

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Sutoyo (1999) menjelaskan bahwa citra digital adalah citra yang berbentuk file dan kemudian dapat diolah dengan menggunakan komputer. Citra digital dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang guna membantu manusia dalam bekerja. Dalam penggunaan citra, tidak semua gambar digunakan, kadang-kadang hanya sebagian saja, dan membutuhkan beberapa perubahan seperti mengubah ukuran citra digital, mengubah tingkat pencahayaan atau kecerahannya, lalu menggabungkan dua citra atau lebih dan proses ini disebut proses pengolahan citra. Castleman (1996) menjelaskan bahwa Pengolahan citra sendiri memiliki berbagai macam jenis klasifikasi. Salah satunya yaitu metode segmentasi citra. Metode Segmentasi citra adalah proses memecah suatu citra digital menjadi banyak bagian atau segmen daerah yang tidak saling bertabrakan (*nonoverlapping*) dalam konteks ini citra digital daerah hasil segmentasi tersebut merupakan kelompok piksel yang berhubungan atau bertetangga. Prasetyo (2011) menjelaskan teknik *Thresholding* atau nilai ambang merupakan titik pusat dalam aplikasi segmentasi yang bertujuan untuk memisahkan bagian tertentu dengan bagian lainnya.

Riyadi (2014) pada penelitiannya yaitu Deteksi Retak Permukaan Jalan Raya Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Kombinasi Teknik *Thresholding*, *Median Filter Dan Morphology Closing*. Teknik *Thresholding* yang digunakan pada penelitian ini kurang maksimal karena citra biner retak pada permukaan jalan banyak yang menghilang atau menjadi ikut warna latar, serta waktu komputasi pada penelitian ini relatif lama yaitu 2.50 menit untuk menguji 40 citra. Natarajan et al (2012) Menggunakan Teknik *Thresholding* untuk mendapatkan daerah yang mengandung tumor dengan cara mengubah citra skala keabuan menjadi citra biner. Namun penelitian Natarajan tidak mencantumkan nilai ambang yang dilakukan pada segmentasi. Nock dan Nielsen, dalam penelitiannya membahas Teknik segmentasi *Region-based* seperti perbaikan wilayah statistik semi supervised (SSRR) untuk segmentasi gambar dengan ditetapkan pengguna bias yang menunjukkan daerah dengan khas *subparts*. SSRR cukup akurat karena segmentasi tidak mudah dipengaruhi oleh derau, tapi proses komputasinya sangat memakan waktu.

Zang dan Lao (2010) dalam penelitiannya yang berjudul *Pavement Crack Distress Deetection Based on Image Analysis* menggunakan analisis sinyal untuk deteksi retakan. Kondisi pencahayaan tidak merata, menyebabkan kesulitan dalam aplikasi segmentasi citra perkerasan. Dengan analisis model sinyal, mereka menggunakan interpolasi bilinear untuk mendapatkan citra koreksi didasarkan pada subset latar belakang yang di ekstrak dari citra perkerasan. Kemudian segmentasi *Thresholding* dapat dihitung oleh histogram citra yang terkoreksi

berdasarkan kriteria statistik. Namun hasil akhir dari metode Lou Jing dan Zang Ai Qin tetap samar, karena latar belakang berupa permukaan perkerasan masih ada.

I.M.D. Susila, dkk (2010) dalam penelitiannya yang berjudul *Alogaritma Thresholding Adaptive Citra Medis Berbasis Pengukuran Tingkat Ketajaman Citra*, mengusulkan teknik baru dalam mencari nilai ambang batas yaitu dengan sebuah alogaritma teknik *Thresholding* pemilihan jendela secara adaptif berbasis ketajaman citra. Selain menggunakan ketajaman citra pemilihan juga ditentukan oleh nilai ambang batas, metode *Thresholding* yang akan digunakan adalah metode MCTV (*Minimum Class Variance*) yang berfungsi melakukan pemilihan jendela yang akan memisahkan jendela-jendela menjadi dua kelas, jendela yang akan tersegmentasi dan jendela yang akan mengalami perbesaran secara *growing*. Namun pada hasil akhir penelitian tidak dicantumkan nilai akurasi keberhasilan pada metode ini serta berapa lama proses komputasi program dalam mengolah citra.

Sutiarso dkk (2011) dalam penelitiannya yang berjudul *Aplikasi monitoring Pertumbuhan Tanaman Berbasis Web Menggunakan Machine Vision*, mengusulkan teknik segmentasi *Thresholding* Otsu untuk mengubah citra skala keabuan menjadi citra biner dan menghitung luas tanaman. Alogaritma Otsu digunakan untuk pengembangan nilai histogram dengan menurunkan level keabuan citra menjadi citra biner (hitam & putih), sehingga dihasilkan dua kelas piksel (*Foreground dan Background*) yang memudahkan proses pengenalan objek yang diamati. Namun pada hasil akhir akurasi keberhasilan hanya 70% karena segmentasi *Thresholding* Otsu memiliki kelemahan yaitu bias dalam mendeteksi

letak lembah dari histogram sebuah citra dikarenakan nilai *Thresholding*nya cenderung mendekati pada *class variance* dan *class probability* yang lebih besar sehingga kemungkinan ada bagian dari objek citra yang hilang setelah melakukan segmentasi. Ying wen et al (2011) menjelaskan dari beberapa metode yang pernah digunakan dalam proses pra-pengolahan plat nomor kendaraan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yaitu, metode Bernsen diusulkan karena mampu memperbaiki gambar dari segi kemiringan, tetapi metode Bernsen ini mengalami gangguan seperti pencahayaan yang berlebih dan gangguan akibat dari bayangan pada citra.

Febrianto (2014) dalam penelitiannya yang berjudul Perbandingan Kinerja Metode Segmentasi Shannon Entropy dan Sauvola pada Hama Ulat Kubis ini menjelaskan bahwa metode Sauvola memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode Shannon Entropy dalam proses penentuan threshold dan segmentasi citra. Singh (2011) dalam penelitiannya yang berjudul *A New Lokal Adaptive Thresholding Technique in Binarization*, menggunakan 3 teknik Lokal *Thresholding* yaitu Bernsen, Niblack dan Sauvola. pada hasil akhir proses ke-3 teknik tersebut teknik Sauvola mempunyai perhitungan waktu proses terlalu lama dibanding ke-2 teknik tersebut tetapi teknik Sauvola memiliki hasil citra biner yang lebih baik dibanding teknik Bernsen dan Niblack.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Jalan Raya

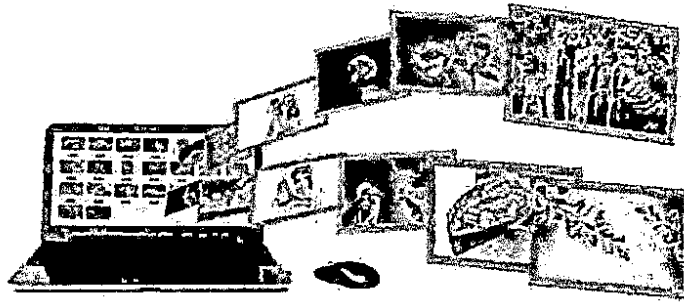
UU Republik Indonesia no.38 Tahun 2004 pasal 5 ayat (2) tentang jalan adalah sebagai prasarana distribusi barang dan jasa yang berperan penting bagi

Masyarakat. Mengetahui pentingnya peranan jalan, maka pembangunan dan pemeliharaan jalan menjadi prioritas untuk dikembangkan. Berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 yaitu tentang lalu lintas serta angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38 menjelaskan Jalan adalah merupakan seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap serta perlengkapannya yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum, kemudian yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau permukaan air. Jalan adalah Sarana lalu lintas dan angkutan jalan adalah ruang lalu lintas.

2.2.2 Pengertian Citra Digital

Citra (image) adalah salah satu komponen multimedia yang berperan penting berbentuk informasi visual seperti pada Gambar 2.1. Citra memiliki karakteristik yang tidak dipunyai oleh data teks yaitu citra memiliki banyak informasi yang dimaksudkan adalah sebuah citra dapat memberikan banyak informasi yang lebih dari pada informasi dalam bentuk teks atau kata-kata. secara umum citra memiliki dua dimensi. dilihat dari sudut matematis citra sebagai fungsi menerus atau lanjutan dari intensitas cahayanya seperti pada penjelasan jika sumber cahaya menerang objek, objek akan memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut maka kemudian pantulan cahaya akan ditangkap oleh alat-alat optik misalnya kamera, handycam dan mata manusia. jika bayangan objek yang disebutkan adalah citra terekam maka citra keluaran pada suatu sistem perekam data dapat bersifat:

1. optik seperti contohnya berupa foto
2. analog berupa sinyal video seperti contohnya citra pada monitor televisi
3. digital seperti yang dapat langsung disimpa pada suatu pita magnetik.



Gambar 2.1 Citra Digital

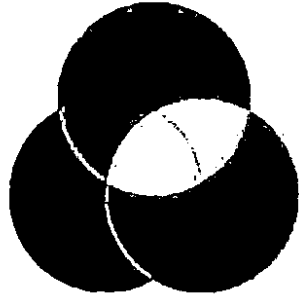
Citra digital merupakan citra dengan fungsi $f(x,y)$ yang sudah diproses digitalisasi baik koordinat area maupun pencahayaan level. Nilai fungsi f di koordinat (x,y) menunjukkan tingkat pencahayaan atau tingkat keabuan dari citra titik tersebut. Citra Digital merupakan representasi dari sebuah citra dua dimensi yang disebut sebagai kumpulan dari nilai digital yang berarti elemen gambar atau piksel. Piksel sendiri merupakan sebuah elemen terkecil yang menyusun citra dan memiliki nilai yang mewakili tingkat kecerahan dari sebuah warna pada titik tertentu. Pada umumnya citra digital memiliki bentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan terdapat yang berbentuk segienam) yang mempunyai tinggi dan lebar tertentu. Ukuran tersebut biasanya dinyatakan dalam banyaknya jumlah piksel yang dimiliki sehingga ukuran citra tersebut selalu bernilai bulat. Setiap piksel memiliki koordinat yang sesuai posisinya dalam citra.

Pada koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dimulai dari angka 0 atau 1 tergantung sistem yang digunakan. Setiap piksel juga memiliki nilai yang berupa angka digital untuk merepresentasikan informasi yang kemudian diwakili oleh piksel tersebut. Format pada data citra digital berhubungan erat dengan warna. Kebanyakan kasus, terutama yang untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diproses. Format citra digital yang banyak digunakan adalah Citra warna (true color), Citra Skala Keabuan (skala keabuan), Citra biner (monokrom) Totalis (2010).

Citra digital terdiri dari :

1. Citra RGB

Juhari (2014), Merah (*Red*), Hijau (*Green*) dan Biru (*Blue*) adalah warna dasar yang dapat dengan mudah diterima oleh mata manusia. Pada setiap piksel citra berwarna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Titik pada setiap citra warna membutuhkan data sebesar 3 byte. Setiap warna dasar memiliki intensitasnya sendiri dengan nilai minimum nol (0) dan nilai maksimumnya 255 (8bit). RGB yang didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang yaitu dengan panjang gelombang 630nm (merah), 530nm (hijau), dan 450nm (biru). Gambar 2.2 adalah Gambar Representasi Warna pada RGB



Gambar 2.2 Representasi Warna pada RGB

Dari keterangan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. RGB terdiri dari tiga warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru.
2. Campuran dari dua warna pada RGB menghasilkan warna baru, yaitu kuning = merah + hijau, cyan = hijau + biru, dan magenta = biru + merah.
3. Bila seluruh warna merah, hijau, dan biru dicampur akan menghasilkan warna putih.
4. Bila warna merah, hijau, dan biru tidak dicampur maka akan menghasilkan warna hitam.
5. Jenis warna yang lain akan dihasilkan oleh variasi campuran warna dan intensitas campuran pada setiap warna.

2. Citra Keabuan

Citra keabuan yaitu citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya, artinya nilai dari merah – hijau – biru. Nilai-nilai tersebut akan digunakan untuk menunjukkan intensitas warna. Citra yang ditampilkan pada jenis ini adalah warna abu-abu. Citra skala keabuan berbeda dengan citra "hitam-putih", dimana dalam konteks komputer citra hitam putih biasanya hanya terdiri

atas 2 warna saja yaitu "hitam" dan "putih". Pada citra skala keabuan memiliki warna bervariasi antara hitam dan putih, tetapi variasi pada warnanya sangat banyak. Citra skala keabuan memiliki perhitungan dari intensitas cahayanya pada setiap piksel dari spektrum elektromagnetik *single bandnya*. Citra skala keabuan disimpan dalam format 8 bit untuk setiap contoh piksel, yang memungkinkan memiliki sebanyak 256 intensitas cahaya. Untuk mengubah citra berwarna yang memiliki nilai matrik masing-masing R, G dan B menjadi citra skala keabuan dengan nilai X, maka konversi citra dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G dan B dan pada Gambar 2.3 adalah Intensitas keabuan suatu cita, hitam = 0 dan putih = 256 sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$X = (R+G+B)/3$$

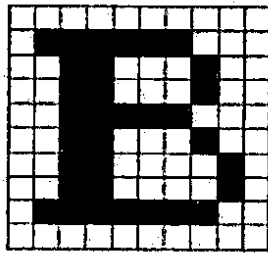
$$\text{Warna} = \text{RGB}(X, X, X)$$



Gambar 2.3 Intensitas keabuan suatu cita, hitam = 0 dan putih = 256

3. Citra Biner

Citra biner adalah gambar yang memiliki bidang dua dimensi. Citra biner dalam tinjauan matematis merupakan citra yang hanya terdiri atas dua kemungkinan warna yaitu warna hitam dan warna putih. Oleh karena itu, setiap piksel pada citra biner dapat dipresentasikan hanya dengan satu bit. Pada gambar 2.4 merupakan citra biner, sedangkan pada Gambar 2.5 merupakan representasi dari citra biner, dimana citra yang berwarna putih memiliki nilai nol (0), sedangkan citra yang berwarna hitam memiliki nilai satu (1).



Gambar 2.4 Citra biner

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 2.5 Representasi citra biner

Saat ini citra berwarna lebih disukai dibanding citra biner atau citra hitam-putih karena memberi kesan yang lebih kaya daripada citra biner, namun hal tersebut tidak membuat citra biner tidak lagi digunakan. Pada penggunaan beberapa aplikasi citra biner masih tetap dibutuhkan, misalkan citra untuk logo instansi (yang hanya terdiri dari warna hitam dan putih), citra pada kode barang (*barcode*) yang tertera pada label barang, citra pada hasil pemindaian dokumen teks, dan sebagainya. Seperti yang sudah disebutkan bahwa citra biner hanya memiliki dua nilai derajat keabuan yaitu hitam dan putih. Piksel-piksel pada objek bernilai satu sedangkan piksel-piksel latar belakang bernilai nol. Pada saat menampilkan gambar, nol adalah putih dan satu adalah hitam. Jadi pada citra biner, latar belakang akan berwarna putih sedangkan objek akan berwarna hitam seperti tampak pada Gambar 2.4 diatas. Meskipun komputer saat ini dapat

memproses citra abu-abu (*grayscale*) maupun citra berwarna, namun citra biner masih tetap di pertahankan keberadaannya.

Pengkonversian citra hitam-putih (*grayscale*) menjadi citra biner dilakukan untuk alasan-alasan sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi keberadaan objek pada suatu citra. Misalnya memisahkan (segmentasi) objek dari gambar latar belakangnya. Piksel-piksel objek dinyatakan dengan nilai 1 sedangkan piksel lainnya dengan 0.
2. Untuk lebih memfokuskan pada analisis bentuk morfologi, yang pada hal ini intensitas pikselnya tidak terlalu penting dibandingkan bentuknya. Setelah objek dipisahkan dari latar belakangnya, properti geometri dan morfologi atau topologi objek yang dapat dihitung dari citra biner. Hal ini berguna untuk proses pengambilan keputusan.
3. Untuk menampilkan citra pada piranti keluaran yang hanya memiliki resolusi intensitas satu bit, yaitu piranti penampil dua-aras atau biner seperti pencetak (*printer*).
4. Mengkonversi citra yang telah ditingkatkan kualitas tepinya (*edge enhancement*) untuk penggambaran garis-garis tepi. Ini perlu untuk membedakan mana tepi yang kuat yang berkoresponden dengan batas-batas objek dengan mana tepi lemah yang berkoresponden dengan perubahan *illumination*, bayangan, dll.

2.2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra yaitu sebuah proses pengolahan yang masukannya adalah citra dan keluarannya berupa citra juga atau sekumpulan karakteristik serta parameter yang berhubungan dengan citra. Pengolahan citra digital secara harfiah didefinisikan sebagai suatu pemrosesan citra dua dimensi yang menggunakan komputer. Pada definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital mencakup semua data dua dimensi (Usman, 2005 : 4-6).

Pengolahan citra memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah:

1. Digunakan sebagai proses untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh komputer atau manusia.
2. Digunakan untuk mentransformasikan citra menjadi citra lain.

Pengolahan citra dapat dibagi kedalam tiga kategori yaitu :

1. Kategori rendah yaitu melibatkan operasi-operasi sederhana seperti pra-pengolahan citra untuk mengurangi suatu derau, pengaturan kontras, dan pengaturan ketajaman citra. Pengolahan dalam kategori rendah ini memiliki masukan dan keluaran berupa citra.
2. Pengolahan kategori menengah yaitu melibatkan operasi-operasi seperti segmentasi dan klasifikasi citra. Proses pengolahan citra menengah ini melibatkan masukan berupa citra dan keluaran berupa atribut (fitur) citra yang dipisahkan dari citra masukan. Pengolahan citra kategori menengah melibatkan proses pengenalan dan deskripsi citra.

3. Pengolahan kategori tinggi yaitu menjadikan objek-objek yang sudah dikenali menjadi lebih berguna, berhubungan dengan aplikasi, serta melakukan fungsi-fungsi kognitif yang diasosiasikan dengan *machine vision*.

Berikut ini adalah tahap yang digunakan dalam proses pengolahan citra.

1. Filter Gaussian

Riyanto (2005) menjelaskan filter gaussian ini sebenarnya hampir sama dengan filter rata-rata hanya ada nilai bobot yang tidak rata seperti pada filter rata-rata, tetapi mengikuti fungsi gaussian sebagai berikut:

$$F(x, y) = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y \sqrt{\pi}} \exp \left(- \frac{(x - m_x)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y - m_y)^2}{2\sigma_y^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan :

x = jarak dari titik disumbu horizontal

y = jarak dari titik disumbu vertical

σ = standar deviasi dari distribusi gaussian

Filter ini menggunakan kernel berupa matrik.

2. Segmentasi

Cahyaningsih (2010) Segmentasi citra yaitu proses yang bertujuan untuk memisahkan suatu daerah citra dengan daerah citra yang lainnya. Segmentasi mengacu pada operasi pemisahan sebuah citra menjadi bagian-bagian atau membagi citra menjadi bagian yang diharapkan termasuk objek yang akan dianalisis pada citra tersebut. Memilih bentuk dalam sebuah citra sangat berguna untuk pemahaman atau pengukuran sebuah citra. Secara tradisional, segmentasi dapat diartikan sebagai proses jangkauan nilai gelap dan terang pada sebuah citra

yang sesungguhnya, memilih piksel pada jangkauan ini sebagai objek dan menolak sisanya sebagai latar belakang. Dengan demikian, citra terbagi atas dua bagian, yaitu bagian hitam dan bagian putih.

Pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan suatu pembeda atau penanda bisa disebut juga sebagai segmentasi citra. Suatu daerah pada citra adalah sekumpulan piksel yang terhubung satu sama lain dan mempunyai sifat yang sama. Pada citra ideal, sebuah daerah akan dibatasi yaitu dengan kurva tertutup, artinya objek yang berada di dalam citra itu akan tampil utuh, tidak terpotong atau menyentuh tepi bagian bingkai citra. Prinsipnya, segmentasi daerah dan deteksi tepi menghasilkan hasil yang sama, yaitu memisahkan objek dan latar belakang suatu citra (Munir, 2004).

Terdapat dua pendekatan yang digunakan dalam proses segmentasi objek:

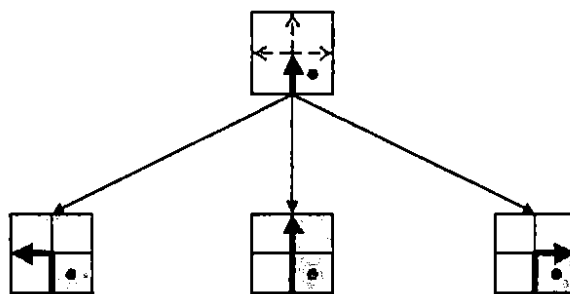
1. Segmentasi yang berdasarkan dari batas wilayah (tepi dari objek).

Piksel-piksel tepi ditelusuri sehingga rangkaian piksel yang menjadi batas (*boundary*) antara objek dengan latar sehingga dapat diketahui secara keseluruhan (algoritma *boundary following*).

2. Segmentasi ke bentuk-bentuk dasar (misalnya pada segmentasi huruf menjadi garis-garis vertikal dan horizontal, dan segmentasi objek menjadi bentuk lingkaran, elips, dan sebagainya).

Penelitian ini hanya akan membahas pendekatan pertama yaitu segmentasi berdasarkan batas wilayah.

Pada sebuah citra biner, batas antara objek dengan latar belakang dapat terlihat jelas. Piksel objek berwarna hitam sedangkan piksel latar belakang berwarna putih. Pertemuan antara piksel hitam dan putih dimodelkan sebagai segmen garis. Penelusuran batas wilayah dianggap sebagai pembuatan rangkaian keputusan untuk bisa bergerak lurus, kemudian belok ke kanan, atau belok ke kiri seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Proses penelusuran batas wilayah dalam citra biner

Piksel yang bertanda • menyatakan piksel yang sedang ditelaah. Penelusuran harus menentukan arah piksel tepi berikutnya yang bergantung pada piksel-piksel sekitarnya. Segmentasi berdasarkan wilayah memiliki beberapa teknik salah satunya *Thresholding*. *Thresholding* juga memiliki pengembangan yaitu:

- *Thresholding* (*Thresholding* Manual)
- *Global Thresholding* (Otsu)
- *Lokal Thresholding* (Bernsen dan Sauvola Teknik)

2.1 *Thresholding* Manual

Thresholding Manual merupakan metode yang sangat sederhana dalam hal melakukan proses segmentasi. *Thresholding* manual digunakan untuk mengatur jumlah derajat keabuan pada citra. Proses *Thresholding* manual ini pada

umumnya merupakan proses pengubahan kuantisasi pada suatu citra. Untuk mendapatkan hasil segmentasi yang maksimal dan baik, beberapa operasi perbaikan kualitas citra dilakukan terlebih dahulu agar berfungsi mempertajam batas antara objek dengan latar atau *backgroundnya* (Usman, 2005: 81). *Thresholding* manual juga dapat dikatakan sebagai suatu proses yang digunakan untuk menghasilkan suatu citra biner yaitu citra yang mempunyai dua nilai tingkat keabuan, yaitu : hitam dan putih, tergantung apakah nilai piksel asli tersebut lebih besar atau lebih kecil dari nilai ambang batasnya (T). Jika nilai tingkat keabuannya lebih besar dari nilai ambang batasnya (T) maka nilai piksel akan diubah menjadi putih atau (0), sedangkan diubah menjadi hitam atau (1) jika nilai tingkat keabuannya lebih kecil atau sama dengan nilai ambang batasnya (T) (Cahyaningsih, 2010).

Thresholding manual berfungsi untuk mengatur jumlah derajat keabuan pada suatu citra sesuai keinginan. Pada dasarnya, proses *Thresholding* merupakan proses pengubahan kuantisasi citra. Dapat dirumuskan :

$$x = b \cdot \text{int}(w / b) \quad (3)$$

$$b = \text{int}(256 / a) \quad (4)$$

dimana:

w = nilai derajat keabuan sebelum *Thresholding*

x = nilai derajat keabuan setelah *Thresholding*

Nilai ambang batasnya (T) bisa ditentukan melalui banyak cara yaitu salah satunya adalah melalui perhitungan dimana nilai rata-rata pada jumlah piksel yang memiliki nilai di bawah ambang batas (T) sama dengan nilai rata-rata pada jumlah piksel yang memiliki nilai di atas nilai ambang batas (T). pada perhitungan ini, nilai ambang (T) yang didapat untuk citra yang mempunyai histogram yang telah terekualisasi adalah sekitar antara 127 dan 128. Nilai maksimum dari nilai ambang batas (T) adalah nilai tertinggi dari sistem warna yang digunakan dan nilai minimum dari nilai ambang batas adalah nilai terendah dari suatu sistem warna yang digunakan. Nilai 256 pada tingkat keabuan maka 255 adalah nilai tertinggi untuk ambang batasnya (T) dan 0 adalah nilai terendahnya.

Contoh misalkan sebuah citra $f(x,y)$, tersusun dari objek yang terang dan latarnya gelap. Tingkat keabuan milik objek dan milik background terkumpul menjadi 2 grup yang dominan, salah satu caranya untuk mengambil objek dari latarnya adalah dengan memilih sebuah nilai ambang batas (T) yang memisahkan satu grup dari grup lainnya. Maka semua piksel yang memiliki nilai ambang batas yang $> T$ disebut sebagai objek, dan yang lain disebut sebagai latar atau *background*. Proses ini disebut sebagai proses teknik *Thresholding* manual. Secara umum, proses binerisasi citra skala keabaun dalam menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) > T(x, y) \\ 0 & \text{jika } f(x, y) < T(x, y) \end{cases} \quad (5)$$

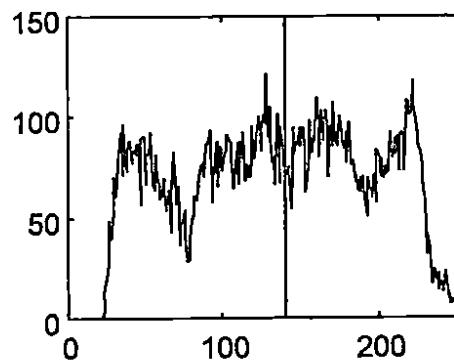
dengan $g(x,y)$ adalah citra binerisasi dari citra skala keabuan $f(x,y)$ dan T adalah nilai ambang batas. Contoh Gambar Hasil *Thresholding* manual dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Citra Hasil *Thresholding*

2.2 *Global Thresholding*

Thresholding global adalah metode dengan seluruh piksel pada citra dikonversi menjadi hitam dan putih dengan satu nilai *Thresholding* dirujuk dari penelitian Darma, (2010). Pada penelitian ini *Thresholding global* menggunakan fungsi otomatis yaitu metode Otsu. Contoh proses *global Thresholding* pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Global Thresholding

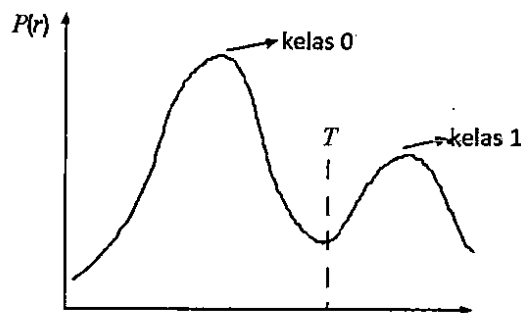
Merujuk Pada Penelitian Cahyaningsih Dalam Penelitiannya Yang Berjudul Deteksi Osteoporosis Dengan Metode Otsu Pada Citra X-Ray Tulang Rahang menjelaskan Metode Otsu merupakan suatu metode dalam segmentasi yang menghitung nilai ambang T secara otomatis yang berdasarkan citra masukan atau citra input. Pendekatan yang dilakukan oleh metode Otsu ialah dengan melakukan analisis diskriminan yang menentukan suatu variabel agar dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang akan muncul secara alami. Analisis Diskriminan ini akan memaksimalkan variabel tersebut agar dapat memisahkan objek yang akan dianalisis dengan latarnya.

Untuk memilih nilai ambang batas secara otomatis, Gonzalez dan Woods (2002) menggambarkan prosedur iterasi sebagai berikut:

1. Dipilih dahulu perkiraan awal untuk T. (disarankan estimasi awal adalah titik tengah antara nilai-nilai intensitas minimum dan maksimum citra).
2. Citra dibagi menggunakan T, maka akan menghasilkan dua kelompok piksel G1 yaitu terdiri dari semua piksel dengan nilai-nilai intensitas $\geq T$, dan G2 yaitu terdiri dari piksel dengan nilai-nilai $< T$.
3. Menghitung nilai rata-rata intensitas μ_1 dan μ_2 untuk piksel didaerah G1 dan G2.
4. Menghitung nilai ambang dengan persamaan $T = \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)$
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 sampai perbedaan T di iterasi berturut-turut lebih kecil dari T_0 parameter standar.

Sebuah fungsi yang menghitung *graythresh* disebut batas menggunakan metode Otsu (Otsu, 1979). Formulasi metode Otsu adalah sebagai berikut: Nilai

ambang yang ingin dicari dari citra keabuan dinyatakan dengan k . Nilai k bernilai antara 1 sampai dengan L , dimana nilai $L = 255$. Sedangkan jumlah piksel pada tingkat keabuan i dilambangkan oleh n_i dan jumlah piksel pada citra oleh $N = n_1 + n_2 + \dots + n_L$.



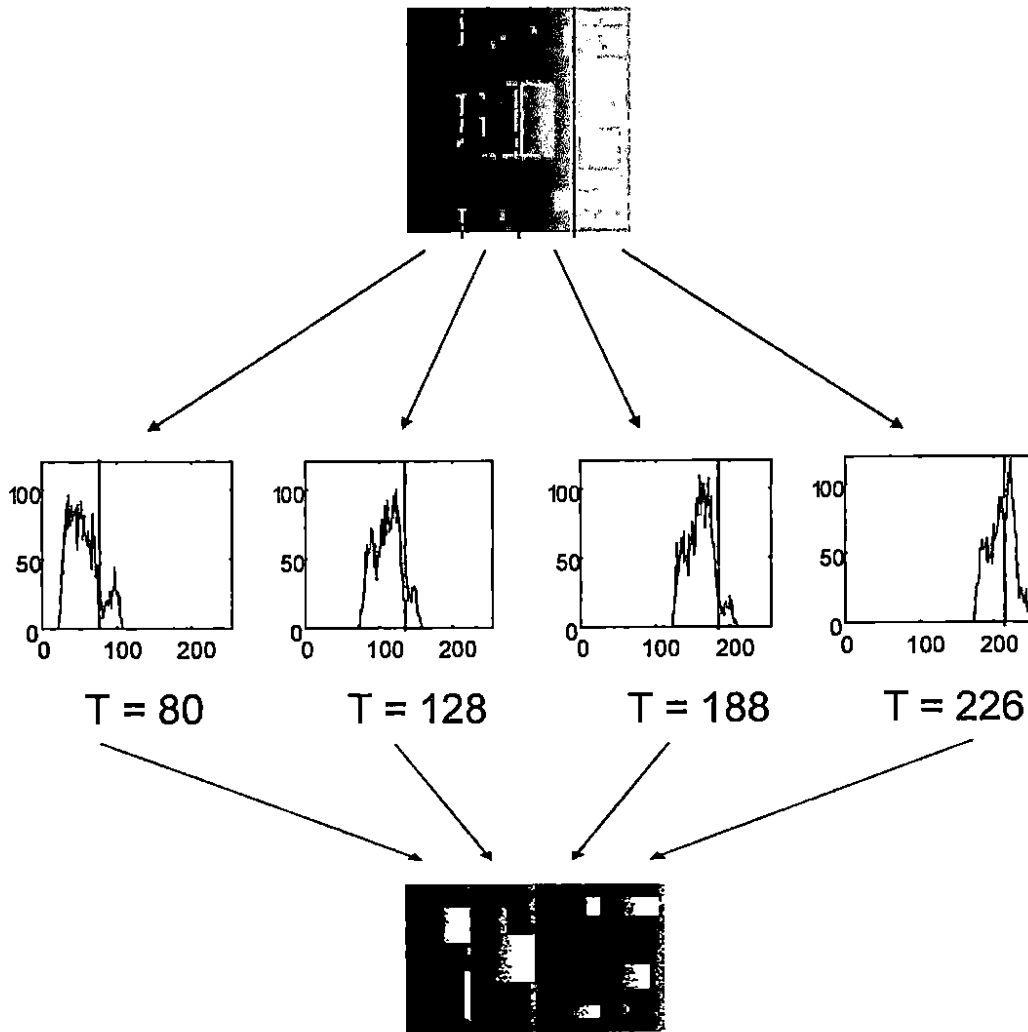
Gambar 2.9 Contoh Pengambilan Nilai *Thresholding* Dengan Metode Otsu

Metode Otsu ini adalah metode *Thresholding* yang paling populer. Teknik Otsu ini memaksimalkan kecocokan dari nilai ambang batas sehingga dapat memisahkan objek yang akan dianalisis dengan latarnya. Semua didapatkan dengan cara menentukan nilai ambang batas yang mampu memberikan pembagian kelas terbaik untuk semua piksel yang ada di dalam citra. Dasar metode Otsu ini adalah menggunakan histogram yang telah dinormalisasi dimana jumlah setiap poin pada setiap level dibagi dengan jumlah total poin pada citra (*image*).

2.3 Lokal Thresholding

Lokal *Thresholding* bekerja pada area-area kecil atau disebut lokal/blok dalam citra jadi proses penentuan nilai ambang batas dan *Thresholding* nya yaitu Lokal *Thresholding* ini bekerja pada blok-blok dalam citra. Blok disebut dengan

jendela. *Lokal Thresholding* memiliki beberapa teknik seperti teknik Bernsen dan teknik Sauvola. Gambar 2.10 akan memperlihatkan gambar metode *Lokal Thresholding*.



Gambar 2.10 Lokal Thresholding

Dua Teknik lokal *Thresholding* yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu Teknik Bernsen dan Teknik Sauvola.

a. Teknik Bernsen

Bernsen juga mengembangkan teknik untuk pengambangan pada citra skala keabuan yang bekerja pada area kecil atau lokal. Berbeda dengan teknik yang lainnya, Bernsen menggunakan nilai intensitas maksimal dan minimal dari lokal tersebut. Perhitungan untuk nilai ambang batasnya menjadi sederhana.

$$T(x,y) = (I_{max} + I_{min}) / 2 \quad (6)$$

Tapi nilai ambang batas untuk tiap lokal/blok ditentukan berdasarkan selisih dari nilai intensitas maksimum dan minimum nya.

$$T(x,y) = \begin{cases} \frac{I_{max}-I_{min}}{2}; I_{max}-I_{min} > L \\ GT; I_{max}-I_{min} < L \end{cases} \quad (7)$$

Dengan L adalah nilai kontras ambang batasnya sedangkan GT merupakan nilai *global threshold* yang didapat dengan menggunakan nilai Otsu. Nilai L bisa diset dengan nilai tertentu sedangkan nilai GT sendiri dicari dengan menggunakan program Otsu. Kelebihan dari metode ini tentu kecepatan prosesnya tapi teknik ini tidak bisa diandalkan bila ada derau, bayangan dan pencahayaan yang berlebih atau kurang pada citra. Teknik ini bisa bekerja baik bila citra yang diberikan sebagai input dalam keadaan yang cenderung bersih atau bisa dibayangkan hanya mampu toleran pada citra yang deraunya masih sedikit, bayangan dan pencahayaan yang berlebih atau kurang.

b. Teknik Sauvola

Teknik ini dikembangkan oleh Sauvola and Pietikainen (2000) dari teknik Niblack (1986) dimana mereka sama-sama menggunakan nilai statistik dari citra.

Lokal *Thresholding* sendiri bekerja pada area-area kecil atau disebut dengan lokal/blok dalam citra. Jadi proses penentuan nilai ambang batas dan *Thresholding* nya bekerja pada blok-blok dalam citra dan contohnya adalah blok berukuran 3x3. Biasanya blok ini disebut juga dengan Jendela (*window*). Rumus untuk menghitung nilai ambang batas menggunakan teknik ini adalah :

$$T(x,y) = m(x,y) * (1 + (k * ((s(x,y)/R) - 1))); \quad (8)$$

$T(x,y)$ merupakan nilai threshold untuk tiap blok $m(x,y)$ adalah rata-ratanya sedangkan $s(x,y)$ adalah nilai standar deviasinya dan nilai k dan R merupakan tetapan atau konstanta. Nilai R adala 128 untuk citra keabuan (*grayscale*). Sauvola pada penelitiannya menggunakan nilai 0.5 begitu juga dengan Sezgin. Kedekatan teknik Sauvola dan Niblack sangat terasa pada kondisi dimana terdapat kontras yang tinggi pada blok-blok tersebut, sebaliknya jika kontrasnya rendah maka threshold yang dihasilkan akan sangat jauh berbeda. Dalam teknik ini, nilai k berfungsi untuk mengontrol nilai ambang batas lokal. Jadi semakin besar nilai k maka semakin rendah nilai ambang batas dibandingkan rerata. Menurut Badekas et al, nilai k yang paling optimal adalah 0.34. Hal tersebut hanya terbatas pada data penelitian yang digunakan karena secara umum algoritma ini tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai k .

3. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan suatu pengambilan ciri dari suatu bentuk yang nantinya mendapatkan nilai untuk dianalisis dan hasilnya kemudian akan digunakan pada proses atau tahapan pengolahan selanjutnya. Ekstraksi ciri

dilakukan dengan cara menghitung jumlah piksel yang ditemui pada setiap pengecekan, dimana proses pengecekan dilakukan dengan berbagai arah, pengecekan pada koordinat kartesien dari citra digital yang dianalisis yaitu diagonal kiri kemudian kanan dan vertikal juga horizontal. Fitur atau ciri adalah karakteristik unik dari suatu objek. Ciri dibedakan menjadi dua yaitu Ciri “alami” yang merupakan bagian dari gambar, misalnya yaitu kecerahan dan tepi objek. Dan ciri “buatan” yaitu merupakan fitur yang diperoleh dengan operasi tertentu pada sebuah gambar, misalnya histogram tingkat keabuan. Ekstraksi ciri adalah proses untuk mendapatkan ciri-ciri pembeda yang membedakan suatu objek dengan objek yang lain (Putra, 2010). Ekstraksi ciri yang digunakan pada penelitian ini yaitu bwarea.

Bwarea adalah teknik pengolahan citra yang memperkirakan jumlah daerah piksel pada citra dibinerisasi. Suatu daerah yang melakukan pengukuran ukuran latar depan (*foreground*) dari citra ini dapat juga diartikan sebagai jumlah piksel pada citra, dan fungsi sederhana ini tidak hanya bisa menghitung jumlah piksel, tetapi juga dapat melakukan pembobotan pada pola piksel yang berbeda ketika menghitung suatu area pada citra. Cara menghitung bwarea adalah:

$$\text{Total} = \text{bwarea (BW)} \quad (9)$$

bwarea memperkirakan wilayah objek dalam citra biner BW. Total adalah skala yang nilainya sesuai dengan jumlah total piksel dalam citra, tapi mungkin tidak persis sama karena pola yang berbeda dari bobot piksel. BW dapat digunakan numerik atau logis. Pada proses ekstraksi Ciri untuk masukan numerik, setiap piksel nol dianggap ada dan sebaliknya. Algoritma bwarea memperkirakan luas

dari semua piksel didalam gambar dengan menjumlahkan bidang setiap piksel dalam gambar.

4. Klasifikasi

Jika tujuan dari ekstraksi ciri adalah memetakan sebuah pola berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki pada suatu citra, maka klasifikasi bertujuan untuk mengenali suatu citra dengan cara mengklasifikasikan ciri-ciri yang dimiliki pada citra tersebut. Klasifikasi merupakan proses dalam menemukan model atau suatu fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep ataupun kelas data, dengan tujuan agar dapat memperkirakan kelas dari objek pada citra. Proses klasifikasi biasanya dibagi menjadi dua fase yaitu fase latih dan fase pengujian. Pada fase latih, sebagian data yang telah diketahui kelas datanya diumpangkan untuk membentuk model perkiraan.

Kemudian pada fase uji model yang sudah terbentuk diuji dengan sebagian data lainnya untuk dapat mengetahui akurasi dari model tersebut. Bila akurasinya dapat mencukupi model ini akan dipakai untuk prediksi kelas data yang belum diketahui atau dicoba. Teknik ini juga dapat memberikan klasifikasi pada data baru dengan memanipulasi data yang sudah ada dan telah diklasifikasi kemudian dengan menggunakan hasilnya dapat menghitung jarak antara ciri-ciri citra *template* dan citra masukan.