

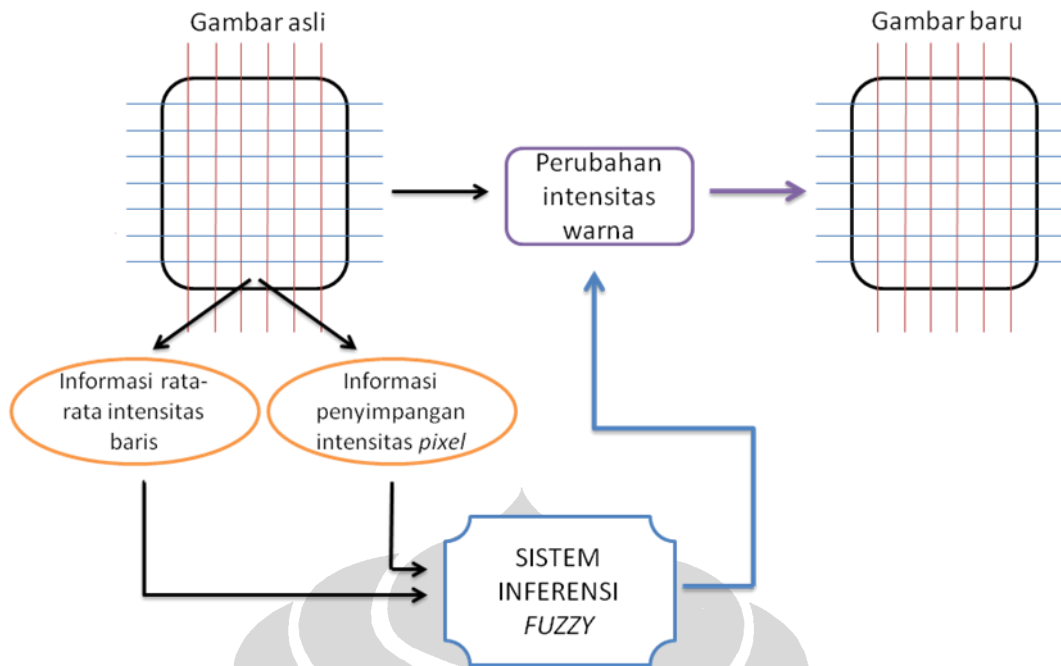
## BAB III METODE YANG DIUSULKAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang metode pengenalan manusia dengan menggunakan citra *dental radiograph* yang diusulkan oleh peneliti. Pengenalan ini akan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap peningkatan kualitas gambar, tahap ekstraksi bentuk gigi, dan tahap perbandingan bentuk. Hasil akhir dari pengenalan ini adalah daftar gambar yang memiliki kesamaan fitur dengan gambar yang ingin dikenali.

### 3.1 Peningkatan Kualitas Citra Dental Radiograph

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, citra *dental radiograph* seringkali memiliki kualitas gambar yang kurang baik. Masalah yang sering timbul adalah banyaknya *noise* pada gambar dan rendahnya *contrast* yang membedakan daerah gigi dan daerah bukan gigi. Hal ini tentunya akan menimbulkan masalah saat gambar tersebut digunakan sebagai objek pengenalan, karena kualitas gambar yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda, meskipun gambar tersebut adalah gambar gigi yang sama. Untuk mengatasi masalah kualitas gambar yang muncul, maka dikembangkanlah sebuah algoritma peningkatan kualitas gambar dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* Mamdani.

Sistem inferensi *fuzzy* yang dikembangkan akan melakukan pengecekan pada gambar untuk menentukan kisaran intensitas warna pada sebuah daerah pada gambar. Kisaran intensitas ini kemudian akan digunakan sebagai input dari sistem inferensi *fuzzy* untuk menentukan apakah sebuah *pixel* yang memiliki intensitas warna tertentu adalah *pixel* gigi, *pixel* bukan gigi, atau bahkan *pixel noise*. Dari informasi yang didapatkan, sistem inferensi *fuzzy* akan membuat sebuah gambar baru yang memiliki kualitas lebih baik untuk digunakan dalam metode pengenalan. Secara garis besar, proses pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Proses peningkatan kualitas gambar

Proses ini dibagi menjadi 4 tahapan utama yaitu pengambilan informasi gambar, pembentukan fungsi keanggotaan dari sistem inferensi *fuzzy*, penentuan aturan pada sistem inferensi *fuzzy*, dan pembentukan gambar baru. Dalam hal ini, sistem inferensi *fuzzy* akan digunakan untuk menganalisa perubahan yang dibutuhkan oleh tiap *pixel* pada gambar, karena setiap *pixel* membutuhkan perlakuan yang berbeda dalam proses pembentukan gambar baru. Detail dari masing-masing tahapan akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

### 3.1.1 Pengambilan Informasi Gambar

Pada bagian ini, gambar masukan akan dianalisa dan kemudian diambil informasi yang akan digunakan sebagai masukan dari sistem inferensi *fuzzy*. Terdapat dua macam informasi yang dibutuhkan oleh sistem inferensi *fuzzy*, yaitu intensitas warna rata-rata dari baris tempat sebuah *pixel* yang diamati dan penyimpangan nilai intensitas warna *pixel* tersebut dari intensitas rata-rata baris. Penggunaan intensitas rata-rata baris digunakan karena menurut pengamatan peneliti, sebuah baris akan cenderung memiliki nilai intensitas warna yang sama untuk *pixel* gigi dan *pixel* bukan gigi, sedangkan baris yang berbeda dapat memiliki intensitas yang berbeda pada *pixel* bukan gigi.

Untuk menentukan rata-rata (*Mean*) intensitas warna dari sebuah baris, dapat digunakan

$$Mean(y) = \sum I(x,y)/k \quad (3.1)$$

Sedangkan untuk mengetahui penyimpangan (*Distance*) intensitas sebuah *pixel* dari nilai rata-rata baris, dapat digunakan

$$Distance(x,y) = (I(x,y) - Mean(y)) / Mean(y) \quad (3.2)$$

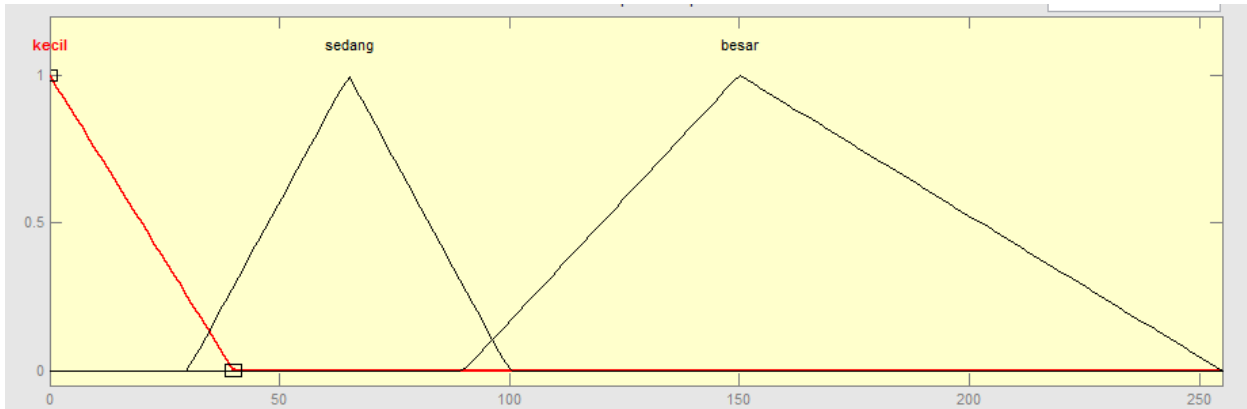
Besar penyimpangan (*Distance*) dari sebuah *pixel* dapat bernilai positif atau negatif. Penyimpangan bernilai positif menunjukkan bahwa *pixel* tersebut kemungkinan besar adalah *pixel* gigi, sedangkan nilai penyimpangan negatif menunjukkan bahwa *pixel* tersebut kemungkinan besar adalah *pixel* bukan gigi. Intensitas dari *pixel* gigi akan sama (atau mirip) dalam setiap bagian dari gambar, sedangkan *pixel* bukan gigi tidak selalu memiliki intensitas yang sama pada setiap bagian gambar. Oleh karena itu, peningkatan kualitas gambar akan dilakukan dengan cara membuat intensitas warna dari *pixel* bukan gigi pada setiap bagian gambar menjadi sama (yaitu semakin mendekati nilai intensitas minimum). Karena hal tersebut, hanya penyimpangan intensitas yang bernilai negatif saja yang akan diproses oleh sistem inferensi *fuzzy*, sedangkan penyimpangan bernilai positif tidak diproses, karena pemrosesan justru akan merubah kisaran nilai intensitas warna dari *pixel* gigi.

### 3.1.2 Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Sistem inferensi *fuzzy* yang dibuat memiliki 3 buah fungsi keanggotaan, dua buah untuk masukan dan satu buah untuk keluaran dari sistem. Detail dari fungsi keanggotaan yang ada adalah:

1. Fungsi keanggotaan Rata-rata

Fungsi keanggotaan Rata-rata merepresentasikan nilai masukan dari sistem inferensi *fuzzy* yang berupa intensitas rata-rata dari baris tempat *pixel* yang sedang diamati. Fungsi keanggotaan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 3.2.



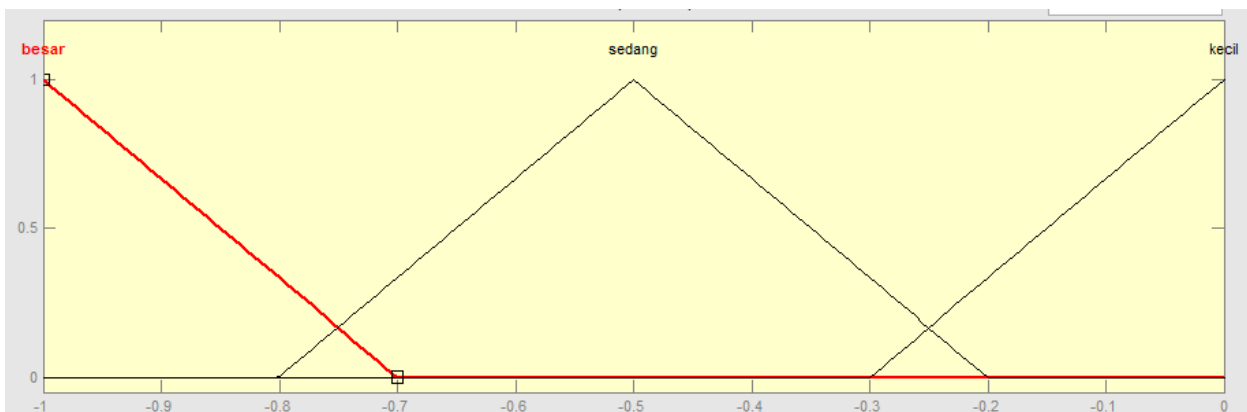
**Gambar 3.2 Fungsi keanggotaan rata-rata baris**

Fungsi keanggotaan ini dibentuk dari 3 buah representasi kurva segitiga yaitu:

- Kurva pertama dengan nama “kecil” berbentuk setengah segitiga yang memiliki nilai antara 0 sampai 40. Titik puncak segitiga berada pada titik 0.
- Kurva kedua dengan nama “sedang” berbentuk segitiga yang memiliki nilai antara 30 sampai 100. Titik puncak segitiga berada pada titik 65.
- Kurva ketiga dengan nama “besar” berbentuk segitiga yang memiliki nilai antara 90 sampai 255. Titik puncak segitiga berada pada titik 150.

2. Fungsi keanggotaan penyimpangan intensitas

Seperti namanya, fungsi keanggotaan ini merepresentasikan masukan dari sistem inferensi fuzzy yang berupa penyimpangan intensitas dari sebuah *pixel* atas intensitas rata-rata barisnya. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, penyimpangan yang akan diproses hanya penyimpangan yang bernilai negatif. Fungsi keanggotaan penyimpangan intensitas dapat dilihat pada Gambar 3.3.



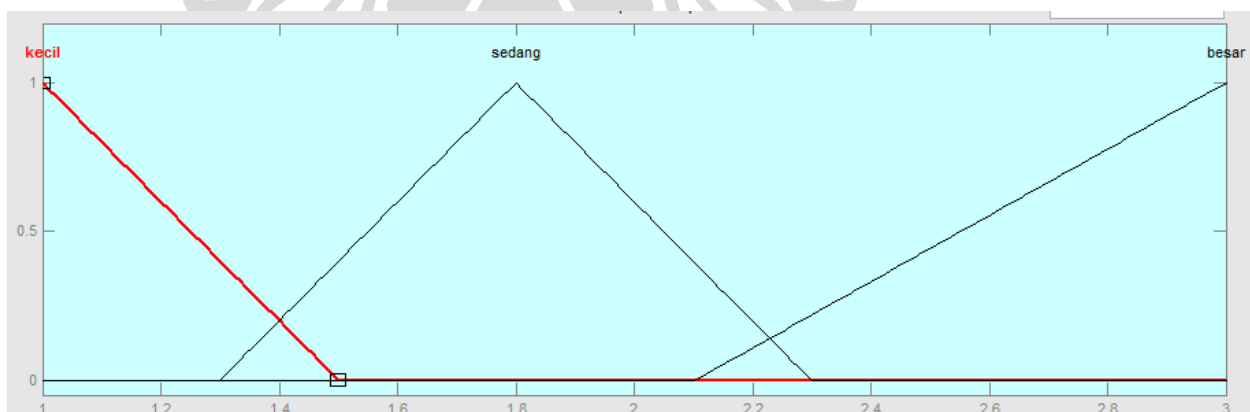
**Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan penyimpangan intensitas**

Fungsi keanggotaan ini dibentuk dari 3 buah representasi kurva segitiga yaitu:

- Kurva pertama dengan nama “besar” berbentuk setengah segitiga yang memiliki nilai antara -1 sampai -0.7. Titik puncak segitiga berada pada titik -1.
- Kurva kedua dengan nama “sedang” berbentuk segitiga yang memiliki nilai antara -0.8 sampai -0.2. Titik puncak segitiga berada pada titik -0.5.
- Kurva ketiga dengan nama “kecil” berbentuk setengah segitiga yang memiliki nilai antara -0.3 sampai 0. Titik puncak segitiga berada pada titik 0.

3. Fungsi keanggotaan keluaran sistem

Fungsi keanggotaan ini merepresentasikan keluaran dari sistem inferensi fuzzy berdasarkan kedua masukan yang telah ditentukan. Hasil dari fungsi ini yang nantinya akan digunakan dalam pembentukan gambar baru. Fungsi keanggotaan keluaran sistem dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan keluaran dari sistem inferensi fuzzy**

Fungsi keanggotaan ini dibentuk dari 3 buah representasi kurva segitiga yaitu:

- Kurva pertama dengan nama “kecil” berbentuk setengah segitiga yang memiliki nilai antara 1 sampai 1.5. Titik puncak segitiga berada pada titik 1.

- Kurva kedua dengan nama “sedang” berbentuk segitiga yang memiliki nilai antara 1.3 sampai 2.3. Titik puncak segitiga berada pada titik 1.8.
- Kurva ketiga dengan nama “besar” berbentuk setengah segitiga yang memiliki nilai antara 2.1 sampai 3. Titik puncak segitiga berada pada titik 3.

Setelah fungsi keanggotaan yang dibutuhkan selesai dibuat, maka perlu dibuat aturan yang mengatur hubungan dari masing-masing fungsi keanggotaan. Penentuan aturan dari sistem inferensi *fuzzy* akan dibahas pada bagian selanjutnya.

### 3.1.3 Penentuan Aturan Sistem Inferensi *Fuzzy*

Aturan dari sistem inferensi *fuzzy* dibentuk dengan menggunakan hubungan jika dan maka (*if...then...*). Terdapat 9 buah aturan yang merupakan kombinasi dari nilai pada 2 buah masukan sistem. Pada aturan yang dibuat, intensitas rata-rata baris dilambangkan dengan mean, penyimpangan dilambangkan dengan distance, dan keluaran sistem dilambangkan dengan output. Aturan tersebut adalah:

1. **If** (distance is kecil) **and** (mean is kecil) **then** (output is kecil)
2. **If** (distance is kecil) **and** (mean is sedang) **then** (output is kecil)
3. **If** (distance is kecil) **and** (mean is besar) **then** (output is sedang)
4. **If** (distance is sedang) **and** (mean is kecil) **then** (output is kecil)
5. **If** (distance is sedang) **and** (mean is sedang) **then** (output is kecil)
6. **If** (distance is sedang) **and** (mean is besar) **then** (output is sedang)
7. **If** (distance is besar) **and** (mean is kecil) **then** (output is kecil)
8. **If** (distance is besar) **and** (mean is sedang) **then** (output is sedang)
9. **If** (distance is besar) **and** (mean is besar) **then** (output is besar)

Hasil dari keluaran sistem inferensi *fuzzy* di atas akan digunakan dalam pembentukan gambar baru. Detail dari pembentukan gambar baru akan dibahas pada bagian selanjutnya.

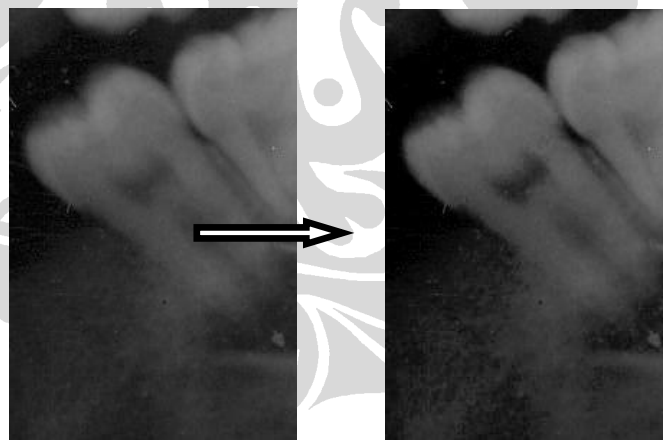
### 3.1.4 Pembentukan Gambar Baru

Pembentukan gambar baru adalah proses terakhir pada tahap peningkatan kualitas citra *dental radiograph*. Proses ini sangat berpengaruh dengan hasil dari keluaran sistem inferensi *fuzzy*, karena segala perubahan yang terjadi pada sebuah *pixel* sesuai dengan hasil dari sistem inferensi *fuzzy* pada *pixel* tersebut. Gambar baru akan dibentuk dengan menyusun

*pixel* demi *pixel* yang pada akhirnya akan membentuk suatu gambar utuh. Pada pembentukan gambar baru, peneliti mendefinisikan *New* sebagai *pixel* pada gambar baru, *Old* sebagai *pixel* pada gambar lama, *FISOut* sebagai keluaran dari sistem inferensi *fuzzy*, dan *Dist* sebagai penyimpangan nilai intensitas sebuah *pixel* terhadap intensitas rata-rata barisnya. Pembentukan gambar baru dapat dirumuskan sebagai:

$$New(x,y) = Old(x,y) + FISOut(x,y) * Dist(x,y) * Old(x,y) \quad (3.3)$$

Variabel *FISOut* awalnya diinisialisasi sebagai sebuah matrix dengan nilai 0, yang nilainya akan berubah sesuai dengan hasil dari sistem inferensi *fuzzy*. Karena *pixel* dengan penyimpangan bernilai positif tidak ikut diproses oleh sistem inferensi *fuzzy*, maka *pixel* baru yang terbentuk dari *pixel* dengan nilai penyimpangan ini akan memiliki intensitas yang sama dengan *pixel* lamanya. Contoh dari peningkatan kualitas gambar dapat dilihat pada Gambar 3.5.

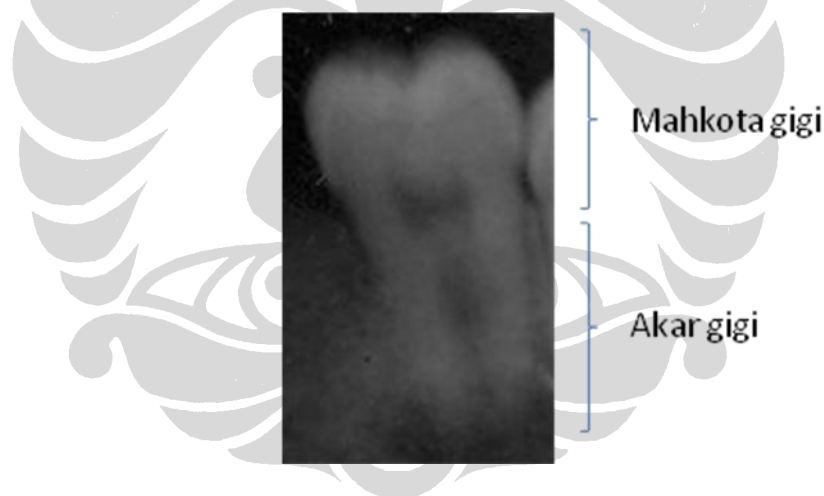


Gambar 3.5 Contoh peningkatan kualitas gambar

Setelah proses pembentukan gambar baru selesai, gambar baru yang telah dibentuk akan digunakan pada proses pengenalan selanjutnya, yaitu penentuan bentuk gigi.

### 3.2 Penentuan Bentuk Gigi

Pada proses ini, citra *dental radiograph* yang telah mengalami peningkatan kualitas akan disederhanakan lagi sehingga yang tersisa hanyalah bentuk luar dari gigi. Penyederhanaan gambar ini bertujuan untuk mempermudah proses perbandingan gigi pada tahap selanjutnya. Proses penentuan bentuk gigi dilakukan dalam dua tahap, yaitu penentuan bentuk mahkota gigi (*crown*) dan penentuan bentuk akar gigi (*root*). Pembagian ini dilakukan karena kedua bagian tersebut memiliki ciri yang berbeda. Pembagian dari daerah gigi dapat dilihat pada Gambar 3.6. Mahkota gigi yang berada di luar gusi memiliki *contrast* yang lebih tinggi dengan latar belakangnya jika dibandingkan dengan akar gigi yang berada di dalam gusi. Karenanya, proses identifikasi bentuk mahkota gigi lebih mudah dibanding proses identifikasi bentuk akar gigi. Untuk mempermudah penentuan bentuk gigi, peneliti terlebih dahulu mencari bentuk mahkota gigi, kemudian hasilnya akan digunakan untuk membantu penentuan bentuk akar gigi.



Gambar 3.6 Ilustrasi pembagian gigi

Sebelum melakukan penentuan bentuk gigi, peneliti perlu mengetahui bentuk dasar dari gigi yang akan diteliti. Hal ini ditujukan untuk menyederhanakan gambar agar proses penentuan bentuk gigi menjadi lebih mudah.

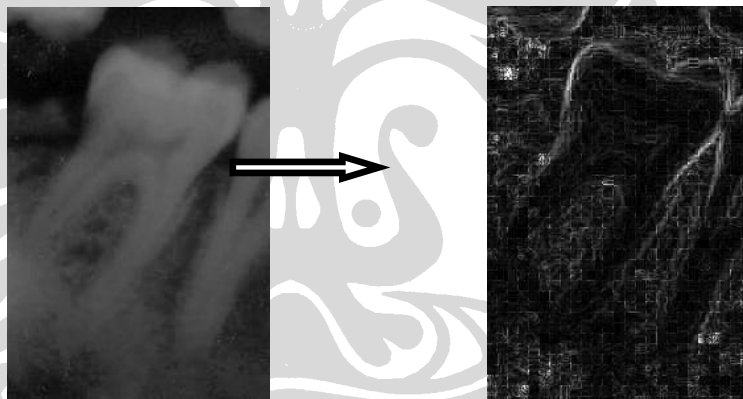


### 3.2.1 Penentuan Bentuk Dasar Gigi

Hal pertama yang harus dilakukan pada tahap ini adalah membuat sebuah gambar baru yang menunjukkan gradien dari intensitas warna yang ada pada gambar [JAIN03]. Peneliti mendefinisikan gambar gradien intensitas,  $|\Delta I|$ , dari gambar masukan sebagai

$$|\Delta I(x,y)| = \sqrt{(I(x,y) - I(x, y-1))^2 + (I(x,y) - I(x-1, y))^2} \quad (3.4)$$

Pada penjelasan sebelumnya telah diketahui bahwa *pixel-pixel* gigi mempunyai intensitas warna yang hampir sama, kemudian proses peningkatan kualitas gambar membuat intensitas warna dari *pixel* bukan gigi menjadi mirip. Dari kedua keterangan tersebut, maka gambar gradien intensitas akan menggambarkan bentuk dasar gigi. Karena semua daerah akan memiliki gradien intensitas mendekati 0, kecuali perbatasan antara bagian gigi dan bagian bukan gigi. Contoh bentuk dasar gigi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Bentuk dasar gigi

Meskipun dapat menggambarkan bentuk dasar gigi, seringkali gambar gradien tidak menampilkan bentuk dasar dari sebuah gigi dengan benar. Hal ini terjadi akibat pengaruh dari gigi tetangga yang letaknya sangat dekat dengan gigi yang ingin dikenali bentuknya [JAIN03]. Untuk menghilangkan pengaruh tersebut, dibuatlah sebuah gambar baru  $M$  sebagai

$$M(x,y) = B(x,y)|\Delta I(x,y)| \quad (3.5)$$

Dimana

$$B(x,y) \begin{cases} 0 & \text{untuk } \Delta I(x,y) \cdot E(x,y) < 0 \\ 1 & \text{untuk selain itu} \end{cases}$$

(3.6)

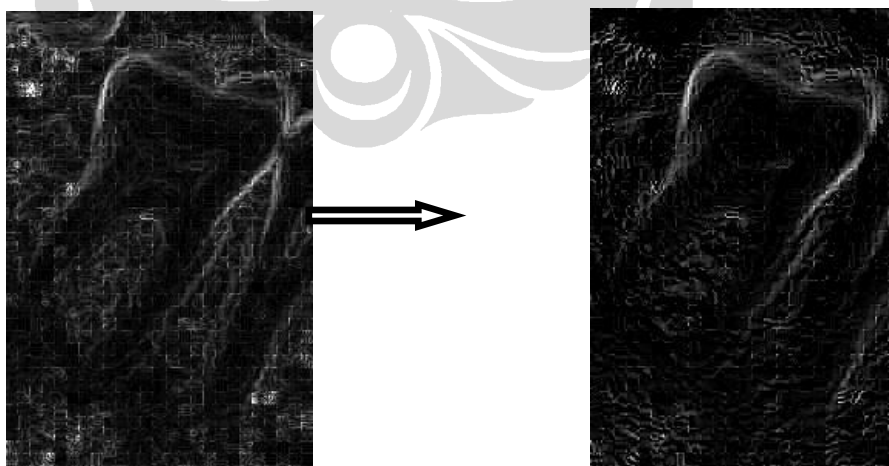
$E(x,y)$  adalah vektor dari pusat mahkota  $C$  ke titik  $(x,y)$ , sedangkan  $\Delta I(x,y)$  adalah vektor yang menunjukkan arah gradien intensitas. Nilai  $B$  didapatkan dengan mencari nilai dot product dari kedua vektor tersebut. Pusat mahkota adalah titik tengah dari batas mahkota gigi dengan akar gigi. Nilainya biasanya berada pada koordinat  $(i,j)$  dimana  $i = X/2$  dan  $j = 2Y/3$  untuk gigi bawah dan  $j = Y/3$  untuk gigi atas. Penentuan koordinat pusat mahkota  $C$  tidak mutlak, yang berarti koordinatnya dapat berubah sesuai kebutuhan.  $E(x,y)$  dapat dihitung dengan

$$E(x,y) = (x-x_c, y-y_c)$$

(3.7)

dimana  $x_c$  dan  $y_c$  adalah koordinat titik pusat mahkota gigi.

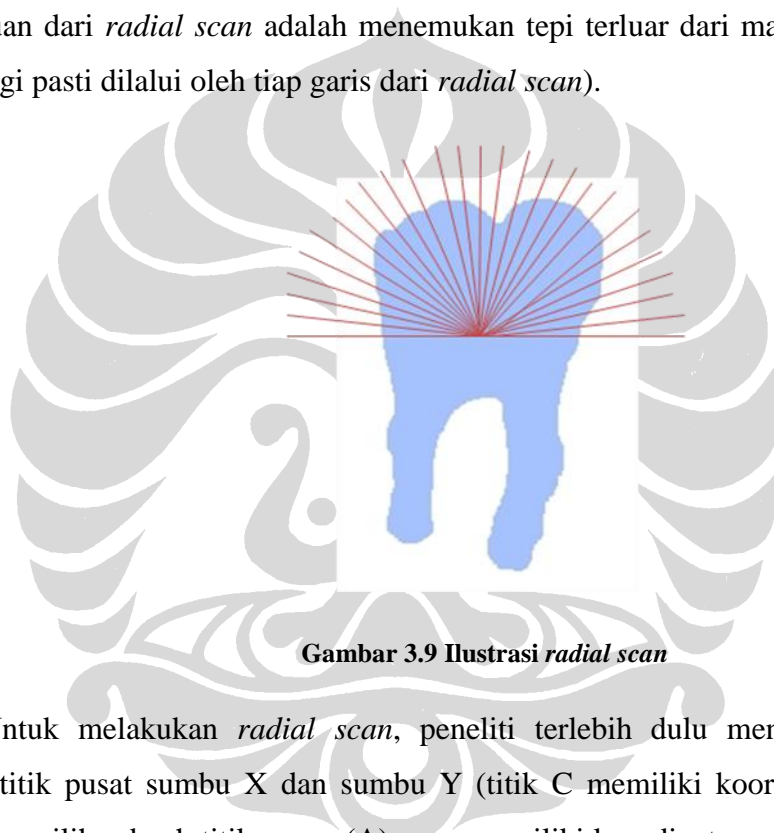
Hasil dari proses penentuan bentuk dasar gigi setelah dihilangkan pengaruh dari gigi tetangga dapat dilihat pada Gambar 3.8. Setelah proses ini selesai, gambar akhir yang terbentuk (yaitu gambar M) akan digunakan pada proses penentuan bentuk gigi, yang terdiri dari dua tahap yaitu penentuan bentuk mahkota gigi dan penentuan bentuk akar gigi.



Gambar 3.8 Hasil perbaikan bentuk dasar gigi

### 3.2.2 Penentuan Bentuk Mahkota Gigi

Untuk menemukan bentuk mahkota gigi, dilakukan sebuah *radial scan* dari titik pusat mahkota C yang meliputi seluruh bagian mahkota dari gambar M. Yang dimaksud dengan *radial scan* adalah melakukan penelusuran *pixel* dari titik C sampai batas akhir dari gambar sesuai dengan sebuah persamaan garis lurus yang melewati titik C. Kemudian persamaan garis lurus tersebut akan dirotasi sebesar  $\theta$  derajat dengan titik pusat C. Rotasi akan terus dilakukan hingga  $\theta$  bernilai 180 derajat. Ilustrasi dari *radial scan* dapat dilihat pada Gambar 3.9. Tujuan dari *radial scan* adalah menemukan tepi terluar dari mahkota gigi (dimana tepi terluar gigi pasti dilalui oleh tiap garis dari *radial scan*).



Gambar 3.9 Ilustrasi *radial scan*

Untuk melakukan *radial scan*, peneliti terlebih dulu menganggap titik pusat C menjadi titik pusat sumbu X dan sumbu Y (titik C memiliki koordinat (0,0)). Setelah itu peneliti memilih sebuah titik acuan (A) yang memiliki koordinat  $x_A$  dan  $y_A$  yang sama dengan titik C. Fungsi *radial* pertama memiliki koordinat  $x$  dan  $y$  yang sama dengan titik C, sehingga proses pencarian sisi luar gigi dapat dilakukan dengan menelusuri *pixel* yang mempunyai koordinat  $x$  dan  $y$  yang sama dengan titik C. Namun untuk menelusuri fungsi *radial* selanjutnya, peneliti perlu melakukan rotasi sebesar  $\theta$  dengan pusat titik C terhadap titik acuan A kemudian membentuk sebuah fungsi baru dan memeriksa *pixel-pixel* yang dilewati fungsi tersebut.

Peneliti mendefinisikan  $(x_A, y_A)$  sebagai koordinat A terhadap titik pusat C dan  $(x_{Ar}, y_{Ar})$  sebagai koordinat dari rotasi A sebesar  $\theta$  derajat dengan pusat C yaitu  $A_r$ , sehingga

$$\begin{pmatrix} x_{Ar} \\ y_{Ar} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$$

=

(3.8)

Karena  $x_{Ar}$  merupakan bagian dari sebuah persamaan garis lurus, maka untuk  $x_{Ar}$  berlaku aturan

$$y_{Ar} = m \cdot x_{Ar} + b$$

(3.9)

dimana  $m$  adalah gradien kemiringan dari garis dan  $b$  adalah sebuah konstanta perpotongan dengan sumbu  $y$ . Juga mengetahui bahwa

$$m = \tan \theta$$

(3.10)

sehingga dapat ditentukan

$$b = y_{Ar} - \tan \theta \cdot x_{Ar}$$

(3.11)

dari nilai yang telah ditemukan, dapat ditentukan fungsi dari persamaan garis lurus yang dibentuk sebagai

$$f(x) = \tan \theta \cdot x + b$$

(3.12)

dimana untuk fungsi yang melalui titik  $(0,0)$ , nilai dari  $b$  akan bernilai nol.

Pada setiap fungsi garis lurus yang terbentuk (fungsi *radial*), akan dipilih 3 buah *pixel* yang memiliki intensitas terbesar. *Pixel-pixel* tersebut akan disebut sebagai kandidat tepi, dimana tepi sebuah gigi pasti berada pada salah satu dari kandidat tepi. Setelah itu, peneliti mendefinisikan  $\bar{M}$  sebagai rata-rata dari seluruh intensitas *pixel* pada gambar  $M$ . Kemudian ditentukan tingkat kepercayaan ( $R_{(x,y)}$ ) dari tiap kandidat tepi sebagai

$$R_{(x,y)} = \begin{cases} e^{-\alpha(M_{(x,y)} - \hat{M})^2} & \text{untuk } M_{(x,y)} < \hat{M} \\ 1 & \text{untuk } M_{(x,y)} > \hat{M} \end{cases} \quad (3.13)$$

dimana  $\alpha$  adalah sebuah konstanta yang berguna untuk mengurangi tingkat kehilangan nilai  $R_{(x,y)}$  [JAIN03]. Untuk setiap fungsi *radial*, kandidat tepi dengan nilai kepercayaan terbesar akan dipilih menjadi titik tepi terluar gigi. Bentuk dari tepi gigi akan didapatkan setelah terdapat cukup banyak fungsi *radial* yang dibuat.

Setelah bentuk dari mahkota gigi berhasil diketahui, dimulailah proses penentuan bentuk akar gigi. Proses ini akan dibahas pada bagian selanjutnya.

### 3.2.3 Penentuan Bentuk Akar Gigi

Seperti yang telah dibahas pada awal penjelasan proses penentuan bentuk gigi, penentuan bentuk akar gigi dilakukan dengan menggunakan informasi yang didapat dari proses penentuan bentuk mahkota gigi. Informasi yang digunakan adalah informasi lokasi *pixel* dari tepi paling akhir mahkota gigi (yaitu *pixel* tepi pada kiri dan kanan dari titik pusat C yang memiliki koordinat y yang sama dengan titik pusat C). Kedua titik ini adalah titik akhir dari tepi mahkota gigi, sehingga lokasi dari kedua titik ini akan berguna dalam menentukan lokasi titik awal dari tepi akar gigi.

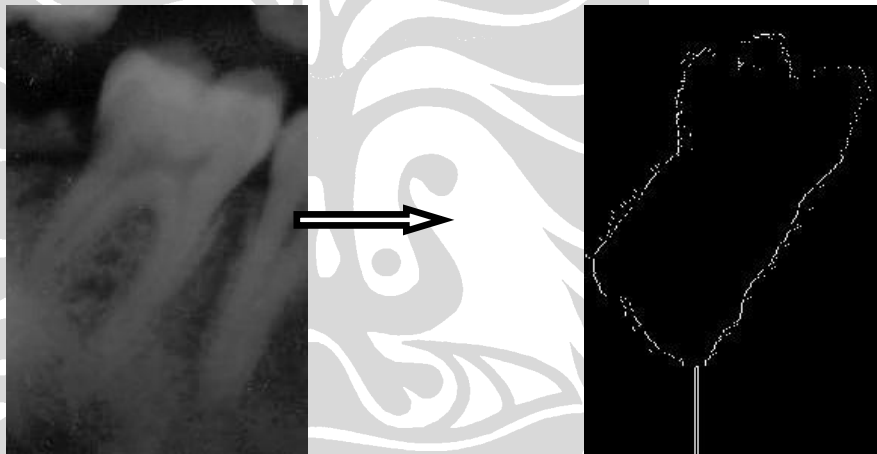
Meskipun penentuan bentuk gigi dibagi menjadi 2 tahap, bentuk keseluruhan dari gigi merupakan satu kesatuan. Karena itu, lokasi *pixel* dari penyusun tepi gigi tidak akan berjauhan yang pada akhirnya akan membentuk objek tepian gigi. Didefinisikan sebuah daerah tepi DT yang menunjukkan perkiraan lokasi dari sebuah *pixel* tepi. Sehingga untuk sebuah *pixel* tepi T berlaku

$$T(x,y) \rightarrow \text{pixel}(x-\text{constx}, y+1) \leq DT(x,y+1) \leq \text{pixel}(x+\text{constx}, y+1) \quad (3.14)$$

dimana *constx* adalah 1/20 dari panjang maksimal koordinat X.

Persamaan di atas menunjukkan bahwa lokasi sebuah *pixel* tepi tidak akan berada lebih jauh dari  $1/20$  panjang koordinat X dari lokasi *pixel* tepi di dekatnya.

Untuk setiap *pixel* anggota *DT*, didefinisikan *Inner*, sebagai intensitas daerah dalam gigi, dan *Iouter* sebagai intensitas daerah luar gigi [JAIN03]. Untuk tepi kiri, *Inner* adalah rata-rata dari intensitas *pixel-pixel* sepanjang nilai *constx* di sebelah kanan dari *pixel* anggota *DT*. Sedangkan *Iouter* adalah rata-rata dari intensitas *pixel-pixel* sepanjang nilai *constx* di sebelah kiri dari *pixel* anggota *DT*, untuk tepi kanan berlaku sebaliknya. Tujuan kita adalah mencari *pixel* anggota *DT* yang memiliki perbedaan *Inner* dan *Iouter* yang paling besar, dimana *pixel* tersebut adalah tepi gigi. Hasil dari penentuan bentuk mahkota dan akar gigi dapat dilihat pada Gambar 3.10. Setelah bentuk gigi berhasil ditentukan, maka bentuk tersebut akan siap untuk dibandingkan dengan bentuk lain yang telah ada di dalam basis data.



Gambar 3.10 Hasil penentuan bentuk gigi

### 3.3 Perbandingan Bentuk Gigi

Perbandingan bentuk gigi adalah tahap terakhir dari metode pengenalan citra *dental radiograph*. Pada tahap ini, bentuk gigi yang telah didapatkan akan dibandingkan dengan bentuk-bentuk gigi yang ada pada data yang tersimpan. Bentuk gigi yang akan dikenali didapatkan dari gambar PM sedangkan bentuk gigi yang tersimpan didapatkan melalui pemrosesan gambar AM.

Seluruh data yang ada pada data dibentuk dengan cara yang sama dengan bentuk yang akan dikenali pada tahap ini. Karena alasan tersebut, sekilas proses perbandingan bentuk hanya akan tampak sebagai proses perbandingan titik-titik pembentuk gigi. Namun, karena pada kenyataannya gambar AM dan PM diambil pada waktu yang berbeda, perubahan bentuk dan posisi sebuah gigi sangat mungkin berbeda pada kedua gambar. Untuk mengatasi kesalahan deteksi akibat perubahan posisi, perbandingan tahap ini akan dilakukan beberapa kali pada dua buah gambar yang sama, dengan menerapkan fungsi rotasi dan translasi pada gambar yang akan dikenali (sehingga semua kemungkinan dari perubahan gambar dapat diketahui).

Secara umum, setiap bentuk PM yang akan dikenali akan dibandingkan dengan bentuk AM dengan cara membandingkan jarak dari tiap titik pembentuknya yang ada pada tiap baris. Untuk mempermudah proses perbandingan bentuk, peneliti membagi daerah gigi menjadi 2 yaitu bagian kiri dari titik pusat dan bagian kanan dari titik pusat. Untuk daerah mahkota gigi, perbandingan gigi dilakukan pada titik-titik anggota garis radial. Sedangkan untuk akar gigi, perbandingan dilakukan pada titik-titik yang memiliki koordinat Y yang sama.

Untuk setiap baris dari masing-masing bagian, kita tentukan  $(x_p, y)$  sebagai posisi dari bentuk pada gambar PM dan  $(x_a, y)$  sebagai bentuk dari gambar AM. Kita hitung jarak perbandingan  $F$  tiap baris sebagai

$$F(y) = \| x_a - x_p \| \tag{3.15}$$

Nilai  $F$  dari tiap-tiap baris dan bagian akan dijumlah untuk mendapatkan jarak perbandingan keseluruhan, yaitu  $FT$ .

Karena terdapat kemungkinan bahwa bentuk gigi gambar PM telah mengalami perubahan dalam rentang waktu yang ada, maka perlu dilakukan perbandingan bentuk gigi lebih dari satu kali dengan melakukan rotasi pada gambar PM terhadap titik pusat mahkota C, sehingga untuk setiap titik  $S(x, y)$  yang merupakan titik pembentuk tepi gigi dari gambar PM, berlaku

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

=

(3.16)

Rotasi ini dilakukan terus dengan nilai  $\theta$  yang berbeda, dimana  $\theta \neq 90$  derajat. Setiap selesai melakukan rotasi, bentuk dari gambar gigi PM dibandingkan dengan data gigi AM yang ada. Nilai  $FT$  yang didapatkan dari tiap rotasi diberi label 1, 2, 3,... sesuai dengan urutan nilai rotasi.

Dari hasil jarak perbandingan yang didapat dari masing-masing nilai rotasi, ditentukan jarak perbandingan (nilai penyimpangan) yang mewakili dua gambar tersebut (gambar PM dan gambar AM) sebagai

$$D = \min_{k=1:n} (FT(k))$$

(3.17)

Setelah nilai  $D$  dari sebuah pasangan gambar PM dan AM didapatkan, proses di atas diulangi dengan menggunakan gambar AM yang lain, hingga nilai  $D$  dari gambar PM dan seluruh gambar AM diketahui. Seluruh nilai  $D$  akan diurutkan berdasarkan nilai terkecil. Semakin kecil nilai  $D$  yang dimiliki oleh sebuah pasangan gambar PM dan AM, semakin besar kemungkinan bahwa kedua gambar merupakan gambar gigi yang sama.