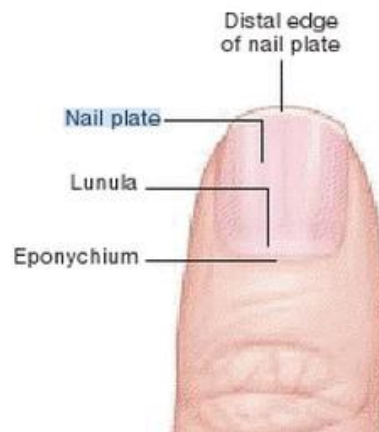


BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Kuku

Kuku adalah bagian tubuh yang terdapat atau tumbuh di ujung jari. Kuku tumbuh dari sel mirip gel lembut yang mati, mengeras, dan kemudian terbentuk saat mulai tumbuh dari ujung jari. Kulit ari pada pangkal kuku berfungsi melindungi dari kotoran. Fungsi utama kuku adalah melindungi ujung jari yang lembut dan penuh urat saraf, serta mempertinggi daya sentuh. Secara kimia, kuku sama dengan rambut yang antara lain terbentuk dari keratin protein yang kaya akan sulfur. Anatomi kuku dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Anatomi kuku manusia

Sumber: <http://sikkahoder.blogspot.com/2012/07/macam-dan-jenis-kelainan-pada-kuku.html>

Pada kulit di bawah kuku terdapat banyak pembuluh kapiler yang memiliki suplai darah kuat sehingga menimbulkan warna kemerah-merahan. Seperti tulang dan gigi, kuku merupakan bagian terkeras dari tubuh karena kandungan airnya sangat sedikit.

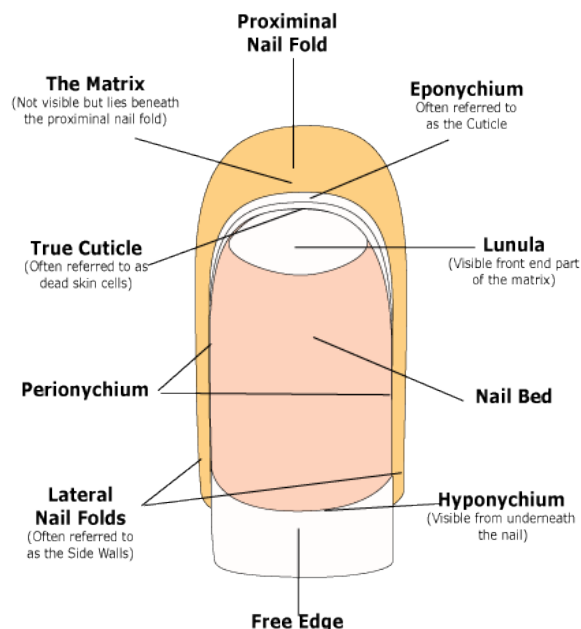
Pertumbuhan kuku jari tangan dalam satu minggu rata-rata 0,5 - 1,5 mm, empat kali lebih cepat dari pertumbuhan kuku jari kaki. Pertumbuhan

kuku juga dipengaruhi oleh panas tubuh. Kuku lebih cepat panjang pada musim panas dan lebih lambat pada musim dingin

Nutrisi yang baik sangat penting bagi pertumbuhan kuku. Sebaliknya, kalau kekurangan gizi atau menderita anoreksia nervosa, pertumbuhan kuku sangat lamban dan rapuh. [IWWK]

Beberapa penelitian menyebutkan, warna dan bentuk kuku dapat dijadikan alternatif untuk mendeteksi penyakit apa yang sedang kita derita, sebelum kita berkunjung ke dokter.

2.1.1. Bagian-Bagian Pada Kuku



Gambar 2.2 Bagian-bagian kuku manusia

Sumber: <http://www.yes24.co.id/ZineView/3357/5/healthy-nails.html>

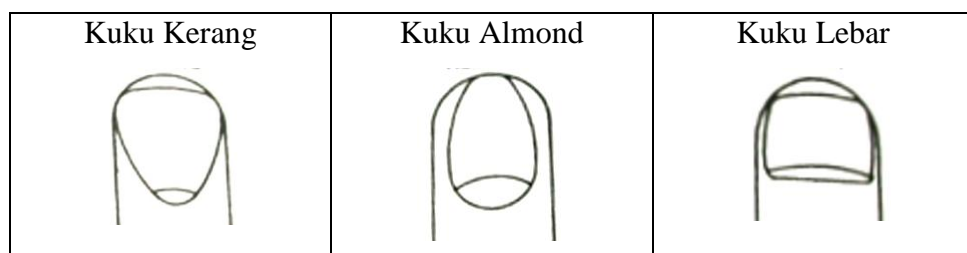
Kuku terdiri dari lapisan protein yang disebut dengan keratin. Jenis protein ini bisa juga ditemukan pada rambut dan kulit. Setiap kuku terdiri dari beberapa bagian, termasuk:

1. **Matriks kuku**, merupakan pembentuk jaringan kuku yang baru.
2. **Dinding kuku (Nail Wall)**, merupakan lipatan-lipatan kulit yang menutupi bagian pinggir dan atas.

3. **Dasar kuku (Nail Bed)**, merupakan kulit yang berada di bawah *nail plate*. Sel-sel pada dasar *nail bed* berfungsi untuk memproduksi *nail plate* baik di jari tangan atau kaki. Selain itu, sel-sel ini juga berfungsi mengenggam *nail plate*.
4. **Alur kuku (Nail Grove)**, merupakan celah antar dinding dan dasar kuku.
5. **Akar kuku (Nail Root)**, merupakan bagian proksimal kuku.
6. **Lempeng kuku(Nail Plate)**, merupakan bagian dari kuku yang paling kelihatan. *Nail plate* merupakan bagian keras yang Anda lihat saat memperhatikan kuku jari.
7. **Nail fold**, merupakan kulit yang membingkai setiap *nail plate* dari ketiga sisi.
8. **Lunula**, merupakan bagian lempeng kuku yang berwarna putih, didekat akar kuku berbentuk bulan sabit, sering tertutup oleh kulit.
9. **Kutikula (Eponikium)**, merupakan dinding kuku bagian proximal, kulit arinya menutupi bagian permukaan lempeng kuku. Kutikula merupakan jaringan yang melapisi *nail plate* pada dasar kuku Anda. Bagian ini berfungsi melindungi sel-sel keratin baru yang muncul secara perlahan dari *nail bed*.
10. **Hiponikium**, merupakan dasar kuku, kulit ari dibawah kuku yang bebas dari daging (*free edge*) yang menebal. [HNA24]

2.1.2. Bentuk Kuku

Berdasarkan bentuknya kuku dibagi menjadi 6 bentuk kuku, dapat dilihat pada gambar 2.3. [SW08]





Gambar 2.3 Bentuk kuku manusia

2.1.3. Diagnosa Penyakit Lewat Kuku

Sejak dulu, sudah ada teknik mendiagnosis penyakit lewat kuku. Selain lewat kuku, penyakit juga dapat dideteksi lewat mata, lidah, pemeriksaan darah, faeses dan air seni. Penafsiran penyakit lewat kuku ini sebenarnya sudah dilakukan orang sejak zaman Hippocrates. Berikut beberapa kejanggalan kuku yang dapat membantu dokter mendiagnosis suatu penyakit:

- Warna kebiruan pada pangkal kuku menandakan kurang beresnya sirkulasi darah dan merupakan gejala penyakit jantung.
- Bila separuh bagian dekat ujung kuku berwarna merah muda atau coklat sementara kulit ari berwarna putih, itu merupakan gejala penyakit gagal ginjal kronis.
- Bila timbul kerutan horizontal dan kuku tampak kusam, itu menandakan kurang gizi atau gejala suatu penyakit seperti campak, cacar air, gondok, jantung serta kondisi seperti sindrom Reynaud (kejang pada urat jari tangan dan kaki akibat sangat kedinginan).
- Lapisan merah membujur pada kuku, menandakan perdarahan pada pembuluh kapiler. Garis-garis ganda merupakan gejala penyakit darah tinggi (hipertensi).
- Bila pertumbuhan kuku tampak lambat, tebal dan mengeras serta kekuning-kuningan, menandakan gangguan getah bening atau penyakit pencernaan kronis.
- Timbulnya bintik-bintik tak beraturan pada kuku, menandakan adanya penyakit psoriasis (penyakit kulit kronis).

- Bila ada lengkungan berlebihan pada pangkal kuku dan sekitar ujung kuku, itu menandakan gejala penyakit TBC, emfisema (gangguan pada paru-paru), penyakit kardiovaskuler atau hati. [IWWK]

2.2. Computer Vision

Computer Vision didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati/diobservasi. Konsep dasar yang melandasi computer vision adalah menjadikan komputer sebagai mesin yang mampu menangkap informasi visual yang ada di lingkungannya. Computer Vision adalah kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola.

Proses yang ada pada computer vision adalah menjadikan computer acts like human sight, sehingga mendekati kemampuan manusia dalam menangkap informasi visual. Untuk mendukung proses ini, maka dalam computer vision dilakukan dalam empat tahapan utama, yaitu :

1. Image acquisition (proses penangkapan informasi visual dan proses pengubahan sinyal analog menjadi data digital, yang siap untuk diproses oleh komputer). Image Acquisition pada manusia dimulai dengan mata, kemudian informasi visual diterjemahkan ke dalam suatu format yang kemudian dapat dimanipulasi oleh otak. Umumnya mata pada computer vision adalah sebuah kamera video.
2. Image Processing (proses pengolahan informasi image yang telah didigitalisasi oleh converter analog ke digital). Image processing membantu peningkatan dan perbaikan kualitas image, sehingga dapat dianalisa dan di olah lebih jauh secara lebih efisien. Image processing akan meningkatkan perbandingan sinyal terhadap noise (signal-to-noise ratio= s/n). Sinyal-sinyal tersebut adalah informasi yang akan merepresentasikan objek yang ada dalam image. Sedangkan noise adalah segala bentuk interferensi, kurang pengaburan, yang terjadi pada sebuah objek.

3. Image Analysis (proses analisa terhadap image visual yang telah di proses sebelumnya). Image analysis akan mengeksplorasi scene ke dalam bentuk karakteristik utama dari objek melalui suatu proses investigasi. Sebuah program komputer akan mulai melihat melalui bilangan biner yang merepresentasikan informasi visual untuk mengidentifikasi-mengidentifikasi fitur-fitur spesifik dan dan karekteristiknya. Lebih khusus lagi program image analysis digunakan untuk mencari tepi dan batas-batasan objek dalam image.
4. Image Understanding (dengan menerapkan konsep-konsep kecerdasan buatan artificial intelligent untuk memahami data visual yang ditangkapnya). Ini adalah langkah terakhir dalam proses computer vision, yang mana spesifik objek dan hubungannya diidentifikasi. Pada bagian ini akan melibatkan kajian tentang teknik-teknik artificial intelligent. Understanding berkaitan dengan template matching yang ada dalam sebuah scene. Metoda ini menggunakan program pencarian (search program) dan teknik penyesuaian pola (pattern matching techniques). [MCV11]

2.3. Biometric

Biometrik (berasal dari bahasa Yunani *bios* yang artinya hidup dan *metron* yang artinya mengukur) secara umum adalah studi tentang karakteristik biologi yang terukur. Dalam dunia teknologi informasi, biometrik relevan dengan teknologi yang digunakan untuk menganalisa fisik dan kelakuan manusia dalam autentifikasi.

Teknologi biometrik adalah suatu metode untuk mengidentifikasi atau mengenali seseorang berdasarkan karakteristik fisik atau perilakunya. Pengidentifikasi biometrik sangat khas, karakteristik yang terukur digunakan untuk mengidentifikasi individu. Dua kategori pengidentifikasi biometrik meliputi karakteristik fisiologis dan perilaku. Karakteristik fisiologis berhubungan dengan bentuk tubuh, dan termasuk tetapi tidak terbatas pada: sidik jari, pengenalan wajah, DNA, telapak tangan, geometri tangan,

pengenalan iris (yang sebagian besar telah diganti retina), dan bau/aroma. Karakteristik perilaku terkait dengan perilaku seseorang, termasuk namun tidak terbatas pada Ritme mengetik, kiprah, dan suara. [IWWB]

2.4. Pengenalan Pola

Pengenalan Pola adalah suatu proses atau rangkaian pekerjaan yang bertujuan mengklasifikasikan data numeric dan symbol. Banyak teknik statistic dan sintaksis yang telah dikembangkan untuk keperluan klasifikasi pola dan teknik-teknik ini dapat memainkan peran yang penting dalam system visual untuk pengenalan objek tertentu dalam dunia nyata yang sangat kompleks dapat dibandingkan dengan pola-pola dasar di dalam citra sehingga penggolongan objek yang bersangkutan dapat dilakukan dengan mudah. [AU05]

Dalam system pattern recognition terdapat tahapan tahapan, yaitu:

1. Pattern pertama kali ditangkap oleh sensor untuk dianalisa dan didapat berbagai fiturnya.
2. Setelah mendapat informasi dari fitur fitur yang ada maka selanjutnya adalah meng-generate fitur.
3. Tidak semua fitur yang didapat dari sensor digunakan untuk pengenalan pattern tersebut. Maka langkah selanjutnya adalah dengan memilih fitur yang tepat untuk pengklasifikasian object tersebut.
4. Selanjutnya mendesain pengklasifikasian, tipe nonlinearity yang bagaimana yang diadopsi, dan bagaimana mendapatkan criteria fitur yang optimal.
5. Ketika terjadi error dalam pengklasifikasian maka terjadi ketidak beresana dalam system maka system perlu diadakan evaluasi

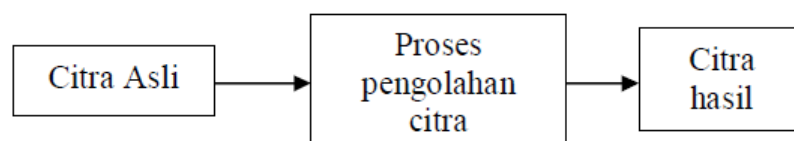


Gambar 2.4 Proses Pengenalan Pola

2.5. Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia/mesin (komputer). Inputannya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra kepada citra yang lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya. [AU05]

Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung didalam citra. Elemen didalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur. Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain. Proses pengolahan citra terdapat pada gambar 2.5 berikut ini:



Gambar 2.5 Proses pengolahan citra

2.5.1. Operasi Pengolahan Citra

Secara umum operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis berikut :

2.5.1.1. Pemugaran Citra (image restoration)

Pemugaran citra merupakan proses merekonstruksi atau mendapatkan kembali citra asli dari sebuah citra yang cacat atau terdegradasi agar dapat menyerupai citra aslinya. Pemugaran citra berkaitan dengan penghilang atau pengurangan degradasi pada citra yang terjadi karena proses akuisisi. Citra degradasi yang dimaksud termasuk derau (yang merupakan error dalam nilai piksel) atau efek optik misalnya blur (citra kabur) akibat kamera yang tidak fokus atau karena gerakan kamera.

Operasi pemugaran citra bertujuan untuk menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedannya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar dapat diketahui. Contoh-contoh operasi pemugaran citra:

- a. Penghilangan kesamaran (deblurring)
- b. Penghilangan derau (noise)

Gambar ini adalah contoh operasi penghilangan kesamaran. Citra masukan adalah citra yang tampak kabur (blur). Kekaburan gambar mungkin disebabkan pengaturan fokus lensa yang tidak tepat atau kamera bergoyang pada pengambilan gambar. Melalui operasi deblurring, kualitas citra masukan dapat diperbaiki sehingga tampak lebih baik. Seperti pada gambar 2.6 dibawah ini:



Gambar 2.6 a) Citra Lensa yang kabur (blur), b) Citra Lensa setelah deblurring

2.5.1.2. Peningkatan Kualitas Gambar (Image Enhancement)

Tahap ini seringkali dikenal dengan pre-processing. Operasi peningkatan kualitas gambar berfungsi untuk meningkatkan fitur tertentu pada citra sehingga tingkat keberhasilan dalam pengolahan gambar berikutnya menjadi tinggi. Operasi ini lebih banyak berhubungan dengan penajaman dari fitur tertentu pada gambar. Peningkatan kualitas gambar ini dapat dilakukan “secara manual”, dengan menggunakan program lukis atau dengan pertolongan rutin software.

Metode untuk memperluas gambar grafis antara lain memperbaiki kontras diantara bidang-bidang yang terang dan yang gelap, menambahkan warna, menyaring ketidakseragaman sinyal kiriman yang membawa gambar, menghaluskan garis-garis yang bergerigi sehingga tampak lebih bersih; mempertajam sudut-sudut yang kabur dan mengkoreksi distorsi yang disebabkan alat optis atau tampilan.

Untuk melakukan proses image enhancement, ada beberapa teknik yang dapat dicoba berdasarkan cakupan pada operasinya:

1. Operasi Titik

Operasi Titik dalam image enhancement dilakukan dengan memodifikasi histogram citra masukan agar sesuai dengan karakteristik yang diharapkan. Histogram dari suatu citra adalah grafik yang menunjukkan distribusi frekuensi dari nilai intensitas piksel dalam citra tersebut. Teknik enhancement berdasarkan operasi titik dibagi tiga, yaitu:

a. Intensity Adjustment

Intensity adjustment bekerja dengan cara melakukan pemetaan linear terhadap nilai intensitas pada histogram awal menjadi nilai intensitas pada histogram yang baru.

b. Histogram Equalization

Teknik histogram equalization bertujuan untuk menghasilkan suatu citra keluaran yang memiliki nilai histogram yang relatif sama.

c. Thresholding

Thresholding merupakan proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan akan diberikan nilai 0, sementara piksel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan diubah menjadi bernilai 1.

2. Operasi Spasial

Operasi spasial dalam pengolahan citra digital dilakukan melalui penggunaan suatu kernel konvolusi 2-dimensi. Teknik enhancement berdasarkan operasi spasial dibagi tiga, yaitu:

a. Neighborhood Averaging

Pada prinsipnya, filter yang digunakan dalam neighborhood averaging merupakan salah satu jenis low-pass filter, yang bekerja dengan cara mengganti nilai suatu piksel pada citra asal dengan nilai rata-rata dari piksel tersebut dan lingkungan tetangganya.

b. Median Filtering

Median filter merupakan salah satu jenis low-pass filter, yang bekerja dengan mengganti nilai suatu piksel pada citra asal dengan nilai median dari piksel tersebut dan lingkungan tetangganya.

c. High-Pass Filtering

Sebagaimana pada proses pengolahan sinyal satu dimensi, high-pass filter dua dimensi akan melewatkan komponen citra frekuensi tinggi dan meredam komponen citra frekuensi rendah.

3. Operasi Transformasi

Operasi transformasi ini dilakukan dengan cara mentransformasi citra asal ke dalam domain yang sesuai bagi proses enhancement, melakukan proses enhancement pada domain tersebut, mengembalikan citra ke dalam domain spasial untuk ditampilkan/diproses lebih lanjut :

a. Fast Fourier Transform (FFT)

Transformasi ini memindahkan informasi citra dari domain spasial ke dalam domain frekuensi, yaitu dengan merepresentasikan citra spasial sebagai suatu penjumlahan eksponensial kompleks dari beragam frekuensi, magnituda, dan fasa.

Gambar ini adalah contoh operasi penajaman. Operasi ini menerima masukan sebuah citra yang gambarnya hendak dibuat tampak lebih tajam. Bagian citra yang ditajamkan adalah tepi-tepi objek. Seperti pada gambar 2.7 dibawah ini:



Gambar 2.7 a) Lensa Asli, b) Setelah Ditajamkan

2.5.1.3. Representasi dan Permodelan Gambar (Image Representation & Modelling)

Representasi mengacu pada data konversi dari hasil segmentasi ke bentuk yang lebih sesuai untuk proses pengolahan pada komputer. Keputusan pertama yang harus sudah dihasilkan pada tahap ini adalah data yang akan diproses dalam batasan-batasan atau daerah yang lengkap. Batas representasi digunakan

ketika penekanannya pada karakteristik bentuk luar, dan area representasi digunakan ketika penekanannya pada karakteristik dalam, sebagai contoh tekstur. Setelah data telah direpresentasikan ke bentuk tipe yang lebih sesuai, tahap selanjutnya adalah menguraikan data.

2.5.1.4. Pemampatan citra (Image Compression)

Kompresi gambar bertujuan untuk meminimalkan jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan citra. Hal ini sangat berguna apabila anda ingin mengirimkan gambar berukuran besar. Gambar yang berukuran besar akan berpengaruh pada lamanya waktu pengiriman. Maka dari itu kompresi gambar akan memadatkan ukuran gambar menjadi lebih kecil dari ukuran asli sehingga waktu yang diperlukan untuk transfer data juga akan lebih cepat.

Ada dua tipe utama kompresi data, yaitu kompresi tipe lossless dan kompresi tipe lossy. Kompresi tipe lossy adalah kompresi dimana terdapat data yang hilang selama proses kompresi. Akibatnya kualitas data yang dihasilkan jauh lebih rendah daripada kualitas data asli. Sementara itu, kompresi tipe lossless tidak menghilangkan informasi setelah proses kompresi terjadi, akibatnya kualitas citra hasil kompresi juga tidak berkurang.

Ada yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses kompresi gambar ini, antara lain:

1. Resolusi

Resolusi adalah ukuran panjang kali lebar dalam suatu gambar yang digambarkan dalam satuan pixel. Besar kecilnya resolusi akan berpengaruh pada kualitas gambar. Tetapi hal ini juga akan mempengaruhi jumlah bit datanya dan proses transfer datanya.

2. Kedalaman bit

Kedalaman bit adalah banyak sedikitnya jumlah bit yang dibutuhkan untuk menggambarkan suatu citra (gambar) dalam satuan bit/pixel. Tentu saja bila dinaikan, semakin banyak bit maka gambar yang dihasilkan akan lebih bagus.

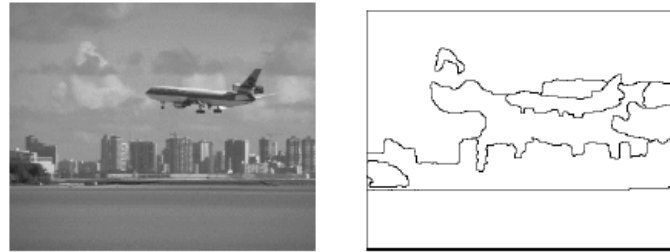
3. Redundansi

Redundansi adalah keadaan di mana representasi suatu elemen data tidak bernilai signifikan dalam menggambarkan keseluruhan data. [RBOPC]

2.5.1.5. Segmentasi Citra (image segmentation)

Segmentasi citra merupakan suatu teknik pengelompokan (clustering) untuk citra. Dengan kata lain, merupakan suatu proses pembagian citra ke dalam wilayah (region) yang mempunyai kesamaan fitur antara lain: tingkat keabuan (grayscale), tekstur(texture), warna(color), gerakan (motion). Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.

Terdapat dua pendekatan utama dalam segmentasi citra yaitu didasarkan pada tepi (edge-based) dan didasarkan pada wilayah (region-based). Segmentasi didasarkan pada tepi membagi citra berdasarkan diskontinuitas di antara sub-wilayah (sub-region), sedangkan segmentasi yang didasarkan pada wilayah bekerjanya berdasarkan keseragaman yang ada pada sub-wilayah tersebut. Hasil dari segmentasi citra adalah sekumpulan wilayah yang melingkupi citra tersebut, atau sekumpulan kontur yang diekstrak dari citra (pada deteksi tepi). Hasil segmentasi dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.8 Citra asli dan Hasil Segmentasi Citra

Segmentasi wilayah merupakan pendekatan lanjutan dari deteksi tepi. Dalam deteksi tepi segmentasi citra dilakukan melalui identifikasi batas-batas objek (boundaries of object). Batas merupakan lokasi dimana terjadi perubahan intensitas. Dalam pendekatan didasarkan pada wilayah, maka identifikasi dilakukan melalui wilayah yang terdapat dalam objek tersebut. [MHA09]

Salah satu cara untuk mendefinisikan segmentasi citra adalah sebagai berikut. Jika R merepresentasikan semua daerah citra, segmentasi adalah proses dimana pemecahan R ke dalam n sub-region, R_1, R_2, \dots, R_n , sehingga;

- a. $\bigcup_{i=1}^n R_i = R$
- b. R_i adalah region yang terhubung, $i = 1, 2, \dots, n$
- c. $R_i \cap R_j = \emptyset$ untuk semua i dan $j, i \neq j$.
- d. $P(R_i) = TRUE$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$
- e. $P(R_i \cup R_j) = FALSE$ untuk sembarang region tetangga R_i dan R_j .

(2.1)

Di sini $P(R_i)$ adalah predikat logikal yang didefinisikan pada titik-titik dalam himpunan R_i dan \emptyset adalah himpunan kosong.

Syarat (a) mengindikasikan bahwa segmentasi harus lengkap; bahwa setiap piksel berada dalam region. Syarat (b) membutuhkan titik-titik dalam region yang dihubungkan dalam beberapa cara yang didefinisikan (4 atau 8-connected). Syarat (c) mengindikasikan bahwa region harus *disjoint*. Syarat (d) bekerja

dengan properti yang dicapai oleh piksel dalam region yang tersegmentasi, misalnya $P(R_i) = TRUE$ jika semua piksel dalam R_i mempunyai gray level yang sama. Syarat (e) mengindikasikan bahwa region tetangga R_i dan R_j adalah berbeda dalam predikat P . [PE2011]

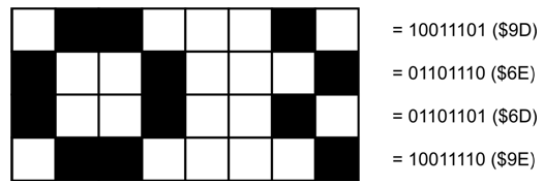
2.5.2. Format Citra

Format citra digital ada bermacam-macam. Karena sebenarnya citra mempresentasikan informasi tertentu. Sedangkan informasi tersebut dapat dinyatakan secara bervariasi, maka citra yang mewakilinya dapat muncul dalam berbagai format. Citra yang mempresentasikan informasi yang hanya bersifat biner untuk membedakan dua keadaan tentu tidak sama dengan citra yang memiliki informasi yang lebih kompleks sehingga memerlukan lebih banyak keadaan yang mewakilinya.

Komputer dapat mengolah isyarat-isyarat elektronik digital yang merupakan kumpulan sinyal biner (bernilai 0 dan 1). Untuk itu, citra digital harus mempunyai format tertentu yang sesuai sehingga dapat merepresentasikan obyek pencitraan dalam bentuk kombinasi data biner. Format citra yang banyak dipakai adalah citra biner, skala keabuan, warna, dan warna berindeks.

2.5.2.1. Citra Biner (Monochrome)

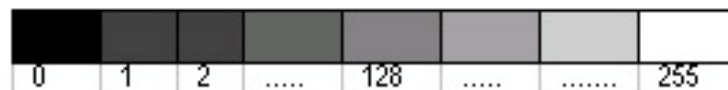
Pada citra biner, setiap nilai bernilai 0 atau 1, masing-masing merepresentasikan warna tertentu. Contoh yang paling lazim adalah hitam bernilai 0 dan putih bernilai 1. Angka 0 menyatakan tidak ada cahaya, sehingga warna yang dipresentasikan adalah hitam. Untuk angka 1 terdapat cahaya, sehingga warna yang direpresentasikan adalah putih. Setiap titik pada citra hanya membutuhkan 1 bit, sehingga setiap *byte* dapat menampung 8 titik.



Gambar 2.9 Citra biner dan representasinya dalam citra digital

2.5.2.2. Citra Skala Keabuan (Grayscale)

Citra *grayscale* adalah citra berwarna keabu-abuan dengan memiliki variasi warna yaitu 8 bit ($2^8 = 256$) kemungkinan nilai. Disebut skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimal, sehingga warna di antara keduanya adalah abu-abu. Namun dalam prakteknya warna yang dipakai tidak terbatas pada warna abu-abu sebagai contoh dipilih warna minimalnya adalah putih dan warna maksimalnya adalah merah, maka semakin besar nilainya semakin besar pula intensitas warna merahnya.



Gambar 2.10 Citra Grayscale dan representasinya dalam citra digital

2.5.2.3. Citra Warna (True color)

Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna spesifik yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru. Format citra ini sering disebut citra RGB (Red, Green, Blue). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit).

Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 2^{24} atau lebih dari 16 juta warna, dengan

demikian bisa dianggap mencakup semua warna yang ada. Oleh karena itu, dinamakan *true color*.



Gambar 2.11 Citra True Color dan representasinya dalam citra digital

2.5.2.4. Citra Warna Berindeks

Jumlah memory yang dibutuhkan untuk format citra warna *true color* adalah tiga kali jumlah titik yang ada dalam citra yang ditinjau. Di lain pihak, jumlah warna yang ada dalam suatu citra terkadang sangat terbatas, karena banyaknya warna dalam citra tidak mungkin melebihi banyaknya titik dalam citra itu sendiri. Dengan kasus seperti ini disediakan format citra warna berindeks. Pada format ini informasi setiap titik merupakan indeks dari suatu table yang berisi informasi warna yang tersedia yang disebut palet warna atau *color map*. [KHPC]

2.5.3. Format File Citra

Format file menentukan bagaimana informasi data dipresentasikan dalam suatu file. Informasi tersebut meliputi ada tidaknya kompresi, program aplikasi (feature) yang di support, penggunaan enkripsi dan lain-lain. Tiap format file memiliki kelebihan dan kelemahan pada masing-masing format tersebut. Dalam sistem operasi Windows biasanya format file dapat dibedakan dari namanya yaitu diakhiri titik dan diikuti dengan tiga atau empat huruf terakhir (misal .txt, .doc, .html dan lain-lain). Beberapa format file pada citra digital antara lain:

- a. BMP (Bitmap) adalah standar file bitmap atau raster pada sistem operasi berbasis Windows. Gambar dengan format *.BMP (Bitmap) adalah gambar standar yang mempunyai informasi jumlah bit yang dipakai untuk merepresentasikan tiap titik pada citra digital yang dinyatakan dalam bit per pixel. Format ini mampu menyimpan informasi dengan kualitas tingkat 1 bit sampai 24 bit. Biasanya mempunyai ukuran file yang relatif besar.
- b. GIF (Graphics Interchange Format) menggunakan maksimal 8 bit warna ($2^8 = 256$ warna) pada gambar dan melakukan kompresi dengan LZW compression yang merupakan kompresi lossless. Kompresi Lossless ini berarti tidak ada data yang dibuang. Sifatnya dapat menjadi lossy compression jika ada informasi warna pada gambar yang hilang. Format GIF mendukung gambar transparansi dan animasi.
- c. JPEG (Joint Photographic Experts Group) menggunakan 24 bit warna ($2^{24} = 16$ juta warna) dan melakukan kompresi dengan cara membuang data pada gambar (bersifat lossy compression). Semakin kecil file yang diinginkan semakin kecil data yang akan dibuang sehingga kualitasnya akan semakin menurun. Format JPEG tidak mendukung transparansi dan animasi.
- d. PNG-8 menggunakan 8 bit warna, kurang kompatibel (tidak didukung) oleh browser, tetapi biasanya mempunyai hasil kompresi yang lebih kecil dari format GIF. Berbeda dengan GIF yang telah dipatenkan. Format PNG bersifat bebas paten.
- e. PNG-24 menggunakan 24 bit warna, hampir sama dengan PNG-8 tetapi mempunyai ukuran yang lebih besar dan warna yang lebih banyak.

2.5.4. Proses Pengolahan Citra Berwarna Menjadi Grayscale

Pada awalnya citra terdiri dari 3 layer matrik yaitu *R-layer*, *G-layer* dan *B-layer*. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya

tetap diperhatikan tiga layer di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer diatas menjadi 1 layer matrik *grayscale* dan hasilnya adalah citra *grayscale*. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing r, g dan b menjadi citra *grayscale* dengan nilai s, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r, g dan b sehingga dapat dituliskan menjadis $s = \frac{r+g+b}{3}$. [HR10]

2.5.5. Thresholding

Thresholding atau binerisasi adalah pengelompokan piksel-piksel dalam citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu adalah satu contoh operasi tingkat titik. Pada operasi ini hasil proses suatu titik atau piksel tidak tergantung pada kondisi piksel-piksel tetangganya, hanya tergantung pada kondisi piksel itu sendiri. Dalam operasi ini, suatu piksel pada citra asal akan dipetakan menjadi piksel objek atau latar belakang pada citra hasil operasi tergantung pada intensitas piksel itu sendiri pada citra asalnya. Bila intensitasnya sesuai dengan persyaratan intensitas objek, maka ia akan dipetakan menjadi piksel objek pada citra hasil operasi, dan sebaliknya bila tidak memenuhi syarat, maka ia akan dipetakan menjadi piksel yang merupakan bagian latar belakang. Keputusan apakah piksel yang sedang dianalisis akan dimasukkan ke dalam kumpulan piksel-piksel objek, atau akan dimasukkan ke dalam kumpulan piksel-piksel latar belakang, tergantung hanya pada kondisi piksel itu sendiri, sementara piksel-piksel disekelilingnya tidak mempunyai pengaruh sama sekali. [AU05]

Misal pada sebuah gambar, $f(x,y)$ tersusun dari objek yang terang pada sebuah background yang gelap. Gray-level milik objek dan milik background terkumpul menjadi 2 grup yang dominan. Salah satu cara untuk mengambil objek dari backgroundnya adalah dengan memilih

sebuah nilai threshold T yang memisahkan grup yang satu dengan grup yang lain. Maka semua piksel yang memiliki nilai $>T$ disebut titik objek, yang lain disebut titik background. Proses ini disebut thresholding. Sebuah gambar yang telah di threshold $g(x,y)$ dapat didefinisikan:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) > T \\ 0 & \text{jika } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (2.2)$$

Nilai T dapat ditentukan dengan banyak cara, salah satunya adalah melalui perhitungan dimana nilai rata-rata jumlah piksel yang memiliki nilai di bawah T sama dengan nilai rata-rata jumlah piksel yang memiliki nilai di atas T . Untuk perhitungan ini, nilai T yang didapat untuk gambar yang memiliki histogram yang telah terequalize adalah berkisar antara 127 dan 128. Nilai maksimum dari T adalah nilai tertinggi dari sistem warna yang digunakan dan nilai minimum dari T adalah nilai terendah dari sistem warna yang digunakan. Untuk 256-gray level maka nilai tertinggi T adalah 255 dan nilai terendahnya adalah 0.

Jika T hanya tergantung pada $f(x,y)$ maka disebut thresholding global. Jika T tergantung dari $f(x,y)$ dan $p(x,y)$ (properti lokal milik titik tersebut, misalnya rata-rata gray-level pada "tetangga" dari (x,y)) maka disebut thresholding local. Jika T tergantung dari koordinat spatial x dan y maka disebut thresholding dynamic atau adaptive. [AHPY05]

2.5.6. Deteksi Tepi

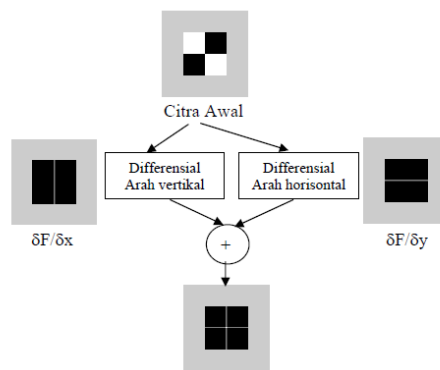
2.5.6.1. Prinsip-prinsip Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra, tujuannya adalah:

1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra

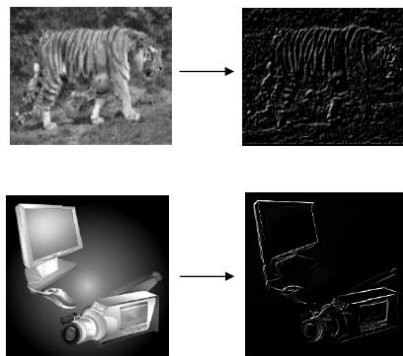
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (edge) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.15 berikut ini menggambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 2.12 Proses Deteksi Tepi Citra

Perhatikan hasil deteksi dari beberapa citra menggunakan model differensial di atas:



Gambar 2.13 Hasil Beberapa Deteksi Tepi

Pada gambar 2.13 terlihat bahwa hasil deteksi tepi berupa tepi-tepi dari suatu gambar. Bila diperhatikan bahwa tepi suatu gambar terletak pada titik-titik yang memiliki perbedaan tinggi. Berdasarkan prinsip-prinsip filter pada citra maka tepi suatu gambar dapat diperoleh menggunakan High Pass Filter (HPF), yang mempunyai karakteristik:

$$\sum_y \sum_x H(x, y) = 0$$

(2.3)

Macam-macam metode untuk proses deteksi tepi ini, antara lain:

1. Metode Robert
2. Metode Prewitt
3. Metode Sobel
4. Metode Canny

2.5.6.2. Metode Robert

Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial yang dikembangkan di atas, yaitu differensial pada arah horisontal dan differensial pada arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Teknik konversi biner yang disarankan adalah konversi biner dengan meratakan distribusi warna hitam dan putih. Metode Robert ini juga disamakan dengan teknik DPCM (Differential Pulse Code Modulation). Kernel filter yang digunakan dalam metode Robert ini adalah:

$$H = [-1 \ 1] \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(2.4)

2.5.6.3. Metode Prewitt

Metode Prewitt merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kernel filter yang digunakan dalam metode Prewitt ini adalah:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

2.5.6.4. Metode Sobel

Metode Sobel merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian dan gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Kernel filter yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah:[AHS12]

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

2.5.6.5. Metode Canny

Salah satu algoritma deteksi tepi modern adalah deteksi tepi dengan menggunakan metode Canny. Deteksi tepi Canny ditemukan oleh Marr dan Hildreth yang meneliti pemodelan persepsi visual manusia.

Ada beberapa kriteria pendeteksi tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny:

- a. Mendeteksi dengan baik (criteria deteksi). Kemampuan untuk meletakkan dan menandai semua tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang dilakukan. Sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan.

- b. Melokalisasi dengan baik (criteria lokalisasi). Dengan Canny dimungkinkan dihasilkan jarak yang minimum antara tepi yang dideteksi dengan tepi yang asli.
- c. Respon yang jelas (kriteria respon). Hanya ada satu respon untuk tiap tepi. Sehingga mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya.

Pemilihan parameter deteksi tepi Canny sangat mempengaruhi hasil dari tepian yang dihasilkan. Beberapa parameter tersebut antara lain:

1. Nilai Standart Deviasi Gaussian
2. Nilai Ambang. [GEDMC]

2.5.7. Gradien

Gradien adalah hasil pengukuran perubahan dalam sebuah fungsi intensitas dan sebuah citra dapat dipandang sebagai kumpulan beberapa fungsi intensitas kontinyu dari citra. Perubahan mendadak pada nilai intensitas dalam suatu citra dapat dilacak menggunakan perkiraan diskret pada gradien. Gradien adalah kesamaan dua dimensi dari turunan pertama dan didefinisikan sebagai vector.

$$G[f(x, y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Ada dua sifat penting dalam gradien yang harus dimengerti dalam hubungannya dengan tepi suatu objek, yaitu:

1. Vector $G [f(x,y)]$ menunjukkan arah penambahan laju maksimum dari fungsi $f(x,y)$.
2. Besaran gradien sama dengan penambahan laju dari fungsi $f(x,y)$ per satuan jarak dalam arah G .

Jenis-jenis fungsi yang ada adalah average, disk, gaussian, laplacian, log, motion, prewitt, sobel, unsharp. [AU05]

2.5.8. Filter Median

Masalah utama pada filter rata-rata lokal adalah filter tersebut cenderung mengaburkan batas-batas perbedaan nilai intensitas pada citra. Sebagai alternatif dari filter rata-rata adalah dengan menggantikan nilai piksel dengan nilai median atau nilai tengah dari piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Filter seperti ini disebut filter median dan sangat efektif untuk menghilangkan noise jenis *salt and paper* dan juga impulse sementara mempertahankan detail citra karena tidak tergantung pada nilai-nilai yang berbeda dengan nilai-nilai yang umum dalam lingkungannya. Cara kerja filter median dalam jendela tertentu mirip dengan filter linear namun prosesnya bukan lagi dengan pembobotan.[AU05]

$$f(x, y) = \text{median}\{g(s, t)\} \quad (2.8)$$

Nilai piksel pada titik (x,y) dimasukkan dalam komputasi median. Filter median sangat terkenal karena untuk jenis random noise tertentu memberikan kemampuan pengurangan noise yang sangat baik, dengan memperhatikan pengurangan blurring filter smoothing linier pada ukuran yang sama. Filter median efektif tertentu menunjukkan adanya noise bipolar dan unipolar. [PE2011]

2.5.9. Morfologi

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (shape) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap pixel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari pixel, tidak memperhatikan nilai numeric dari pixel sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan binary image dan grayscale image.

Operasi morfologi banyak digunakan dalam pengolahan dan analisis citra misalkan untuk operasi perbaikan citra (image enhancement), ekstrasi fitur, deteksi tepi, analisis bentuk, dan beberapa implementasi operasi pengolahan citra lain.

Dalam operasi morfologi, pemilihan structuring element (strel) sangat mempengaruhi hasil pemrosesan citra. Penggunaan dua buah structuring element yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda juga meski objek/citra yang dianalisa sama.

Ada beberapa bentuk structuring element (SE) yang biasa digunakan, ada yang berbentuk rectangle, square, disk, linear, dan diamond. Setiap bentuk structuring element (SE) tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Structuring element berbentuk rectangle dan square, dapat digunakan untuk mendeteksi tepi bagian atas, bawah, pinggir kiri, dan kanan dari sebuah objek. Sedangkan structuring element berbentuk disk dapat digunakan untuk melakukan operasi dilasi/rotasi yang tidak berhubungan dengan arah karena structuring element berbentuk disk simetris terhadap objek aslinya. Structuring element berbentuk line/linear hanya dapat mendeteksi single border.

Belum ada pedoman dalam pemilihan bentuk structuring element. Umumnya pemilihan bentuk structuring element hanya didasarkan pada kemiripan dengan bentuk objek yang diteliti. Salah satu atribut yang penting untuk mengenali sebuah objek adalah shape (bentuk). Bentuk merupakan representasi dari sebuah objek. Shape (bentuk) adalah salah satu atribut yang penting untuk mengenali sebuah objek. Pemilihan bentuk structuring element lebih didasarkan pada kemiripan dengan bentuk objek. Oleh karena itu bentuk objek dapat digunakan sebagai penentuan bentuk structuring element.

2.5.9.1. Operasi Dasar Morfologi

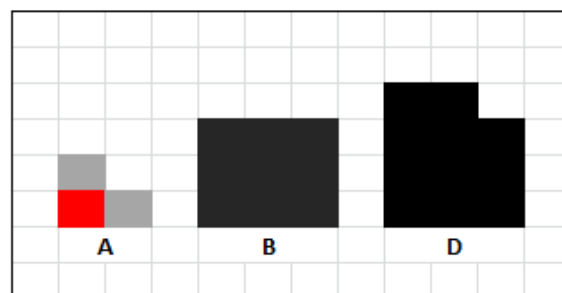
a. Dilasi

Dilasi adalah suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu gambar sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka gambar hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan gambar aslinya. Operasi dilasi akan melakukan proses pengisian pada citra asal yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan structuring element (strel).

Dilasi A oleh B dinotasikan dengan $A \oplus B$ dan didefinisikan sebagai:

$$D(A, B) = A \oplus B = \{x: B_x \cap A \neq \emptyset\} \quad (2.9)$$

Dengan \emptyset menyatakan himpunan kosong.



Gambar 2.14 proses operasi dilasi, terdapat objek awal A dan B sedangkan objek D objek hasil dilasi.

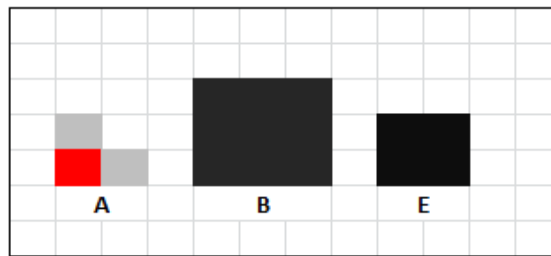
b. Erosi

Operasi erosi merupakan kebalikan dari operasi dilasi. Pada operasi ini, ukuran objek diperkecil dengan mengikis sekeliling objek, sehingga citra hasil cenderung diperkecil menipis. Operasi erosi akan melakukan pengurangan pada citra asal yang lebih kecil dibanding elemen penstruktur (strel).

Erosi A oleh B dinotasikan $A \ominus B$ didefinisikan sebagai:

$$E(A, B) = A \ominus B = \{x: B_x \subset X\} \quad (2.10)$$

Sama seperti dilasi, proses erosi dilakukan dengan membandingkan setiap piksel citra input dengan nilai pusat SE dengan cara melapiskan SE dengan citra sehingga SE tepat dengan posisi piksel citra yang diproses.



Gambar 2.15 proses operasi dilasi, terdapat objek awal A dan B sedangkan objek E objek hasil erosi.

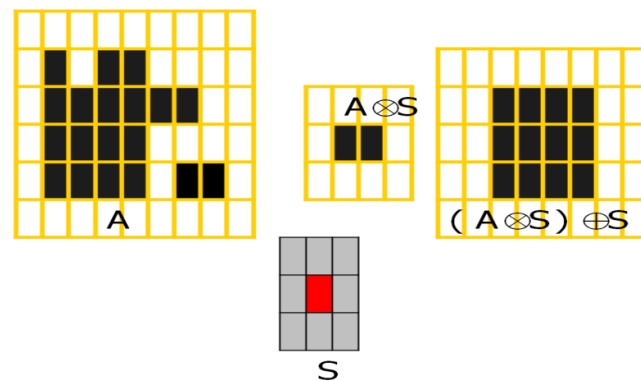
c. Opening(Pembukaan)

Operasi opening (pembukaan) juga merupakan kombinasi antara operasi erosi dan dilasi yang dilakukan secara berurutan, tetapi citra asli dierosi terlebih dahulu baru kemudian hasilnya didilasi. Operasi ini digunakan untuk memutus bagian-bagian dari objek yang hanya terhubung dengan 1 atau 2 buah titik saja.

Secara matematis proses opening dapat dinyatakan dengan :

$$O(A, B) = A \circ B = D(E(A, B), B) \quad (2.11)$$

Operasi opening digunakan untuk memutus bagian-bagian dari objek yang hanya terhubung dengan 1 atau 2 buah titik saja, dan menghilangkan objek yang sangat kecil. Operasi opening bersifat memperhalus kenampakan citra, menyambung fitur yang terputus (break narrow joins), dan menghilangkan efek pelebaran pada objek (remove protrusions).



Gambar 2.16 Menunjukkan proses operasi opening, terdapat objek awal A dan S.

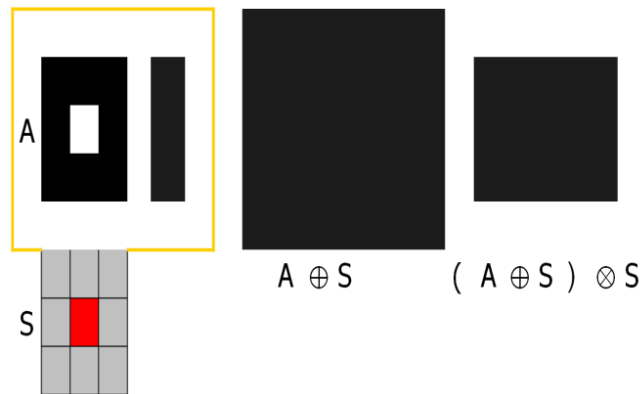
d. Closing (Penutupan)

Operasi closing (penutupan) adalah kombinasi antara operasi dilasi dan erosi yang dilakukan secara berurutan. Citra asli didilasi terlebih dahulu, kemudian hasilnya dierosi. Operasi ini digunakan untuk menutup atau menghilangkan lubang-lubang kecil yang ada dalam segmen objek. Operasi penutupan juga digunakan untuk menggabungkan 2 segmen objek yang saling berdekatan (menutup sela antara 2 objek yang sangat berdekatan).

Operasi closing dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C(A, B) = A \bullet B = E(D(A, -B), -B) \quad (2.12)$$

Hasil operasi closing hampir mirip seperti hasil operasi dilasi yakni memperbesar batas luar dari objek *foreground* dan juga menutup lubang kecil yang terletak di tengah objek, namun hasil operasi closing tidak sebesar hasil dilasi. [AHS12]

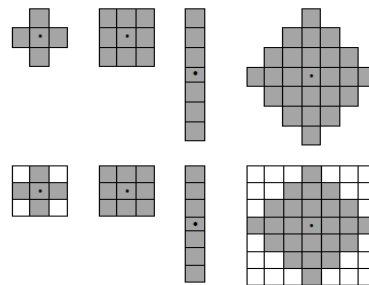


Gambar 2.17 Proses Operasi Closing

2.5.9.2. Struktur Element (STREL)

Struktur Element adalah himpunan sub-image kecil yang digunakan untuk meneliti citra dalam pembelajaran propertinya. Untuk elemen yang menjadi anggota strel, original strel, juga harus ditetapkan.

Origin dari strel ditandai dengan tanda titik hitam. jika tidak ada titik hitam maka diasumsikan origin berada di pusat simetri. karena origin tidak harus berada di pusat, tetapi juga bisa berada di pinggir strel.



Gambar 2.18 Contoh Gambar strel

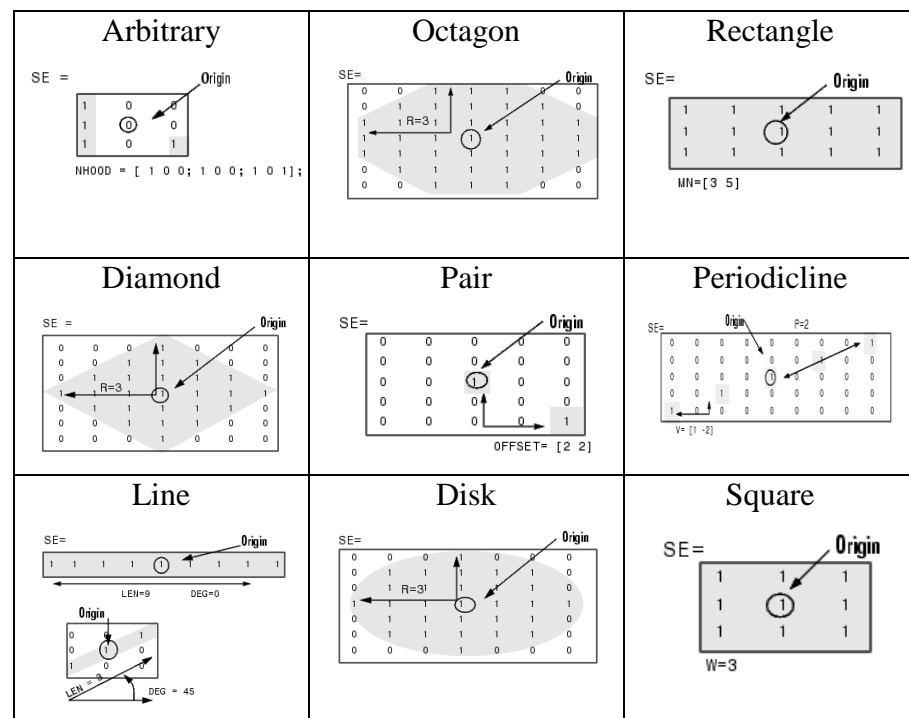
Pada gambar 2.19 menunjukkan berbagai macam type yang dapat digunakan, dan pada tabel 2.1 menjelaskan dari berbagai macam type tersebut. [AHS12]

$SE = \text{strel}(\text{tipestrel}, \text{parameter})$

Toolbox MATLAB untuk membuat strel :

Tabel 2.1 Tipe dari *Structure Element* (SE)

TIPE	FORMAT FUNGSI
Arbitrary	SE = strel ('arbitrary', NHOOD)
Diamond	SE = strel ('Diamond', R)
Disk	SE = strel ('disk', R, N)
Line	SE = strel ('line', LEN, DEG)
Octagon	SE = strel ('octagon', R)
Pair	SE = strel ('pair', OFFSET)
Periodicline	SE = strel ('periodicline', P, V)
Rectangle	SE = strel ('rectangle', MN)
Square	SE = strel ('square', W)



Gambar 2.19 Penjelasan dari masing-masing SE

2.5.10. Watershed

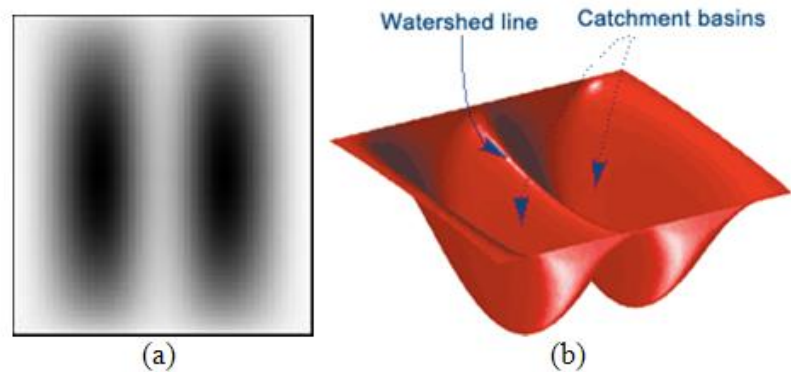
Konsep transformasi *Watershed* adalah dengan menganggap sebuah gambar merupakan bentuk tiga dimensi yaitu posisi x dan y dengan tingkat warna pixel yang dimilikinya. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna pixel, yang dalam hal ini adalah *gray level* merupakan ketinggian dengan anggapan nilai yang makin

mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka didapat tiga macam titik yaitu:

1. Titik yang merupakan minimum regional,
2. Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu,
3. Titik yang merupakan tempat dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain).

Untuk sebuah minimum regional tertentu, sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (2) disebut sebagai *catchment basin*, sedangkan sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (3) disebut sebagai garis *watershed*.

Dari penjelasan di atas, segmentasi dengan metode watershed ini mempunyai tujuan untuk melakukan pencarian garis watershed. Ide dasar untuk cara kerja segmentasi ini adalah diasumsikan terdapat sebuah lubang yang dibuat pada minimum regional dan kemudian seluruh topography dialiri air yang berasal dari lubang tersebut dengan kecepatan konstan. Ketika air yang naik dari dua *catchment basin* hendak bergabung, maka dibangun sebuah dam untuk mencegah penggabungan tersebut. Aliran air akan mencapai tingkat yang diinginkan dan berhenti mengalir ketika hanya bagian atas dari dam yang terlihat. Tepi dam yang terlihat inilah yang disebut dengan garis *watershed*. Dan garis watershed inilah yang merupakan hasil dari segmentasi, dengan anggapan bahwa garis watershed tersebut merupakan tepi dari obyek yang hendak disegmentasi.



Gambar 2.20 Konsep Transformasi *Watershed*

Pada Gambar 2.20 a ditampilkan gambar dua dimensi dari konsep transformasi watershed dimana dua bagian yang berwarna gelap adalah dua buah *catchment basin* dan bagian di tengah kedua *catchment basin* merupakan daerah dimana garis *watershed* akan berada, sedangkan pada Gambar. 2.20 b ditampilkan gambar tiga dimensi dari konsep transformasi *watershed*. [ABSA10]

Contoh Proses Watershed adalah sebagai berikut :

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	255	255	255	255	255	0	1	0	0	1	0	1
0	1	255	255	255	255	255	255	255	0	0	1	0	0	0
0	255	255	255	254	255	255	254	255	1	0	0	0	0	0
0	255	255	255	255	255	255	255	255	254	1	0	1	0	0
0	255	254	255	254	255	255	255	255	255	255	28	1	0	0
0	255	255	255	255	253	255	255	255	255	255	255	255	1	0
0	0	255	255	254	255	255	255	255	255	255	254	255	255	1
0	0	255	255	254	255	254	255	255	255	255	255	255	255	0
0	0	0	0	255	255	255	255	255	254	255	255	254	255	0
0	0	1	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255	1
1	0	0	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255	0
0	0	0	0	0	0	255	255	255	254	255	255	255	0	1
0	0	0	0	0	0	0	255	255	255	255	255	255	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2

Gambar 2.21 Citra *Grayscale*

1. Gambar 2.21 merupakan citra grayscale, kemudian dilakukan konversi citra ke biner.

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

Gambar 2.22 Hasil konversi ke citra biner

2. Kemudian hasil citra biner dikomplemenkan dengan menghitung transformasi jarak.

2,2361	2	1,4142	1	1	1	1	1	1,4142	1	1,4142	1,4142	1	1,4142	1
1,4142	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1,4142	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,4142	2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,4142
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1,4142	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1,4142	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1,4142	1,4142	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1,4142	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	2,2361	1,4142	1	1,4142	1,4142	1	0	0	0	0	0	1	1,4142	1
3	2	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0

Gambar 2.23 Hasil transformasi jarak

3. Kemudian menghitung transformasi Watershed, dimana integer positif berkorespondensi ke catchment basin dan nilai 0 mengindikasikan pixel ridge line watershed.

1	1	1	1	1	0	4	4	4	0	5	5	0	6	6
1	1	1	1	1	0	4	4	4	0	5	5	0	0	0
1	1	1	1	1	0	4	4	4	0	5	0	0	8	8
1	1	1	1	1	0	4	4	4	0	0	0	8	8	8
0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	8	8	8	8	8
2	2	2	2	2	0	0	4	0	8	8	8	8	8	8
2	2	2	2	2	2	0	0	0	8	8	8	8	8	8
2	2	2	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	0	0	3	3	3	0	9	9	9	9	9
2	2	2	0	0	3	3	3	3	0	0	0	9	9	9
2	2	0	0	3	3	3	3	3	0	7	0	0	0	0
0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	7	7	7	7	7
3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	7	7	7	7
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	7	7	7	7
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	7	7	7	7

Gambar 2.24 Hasil transformasi watershed

2.5.11. Region Growing

Region growing adalah prosedur yang mengelompokkan piksel atau sub-region ke dalam region yang lebih besar berdasarkan pada kriteria yang sudah ditentukan untuk pertumbuhannya. Pendekatan dasarnya adalah memulai dengan sejumlah titik seed dan dari sini menumbuhkan region oleh penambahan pada setiap seed piksel tetangga yang mempunyai properti sama dengan seed (seperti range spesifik dari gray level atau warna).

Pemilihan sejumlah satu atau lebih starting point sering menjadi dasar masalah. Satu prosedur untuk menghitung pada setiap piksel kesamaan sekumpulan properti yang akhirnya akan digunakan untuk memberi nilai piksel pada region selama proses growing. Jika hasil dari komputasi ini menunjukkan cluster nilai, piksel yang tempat propertinya dekat cluster centroid dapat digunakan sebagai seed.

Pemilihan kesamaan kriteria tidak hanya tergantung pada masalah tersebut, tetapi juga pada jenis data citra yang tersedia. Ketika citranya monokrom, analisis region harus dilakukan dengan sejumlah

deskriptor yang didasarkan pada level intensitas (seperti momen atau tekstur) dan properti spacial.

Deskriptor itu sendiri dapat memberikan hasil yang tidak benar jika informasi konektivitas (adjacency) tidak dipergunakan dalam proses region growing. Misalnya, visualisasi susunan random piksel dengan hanya tiga perbedaan nilai intensitas. Pengelompokan piksel dengan level intensitas yang sama untuk membentuk region tanpa perhatian pada konektivitas akan memberikan hasil segmentasi yang kurang bermakna.

Masalah lain dalam region growing adalah formulasi untuk aturan pemberhentian. Dasarnya, penumbuhan region seharusnya berhenti ketika tidak ada lagi piksel yang mencapai kriteria untuk inklusi dalam region tersebut. Kriteria seperti nilai intensitas, tekstur dan warna adalah lokal dan tidak dipakai dalam perhitungan history region growing.

Algoritma dari Region Growing adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Seed Point.

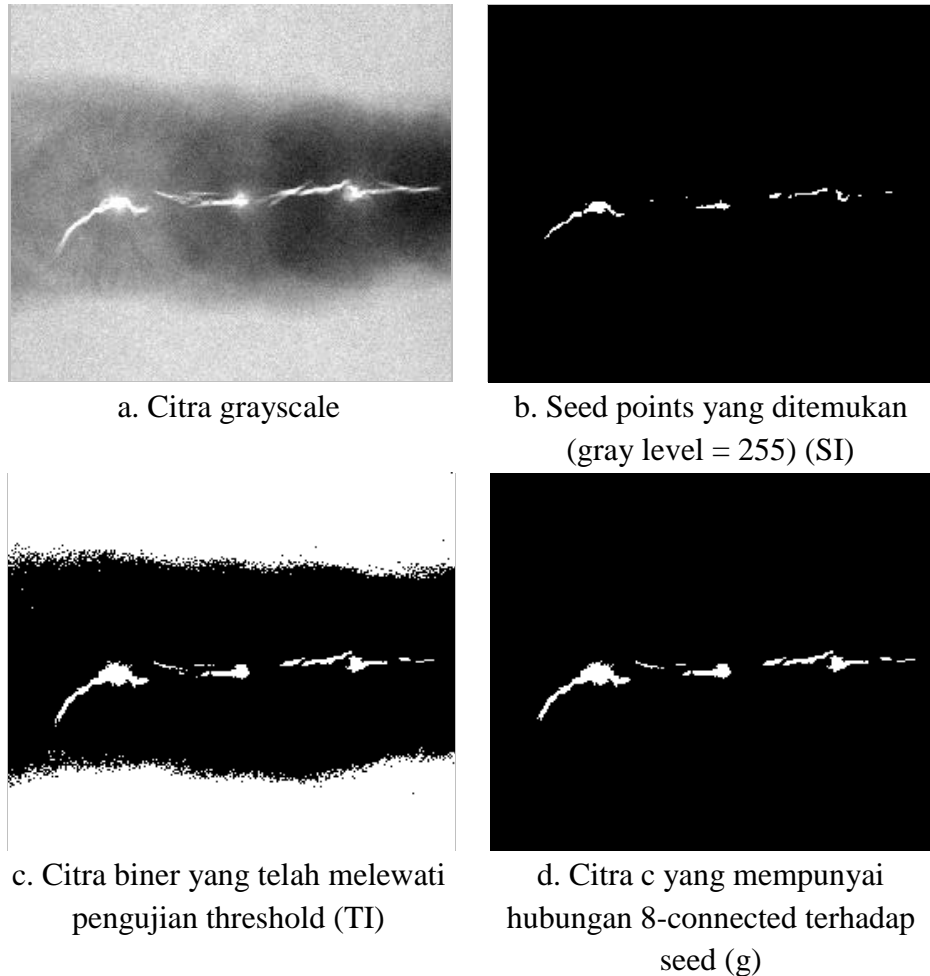
Pemilihan seed point tergantung beberapa kriteria pengguna. Bisa menggunakan Histogram untuk memilih seed point dengan intensitas antara 0 sampai 255. Seed point merupakan daerah awal berkembangnya. Daerah ini kemudian berkembang dari titik-titik benih sampai titik yang berdekatan tergantung pada kriteria keanggotaan daerah. Kriteria bisa berupa, misalnya, intensitas pixel, tekstur tingkat abu-abu, atau warna.

2. Menentukan batas minimum Threshold.

Pemilihan Threshold tergantung beberapa kriteria pengguna, sama seperti memilih seed point. Daerah ini sebagai batas ambang batas pertumbuhan piksel.

3. Nilai Kesamaan (Homogenitas) Threshold

Kesamaan (Homogenitas) Threshold berfungsi untuk mengatur mekanisme tumbuhnya seed dan menguji kehomogenan dari region setelah satu tahap tumbuh selesai



Gambar 2.25 Segmentasi Region Growing

Yang pertama dilakukan adalah menentukan seed point. Dalam menentukan Seed Point dengan tingkat nilai Gray Level maksimum 255, maka $S = 255$. [RGAW] Selanjutnya memilih threshold. Dalam contoh ini digunakan threshold 65, maka $T = 65$. Angka ini berdasarkan pada analisis histrogram dan merepresentasikan perbedaan antara 255 dan lokasi lembah utama yang pertama ke sebelah kiri yang merupakan perwakilan nilai intensitas paling tinggi dalam daerah las yang gelap.

Sebuah piksel harus menjadi 8-connected ke paling sedikit satu piksel dalam region untuk dimasukkan dalam region tersebut. Jika piksel yang ditemukan terhubung ke lebih dari satu region, region-region secara otomatis akan digabungkan oleh regiongrow. [PE2011]

Contoh proses Region Growing sebagai berikut :

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	255	255	255	255	255	0	1	0	0	1	0	1
0	1	255	255	255	255	255	255	255	0	0	1	0	0	0
0	255	255	255	254	255	255	254	255	1	0	0	0	0	0
0	255	255	255	255	255	255	255	255	254	1	0	1	0	0
0	255	254	255	254	255	255	255	255	255	255	28	1	0	0
0	255	255	255	255	253	255	255	255	255	255	255	255	1	0
0	0	255	255	254	255	255	255	255	255	255	254	255	255	1
0	0	255	255	254	255	254	255	255	255	255	255	255	255	0
0	0	0	0	255	255	255	255	255	254	255	255	254	255	0
0	0	1	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255	1
1	0	0	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255	0
0	0	0	0	0	0	255	255	255	254	255	255	255	0	1
0	0	0	0	0	0	0	255	255	255	255	255	255	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2

Gambar 2.26 Citra *Grayscale*

1. Gambar 2.26 merupakan citra grayscale, kemudian memilih seed point dengan intensitas antara 0 sampai 255. Nilai 1 mengindikasikan seed yang merupakan daerah awal berkembangnya pertumbuhan pixel.

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

Gambar 2.27 Seed point yang ditemukan

2. Kemudian menentukan threshold dengan intensitas antara 0 sampai 255. Daerah ini sebagai ambang batas pertumbuhan piksel.

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

Gambar 2.28 Threshold yang ditemukan

3. Gambar 2.29 merupakan hasil segmentasi region growing setelah melewati kehomogenan dari region setelah tahap tumbuh selesai.

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

Gambar 2.29 Hasil segmentasi region growing

2.6. MATLAB

MATLAB adalah sebuah bahasa dengan kemampuan tinggi untuk komputasiteknis.Ia menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman

dalam satu kesatuan yang mudah digunakan di mana masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematik yang sudah dikenal.

Pemakaian MATLAB meliputi:

- Matematika dan komputasi
- Pengembangan algoritma
- Akuisisi data
- Pemodelan, simulasi dan prototype
- Grafik saintifik dan engineering
- Perluasan pemakaian, seperti graphical user interfaces (GUI).

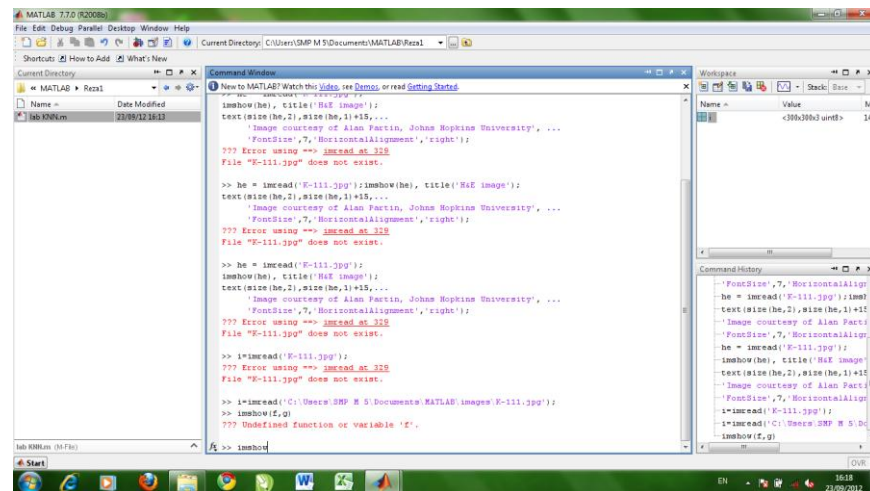
MATLAB adalah system interaktif yang mempunyai basis data array yang tidak membutuhkan dimensi. Ini memungkinkan kita dapat menyelesaikan banyak masalah komputasi teknis, khususnya yang berkaitan dengan formulasi matrik dan vector.

Nama MATLAB merupakan singakatan dari *matrix laboratory*. MATLAB awalnya dibuat untuk memudahkan dalam mengakses software matriks yang telah dikembangkan oleh LINPACK dan EISPACK. Dalam perkembangannya, MATLAB mampu mengintegrasikan beberapa software matriks sebelumnya dalam satu software untuk komputasi matriks. Tidak hanya itu, MATLAB juga mampu melakukan komputasi simbolik yang biasa dilakukan oleh MAPLE.

Sistem MATLAB terdiri atas lima bagian utama, yaitu:

1. Development Environment. Ini adalah kumpulan semua alat-alat dan fasilitas untuk membantu kita dalam menggunakan fungsi dan file MATLAB. Bagian ini memuat desktop, Command window, command history, editor and debugger, dan browser untuk melihat help, workspace, files.
2. The MATLAB Mathematical Function Library. Bagian ini adalah koleksi semua algoritma komputasi, mulai dari fungsi sederhana seperti sum, sine, cosine sampai fungsi lebih rumit seperti, invers matriks, nilai eigen, fungsi Bessel dan fast Fourier transform.

3. The MATLAB language. Ini adalah bahasa matriks/array level tinggi dengan control flow, fungsi, struktur data, input/output, dan fitur objek programming lainnya.
4. Graphics. MATLAB mempunyai fasilitas untuk menampilkan vector dan matriks sebagai grafik. Fasilitas ini mencakup visualisasi data dua / tiga dimensi, pemrosesan citra (image), animasi, dan grafik animasi.
5. The MATLAB Application Program Interface (API). Paket ini memungkinkan kita menulis bahasa C dan FORTRAN yang berinteraksi dengan MATLAB. Ia memuat fasilitas untuk pemanggilan kode-kode dari MATLAB (dynamic linking), yang disebut MATLAB sebagai mesin penghitung, dan untuk membaca dan menulis MAT-files. Desktop Matlab seperti pada gambar 2.30.



Gambar 2.30 Desktop Matlab

2.7. Study Literatur

Solehatin dan Yuliana Melita melakukan sebuah perancangan system segmentasi gambar menggunakan metode Seed Region Growing untuk mengidentifikasi luas bencana tsunami. Proses pengolahan digital dimulai dari akuisisi data citra, pengembangan, deteksi tepi, segmentasi citra, sampai citra siap dianalisis. Analisis citra dilakukan dengan proses segmentasi berdasarkan persamaan intensitas warna yang sama pada daerah kerusakan.

Hasil akhir pengolahan citra digital menghasilkan sebuah program untuk menghitung suatu luas wilayah pada citra digital dengan metode segmentasi wilayah dengan intensitas warna yang sama. Dari penelitian yang telah dilakukan, bahwa citra satelit yang tersimpan dalam format JPEG mengalami pemampatan, sehingga ukuran berkas citra menjadi lebih kecil. Proses perhitungan dilakukan melalui perbandingan luas citra yang diolah dengan luas citra daerah sesungguhnya sehingga diketahui luas satu piksel mewakili berapa luasan pada daerah sesungguhnya.

Yuliana Ika Efrilia melakukan penelitian untuk mensegmentasi citra kuku menggunakan K-Menas dan Watershed. Proses dilakukan dengan akuisisi data citra, clustering, gradien, strel, thresholding, segmentasi citra, hingga citra dianalisis. Dari hasil citra kemudian dibandingkan untuk mengetahui hasil segmantasi yang baik. Dari hasil pengujian 135 kuku, 58 kuku dinyatakan baik menggunakan metode Watershed dan 77 kuku dinyatakan baik menggunakan metode K-Means.

Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Solehatin dan Yuliana Melita dalam perancangan system segmentasi gambar menggunakan metode Seed Region Growing untuk mengidentifikasi luas bencana tsunami, dan penelitian yang dilakukan Yuliana Ika Efrilia untuk segmentasi citra kuku dengan Watershed dan K-Means, penulis akan melakukan penelitian untuk perancangan sistem segmentasi gambar menggunakan metode Region Growing. Objek yang digunakan adalah Kuku jari tangan manusia. Proses pengolahan digital pada perancangan sistem ini dibagi menjadi 3 tahapan, yakni tahapan pengcapturan kuku tangan, segmentasi kuku, kemudian perbandingan hasil segmentasi citra kuku antara metode region growing dan region growing berdasarkan watershed.