakai untuk melakukan transformasi *greyscale* adalah :

$$\mathbf{wr = 0.2989 ; wg = 0.5870 ; wb = 0.1140}$$

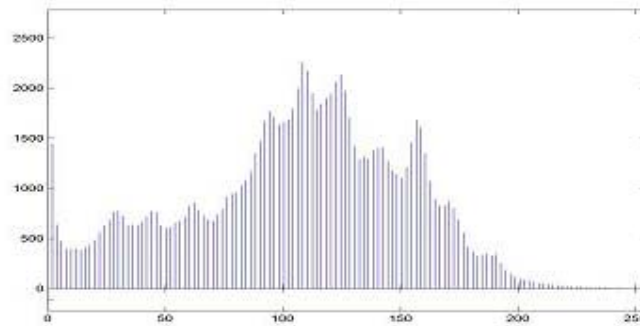
Transformasi citra digital 24 bit warna menjadi citra digital 8 bit abu-abu menjadi penting karena dalam aplikasi radiografi digital, citra digital hasil radiografi adalah citra digital yang tidak memiliki informasi tentang warna. Informasi yang didapat hanyalah tingkat intensitas cahaya yang menjabarkan jumlah foton yang menembus obyek dan menumbuk layar fluoresens. Setelah melalui proses transformasi seperti pada Persamaan diatas, citra digital hasil radiografi hanya akan memiliki nilai piksel yang berada pada jangkauan 0 – 255 (8 bit). Nilai 0 merepresentasikan warna hitam pekat, sedangkan nilai 255 merepresentasikan warna putih. Nilai diantara 0 dan 255 merupakan nilai representasi warna degradasi dari hitam ke putih seperti terlihat pada Gambar (c).

Contoh perbedaan ketajaman citra antara citra dengan nilai kedalaman pixel 128 level dan citra dengan kedalaman pixel 256 level :



(a) 128 level b) 256 level

Histogram tingkat keabuan adalah suatu fungsi yang menunjukkan informasi suatu citra. Absis (sumbu-x)-nya adalah tingkat keabuan, dan ordinat (sumbu-y)-nya adalah frekuensi kemunculan atau banyaknya titik dengan nilai keabuan tertentu.



Contoh Histogram Citra

Histogram tingkat keabuan ini nantinya akan menjadi sumber informasi yang digunakan untuk mengolah citra ke aplikasi selanjutnya.

1.2 Klasifikasi Dengan Pendekatan Terawasi

Teknik klasifikasi supervised dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi yang diawasi. Menurut Projo Danoedoro (1996) klasifikasi supervised ini melibatkan interaksi analis secara intensif, dimana analis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (training area). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu.

Klasifikasi terawasi didasarkan pada ide bahwa pengguna (*user*) dapat memilih sampel pixel – pixel dalam suatu citra yang merepresentasikan kelas-kelas khusus dan kemudian mengarahkan perangkat lunak pengolahan citra (*image processing software*) untuk menggunakan pilihan-pilihan tersebut sebagai dasar referensi untuk mengelompokkan pixel-pixel lainnya dalam citra tersebut. Wilayah pelatihan (*training area*) dipilih berdasarkan pada pengetahuan dari pengguna (*the knowledge of the user*). Pengguna dapat menentukan batas untuk menyatakan seberapa dekat hasil yang ingin dicapai. Batas ini seringkali ditentukan berdasarkan pada karakteristik spektral dari wilayah pelatihan yang ada. Pengguna juga dapat merancang hasil keluarannya (*output*). Sebagai contoh

seberapa banyak kelas-kelas akhir yang diperlukan dalam pengklasifikasian citra yang dipunyai. Klasifikasi terawasi (supervised classification) dapat dibagi menjadi 3 bagian, yakni : *likelihood classified*, *minimum distance classified*, dan *multilevel slice classified*

Klasifikasi terawasi berdasarkan kemiripan maksimum (*Maximum Likelihood*) pada tiap piksel yang tidak dikenalnya. Melalui perhitungan statistik (rerata variance/covariance), fungsi probabilitas (Bayesian), contoh latihan (training area/ sites) setiap piksel dipastikan masuk dalam kelas yang mana (Brandt Tso, Paul Mather, 2009). Ditulis dengan formula sebagai berikut:

$$Pr(w_j | x) = \frac{Pr(x | w_j) \times Pr(w_j)}{Pr(x)}$$

Dimana, nilai **Pr** (probability) dari **w_j** (bobot terpilih yang terbesar j) pada vektor x.

Pada pembahasan ini, akan dibuat kelas tutupan lahan dengan menggunakan metode klasifikasi terawasi. Pada tahap awal yang dilakukan adalah membuka viewer citra yang akan dianalisis dengan komposit band bebas atau tidak ditentukan. Pada klasifikasi terawasi, diharuskan dibuat training area, yaitu pembuatan dan penentuan area-area yang sama untuk dikelaskan ke dalam satu kelas yang sama. Untuk membuat training area yang ingin diklasifikasikan, dapat dibuat dengan menggunakan AOI (Areal of Interest) dengan menggunakan tool pada viewer yang sudah ditampilkan tadi. Pembuatan kelas tidak ada ketentuan, yang terpenting adalah semua luasan citra yang ada dapat terwakili. Setiap kelas yang dibuat, ditentukan daerahnya dengan menggunakan tool polygon sebanyak 3 lokasi objek pengamatan yang dianggap sama.

Setelah dilakukan pengelompokan, pada nilai signature editor dapat terlihat perbandingan nilai hasil klasifikasi yaitu berupa nilai perbandingan antara panjang gelombang red, green, dan blue yang dihasilkan pada masing-masing kelas tutupan lahan. Selain itu, pada data tersebut terdapat nilai count yang menunjukkan jumlah pixel data yang diklasifikasikan dalam satu kelas.

Selanjutnya terdapat nilai separability cellArray yang menandakan nilai keterpisahan suatu kelas dengan kelas yang lain yang sudah dibuat.

Nilai tersebut dapat diketahui dengan melihat hasil evaluate yaitu separability dan contingency. Pada tool tersebut akan muncul angka-angka yang menyatakan nilai keterpisahan antar kelas objek yang sudah dibuat kelasnya dengan tingkat keterpisahan sebagai berikut: 2000 (Sempurna/ Excellent), 1900-<2000 (Baik/ Good), 1800-<1900 (Cukup/ Fair), 1600-<1800 (Kurang/ Poor), dan < 1600 (Tidak dapat terpisahkan/ inseparable). Selain itu, apabila dilihat berdasarkan nilai best average separability yang menandakan rata-rata keterpisahan antar keseluruhan kelas yang ada, menghasilkan nilai sebesar 2000. Hal tersebut berarti menunjukkan bahwa semua hasil klasifikasi yang sudah dibuat tersebut dapat dipisahkan dengan sempurna.

Dari pernyataan di atas, dapat dijelaskan bahwa apabila nilai keterpisahan objek sebesar 2000, maka sempurna dapat dipisahkan. Akan tetapi jika terdapat satu atau dua kelas yang memiliki nilai keterpisahan rendah (<1800), maka sebenarnya kedua kelas tersebut dapat di gabungkan dengan membuat suatu kelas baru yang mewakili keduanya. Misalnya pada tegakan pinus (*Pinus sp.*) rapat dan tegakan meranti (*Shorea sp.*) rapat tidak dapat terlihat perbedaan keduanya dari citra, maka dapat dibuat kelas baru yaitu vegetasi rapat.

Setelah mengetahui nilai keterpisahan suatu kelas objek dengan kelas objek yang lain, maka dapat diketahui juga nilai akurasi pada tiap-tiap klasifikasi tersebut yaitu melalui signature editor, dapat diketahui nilai hasil perhitungan baik berupa producer's accuracy (akurasi pembuat), user's accuracy (akurasi pengguna), overall accuracy, maupun nilai kappa accuracy.

Jika dilihat dari nilai persentase akurasi yang didapat, semua kelas yang dibuat bernilai akurasi sebesar 100%, baik untuk nilai User's Accuracy maupun Producer's Accuracy. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi atau ketepatan dalam menentukan dan memisahkan antar kelas tutupan lahan adalah sempurna. Maka dengan melihat nilai tersebut, sudah pasti setiap pixel yang dibuat atau diduga hasil training area sebagai suatu kelas objek tertentu akan dapat dikelaskan menjadi objek tersebut dengan jumlah pixel yang sama. Akan tetapi,

pada kasus lain dapat berbeda nilai pixel yang dikelaskan dengan pixel hasil training area,

Besar atau kecilnya nilai akurasi atau ketepatan sejumlah pixel yang dibuat suatu kelas tertentu tergantung pada beberapa ketentuan, yaitu sebagai berikut:

- 1) Cara pengambilan pixel yang dilakukan pada training area
- 2) Objek yang menurut Produser's/ pembuat kelas adalah sama atau berbeda, belum tentu objek tersebut dianggap sama atau berbeda oleh digital (digital tidak bisa memisahkannya)
- 3) Visual yang dapat dilihat tidak dapat menentukan nilai akurasi, tetapi nilai hasil digital yang dapat menentukan tingkat akurasi klasifikasi.

Akurasi sering dianalisis menggunakan suatu matrik kontingensi, yaitu suatu matrik bujur sangkar yang memuat jumlah pixel yang diklasifikasi. Matrik ini sering disebut dengan "error matrix" atau "confussion matrix". Secara konvensional, akurasi klasifikasi biasanya diukur berdasarkan persentase jumlah pixel yang dijelaskan secara benar dibagi dengan jumlah total pixel yang digunakan. Akurasi ini sering disebut Overall accuracy dan Kappa accuracy dihitung dari keseluruhan kelas dan pixel yang ada. Atau dengan kata lain, nilai Kappa Acc. tersebut didapat dari nilai total akurasi kelas yang tepat dan tidak tepat, sedangkan pada Overall Acc. hanya menghitung nilai kelas yang dianggap benar saja.

Hasil menunjukkan nilai persentase Overall accuracy yang dihasilkan adalah sebesar 100%. Tetapi akurasi Overall ini umumnya jarang digunakan karena sering mengalami "over estimate". Hal tersebut karena akurasi ini hanya menggunakan pixel-pixel yang terletak pada diagonal suatu matrik kontingensi, sehingga tidak baik digunakan sebagai indikator keberhasilan suatu klasifikasi. Akurasi yang lebih tepat digunakan adalah akurasi Kappa. Akurasi ini menggunakan semua elemen dalam matrik. Dari hasil perhitungan dapat ditunjukkan bahwa akurasi Kappa adalah sebesar 100%. Ini menunjukkan bahwa

klasifikasi yang dibuat dalam menentukan suatu objek tutupan lahan sangat sempurna (berhasil).

B. Klasifikasi Dengan Pendekatan Tidak Terawasi

Klasifikasi unsupervised yang berarti klasifikasi tidak terawasi merupakan pengklasifikasian hasil akhirnya (pengelompokkan pixel-pixel dengan karakteristik umum) didasarkan pada analisis perangkat lunak (*software analysis*) suatu citra tanpa pengguna menyediakan contoh-contoh kelas-kelas terlebih dahulu.

Klasifikasi tidak terawasi (*unsupervised classifications*) merupakan pengklasifikasian hasil akhirnya (pengelompokkan pixel-pixel dengan karakteristik umum) didasarkan pada analisis perangkat lunak (*software analysis*) suatu citra tanpa pengguna menyediakan contoh-contoh kelas-kelas terlebih dahulu. Komputer menggunakan teknik-teknik tertentu untuk menentukan pixel mana yang mempunyai kemiripan dan bergabung dalam satu kelas tertentu secara bersamaan. Pengguna dapat menentukan seberapa banyak data yang dapat dianalisis dan dapat menginginkan seberapa banyak jumlah kelas-kelas yang dihasilkan, tetapi di lain sisi pengguna tidak dapat mempengaruhi proses pengklasifikasian. Meskipun begitu, pengguna harus mempunyai pengetahuan tentang wilayah yang akan diklasifikasikan pada saat mengelompokkan pixel-pixel dengan karakteristik umum yang dihasilkan oleh komputer harus direlasikan dengan fitur aslinya. Contoh pada tanah (mempunyai kesamaan fitur asli : tanah basah, pembangunan suatu wilayah, hutan pinus, dsb).

Identifikasi kelompok alam atau bangunan dari data multispectral, citra remote sensing terdiri atas kelas spectral yang masing-masing seragam dalam beberapa kanal spectral.

C. Kelebihan dari Unsupervised Classification :

- Tidak membutuhkan pengetahuan awal yang detail mengenai daerah pengamatan
- Kemungkinan terjadi human error dapat dikurangi

- Kelas yang unik diidentifikasi secara tersendiri

Pengukuran jarak pada klasifikasi citra :

- Jumlah pixel dalam citra remote sensing mencapai ribuan
- Untuk menentukan pixel termasuk dalam satu grup, digunakan jarak ke pixel yang lain
- Euclidean Distance adalah salah satu metode pengukuran jarak
- Didasarkan pada teorema pythagoras

Persamaannya :

$$D_{ab} = \left[\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2 \right]^{1/2}$$

Salah satu cara melihat kualitas data citra secara statistik yang berformat grafik dapat menggunakan scattergram. Scattergram merupakan teknik atau cara menilai kualitas data dan karakteristik sebaran (lokasi) contoh latihan atau contoh kawasan (training area) didalam suatu citra secara geografis (ErMapper, 2006) pada sebuah plot X-Y dengan menunjukkan nilai data antara hubungan dua buah band pada suatu citra.

Karakteristik tiap band memiliki keunggulan berbeda satu dengan lainnya sesuai dengan kapasitas panjang gelombang (λ) yang mampu direkamnya.

BAB III

PENUTUP

a. Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat kita simpulkan bahwa pengolahan citra tidak terlepas dari kehidupan kita sehari-hari. Banyak manfaat yang kita peroleh dengan adanya pengolahan citra dalam pengiriman data dan informasi. Salah satu bentuk dari informasi pengolahan citra adalah dalam bentuk gambar. Dengan gambar kita dapat mengambil banyak sekali informasi yang bisa disampaikan. Pengolahan citra mempunyai aplikasi yang sangat luas dalam berbagai bidang kehidupan seperti misalnya bidang biomedis, astronomi, penginderaan jauh, dan arkeologi yang umumnya banyak memerlukan teknik peningkatan mutu citra. Aplikasi lain yang kemudian menyusul adalah pengolahan citra digital di bidang robotika, industri, serta arsip citra dan dokumen.

Peningkatan kebutuhan terhadap aplikasi citra yang demikian pesat ini harus pula didukung oleh suatu pengolahan citra yang dapat meningkatkan mutu citra. Proses pengolahan citra yang termasuk dalam kategori peningkatan mutu citra bertujuan untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisis citra, dan untuk mengoreksi citra dari segala gangguan yang terjadi pada waktu perekaman data. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu citra tersebut adalah dengan mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis sehingga citra menjadi lebih jelas rincinya. Teknik yang digunakan untuk mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis adalah dengan pemodelan histogram yang bertujuan untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang lebar dan dengan distribusi piksel yang merata pada daerah tingkat keabuan.

b. Saran dan Kritik

Dalam penulisan makalah ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kualitas dari isi makalah ini dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Balza, Ahcmad., Firdausy, Kartika., *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Andi, Yogyakarta.
- Munir, Rinaldi, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung. 2004.
- Nalwan, Agustinus, *Pengolahan Gambar Secara Digital*, Elex Media Komputindo. 2000.
- Stewart, Robert R., *Median Filtering : Review and A New F/K Analogue Design*. Journal of the Canadian Society of Exploration Geophysicists. 1985.
- Sofia dewi, Nuryani, *LowPass Filtering dan HighPass Filtering*, blog.uad.ac.id
- Operasi-operasi dasar pengolahan citra digital, pdf*. Google.com
- El-Naqa, Issam, dkk, 2002, *Support Vector Machine Learning for Detection of Microcalcifications in Mammograms*, Dept. Of Electrical and Computer Engineering, Illinois Institute of Technology.
- Duda, R.O., Harl, P.E., Stork, D.G., 2000, *Pattern Classification*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Haykin, Simon,. 1994, *Neural Network a Comprehensive Foundation*, Macmillan College Publishing Company.
- Jain, Anil K., 1989, *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall International, Inc. Singapore.
- Kusumadewi, Sri., 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Liu, Sheng., Babbs, Charles F., dan Delp, Edward J., 1998, *Normal Mammogram Analysis and Recognition*, Purdue University, Indiana.
- Mangasarian, O.L., 1995, *Breast Cancer Diagnosis and Prognosis via Linear Programming*, Oper. Res., 43: 570-577.

Yaffe, Martin J., 1995, *Mammography, Biomedical Engineering Handbook*, IEEE Press.

_____, <http://www.imaginis.com/breasthealth/statistics.asp>, *download* tanggal 15 Mei

2008 pukul 13.42 WIB.

_____, <http://peipa.essex.ac.uk/ipa/pix/mias>, *download* tanggal 27 Desember 2007 pukul 12.22 WIB.

_____, <http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip> *download* tanggal 24

April 2008 pukul 19.39 WIB.

[1] Rinaldi Munir, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.

[2] Weiman, C.F.R. and Chaikin, G., *Logarithmic spiral grids for image Processing and display*. *Computer Graphics and Image Processing*, 1979.

[3] Young, D.S., *Logarithmic sampling of images for computer vision*. In Cohn, T. (ed) *Proc. of the 7th Conf. of the Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour*, pp 145-150, 1989.

[4] Gonzales, R.C. and P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addition Wesley, 1987.

[5] Konrad Schindler, *Construction and detection of straight lines, distances, and circles in log-polar images*.