

**DESAIN TEMPLATE PADA
KLASIFIKASI BENTUK LENGKUNG GIGI DENGAN
REGRESI KUADRATIK**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer

**DWINA KUSWARDANI
0706193340**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
DEPOK
Juni 2009**

**DESAIN TEMPLATE PADA
KLASIFIKASI BENTUK LENGKUNG GIGI DENGAN
REGRESI KUADRATIK**

TESIS

DWINA KUSWARDANI

0706193340



T
25774

**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER**

**DEPOK
Juni 2009**




HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : DWINA KUSWARDANI

NPM : 0706193340

Tanda Tangan : 

Tanggal : 2 Juni 2009

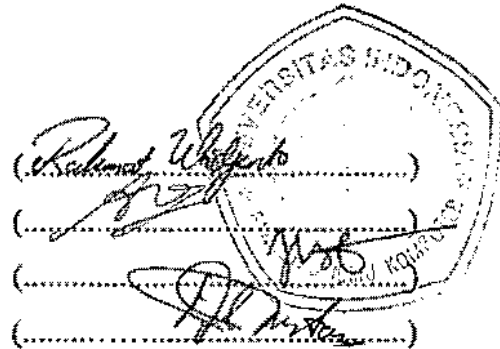
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
NAMA : DWINA KUSWARDANI
NPM : 0706913340
PROGRAM STUDI : Ilmu Komputer
JUDUL TESIS : **DESAIN TEMPLATE PADA KLASIFIKASI
BENTUK LENGKUNG DENGAN REGRESI
KUADRATIK**

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer pada program studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. M. Rahmat Widyanto, M. Eng.
Penguji : Dr. Ade Azurat
Penguji : Dr. Indra Budi
Penguji : Dr. Ir. Petrus Mursanto, M.Sc.



Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 2 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah swt. Atas petunjuk dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis berjudul " **Desain Template pada Klasifikasi Bentuk Lengkung Gigi Dengan Regresi Kuadratik**".

Tesis ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. M. Rahmat Widianto M.Eng, yang telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak Dr. Johan Arief Budiman , atas informasi dan komunikasi yang terjalin dalam penelitian tesis ini.
3. Para dosen di Fakultas Ilmu Komputer UI, yang telah membimbing penulis selama menempuh studi S2 dan para Staf Fasilkom yang telah banyak membantu penulis.
4. Suamiku, yang sangat aku cintai atas semangat, dukungan, dan kepercayaannya dan anak-anakku yang kusayangi.
5. Ayah dan Mama tercinta, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
6. Teman-teman di laboratorium MMU
7. Pihak-pihak lain yang tidak disebutkan dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan pengertian dari semua pihak apabila ditemukan kekurangan-kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, penulis bersedia untuk menerima saran dan kritik demi perbaikan tesis ini. Akhir kata, semoga tesis ini dapat berguna bagi kita semua. Dan tentu saja penulis sangat berharap bahwa pekerjaan yang dilakukan ini mendapat pahala dari Allah SWT. Amiin.

Depok, 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DWINA KUSWARDANI
NPM : 0706193340
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Ilmu Komputer
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**"DESAIN TEMPLATE PADA KLASIFIKASI BENTUK LENGKUNG GIGI
DENGAN REGRESI KUADRATIK"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 2 Juni 2009
Yang menyatakan



(Dwina Kuswardani)

ABSTRAK

Nama : Dwina Kuswardani
NPM : 0706193340
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Desain Template Pada Klasifikasi Bentuk Lengkung Gigi Dengan Regresi Kuadratik

Dalam tesis ini dilakukan desain template pada klasifikasi bentuk lengkung gigi menggunakan regresi kuadratik. Desain template ini sangat diperlukan untuk membedakan 3 bentuk lengkung gigi yaitu Tapered, Ovoid, dan Square. Ketiga bentuk lengkung gigi tersebut mempunyai kemiripan sangat dekat sehingga dilakukan suatu desain template yang lebih spesifik agar didapat hasil klasifikasi yang baik. Dasar dari pembentukan desain template bentuk lengkung gigi adalah lebar interkaninus, tinggi interkaninus, dan tinggi intermolar. Pengklasifikasian berdasarkan 3 variabel itu menjadi lebih baik dibandingkan hanya dengan template tunggal. Desain template dibagi dalam 4 skenario. *Pertama*, rahang atas dan rahang bawah. *Kedua*, rasio dari tinggi kaninus dan lebar kaninus. *Ketiga*, lebar kaninus dan *keempat*, rasio dari tinggi intermolar dan lebar interkaninus. Metode yang digunakan pada desain template ini adalah metode regresi kuadratik. Sedangkan proses klasifikasi bentuk lengkung gigi menggunakan metode *least square loss function*. Uji coba dilakukan terhadap 120 citra gigi yang didapat dari beberapa klinik gigi di Jakarta. Hasil klasifikasi dari desain template yang diusulkan mempunyai akurasi 16,6% lebih baik dibandingkan dengan desain template tunggal. Desain template ini diharapkan dapat membantu dalam menentukan klasifikasi bentuk lengkung gigi dari citra model cetakan gigi sehingga dapat membuat diagnosa guna perencanaan perawatan yang tepat.

Kata Kunci :

Regresi Kuadratik, Least Square Loss Function, Bentuk Lengkung Gigi, Perawatan Gigi

ABSTRACT

Name : Dwina Kuswardani
NPM : 0706193340
Major : Computer Science
Title : Template Design Using Quadratic Regression for Dental Arch form
Classification

In this thesis, template design of dental arch classification is accomplished using quadratic regression. This template design is required to differ 3 types of dental arch, namely: Tapered, Ovoid, and Square. These 3 types of the dental arch has close similarity among them, therefore a more specific template design is needed in order to obtain the better classification result. The parameters of the dental arch template design are the width of intercanine, height of intercanine, and the height of intermolar. The classification based on those 3 variables yields better results than the classification based only single template. The template design is divided into 4 scenarios: (1) the upper jaw & mandible (2) height-width ratio of intercanine, (3) width of intercanine, and (4) ratio of intermolar height – width intercanine. The method used in this template design is quadratic regression method. Meanwhile, the classification of dental arch form uses least square loss function method. An experiment involves 120 dental images obtained from several dental clinic in Jakarta. The classification results using proposed template design yield accuracy 16,6% better than the classification using single template. This template design is supposed to assist the decision process of classification dental arch form from the model image of dental mold, so the diagnosis can be obtained for convenient dental treatment

Keywords :

Quadratic Regression, Least Square Loss Function, Dental Arch Form, Dental Treatment

DAFTAR ISI

Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iv
Abstrak	v
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah dan Ruang Lingkup	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	4
1.4. Batasan Penelitian	5
1.5. Metodologi	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
2. LANDASAN TEORI	7
2.1. Deskriptor Bentuk	7
2.1.1. Deskriptor Bentuk dengan Pendekatan Regresi Kuadratik	8
2.2. Least Square Loss Function	11
2.3. Perumusan Masalah Template Tunggal	13
3. DESAIN TEMPLATE DAN RANCANGAN SISTEM KLASIFIKASI BENTUK LENGKUNG GIGI	17
3.1. Desain Template	17
3.2. Rancangan Sistem	38
3.2.1. Unit Antar Muka	39
3.2.2. Unit Ekstraksi	39
3.2.3. Unit Klasifikasi	40
4. UJI COBA DAN ANALISIS HASIL PERCOBAAN	42
4.1. Data Uji Coba	43
4.2. Lingkungan Percobaan	43
4.3. Implementasi Sistem	44
4.3.1. Prosedur-prosedur pada Proses Ekstraksi Ciri	44
4.3.2. Prosedur-prosedur pada Proses Ekstraksi Klasifikasi	45
4.4. Antar Muka	45
4.4.1. Antar Muka Utama	45
4.4.2. Antar Muka Input Citra	46
4.4.3. Antar Muka Hasil Klasifikasi	46
4.5. Skenario Percobaan	47
4.6. Hasil Percobaan dan Analisis Hasil Percobaan	48
5. KESIMPULAN DAN SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bentuk Lengkung Gigi dan Kemiripan ke 3 Bentuk Lengkung Gigi .	1
Gambar 1.2 Jarak Antar Gigi .	2
Gambar 1.3 Citra Cetakkan Gigi .	3
Gambar 2.1 Hasil Ekstraksi Bentuk Lengkung Gigi .	9
Gambar 2.2 Sebaran data (a) pada regresi linier .	9
(b) pada regresi kuadratik .	9
Gambar 2.3 Ilustrasi dari galat pada data prediksi .	11
Gambar 2.4 Template Tappered .	14
Gambar 2.5 Template Ovoid.	15
Gambar 2.6 Template Square.	15
Gambar 3.1 Variabel Bentuk Lengkung Gigi .	17
Gambar 3.2 Bentuk Citra Uji Coba .	18
Gambar 3.3 Bentuk Kurva Parabolik dengan TC dan IC .	18
Gambar 3.4 Bentuk Kurva Parabolik dengan TM dan IC .	19
Gambar 3.5 Template Tapered RA .	21
Gambar 3.6 Template Tapered RB .	21
Gambar 3.7 Template Ovoid RA .	22
Gambar 3.8 Template Ovoid RB .	22
Gambar 3.9 Template Square RA .	22
Gambar 3.10 Template Square RB .	23
Gambar 3.11 Template Tapered Nilai $RC \leq 0,40$.	26
Gambar 3.12 Template Tapered Nilai $RC > 0,40$.	26
Gambar 3.13 Template Ovoid Nilai $RC \leq 0,30$.	26
Gambar 3.14 Template Ovoid $0,30 < \text{Nilai } RC \leq 0,40$.	27
Gambar 3.15 Template Ovoid Nilai $RC \geq 0,40$.	27
Gambar 3.16 Template Square Nilai $RC \leq 0,30$.	27
Gambar 3.17 Template Square Nilai $RC \geq 0,30$.	28
Gambar 3.18 Template Tapered Nilai $IC \leq 30$.	31

Gambar 3.19 Template Tapered 30 < Nilai IC ≤ 40.....	31
Gambar 3.20 Template Tapered Nilai IC > 40	31
Gambar 3.21 Template Ovoid Nilai IC ≤ 30	32
Gambar 3.22 Template Ovoid 30 < Nilai IC ≤ 40	32
Gambar 3.23 Template Ovoid Nilai IC > 40	32
Gambar 3.24 Template Square Nilai IC ≤ 30	33
Gambar 3.25 Template Square 30 < Nilai IC ≤ 40	33
Gambar 3.26 Template Square Nilai IC > 40	33
Gambar 3.27 Template Tapered Nilai RMc < 1	36
Gambar 3.28 Template Tapered Nilai RMc ≥ 1.....	36
Gambar 3.29 Template Ovoid Nilai RMc < 1	37
Gambar 3.30 Template Ovoid Nilai RMc ≥ 1	37
Gambar 3.31 Template Square Nilai RMc < 1	37
Gambar 3.32 Template Square Nilai RMc ≥ 1	38
Gambar 3.33 Arsitektur Sistem	39
Gambar 4.1 Hasil Ekstraksi	42
Gambar 4.2 Alur Proses Sistem	43
Gambar 4.3 Antar Muka Utama	45
Gambar 4.4 Antar Muka Input Citra	46
Gambar 4.5 Antar Muka Hasil Klasifikasi.....	46
Gambar 4.6 Histogram Desain Template terhadap Hasil Klasifikasi	51
Gambar 4.7 Histogram Desain Template terhadap Desain Template Tunggal	52

DAFTAR TABEL

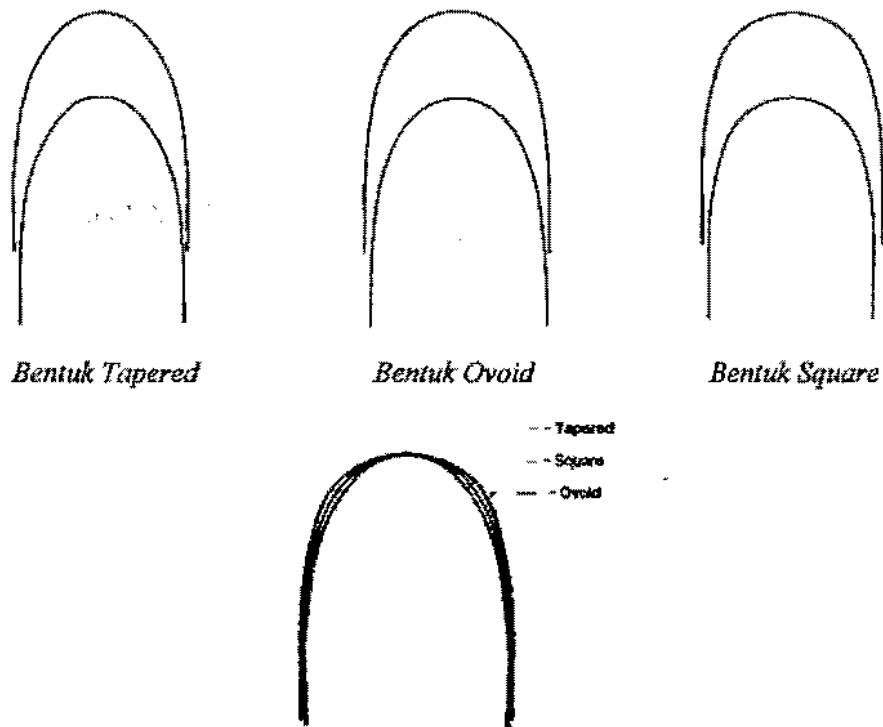
Tabel 2.1 Kelompok Citra Bentuk Lengkung Gigi.....	13
Tabel 2.2 Data Titik Ekstraksi	14
Tabel 3.1 Data Citra Berdasarkan Rahang Atas dan Rahang Bawah	20
Tabel 3.2 (a) Data Citra Tappered dengan Rasio RC.....	23
(b) Data Citra Tappered dengan Rasio RC.....	24
Tabel 3.3 Citra Tappered dengan $RC < 0,40$	24
Tabel 3.4 Citra Tappered dengan $RC \geq 0,40$	25
Tabel 3.5 (a) Citra Tappered dengan IC	28
(b) Citra Tappered dengan IC	29
Tabel 3.6 Citra Tappered dengan $IC < 30$ dan $30 \leq IC < 40$	29
Tabel 3.7 Citra Tappered dengan $30 \leq IC < 40$ dan $IC \geq 40$	30
Tabel 3.8 Citra Tappered dengan Rasio RMc	34
Tabel 3.9 Citra Tappered dengan Rasio $RMc < 1$ dan $RMc \geq 1$	35
Tabel 4.1 Desain Template Terhadap Hasil Klasifikasi	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

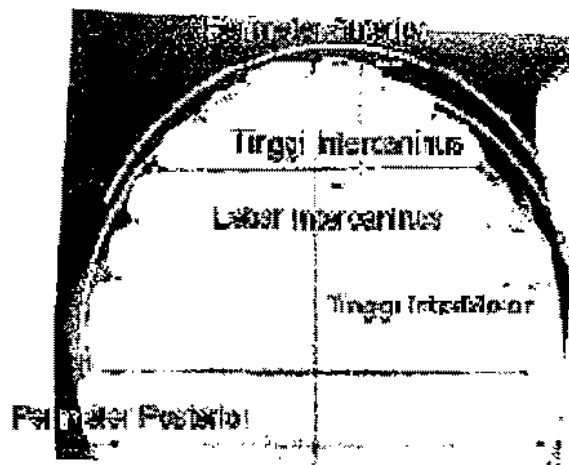
Bentuk lengkung gigi setiap individu secara alamiah mempunyai bentuk berbeda. Hal ini karena lengkung gigi terbentuk dari garis yang menghubungkan titik letak antar gigi [4]. Lengkung gigi tersebut membentuk suatu kurva yang dapat dinyatakan sebagai bentuk eliptik, hiperbolik, dan parabolik [19], Hybrid K-Nearest Neighbour [16]. Penggambaran bentuk lengkung gigi yang normal dapat dinyatakan secara kualitatif dan kuantitatif [4]. Secara kualitatif variasi bentuk lengkung gigi sebagai bentuk tapered, ovoid, dan square [7,11] (Gambar 1.1). Ketiga bentuk lengkung gigi tersebut mempunyai perbedaan yang sangat sedikit [8] (Gambar 1.1). Ada pula yang secara kualitatif menggambarkan bentuk lengkung gigi sebagai square, round square, round, dan round v-shape [13],[18].



Gambar 1.1 Bentuk Lengkung Gigi dan Kemiripan 3 Bentuk lengkung Gigi

Sedangkan secara kuantitatif bentuk lengkung gigi digambarkan dalam suatu rumusan matematis[4]. Rumusan persamaan matematis menggunakan berbagai parameter berbeda seperti fungsi β [2], fungsi Polynomial [1,19], fungsi Elliptik[19], fungsi Parabola[4], Fourier Descriptor[14] atau Deret Fourier[12].

Faktor-faktor yang paling berpengaruh dalam bentuk lengkung gigi[4] yaitu ukuran gigi, jarak antar gigi seperti, lebar interkaninus, tinggi interkaninus, dan tinggi intermolar[15](Gambar 1.2) .



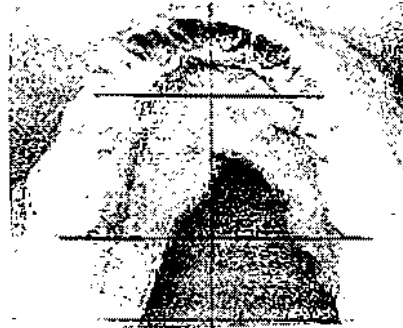
Gambar 1.2 Jarak Antar Gigi

Karena bentuk lengkung gigi memiliki kemiripan yang sangat sedikit maka perlu dilakukan proses desain template yang spesifik agar didapat hasil klasifikasi yang akurat. Pada penelitian terdahulu dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan [4] didapat hasil klasifikasi 76,3158 %. Dalam penelitian ini, desain template bentuk lengkung gigi berupa kurva parabolik dan penggambaran secara kuantitatif menggunakan bentuk lengkung gigi tapered, ovoid, square. Sedangkan penggambaran secara kuantitatif menggunakan perumusan matematis regresi kuadratik dengan parameter bentuk lengkung gigi berupa lebar interkaninus, tinggi interkaninus, dan tinggi intermolar

Desain template ini menggunakan data dari citra cetakan gigi rahang atas dan rahang bawah dan titik ekstraksi (warna hijau) sebagai jarak antar gigi (Gambar 1.3).



Rahang Atas



Rahang Bawah

Gambar 1.3 Citra Cetakan Gigi

Dari hasil desain template bentuk lengkung gigi tersebut dilakukan uji coba ke perangkat lunak klasifikasi bentuk lengkung gigi.

Perangkat lunak klasifikasi bentuk lengkung gigi ini terdiri dari 2 tahap: Ekstraksi bentuk lengkung gigi menggunakan metode regresi kuadratik dan melakukan proses klasifikasi bentuk lengkung gigi menggunakan metode *Least Square Loss Function*. Pada tahap ekstraksi bentuk, informasi yang akan diekstrak adalah titik gigi yang terdapat rahang gigi membentuk lengkung gigi berupa kurva. Pada tahap kedua, kurva hasil ekstraksi akan diklasifikasi.

1.2. RUMUSAN MASALAH DAN RUANG LINGKUP

Bentuk lengkung gigi yang mempunyai perbedaan sangat dekat merupakan permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan perangkat lunak klasifikasi bentuk lengkung gigi. Secara umum bentuk lengkung gigi memiliki bentuk global yang sama tetapi kelengkungan kurva pada bagian tertentu dapat digunakan untuk memberikan ciri khas dari bentuk lengkung gigi tersebut. Kompleksitas bentuk lengkung gigi menyebabkan sulitnya menentukan deskriptor bentuk lengkung gigi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dijawab pertanyaan berikut:

“Bagaimana mendesain template bentuk lengkung gigi yang dapat mempresentasikan klasifikasi bentuk lengkung gigi yang diharapkan”

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Melakukan desain template bentuk lengkung gigi dengan menggunakan metode regresi kuadratik
2. Mengembangkan aplikasi perangkat lunak untuk perawatan ortodonti yang menerima masukan berupa citra cetakan gigi dan memberikan output berupa prediksi bentuk lengkung gigi tersebut guna membantu ahli ortodonti membuat diagnosa dan rencana perawatan yang tepat.
3. Mengembangkan teknik untuk melakukan klasifikasi bentuk kurva lengkung gigi berbasis metoda Least Square Loss Function dengan template ketiga bentuk alamiah lengkung gigi yang terlebih dahulu telah diekstrak dari sejumlah sampel citra dengan metode pengolahan citra.
4. Melakukan ujicoba dari sistem yang dibangun dengan membandingkan kinerja sistem tersebut terhadap hasil desain template dari citra cetakan gigi dengan metode Least Square Loss Function

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memudahkan pekerjaan di bidang kedokteran gigi yaitu

1. Perencanaan perawatan gigi yang tepat dimana model cetakan gigi yang digunakan untuk memprediksi bentuk lengkung gigi membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang lama.
2. Perangkat lunak yang dikembangkan dapat memprediksi bentuk rahang gigi dengan waktu yang cepat tanpa menggunakan model cetakan gigi, sehingga biaya perencanaan perawatan menjadi rendah.
3. Perangkat lunak yang dikembangkan menggunakan teori least square

1.4. BATASAN PENELITIAN

Beberapa batasan pada penelitian ini adalah:

1. Data citra lengkung gigi yang digunakan adalah bentuk lengkung gigi orang Indonesia yang diambil dari hasil cetakkan gigi rahang atas dan rahang bawah. Citra bentuk lengkung gigi yang digunakan adalah citra RGB berukuran 325 x 333 dan berjumlah 120
2. Proses ekstraksi bentuk lengkung gigi dilakukan dengan metode regresi kuadratik. Sedangkan proses klasifikasi bentuk lengkung gigi menggunakan metode *Least Square Loss Function* untuk hasil ekstraksi regresi kuadratik
3. Hasil ekstraksi citra bentuk lengkung gigi dalam format bitmap (.bmp).
4. Penelitian berfokus desain template untuk menghasilkan ketepatan hasil klasifikasi

1.5. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan pada literatur yang berkaitan dengan perolehan citra berdasarkan bentuk. Dari studi literatur diperoleh sejumlah metode yang dikembangkan untuk klasifikasi bentuk lengkung gigi.

2. Perancangan Sistem dan Implementasi

Sistem akan diimplementasikan dengan Visual C++. Ada tiga komponen utama sistem perolehan klasifikasi bentuk lengkung gigi, yaitu komponen untuk antarmuka, komponen ekstraksi untuk pembentukan deskriptor dan komponen klasifikasi bentuk lengkung gigi.

3. Percobaan dan Analisis Hasil

Ujicoba dilakukan berdasarkan rancangan skenario yang sudah disiapkan untuk menguji kinerja sistem yang sudah dibangun. Analisis dilakukan berdasarkan hasil percobaan terhadap metode regresi kuadratik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang diperoleh dilakukan penarikan kesimpulan tentang metode yang diusulkan.

1.6. SISTIMATIKA PENULISAN

Laporan Tesis ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab I berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah dan ruang lingkup, tujuan dan manfaat, batasan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II berisi uraian tentang metode deskriptor bentuk lengkung gigi dengan regresi kuadratik. Pada bagian berikutnya menjelaskan metode klasifikasi bentuk lengkung gigi yaitu *Least Square Loss Function*.
- Bab III berisi uraian tentang usulan dari desain template.
- Bab IV berisi Uji Coba dan Analisis Hasil Percobaan
- Bab VI adalah penutup berisi kesimpulan dari keseluruhan uji coba yang dilakukan dan kemungkinan pengembangan lebih lanjut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Komponen utama sistem klasifikasi bentuk lengkung gigi adalah komponen pembentuk deskriptor bentuk lengkung gigi yaitu regresi kuadratik. Deskriptor yang dipilih harus mampu merepresentasikan secara kuantitatif bentuk lengkung gigi. Pengukur klasifikasi bentuk lengkung gigi yang tepat akan memberikan derajat klasifikasi bentuk lengkung gigi sesuai dengan bentuk lengkung gigi yang diharapkan. Bagian berikutnya dari bab ini akan membahas hal-hal yang berkaitan dengan pembentuk deskriptor dan metode klasifikasi bentuk lengkung gigi serta perumusan masalah klasifikasi template tunggal.

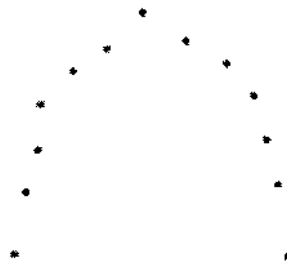
2.1 DESKRIPTOR BENTUK

Secara umum, deskriptor bentuk merupakan himpunan dari nilai-nilai yang dihasilkan untuk mendeskripsikan sebuah bentuk. Nilai dari sebuah deskriptor bergantung pada bentuk yang dideskripsikan. Suatu deskriptor disebut bagus bila deskriptor tersebut mampu dalam membedakan sebuah bentuk dari bentuk lainnya[6]. Hal ini bukan berarti bahwa sebuah deskriptor selalu mampu merekonstruksi sebuah bentuk yang sama persis dengan bentuk awalnya tetapi sebuah deskriptor hanya melakukan aproksimasi dalam mendeskripsikan sebuah bentuk.

Secara garis besar, metode deskriptor bentuk bisa dibedakan menjadi dua jenis yaitu *boundary descriptor* dan *region descriptor*[6]. *Boundary descriptor* dalam melakukan prosesnya tidak melibatkan keseluruhan piksel, tetapi hanya melibatkan piksel-piksel yang berada di tepi-tepi sebuah objek yang akan dideskripsikan. Sebaliknya, *region descriptor* melibatkan seluruh piksel pada sebuah objek dalam melakukan penghitungan deskriptor.

Pemilihan dari deskriptor bentuk sangat bergantung kepada hasil dari proses ekstraksi ciri. Pada penelitian ini informasi ciri yang digunakan untuk melakukan proses klasifikasi bentuk lengkung gigi mempunyai sifat *boundary-based*, maka dalam pembentukan deskriptornya metode yang digunakan adalah metode yang mampu mendeskripsikan bentuk berdasarkan informasi-informasi yang bersifat *boundary-based*.

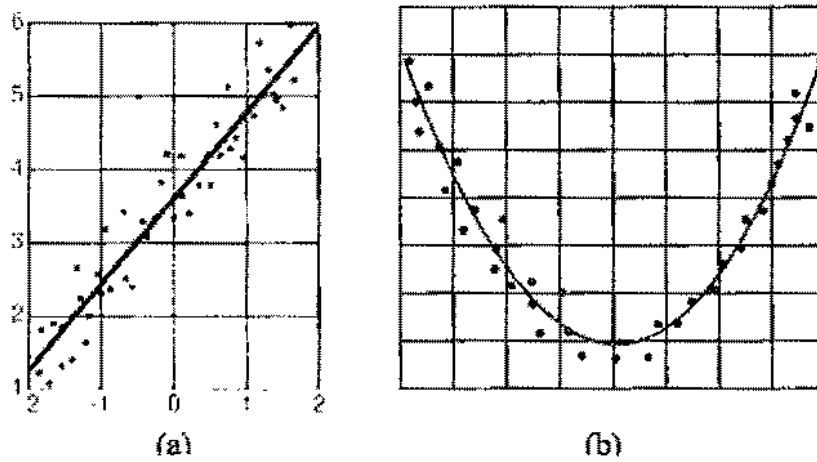
Deskriptor bentuk yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode regresi kuadratik. Untuk mendeskripsikan hasil ekstraksi bentuk lengkung gigi dengan menggunakan pendekatan metode regresi kuadratik karena bentuk lengkung gigi dapat dianggap sebagai sekumpulan data yang membentuk sebuah fungsi yang kuadratik yang nilainya relatif terhadap sebuah sumbu imajiner x dan y , sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hasil Ekstraksi Bentuk Lengkung Gigi

2.1.1 Deskriptor Bentuk dengan Pendekatan Regresi Kuadratik

Metode regresi pada dasarnya merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk melakukan estimasi dan analisis data dengan cara melakukan generalisasi terhadap sejumlah data [6,17]. Proses generalisasi dilakukan dengan cara memetakan data-data yang ada ke dalam sebuah fungsi. Bentuk fungsi yang digunakan bergantung pada bentuk sebaran data. Untuk data yang tersebar secara linear, maka fungsi yang digunakan adalah fungsi linear (Gambar 2.2 a), sedangkan untuk data yang sebarannya mendekati nilai yang kuadratik maka fungsi yang digunakan adalah fungsi kuadratik pula [3,10] (Gambar 2.2b).



Gambar 2.2 Sebaran data(a) pada regresi linier,
(b) pada regresi kuadratik

Persamaan dari linear regression ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$y(x,w) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n \quad (2.1)$$

dimana $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ merupakan sebuah vektor yang berisi data-data variabel input. Sedangkan w_0, \dots, w_n parameter dari fungsi linear di atas. Fungsi dari persamaan 2.1 bisa diperluas dengan cara menjadikan variabel input x_i sebagai nilai dari sebuah fungsi basis (*basis functions*)[3]. Berdasarkan hal tersebut persamaan 2.1 bisa ditulis sebagai berikut:

$$y(x,w) = w_0 + \sum_{j=1}^{M-1} w_j \phi_j(x) \quad (2.2)$$

dimana $\phi_j(x)$ merupakan sebuah fungsi basis (*basis function*). Dengan menunjukkan nilai maksimum dari indeks j adalah $M-1$ maka jumlah parameter pada persamaan tersebut adalah M . Parameter w_0 pada persamaan 2.2 sering disebut sebagai *Nilai Bias*. Persamaan 2.2 bisa lebih disederhanakan dengan menambahkan sebuah fungsi basis tambahan $\phi_0(x) = 1$ [3] sehingga persamaan 2.2 menjadi

$$y(x,w) = \sum_{j=0}^{M-1} w_j \phi_j(x) = w^T \phi(x) \quad (2.3)$$

dimana $w = (w_0, \dots, w_{M-1})^T$ dan $\phi = (\phi_0, \dots, \phi_{M-1})^T$.

Fungsi pada persamaan 2.2 dikatakan sebagai *Model Linear* dikarenakan fungsi tersebut linear terhadap w . Dengan kata lain sebuah fungsi disebut sebagai *Regresi Linear* jika derajat tertinggi dari fungsi basis nya bernilai 1.

Fungsi regresi linier bisa dikembangkan menjadi sebuah fungsi regresi yang polynomial dengan cara menjadikan fungsi basis sebagai sebuah fungsi pangkat, dimana $\phi_j(x) = x^j$.

Berdasarkan definisi tersebut, maka sebuah fungsi regresi kuadratik yang merupakan bagian dari fungsi regresi polinomial bisa didefinisikan sebagai kombinasi dari parameter w_j terhadap fungsi basis $\phi_j(x) = x^j$ dimana nilai j tertinggi adalah 2 [3,5], seperti yang ditunjukkan persamaan berikut :

$$y(x,w) = w_0 + w_1\phi_1(x) + w_2\phi_2(x) = \sum_{j=0}^2 w_j\phi_j(x) = w^T\phi(x) \quad (2.4)$$

Untuk data input yang jumlahnya banyak, persamaan 2.4 bisa diperluas menjadi :

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_0 + w_1x_1 + w_2x_1^2 \\ \vdots \\ w_0 + w_1x_n + w_2x_n^2 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

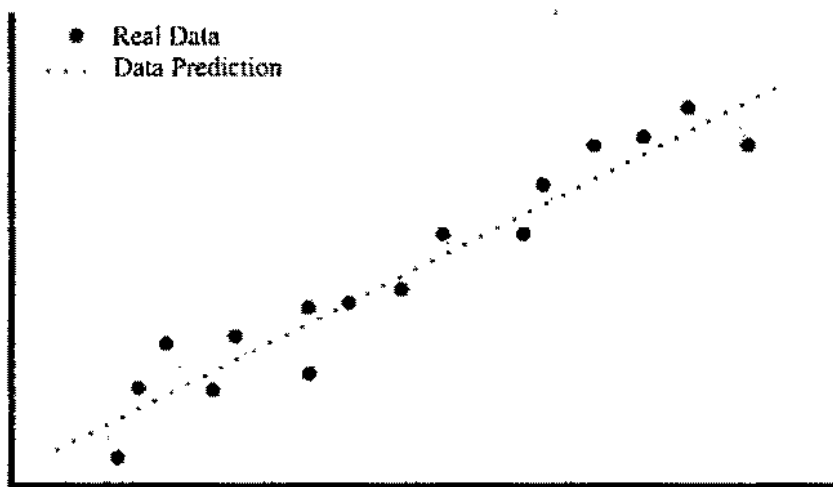
$$\begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

$$y = XW \quad (2.7)$$

2.2 LEAST SQUARE LOSS FUNCTION

Proses klasifikasi bentuk lengkung gigi merupakan kelanjutan dari proses pembentukan deskriptor yang telah dibahas pada sub bab 2.1 yang dalam hal ini menggunakan Metode Least Square Loss Function

Hasil data yang dimodelkan dengan menggunakan metode regresi, baik itu regresi linier ataupun regresi kuadrati tidak selalu sama dengan himpunan data yang sebenarnya, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.3. Di ilustrasi tersebut, lingkaran hitam merupakan data yang sebenarnya dan titik-titik yang ada pada garis merupakan data yang diprediksi lewat sebuah fungsi regresi.



Gambar 2.3 Ilustrasi dari galat pada data prediksi

Selisih antara data yang sebenarnya dan data hasil prediksi dikenal dengan istilah *residuals*. *Residuals* dari sebuah model regresi ditunjukkan oleh persamaan berikut[3]:

$$r_i = y_i - \sum_{j=1}^{M-1} w_j \phi_j(x) \quad , i = 1, \dots, m \quad (2.8)$$

dimana r_i merupakan nilai residual, y_i merupakan data ke- i yang sebenarnya, dan

$\sum_{j=1}^{M-1} w_j \phi_j(x)$ merupakan fungsi dari data prediksi dengan $\phi(x)$ merupakan sebuah

fungsi basis. Persamaan 2.8 jika diubah dalam bentuk notasi vektor matrik maka akan berbentuk:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Keakuratan pemodelan data lewat metode regresi berbanding lurus dengan minimalisasi dari nilai *residual*, dengan kata lain semakin kecil nilai residual dari sebuah model berarti semakin akurat model tersebut. Cara untuk menghitung nilai dari residual adalah dengan cara *least square*[6]:

$$\|r\|^2 = \sum_1^m r_i^2 \quad (2.10)$$

Perlu dicari nilai parameter yang sesuai, sehingga bisa ditemukan nilai residual yang minimal. Berdasarkan persamaan 2.7, maka nilai dari parameter dapat dicari dengan persamaan :

$$W = X^{-1}y \quad (2.11)$$

Berdasarkan persamaan 2.9 diketahui bahwa $X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix}$ oleh karena itu

persamaan 2.8 hanya bisa diselesaikan jika matrik X merupakan sebuah matriks bujur sangkar, karena selain dari matriks bujur sangkar tidak bisa dicari matriks *inverse*-nya. Untuk matriks X yang tidak bujur sangkar maka persamaan 2.11 menjadi [3,10]:

$$W = (X^T X)^{-1}y \quad (2.15)$$

2.3 PERUMUSAN MASALAH KLASIFIKASI TEMPLATE TUNGGAL

Klasifikasi template tunggal dari bentuk lengkung gigi adalah melakukan desain template dengan mengelompokkan bentuk lengkung gigi dalam satu bentuk tanpa memperhatikan bentuk lengkung gigi pada rahang atas atau rahang bawah. Jadi bentuk lengkung gigi rahang atas dan rahang bawah dibuat menjadi satu bentuk template dari bentuk tapered, ovoid dan square.

Prosedur pembentukkan template

1. Kelompokkan setiap bentuk lengkung gigi yang terdiri dari rahang atas dan rahang bawah seperti terlihat pada tabel 2.1

Tapered

RA	0001	0017	0025	0029	0037	0041	0045	
	0049	0081	0085	0089	0093	0097	0101	0105
	0078	0098						
RB	0019	0035	0039	0051	0083	0087	0095	
	0103	0107	0119					
	0040	0092	0108					

Ovoid

RA	0009	0033	0057	0069	0073	0077	117	
	0002	0010	0018	0030	0042	0054	0090	
	0102	0106	0118					
RB	0007	0031	0043	0059	0079	0115		
	0004	0008	0020	0036	0052	0056	0072	
	0080	0104	0116	0120				

Square

RA	0005	0013	0021	0053	0061	0065	0109	0113
	0006	0014	0022	0026	0034	0038	0046	0050
	0058	0062	0066	0070	0074	0082	0086	0094
	0110	0114						
RB	0003	0011	0015	0023	0027	0047	0055	0063
	0067	0071	0075	0091	0099	0111		
	0012	0016	0024	0028	0032	0044	0048	0060
	0064	0068	0076	0084	0088	0096	0100	0112

Catatan :

RA = Rahang Atas, RB = Rahang Bawah

Tabel 2.1 Kelompok Citra Bentuk Lengkung Gigi

2. Setiap kelompok di ekstraksi dengan program C++ sehingga didapat data berupa titik-titik dari kelompok bentuk lengkung gigi (Tabel 2.2)

Citra 0001 Rahang Atas

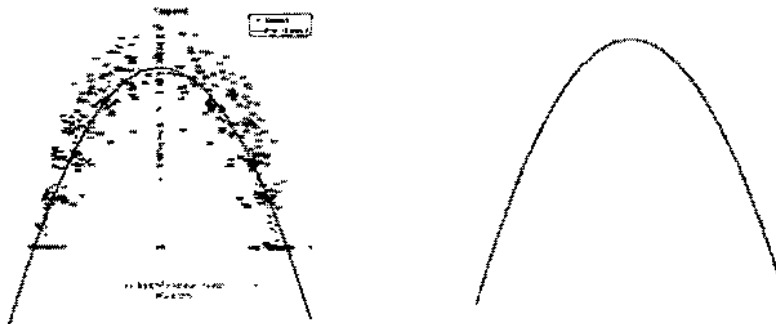
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
46	73	60	128	99	235	159	287	202	261	261	213	281	135
47	73	61	128	100	235	160	286	233	242	267	174	282	135
48	73	67	165	101	235	161	286	234	242	268	175	283	135
49	73	68	165	102	235	162	286	235	241	269	174	287	71
50	73	69	175	103	235	163	286	236	241	270	174	288	71
51	73	70	181	128	254	164	287	237	242	271	174	289	71
52	73	71	188	129	255	197	261	238	241	272	174	290	71
56	128	72	195	130	254	198	261	257	214	273	174	291	71
57	128	73	206	131	254	199	261	258	213	278	135		
58	128	74	205	132	255	200	261	259	213	279	135		
59	128	98	235	133	254	201	261	260	214	280	135		

Tabel 2.2 Data Titik Ekstraksi

3. Titik data yang didapat dilakukan proses regresi kuadratik dengan menggunakan Microsoft Excel sehingga didapat suatu bentuk kurva lengkung gigi. Setiap bentuk kurva hasil regresi kudratik merupakan satu bentuk template dari setiap bentuk lengkung gigi.

- Template T sebagai bentuk Tapered

$$\text{Bentuk Regresi Kuadratik : } y = -0.0107x^2 + 3.5104x - 14.992$$

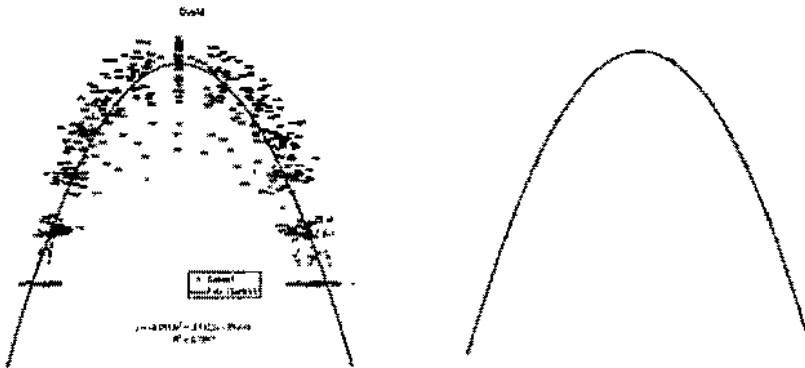


Gambar 2.4 Template Tapered

Hasil klasifikasi bentuk tapered 7 dari 30 citra (23,33%)

- Template O sebagai bentuk Ovoid

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0113x^2 + 3.6923x - 16.441$

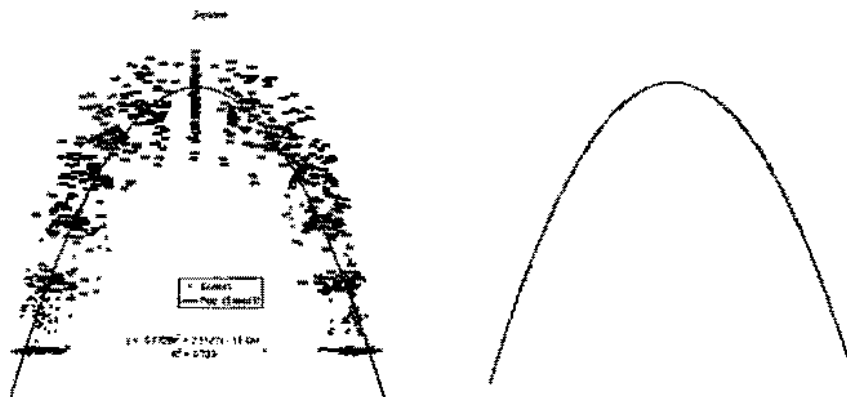


Gambar 2.5 Template Ovoid

Hasil klasifikasi bentuk ovoid 20 dari 34 citra (58,80%)

- Template sebagai bentuk Square

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0109x^2 + 3.5637x - 13.494$



Gambar 2.6 Template Square

Hasil klasifikasi bentuk square 12 dari 56 citra (21,43%)

Total klasifikasi adalah 39 dari 120 citra (32,5%)

Terlihat dari hasil klasifikasi template tunggal, bahwa bentuk lengkung gigi tapered, ovoid dapat terklasifikasi dibawah 50% dan hanya bentuk square diatas 50 % sehingga total hasil klasifikasi hanya 39 citra dari total 120 citra yang terklasifikasi (32.5%). Hal ini disebabkan di setiap template yang terbentuk mempunyai sangat banyak sebaran titik yang didapat dari gabungan ekstraksi titik dari rahang atas dan rahang bawah sehingga tidak didapat suatu karakteristik dari suatu bentuk lengkung gigi. Oleh karena itu perlu dibuat desain template dengan lebih 1 template pada setiap bentuk lengkung gigi berdasarkan karakteristik tertentu.

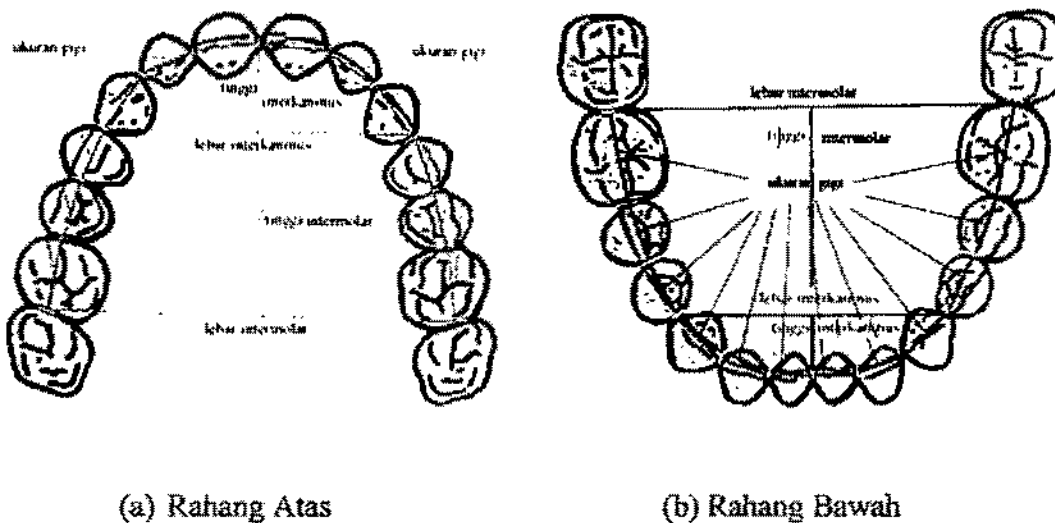
BAB 3

DESAIN TEMPLATE DAN RANCANGAN SISTEM KLASIFIKASI BENTUK LENGKUNG GIGI

Pada bab ini akan dijelaskan desain template bentuk lengkung gigi dan rancangan sistem klasifikasi bentuk lengkung gigi.

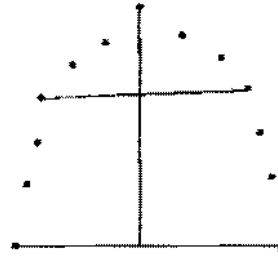
3.1 DESAIN TEMPLATE

Desain template yang digunakan disini berdasarkan karakteristik bentuk lengkung gigi berupa bentuk kurva parabolik dimana bentuk lengkung (pada bagian atas) sebagai pembeda menggunakan variabel dimensi bentuk lengkung gigi yaitu Lebar Kaninus (IC), Tinggi Kaninus (TC) atau Tinggi Lengkung Gigi, Lebar Intermolar (IM) dan Tinggi Intermolar (TM) seperti pada gambar berikut⁽⁵⁾



Gambar 3.1 Variabel bentuk lengkung gigi

Sedangkan data yang digunakan sebagai uji coba sebagai berikut :



Bentuk citra cetakan gigi

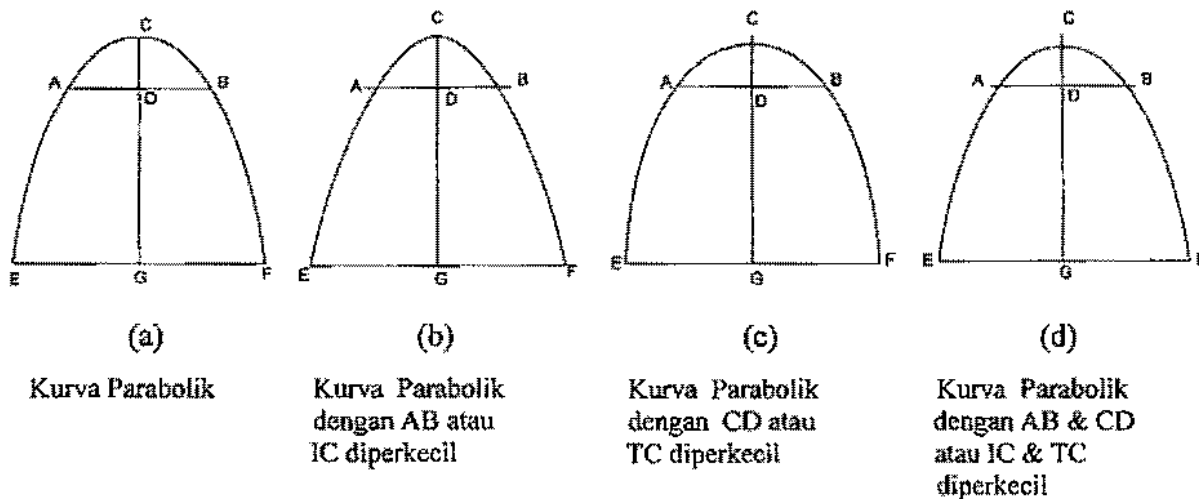
→ *ekstraksi* →

Bentuk citra ekstraksi

Gambar 3.2 Bentuk Citra Uji Coba

Pada citra hasil ekstraksi, garis horisontal pertama merupakan Lebar Interkaninus (IC), garis horisontal kedua merupakan Lebar Intermolar (IM), garis vertikal berpotongan dengan lebar interkaninus merupakan Tinggi Interkaninus (TC).

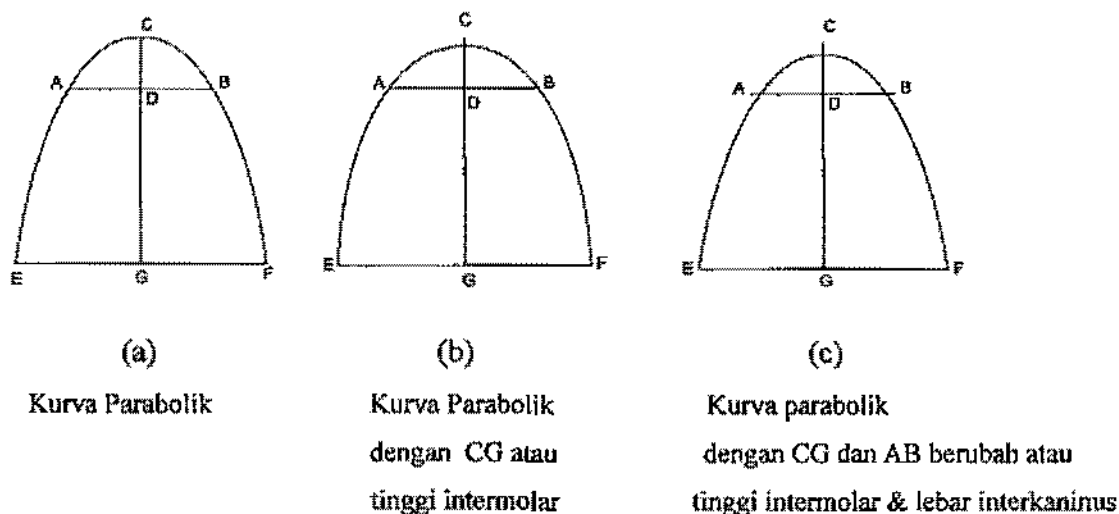
Bentuk kurva parabolik sebagai interpretasi bentuk lengkung gigi mempunyai bentuk karakteristik kelengkungan pada bagian atas kelengkungan dimana hal ini berhubungan dengan variabel bentuk lengkung gigi. Jadi perbedaan bentuk lengkung gigi dipengaruhi oleh lebar dan tinggi interkaninus, lebar dan tinggi intermolar. Perubahan tinggi interkaninus (TC) yaitu CD dan lebar interkaninus (IC) yaitu AB sebagai berikut



Gambar 3.3 Bentuk Kurva Parabolik dengan TC dan IC

Terlihat pada gambar 3.3 (b) , jika lebar interkaninus (AB) diperkecil maka bentuk kelengkungan kurva menjadi mengecil dimana mempengaruhi bentuk lengkung gigi menjadi bentuk tapered. Gambar 3.3(c), jika tinggi interkaninus diperkecil maka bentuk kelengkungan kurva menjadi melebar dimana mempengaruhi bentuk bentuk lengkung gigi menjadi bentuk square. Gambar 3.3(d), jika lebar dan tinggi interkaninus diperkecil maka bentuk kelengkungan kurva menjadi mengecil dimana mempengaruhi bentuk lengkung gigi menjadi bentuk ovoid.

Sedangkan perubahan pada tinggi Intermolar dan lebar Interkaninus juga dapat mempengaruhi bentuk suatu kelengkungan seperti terlihat pada gambar berikut



Gambar 3.4 Kurva Parabolik dengan TM dan IC

Terlihat pada gambar 3.4 (b), jika tinggi intermolar diperkecil maka bentuk kelengkungan kurva melebar dimana mempengaruhi bentuk lengkung gigi menjadi bentuk ovoid atau square. Gambar 3.4(c) tinggi intermolar dan lebar interkaninus diperkecil maka bentuk kelengkungan kurva mengecil dimana mempengaruhi bentuk lengkung gigi menjadi bentuk yaitu tapered.

Jadi variabel yang paling berpengaruh dalam pembuatan desain template klasifikasi bentuk lengkung gigi adalah Lebar Interkaninus (IC) dan Tinggi Interkaninus (TC), Tinggi intermolar (IM). Oleh karena itu desain template disini mempergunakan variabel Lebar Interkaninus (IC), Tinggi Interkaninus (TC), Tinggi Intermolar yang

dalam hal ini dikelompokkan pada rasio $RC = TC/IC$, $RMc = TM/IC$ dan IC serta kelompok rahang atas atau rahang bawah dari setiap bentuk lengkung gigi .

Prosedur pembuatan desain template bentuk lengkung gigi :

♦ **Desain template berdasarkan kelompok Rahang yaitu Rahang Atas dan Rahang Bawah**

1. Kumpulkan data dari masing- masing bentuk lengkung gigi berdasarkan kelompok rahang atas saja dan rahang bawah saja

Tapered								
RA	0001	0017	0025	0029	0037	0041	0045	
	0049	0081	0085	0089	0093	0097	0101	0105
	0078	0098						

RB	0019	0035	0039	0051	0083	0087	0095	
	0103	0107	0119					
	0040	0092	0108					

Ovoid							
RA	0009	0033	0057	0069	0073	0077	117
	0002	0010	0018	0030	0042	0054	0090
	0102	0106	0118				

RB	0007	0031	0043	0059	0079	0115	
	0004	0008	0020	0036	0052	0056	0072
	0080	0104	0116	0120			

Square								
RA	0005	0013	0021	0053	0061	0065	0109	0113
	0006	0014	0022	0026	0034	0038	0046	0050
	0058	0062	0066	0070	0074	0082	0086	0094
	0110	0114						

RB	0003	0011	0015	0023	0027	0047	0055	0063
	0067	0071	0075	0091	0099	0111		
	0012	0016	0024	0028	0032	0044	0048	0060
	0064	0068	0076	0084	0088	0096	0100	0112

Catatan :

RA = Rahang Atas, RB = Rahang Bawah

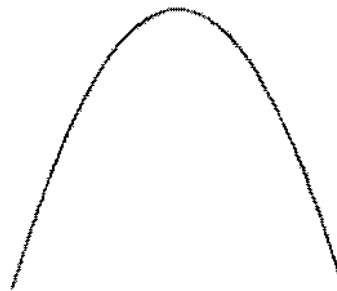
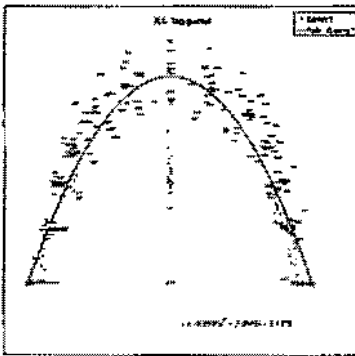
Tabel 3.1 Data Citra berdasarkan Rahang Atas dan Rahang Bawah

2. Setelah mendapatkan data berupa titik-titik dari kelompok bentuk lengkung gigi pada citra ekstraksi untuk gigi pada rahang atas, kemudian lakukan proses regresi kuadratik sehingga didapat suatu bentuk kurva lengkung gigi. Sebut sebagai template T1 (Bentuk Tapered dari rahang atas)
3. Lakukan hal yang sama pada data rahang bawah dan sebut sebagai template T2 (bentuk tapered rahang bawah)

Bentuk template yang didapat ada 6

(1.) Template Tapered Rahang Atas dinamakan T1

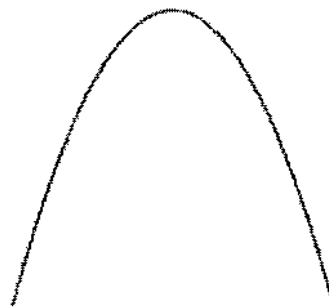
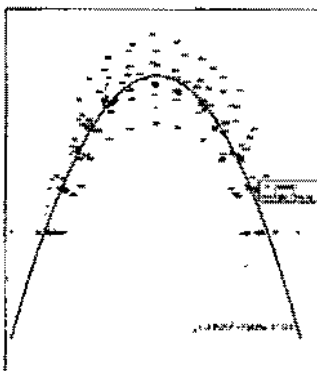
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0106x^2 + 3.4666x - 2.4178$



Gambar 3.5 Template Tapered RA

(2.) Template Tapered Rahang Bawah dinamakan T2

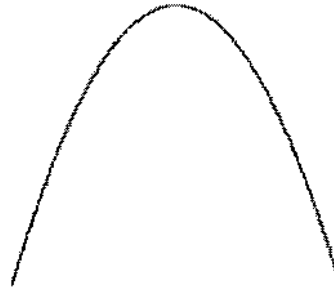
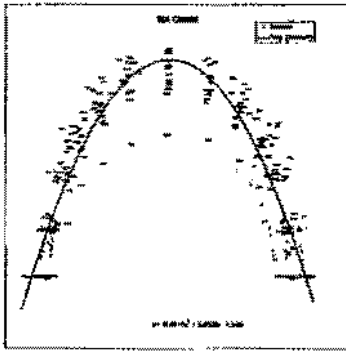
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0121x^2 + 3.9681x - 57.589$



Gambar 3.6 Template Tapered RB

(3.) Template Ovoid Rahang Atas dinamakan O1

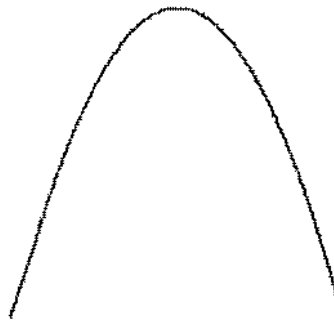
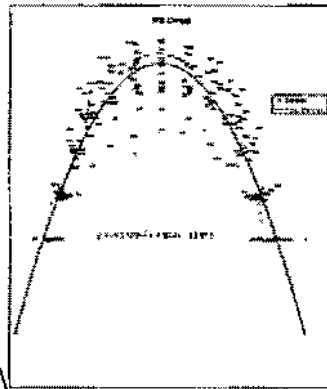
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0111x^2 + 3.6428x - 4.845$



Gambar 3.7 Template Ovoid RA

(4.) Template Ovoid Rahang Bawah dinamakan O2

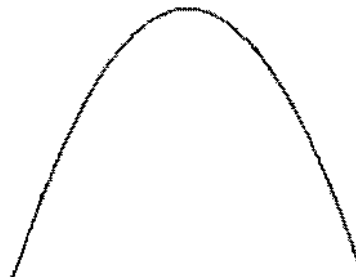
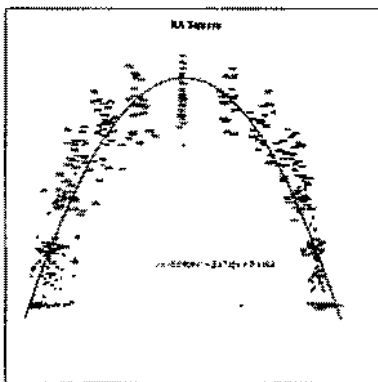
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0123x^2 + 4.004x - 43.015$



Gambar 3.8 Template Ovoid RB

(5.) Template Square Rahang Atas dinamakan S1

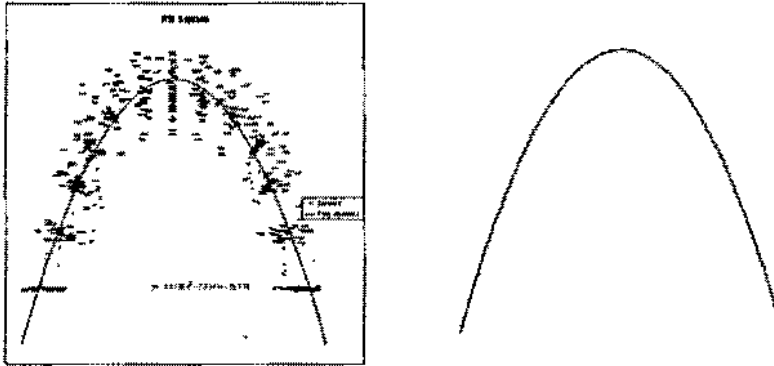
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0106x^2 + 3.4745x + 0.4163$



Gambar 3.9 Template Square RA

(6.) Template Square Rahang Bawah dinamakan S2

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0116x^2 + 3.8144x - 35.772$



Gambar 3.10 Template Square RB

◆ *Desain template berdasarkan Rasio RC*

1. Hitung rasio RC dari setiap kelompok bentuk lengkung gigi

Tapered

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	0.41642	RA Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	0.431707	RA Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	0.414033	RB Pre
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	0.318321	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	0.489872	RA Pre
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	0.408486	RB Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	0.454958	RA Pre
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	0.420669	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	0.345223	RB Post
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	0.398257	RA Pre
12	0045	29.51	10.55	46.36	35.33	0.357506	RB Post
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	0.519692	RA Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	0.333117	RB Pre
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	0.363968	RA Post
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	0.493323	RA Pre
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	0.308017	RB Pre
22	0085	37.82	16.84	52.1	43.16	0.447634	RA Pre
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	0.371678	RB Pre
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	0.367278	RA Pre
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	0.339562	RB Post
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	0.481315	RA Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	0.413006	RB Pre

Tabel 3.2 (a) Citra Tapped dengan Rasio RC

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	0.399437	RA Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	0.350501	RA Post
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	0.444071	RA Pre
26	0103	24.85	11.61	43.25	34	0.467203	RB Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	0.440923	RA Pre
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	0.342125	RB Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	0.37187	RB Post
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	0.348897	RB Pre

Tabel 3.2 (b) Citra Tappered dengan Rasio RC

Lakukan perhitungan rasio RC = TC/IC terhadap untuk bentuk Ovoid dan Square (Lampiran Citra Desain Template)

2. Kelompokkan rasio RC dari setiap kelompok bentuk gigi yaitu

- Bentuk Tapered dikelompokkan menjadi 2 yaitu

Nilai RC $\leq 0,40$ dan Nilai RC $> 0,40$

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok
$\leq 0,40$							
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	0.30802	RB Pre
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	0.31832	RA Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	0.33312	RB Pre
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	0.33956	RB Post
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	0.34212	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	0.34522	RB Post
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	0.3489	RB Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	0.3505	RA Post
12	0045	29.51	10.56	46.36	35.33	0.35751	RB Post
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	0.36397	RA Post
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	0.36728	RA Pre
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	0.37168	RB Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	0.37187	RB Post
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	0.39826	RA Pre
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	0.39944	RA Pre

Tabel 3.3 Citra Tapered dengan RC ≤ 0.40

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok
> 0.40							
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	0.40849	RB Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	0.41301	RB Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	0.41403	RB Pre
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	0.41642	RA Pre
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	0.42067	RB Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	0.43171	RA Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	0.44092	RA Pre
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	0.44407	RA Pre
22	0085	37.62	16.84	52.1	43.16	0.44763	RA Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	0.45496	RA Pre
26	0103	24.85	11.61	43.25	34	0.4672	RB Pre
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	0.48131	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	0.48987	RA Pre
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	0.49332	RA Pre
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	0.51969	RA Pre

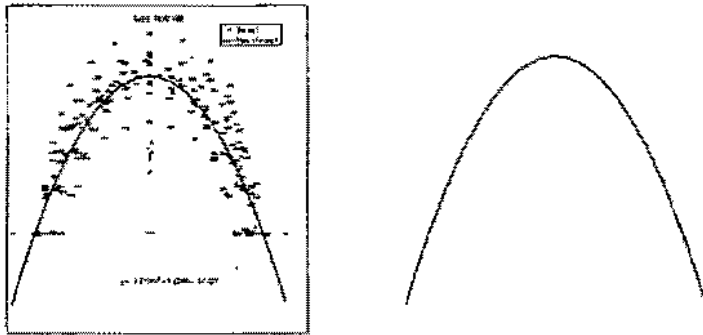
Tabel 3.4 Citra Tapered dengan RC > 0.40

- Bentuk Ovoid dikelompokkan menjadi 3 yaitu
 - Nilai $RC \leq 0,30$
 - $0,30 < \text{Nilai } RC \leq 0,40$
 - Nilai $RC > 0,40$
 - (Lampiran Citra Desain Template)
 - Bentuk Square dikelompokkan menjadi 2 yaitu
 - Nilai $RC \leq 0,30$ dan Nilai $RC > 0,30$
 - (Lampiran Citra Desain Template)
3. Setiap bentuk lengkung gigi dari setiap kelompok diambil data titik-titik ekstraksi lalu lakukan proses regresi kuadratik sehingga didapat suatu bentuk kurva lengkung gigi.
 4. Kemudian sebut template T1 sebagai Bentuk Tapered kelompok nilai $RC \leq 0,40$

Bentuk template yang didapat ada 7

(1.) Template Tapered kelompok Nilai RC < 0,40 dinamakan T1

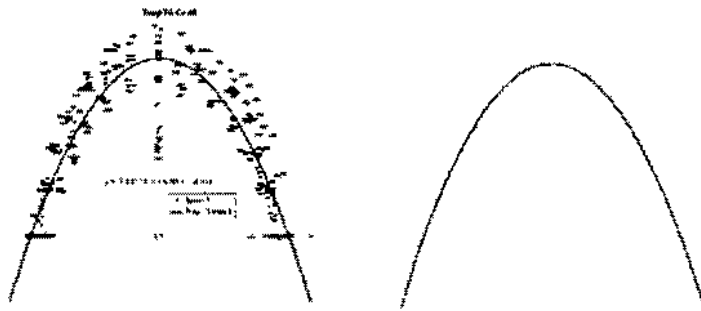
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0105x^2 + 3.4288x - 14.427$



Gambar 3.11 Template Tapered Nilai RC < 0,40

(2.) Template Tapered kelompok Nilai RC $\geq 0,40$ dinamakan T2

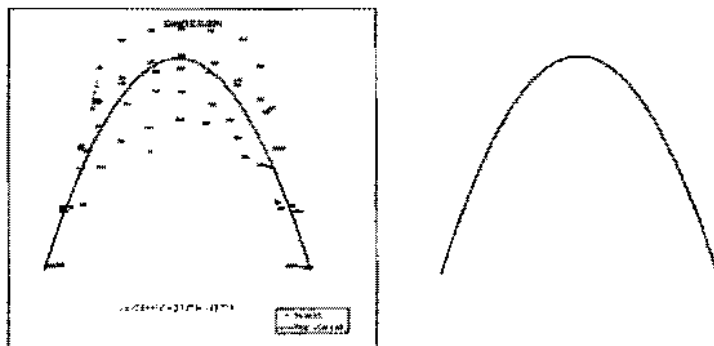
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0111x^2 + 3.6366x - 18.584$



Gambar 3.12 Template Tapered Nilai RC $\geq 0,40$

(3.) Template Ovoid kelompok Nilai RC $\leq 0,30$ dinamakan O1

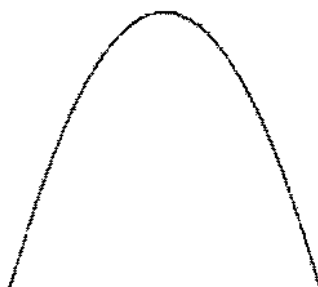
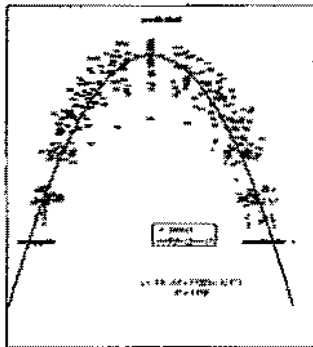
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0117x^2 + 3.7471x - 43.771$



Gambar 3.13 Template Ovoid Nilai RC $\leq 0,30$

(4.) Template Ovoid kelompok $0,30 < \text{Nilai RC} \leq 0,40$ dinamakan O2

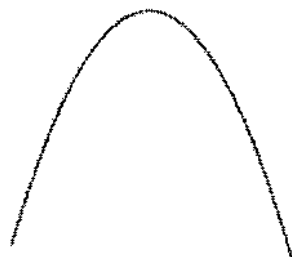
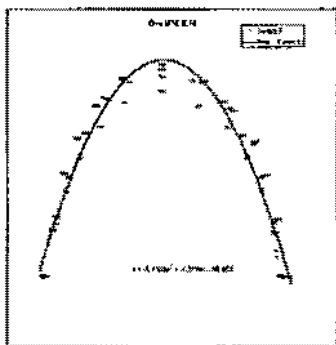
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0114x^2 + 3.7228x - 12.579$



Gambar 3.14 Template Ovoid $0,30 < \text{Nilai RC} \leq 0,40$

(5.) Template Ovoid kelompok Nilai $\text{RC} > 0,40$ dinamakan O3

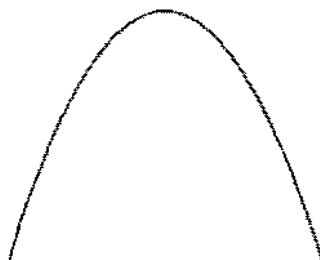
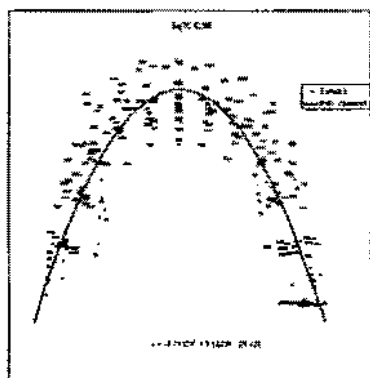
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0128x^2 + 4.2116x - 49.984$



Gambar 3.15 Template Ovoid Nilai $\text{RC} > 0,40$

(6.) Template Square kelompok Nilai $\text{RC} \leq 0,30$ dinamakan S1

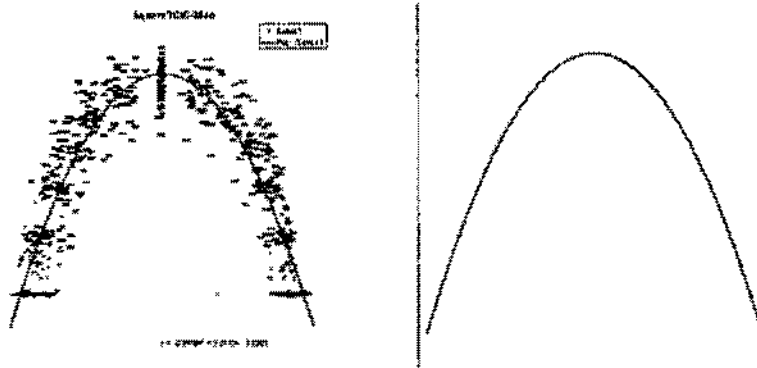
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0112x^2 + 3.6829x - 26.485$



Gambar 3.16 Template Square Nilai $\text{RC} \leq 0,30$

(7.) Template Square kelompok Nilai RC $\geq 0,30$ dinamakan S2

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0108x^2 + 3.5413x - 9.5901$



Gambar 3.17 Template Square Nilai RC $\geq 0,30$

◆ *Desain template berdasarkan IC*

1. Kelompokkan dari setiap bentuk lengkung gigi berdasarkan nilai IC

Tapered

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	RA Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	RA Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	RB Pre
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	RA Pre
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	RB Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	RA Pre
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	RB Post
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	RA Pre
12	0045	29.51	10.55	46.36	35.33	RB Post
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	RA Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	RB Pre
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	RA Post
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	RA Pre
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	RB Pre
22	0085	37.62	16.84	52.1	43.16	RA Pre
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	RB Pre
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	RA Pre
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	RB Post

Tabel 3.5 (a) Citra Tapered dengan IC

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	RA Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	RB Pre
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	RA Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	RA Post
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	RA Pre
26	0103	24.85	11.61	43.25	34	RB Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	RA Pre
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	RB Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	RB Post
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	RB Pre

Tabel 3.5 (b) Citra Tappered dengan IC

Hal ini dilakukan juga terhadap bentuk ovoid dan square (Lampiran Citra Desain Template)

2. Kemudian kelompokkan IC dari setiap kelompok bentuk gigi yaitu

- Bentuk Tapered dikelompokkan menjadi 3 yaitu

Nilai IC ≤ 30

$30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

Nilai IC > 40

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok
	IC ≤ 30					
26	0103	24.85	11.61	43.25	34	RB Pre
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	RB Pre
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	RB Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	RB Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	RB Post
12	0045	29.51	10.55	46.36	35.33	RB Post
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	RB Pre
	$30 < \text{IC} \leq 40$					
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	RB Post
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	RB Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	RB Pre
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	RB Post
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	RB Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	RB Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	RA Pre

Tabel 3.6 Citra Tappered dengan Nilai IC ≤ 30 dan $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	RA Pre
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	RA Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	RA Pre
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	RA Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	RA Post
22	0085	37.62	16.84	52.1	43.16	RA Pre
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	RA Post
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	RA Pre
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	RA Pre
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	RA Pre
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	RA Pre
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	RA Pre
	IC >40					
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	RA Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	RA Pre

Tabel 3.7 Citra Tapered dengan $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$ dan Nilai IC > 40

- Bentuk Ovoid dikelompokkan menjadi 3 yaitu

Nilai IC ≤ 30

$30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

Nilai IC > 40

(Lampiran Citra Desain Template)

- Bentuk Square dikelompokkan menjadi 3 yaitu

Nilai IC ≤ 30

$30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

Nilai IC > 40

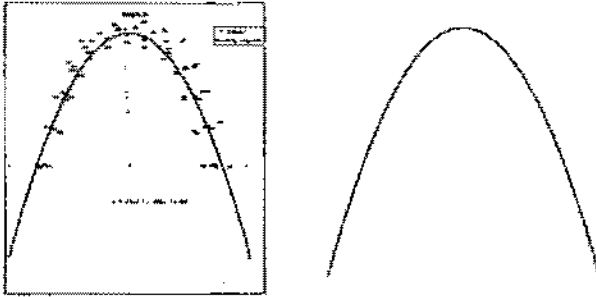
(Lampiran Citra Desain Template)

3. Setiap bentuk lengkung gigi dari setiap kelompok diambil data titik-titik ekstraksi lalu lakukan proses regresi kuadratik sehingga didapat suatu bentuk kurva lengkung gigi.
4. Kemudian sebut template T1 sebagai Bentuk Tapered kelompok nilai IC ≤ 30

Bentuk template yang didapat ada 9

(1.) Template Tapered kelompok Nilai IC ≤ 30 dinamakan T1

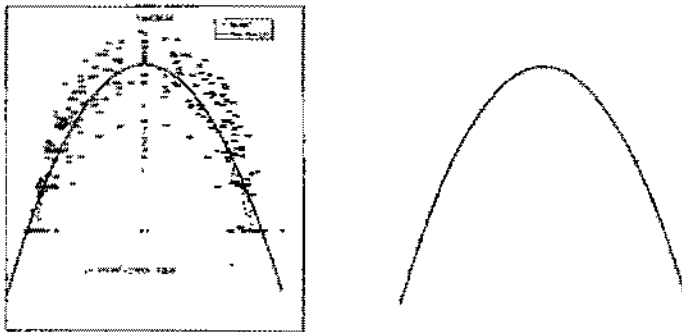
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0114x^2 + 3.7848x - 54.708$



Gambar 3.18 Template Tapered Nilai IC $\leq 0,30$

(2.) Template Tapered kelompok $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$ dinamakan T2

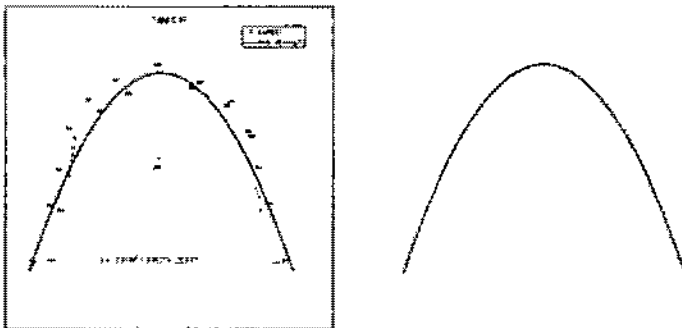
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0107x^2 + 3.5019x - 7.2843$



Gambar 3.19 Template Tapered $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

(3.) Template Tapered kelompok Nilai IC > 40 dinamakan T3

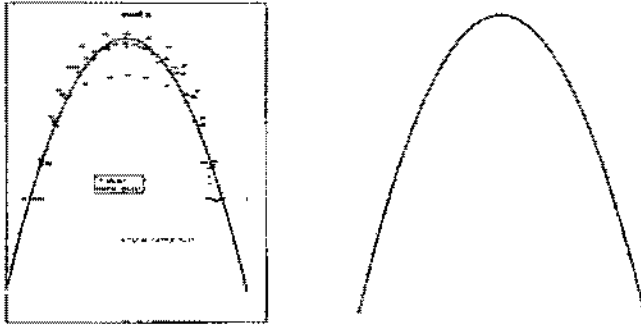
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.011x^2 + 3.6507x - 25.947$



Gambar 3.20 Template Tapered Nilai IC > 40

(4.) Template Ovoid kelompok Nilai IC ≤ 30 dinamakan O1

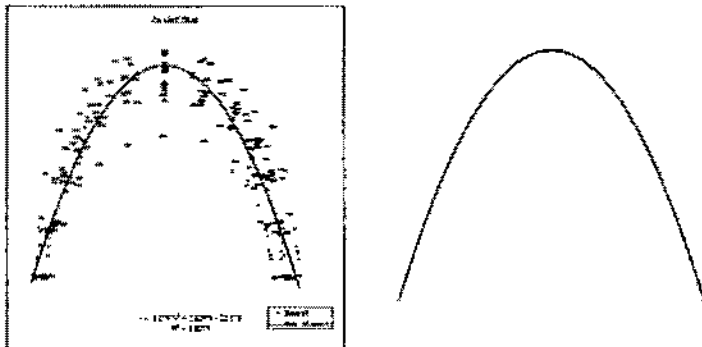
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0134x^2 + 4.3352x - 50.37$



Gambar 3.21 Template Ovoid Nilai IC ≤ 30

(5.) Template Ovoid kelompok $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$ dinamakan O2

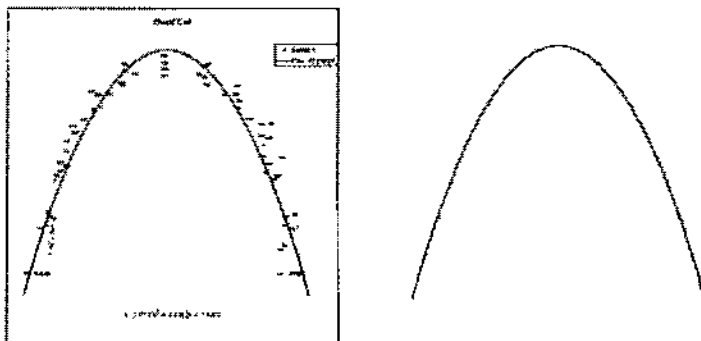
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0117x^2 + 3.8216x - 22.678$



Gambar 3.22 Template Ovoid $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

(6.) Template Ovoid kelompok Nilai IC > 40 dinamakan O3

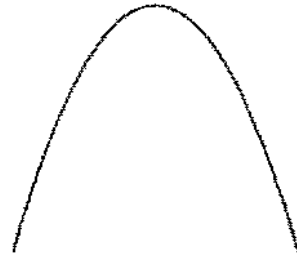
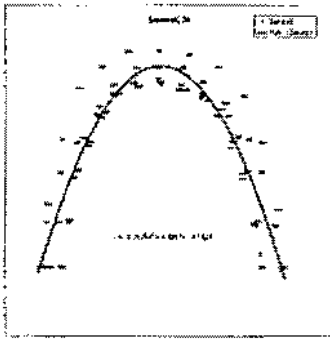
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0109x^2 + 3.6152x + 7.0323$



Gambar 3.23 Template Ovoid Nilai IC > 40

(7.) Template Square kelompok Nilai IC ≤ 30 dinamakan S1

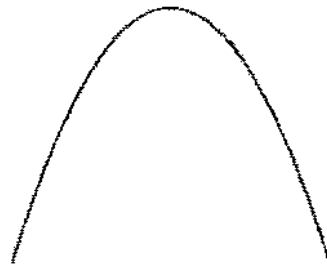
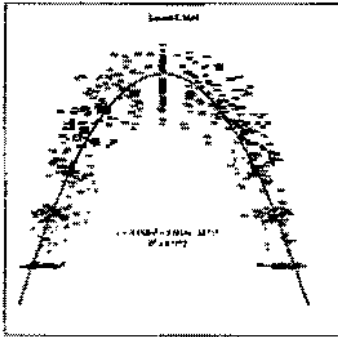
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0125x^2 + 4.0857x - 47.623$



Gambar 3.24 Template Square Nilai IC ≤ 30

(8.) Template Square kelompok $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$ dinamakan S2

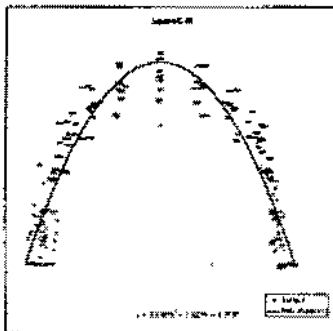
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0109x^2 + 3.5894x - 18.717$



Gambar 3.25 Template Square $30 < \text{Nilai IC} \leq 40$

(9.) Template Square kelompok Nilai IC > 40 dinamakan S3

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0107x^2 + 3.4825x + 6.3707$



Gambar 3.26 Template Square Nilai IC > 40

♦ **Desain Template berdasarkan Rasio $RMc = TM/IC$**

1. **Kelompokkan dari setiap bentuk lengkung gigi berdasarkan nilai RMc**

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	1.110947	RA Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	1.11122	RA Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	1.276233	RB Pre
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	0.9826	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	1.116279	RA Pre
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	1.284041	RB Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	1.178754	RA Pre
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	1.180855	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	1.196008	RB Post
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	1.026653	RA Pre
12	0045	29.51	10.55	46.36	35.33	1.197221	RB Post
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	1.293664	RA Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	1.274141	RB Pre
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	0.998438	RA Post
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	1.074987	RA Pre
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	1.195716	RB Pre
22	0085	37.62	16.84	52.1	43.16	1.147262	RA Pre
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	1.230407	RB Pre
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	1	RA Pre
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	0.950709	RB Post
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	1.16662	RA Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	1.25147	RB Pre
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	1.07088	RA Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	1.015722	RA Post
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	1.216687	RA Pre
26	0103	24.85	11.61	43.25	34	1.368209	RB Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	1.148	RA Pre
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	1.207281	RB Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	0.967753	RB Post
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	1.311765	RB Pre

Tabel 3.8 Citra Tapered dengan RMc

2. **Kemudian kelompokkan RMc dari setiap kelompok bentuk gigi yaitu**

- **Bentuk Tapered dikelompokkan menjadi 3 yaitu**

Nilai $RMc < 1$

Nilai $RMc \geq 1$

No	No Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok
RMc < 1							
23	0092	31.04	10.54	43.41	29.51	0.950709	RB Post
20	0078	38.41	13.98	48.61	38.35	0.998438	RA Post
7	0025	39.08	12.44	57.3	38.4	0.9826	RA Pre
27	0108	29.15	10.84	40.8	28.21	0.967753	RB Post
RMc ≥ 1							
23	0089	38.69	14.21	51.58	38.69	1	RA Pre
25	0098	36.89	12.93	51.12	37.47	1.015722	RA Post
11	0041	39.02	15.54	51.38	40.06	1.026653	RA Pre
25	0097	39.08	15.61	48.94	41.85	1.07088	RA Pre
21	0081	38.94	19.21	54.35	41.86	1.074987	RA Pre
1	0001	40.56	16.89	51.05	45.06	1.110947	RA Pre
5	0017	41	17.7	55.16	45.56	1.11122	RA Pre
8	0029	39.99	19.59	49.44	44.64	1.116279	RA Pre
22	0085	37.62	16.84	52.1	43.16	1.147262	RA Pre
27	0105	32.5	14.33	49.2	37.31	1.148	RA Pre
24	0093	35.59	17.13	47.5	41.52	1.16662	RA Pre
10	0037	35.3	16.06	47.69	41.61	1.178754	RA Pre
10	0039	30.19	12.7	43.72	35.65	1.180855	RB Pre
21	0083	30.81	9.49	47.88	36.84	1.195716	RB Pre
10	0040	30.56	10.55	45.22	36.55	1.196008	RB Post
12	0045	29.51	10.55	46.36	35.33	1.197221	RB Post
27	0107	26.92	9.21	42.53	32.5	1.207281	RB Pre
26	0101	32.72	14.53	49.24	39.81	1.216687	RA Pre
13	0049	35.04	18.21	47.35	45.33	1.293664	RA Pre
22	0087	29.73	11.05	46.3	36.58	1.230407	RB Pre
24	0095	28.91	11.94	42.56	36.18	1.25147	RB Pre
13	0051	30.86	10.28	44.03	39.32	1.274141	RB Pre
5	0019	31.64	13.1	48.94	40.38	1.276233	RB Pre
9	0035	31.58	12.9	43.49	40.55	1.284041	RB Pre
30	0119	27.2	9.49	41.91	35.68	1.311765	RB Pre
26	0103	24.85	11.61	43.26	34	1.368209	RB Pre

Tabel 3.9 Citra Tapered dengan RMc < 1 dan RMc ≥ 1

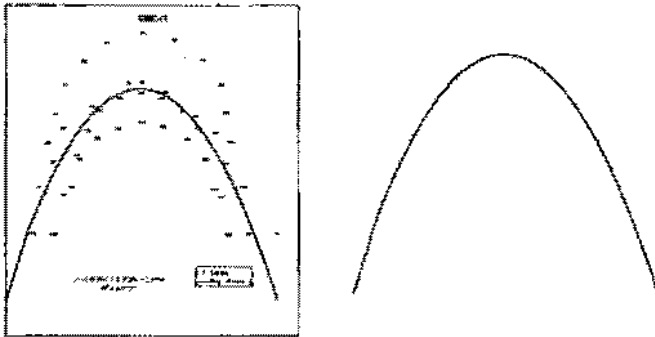
- Bentuk Ovoid dikelompokkan menjadi 3 yaitu
 - Nilai RMc < 1
 - Nilai RMc ≥ 1 (Lampiran Citra Desain Template)
- Bentuk Square dikelompokkan menjadi 3 yaitu
 - Nilai RMc < 1
 - Nilai RMc ≥ 1 (Lampiran Citra Desain Template)

3. Setiap bentuk lengkung gigi dari setiap kelompok diambil data titik-titik ekstraksi lalu lakukan proses regresi kuadratik sehingga didapat suatu bentuk kurva lengkung gigi.
4. Kemudian sebut template T1 sebagai Bentuk Tapered kelompok nilai RMc < 1

Bentuk template yang didapat ada 6

- (1.) Template Tapered kelompok Nilai RMc < 1 dinamakan T1

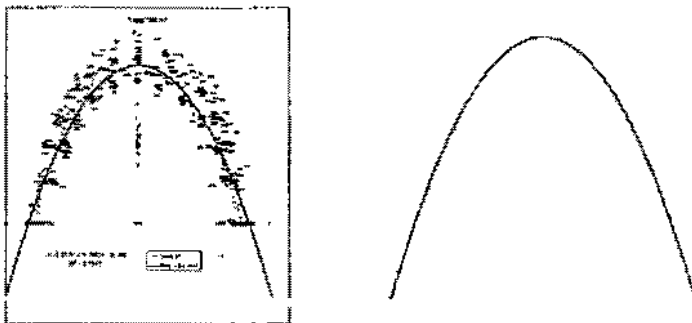
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0096x^2 + 3.0784x + 2.0154$



Gambar 3.27 Template Tapered Nilai RMc < 1

- (2.) Template Tapered kelompok Nilai RMc ≥ 1 dinamakan T2

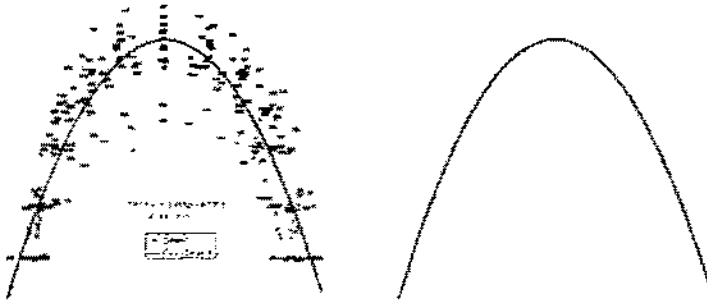
Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.011x^2 + 3.6063x - 19.462$



Gambar 3.28 Template Tapered Nilai RMc ≥ 1

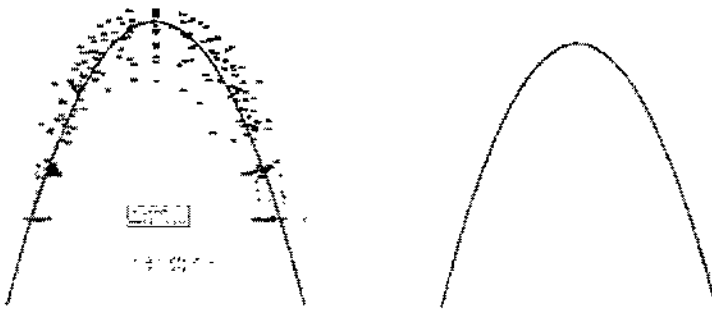
- (3.) Template Ovoid kelompok Nilai RMc < 1 dinamakan O1

Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0106x^2 + 3.4932x - 8.5158$



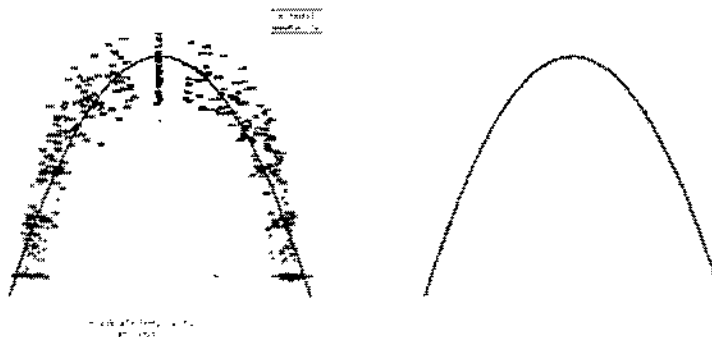
Gambar 3.29 Template Ovoid Nilai RMc < 1

- (4.) Template Ovoid kelompok Nilai RMc ≥ 1 dinamakan O2
 Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.012x^2 + 3.9193x - 25.772$



Gambar 3.30 Template Ovoid Nilai RMc ≥ 1

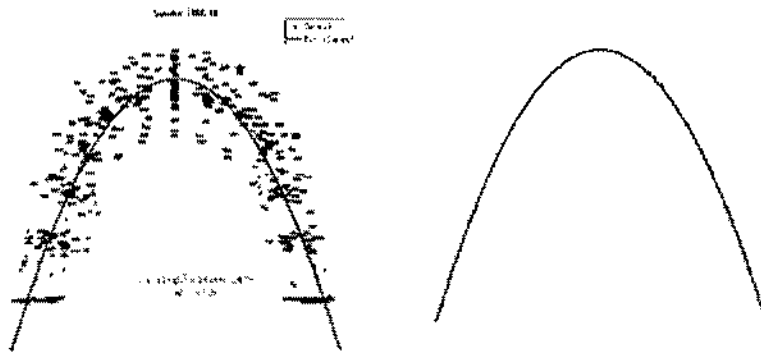
- (5.) Template Square kelompok Nilai RMc < 1 dinamakan S1
 Bentuk Regresi Kuadratik : $y = -0.0108x^2 + 3.5552x - 6.8398$



Gambar 3.31 Template Square Nilai RMc < 1

(6.) Template Ovoid kelompok Nilai $RMc \geq 1$ dinamakan S2

Bentuk Regresi Kuadrat : $y = -0.0112x^2 + 3.6611x - 25.71$



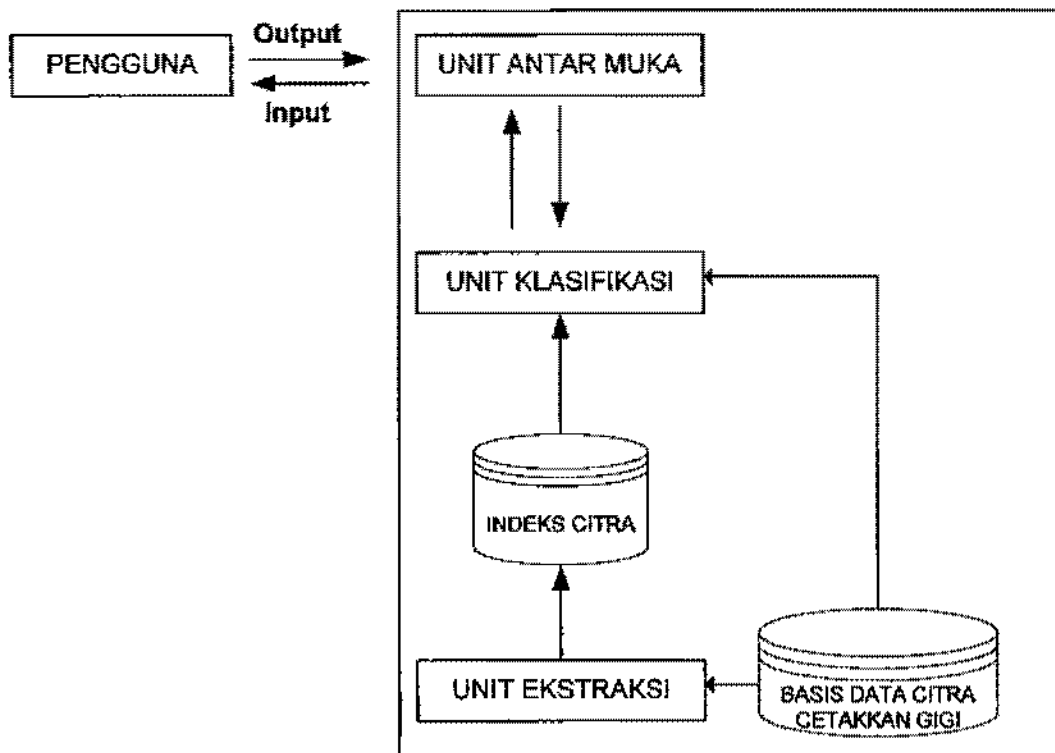
Gambar 3.32 Template Square Nilai $RMc \geq 1$

3.2 RANCANGAN SISTEM

Secara umum pengembangan Klasifikasi Bentuk Lengkung Gigi memenuhi kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan harus mampu menerima input sebuah citra.
2. Sistem yang dikembangkan harus mampu melakukan ekstraksi ciri terhadap citra cetakan gigi yang ada di dalam basis data.
3. Sistem yang dikembangkan harus mampu melakukan proses klasifikasi terhadap citra cetakan gigi.
4. Sistem yang dikembangkan harus mampu menampilkan hasil dari klasifikasi bentuk lengkung gigi dengan citra input cetakan gigi.

Dalam pengembangannya, sistem ini terdiri dari tiga buah subsistem yang merepresentasikan kebutuhan-kebutuhan dari sistem secara keseluruhan. Ketiga subsistem tersebut yaitu, unit antar muka, unit ekstraksi dan unit klasifikasi bentuk lengkung gigi. Arsitektur dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.33 Arsitektur Sistem

3.2.1 UNIT ANTAR MUKA

Unit antar muka berfungsi sebagai media untuk interaksi dengan user. Melalui unit ini user dapat memilih citra cetakkan gigi sebagai input ke sistem yang akan diklasifikasi bentuk lengkung gigi dan sistem akan menampilkan citra ekstraksi gigi yang akan diklasifikasi. Unit ini dikembangkan berbasis GUI pada lingkungan pemrograman Visual C++ 6.0.

3.2.2 UNIT EKSTRAKSI

Unit ekstraksi merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan ekstraksi terhadap keseluruhan data yang ada di basis data. Proses ekstraksi dilakukan saat pertama kali aplikasi dijalankan dan untuk menghemat komputasi, deskriptor selanjutnya disimpan di sebuah file. Metode Ekstraksi yang digunakan pada sistem ini yaitu metode regresi kuadratik.

Input : citra cetakkan gigi rahang atas atau rahang bawah

Output:deskriptor bentuk

- ♦ Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembentukan deskriptor dengan metode regresi kuadratik:
 - 1.) Melakukan deteksi titik-titik di bagian tepi citra lengkung gigi dari citra data base (citra dari bentuk klasifikasi lengkung gigi) lalu menyimpannya sebagai (x_i, y_i) .
 - 2.) Memetakan seluruh nilai x kedalam sebuah matriks X

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

- 3.) Mencari matriks transpose dari matriks X
 - 4.) Melakukan perkalian matriks antara matriks X dengan matriks X^T
 - 5.) Mencari matriks inverse dari matriks $[X X^T]$
 - 6.) Mencari nilai dari parameter w_0, w_1 , dan w_2 dengan persamaan berikut
- $$W = (X^T X)^{-1} y \quad (3.2)$$
- 7.) Menyimpan nilai dari parameter w_0, w_1 , dan w_2

3.2.3 UNIT KLASIFIKASI

Unit klasifikasi merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan klasifikasi terhadap citra input dengan citra yang ada di basis data. Proses pencocokan ini dilakukan dengan cara mengukur tingkat bentuk lengkung gigi deskriptor yang dihasilkan dari proses ekstraksi dan kemudian merangking derajat bentuk lengkung gigi dari deskriptor yang ada di basis data. Metode yang digunakan untuk klasifikasi bentuk lengkung gigi adalah metode Least Square Loss Function.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pencocokan dengan *Least Square Loss Function*:

- 1.) Melakukan deteksi titik-titik di bagian tepi citra lengkung gigi dari citra input dan menyimpannya sebagai (x_i, y_i) .
- 2.) Menyimpan nilai y_i sebagai y_{real} (y real) kedalam sebuah file

- 3.) Mencari nilai y observasi dengan mengalikan nilai x pada setiap citra dengan nilai bobot yang didapat pada proses pembentukan deskriptor, namun seluruh nilai x harus dipetakan terlebih dahulu kedalam matriks

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

seperti ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$y_{obs} = XW \quad (3.6)$$

- 4.) Mencari nilai residual dari setiap citra yang ada di basis data, dengan cara mengurangkan nilai y_{obs} pada sebuah citra di basis data dengan nilai y dari citra input (y_{real}).

$$r_i = y_{obs(i)} - y_{real}, \quad i = 1, \dots, m \quad (3.7)$$

dimana r_i merupakan nilai residual untuk citra ke- i , m merupakan jumlah seluruh citra yang ada di basis data, dan $y_{obs(i)}$ merupakan nilai y observasi pada citra ke- i .

- 5.) Menyimpan nilai residual dari seluruh citra
6.) Mencari nilai *least square* dari setiap residual

$$\|r\|^2 = \sum_1^m r_i^2 \quad (3.8)$$

- 7.) Mengurutkan seluruh nilai residual, kemudian mengambil nilai yang paling kecil
8.) Mengembalikan citra dengan nilai residual paling kecil

BAB 4

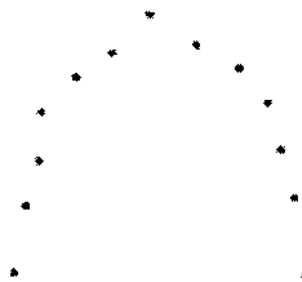
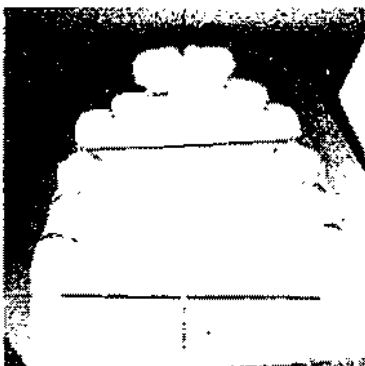
UJI COBA DAN ANALISIS HASIL PERCOBAAN

Pada bab ini akan dijelaskan hal-hal yang terkait dengan ujicoba yaitu data percobaan, lingkungan percobaan, implementasi , skenario percobaan, hasil percobaan, dan analisis hasil percobaan

4.1 DATA UJI COBA

Data percobaan yang digunakan pada percobaan ini berupa data citra cetakan rahang gigi rahang atas (pre dan post treatment) dan rahang bawah (pre dan post treatment). Ukuran citra yang dipakai adalah 325 x 333 pixel. Citra cetakan gigi ini didapat dari Klinik Gigi di Jakarta. Jumlah data yang digunakan dalam percobaan ini sebanyak 120 buah citra. Masing-masing citra berasal dari orang yang berbeda. Data dari percobaan ini dapat dilihat pada bagian lampiran. Uji coba dilakukan pada data citra cetakan rahang gigi atas dan rahang gigi bawah. Gambar 4.1 menunjukkan citra cetakan gigi dan citra hasil ekstraksi berupa titik ekstraksi.

Desain basis data yang digunakan pada sistem ini adalah basis data yang berbentuk sistem file. Pada sistem ini, basis data dari keseluruhan citra cetakan gigi rahang atas atau rahang bawah di simpan kedalam sebuah folder, dimana setiap citra cetakan gigi rahang atas atau rahang bawah disimpan dalam format .bmp. Sedangkan untuk hasil dari proses ekstraksi dari keseluruhan citra cetakan gigi rahang atas atau rahang bawah disimpan dalam sebuah file dengan format teks (.txt)



Gambar 4.1 Hasil Ekstraksi

4.2 LINGKUNGAN PERCOBAAN

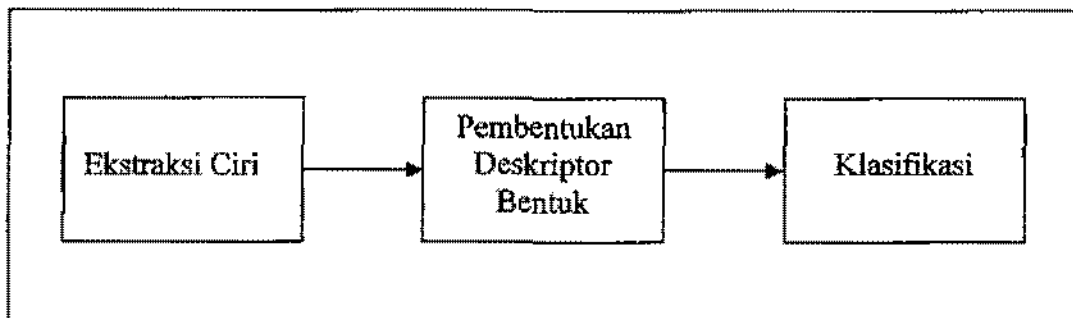
Aplikasi dikembangkan dengan Visual C++ 6.0. Sedangkan percobaan dilakukan pada komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. CPU : Intel Core Duo Processor T2300E
(1.66 GHz, 667 MHz FSB, 2 MB L2 cache)
2. RAM : 1.256 MB DDR2
3. Sistem Operasi : Windows XP Professional Versi 2003.

4.3 IMPLEMENTASI SISTEM

Pengimplementasian sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis pengembangan sistem. Berdasarkan hasil analisis tersebut, sistem ini terdiri dari tiga buah proses yang saling berhubungan, yaitu proses ekstraksi ciri, proses deskriptor bentuk, dan proses dari klasifikasi, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.2.

Sistem perolehan wajah berdasarkan kueri bentuk wajah dikembangkan dengan Bahasa Pemrograman Visual C++ menggunakan library OpenCV. Antarmuka sistem tampak pada Gambar 4.2. Sistem menyediakan sejumlah *template* citra bentuk wajah untuk setiap kategori bentuk wajah. Pengguna memilih salah satu citra bentuk wajah tersebut untuk dijadikan kueri. Selanjutnya sistem akan mencocokkan citra



Gambar 4. 2 Alur proses sistem

Masing-masing dari proses tersebut disusun oleh satu atau lebih prosedur. Prosedur-prosedur tersebut merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama yang ada dalam tiap proses.

4.3.1 Prosedur-prosedur pada proses ekstraksi ciri

Pada penelitian ini, ekstraksi ciri yang dilakukan menggunakan metode regresi kuadratik. Hasil ekstraksi ciri disimpan dalam berkas dengan tipe bitmap (.bmp).

Prosedur proses pembentukan deskriptor dengan metode quadratic regression

Pada proses ini, hasil dari ekstraksi ciri akan di deskripsikan agar memudahkan melakukan perhitungan untuk proses berikutnya. Pada penelitian ini, metode deskriptor bentuk yang digunakan, metode regresi kuadratik (*quadratic regression*).

1. Prosedur pengambilan data

```

row = image.hight
col = image.width
center X = col/2
for i = 0 : col
    for j = 0 : row
        if (pixel(i,j) is Black)
            Yposition = j
            Xposition = i-centerX
        end if
    end for
    matrixY(0,i) = Yposition
    tempX[i] = Xposition
end for

```

2. Prosedur pencarian bobot (Weight)

```

for j =0 : row
    for k = 0 : col
        if (k == 0)
            matrixX(j,k) = 1
        if (k==1)
            matrixX(j,k) =tempX[j]
        if (k==2)
            matrixX(j,k)=tempX[j]* tempX[j]
        end for
    end for
    matrixWeight= inv(matrixX*trans(matrixX))
                *matrixX*matrixY

```

3. Prosedur pencarian data prediksi

```

matrixPrediction = matrixX*matrixWeight

```


4.3.2 Prosedur-prosedur pada proses klasifikasi

Proses klasifikasi menggunakan pendekatan metode *least square loss function*.

```

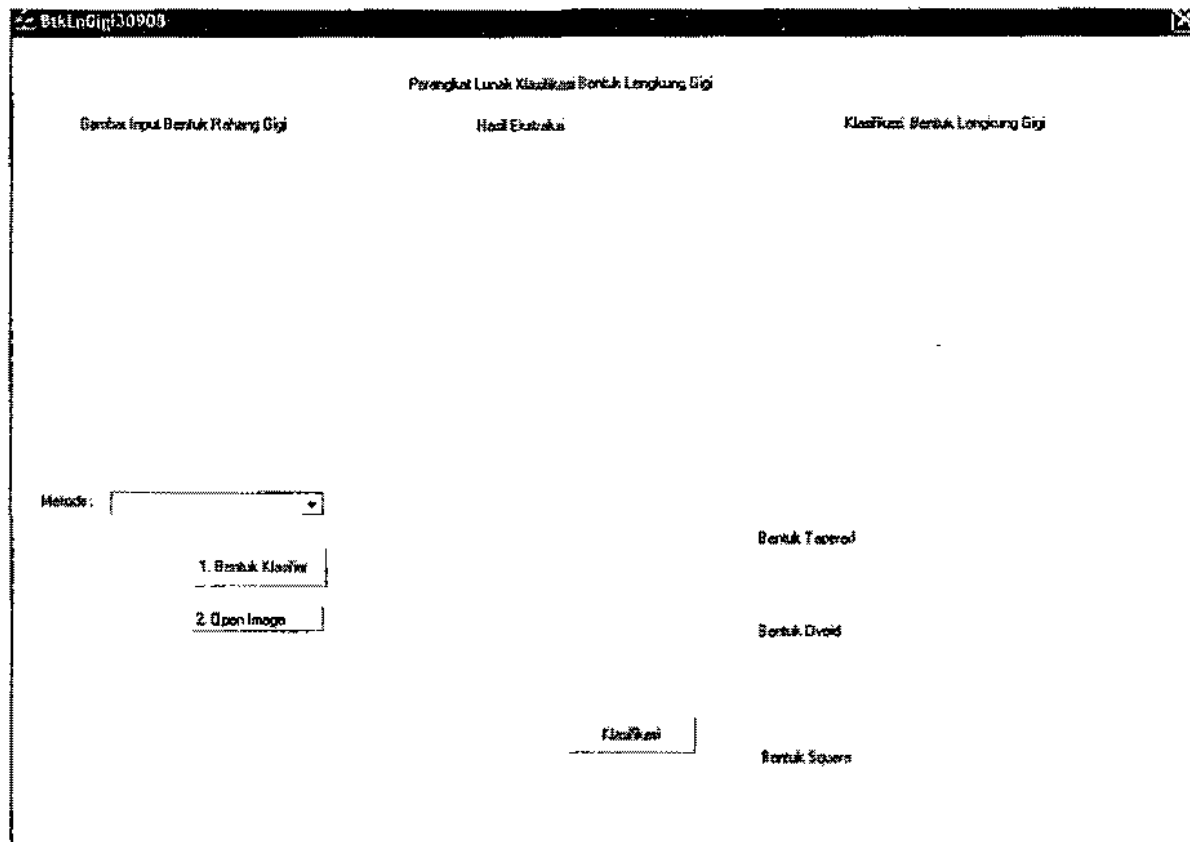
for (h = 0 : totalCitra)
  for (i =0 : totalData)
    residual[i]= actualData[i]- predictData[i]
    residual[i]= pow(residual[i],2)
    sumResidual = sumResidual + residual[i]
  end for
  tempResidual[h]=sumResidual
end for
sort (tempResidual)

```

4.4 ANTAR MUKA

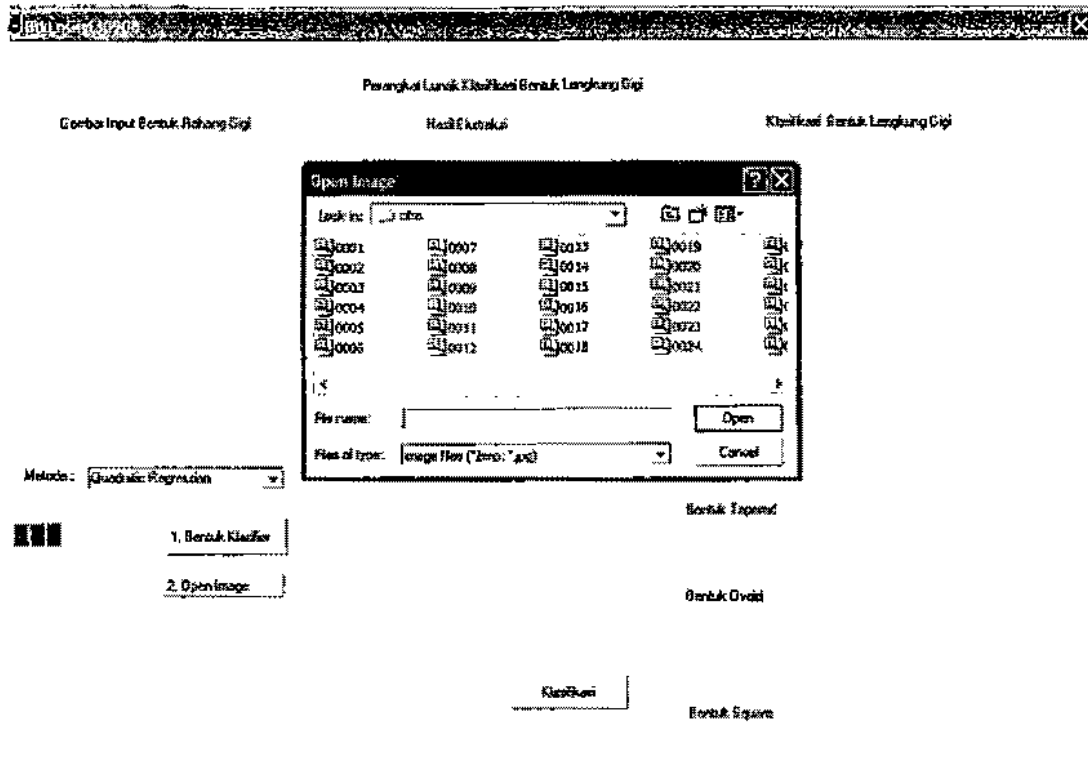
Bagian ini akan akan ditampilkan antar muka (user interface) dari desain template pada klasifikasi bentuk lengkung gigi dengan quadratic regression

4.4.1 ANTAR MUKA UTAMA



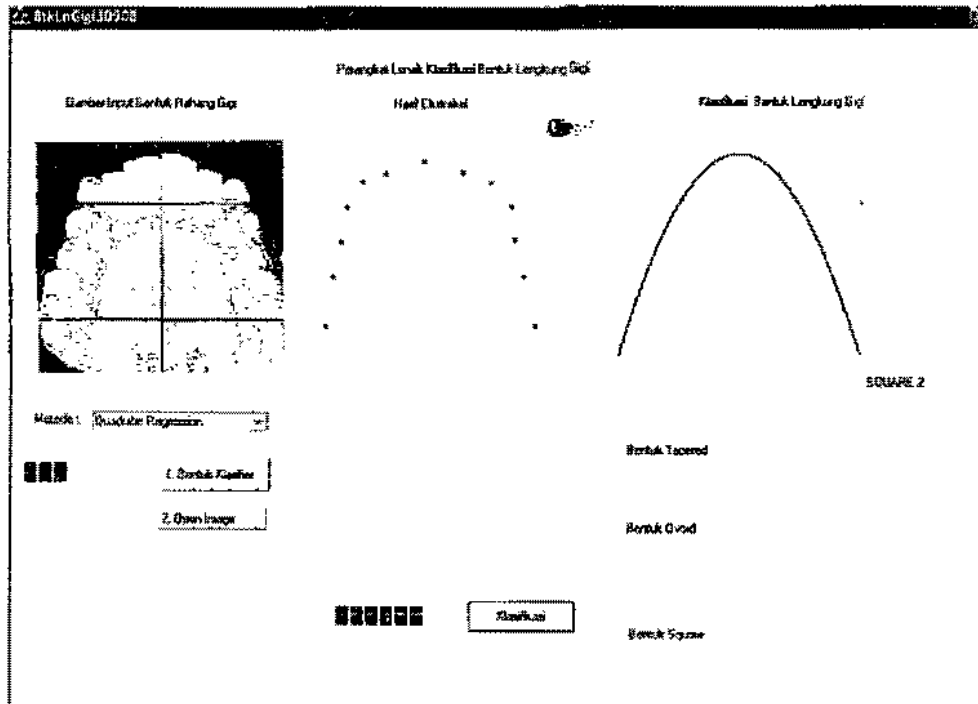
Gambar 4.3 Antar Muka Utama

4.4.2 ANTAR MUKA INPUT CITRA



Gambar 4.4 Antar Muka Input Citra

4.4.3 ANTAR MUKA HASIL KLASIFIKASI



Gambar 4.5 Antar Muka Klasifikasi

4.5 SKENARIO PERCOBAAN

Pengukuran kinerja dari Desain Template Pada Klasifikasi Bentuk Lengkung Gigi dengan Regresi Kuadratik adalah membentuk lingkungan percobaan yang serupa atau mendekati lingkungan sebenarnya ketika kelak sistem diimplementasikan. Pembangunan lingkungan percobaan ini bisa dilakukan dengan menyusun beberapa buah skenario yang kemungkinan muncul ketika kelak diimplementasikan. Penyusunan skenario ini juga bertujuan untuk memastikan desain template dan fungsi-fungsi yang ada pada sistem berjalan dengan semestinya. Pada penelitian ini yang menjadi parameter keberhasilan adalah kemampuan sistem dalam melakukan klasifikasi bentuk lengkung gigi yang sesuai dengan citra input hasil desain template bentuk lengkung gigi.

Pada percobaan ini, ada 4 buah skenario yang akan diujikan, sebagai berikut:

1. Skenario Pertama

Pengukuran klasifikasi bentuk lengkung gigi didasarkan pada kemiripan bentuk lengkung gigi menggunakan desain template berdasarkan pengelompokkan rahang atas dan rahang bawah. Jumlah data yang digunakan yaitu 120 buah citra cetakkan gigi. Tujuan dari percobaan ini untuk mengukur sejauh mana sistem mampu melakukan klasifikasi citra input dari desain template rahang atas dan rahang bawah.

2. Skenario Kedua

Pengukuran klasifikasi bentuk lengkung gigi didasarkan pada kemiripan bentuk lengkung gigi menggunakan desain template berdasarkan pengelompokkan rasio tinggi kaninus dan lebar kaninus. Jumlah data yang digunakan yaitu 120 buah citra cetakkan gigi. Tujuan dari percobaan ini untuk mengukur sejauh mana sistem mampu melakukan klasifikasi citra input dari pengelompokkan rasio tinggi kaninus dan lebar kaninus.

3. Skenario Ketiga

Pengukuran klasifikasi bentuk lengkung gigi didasarkan pada kemiripan bentuk lengkung gigi menggunakan desain template berdasarkan pengelompokkan lebar kaninus. Jumlah data yang digunakan yaitu 120 buah citra cetakkan gigi.

Tujuan dari percobaan ini untuk mengukur sejauh mana sistem mampu melakukan klasifikasi citra input dari pengelompokan lebar kaninus

4. Skenario Keempat

Pengukuran klasifikasi bentuk lengkung gigi didasarkan pada kemiripan bentuk lengkung gigi menggunakan desain template berdasarkan pengelompokan rasio tinggi intermolar dan lebar kaninus. Jumlah data yang digunakan yaitu 120 buah citra cetakan gigi. Tujuan dari percobaan ini untuk mengukur sejauh mana sistem mampu melakukan klasifikasi citra input dari pengelompokan rasio tinggi intermolar dan lebar kaninus .

4.6 HASIL PERCOBAAN dan ANALISIS HASIL PERCOBAAN

Sebelum melakukan uji coba dari 4 desain template maka terlebih dahulu dilakukan uji coba terhadap desain template untuk 1 template dari setiap bentuk lengkung gigi dan dihasilkan klasifikasi sebagai berikut :

- ◆ Bentuk Lengkung Gigi Tappered yang terklasifikasi :
7 dari 30 citra Tappered atau 23.33 %
- ◆ Bentuk Lengkung Gigi Ovoid yang terklasifikasi :
20 dari 34 citra Ovoid atau 58.82 %
- ◆ Bentuk Lengkung Gigi Square yang terklasifikasi :
12 dari 56 citra Square atau 21.43 %

Total citra yang terklasifikasi : 39 dari 120 citra atau 32.5%

Hasil klasifikasi dari desain template untuk 1 template dari setiap bentuk lengkung gigi ini sebagai pembandingan untuk desain template yang diusulkan pada penelitian ini.

Selanjutnya akan diuraikan hasil percobaan dan analisis hasil percobaan yang telah dilakukan pada ke 4 skenario dari desain template untuk mengukur kemiripan klasifikasi bentuk lengkung gigi.

Hasil percobaan dari 4 skenario tersebut sebagai berikut

1. Skenario Pertama

Desain template berdasarkan kelompok rahang atas dan kelompok rahang bawah

- ◆ Bentuk Lengkung Gigi Tappered yang terklasifikasi :
2 dari 30 citra Tappered atau 6,67 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Ovoid yang terklasifikasi :
14 dari 34 citra Ovoid atau 41,18 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Square yang terklasifikasi :
35 dari 56 citra Square atau 62,5 %

Total citra yang terklasifikasi : 51 dari 120 citra atau 42.5%

2. Skenario Kedua

Desain template berdasarkan kelompok Rasio $RC = TC/IC$

- ◆ Bentuk Lengkung gigi Tappered yang terklasifikasi :
2 dari 30 citra Tappered atau 6.67%
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Ovoid yang terklasifikasi :
13 dari 34 citra Ovoid atau 38.24 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Square yang terklasifikasi :
44 dari 56 citra Square atau 78.57 %

Total citra yang terklasifikasi : 59 dari 120 citra atau 49.17%

3. Skenario Ketiga

Desain template berdasarkan kelompok IC

- ◆ Bentuk Lengkung gigi Tappered yang terklasifikasi :
15 dari 30 citra Tappered atau 50 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Ovoid yang terklasifikasi :
5 dari 34 citra Ovoid atau 14.71 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Square yang terklasifikasi :
29 dari 56 citra Square atau 51.79 %

Total citra yang terklasifikasi : 49 dari 120 citra atau 40.83%

4. Skenario Keempat

Desain template berdasarkan kelompok Rasio $RMc = TM/IC$

- ◆ Bentuk Lengkung gigi Tapered yang terklasifikasi :
6 dari 30 citra Tapered atau 20 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Ovoid yang terklasifikasi :
9 dari 34 citra Ovoid atau 26.47 %
- ◆ Bentuk Lengkung gigi Square yang terklasifikasi :
37 dari 56 citra Square atau 66.07%

Total citra yang terklasifikasi : 52 dari 120 citra atau 43.33%

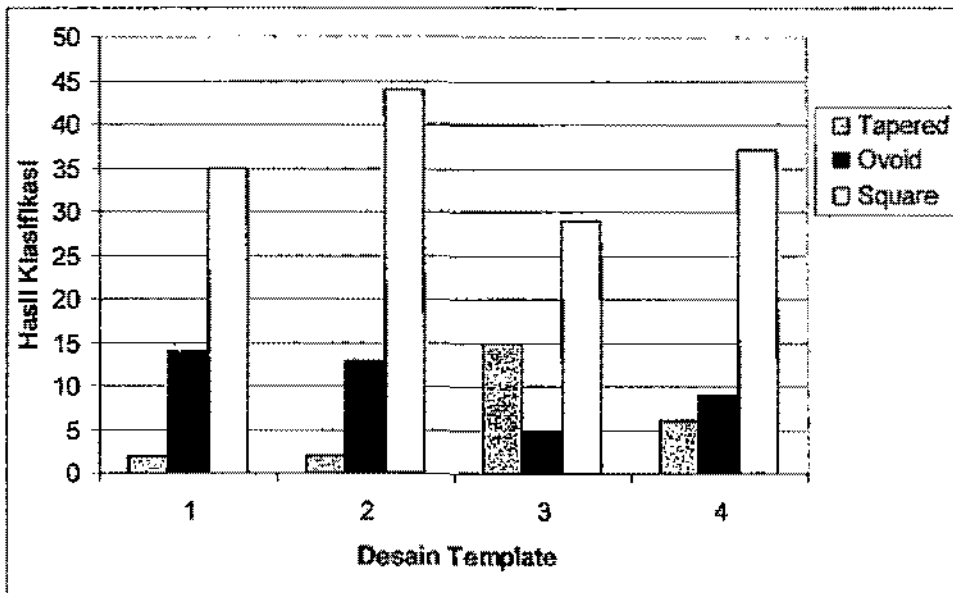
Berdasarkan skenario Rasio RMc menghasilkan klasifikasi terbaik untuk bentuk Square

Keempat skenario percobaan dapat disimpulkan dalam bentuk tabel

Bentuk Lengkung Gigi Skenario Percobaan (Desain Template)	Tapered (30 citra)	Ovoid (34 citra)	Square (56 citra)	Total (120 citra)
1 (Rahang Atas dan Rahang Bawah)	2 (6,67%)	14(41,18%)	35 (62,5%)	51 (42,5%)
2 (Rasio TC/IC)	2 (6,67%)	13(38,24%)	44(78,57%)	59 (49,1%)
3 (IC)	15 (30%)	5 (14,71%)	29 (51,79%)	49(40,83%)
4 (Rasio TM/IC)	6 (20%)	9 (26,47%)	37 (66,07%)	52 (43,33%)
5.Template Tunggal	7 (23,33%)	20(58,82%)	12 (21,43%)	39(32,5%)
6.Jaringan Syaraf Tiruan				76,32%

Tabel 4.1 Desain Template terhadap Hasil Klasifikasi

Dari tabel 4.1 dapat dibuat suatu grafik desain template terhadap hasil klasifikasi bentuk lengkung gigi.

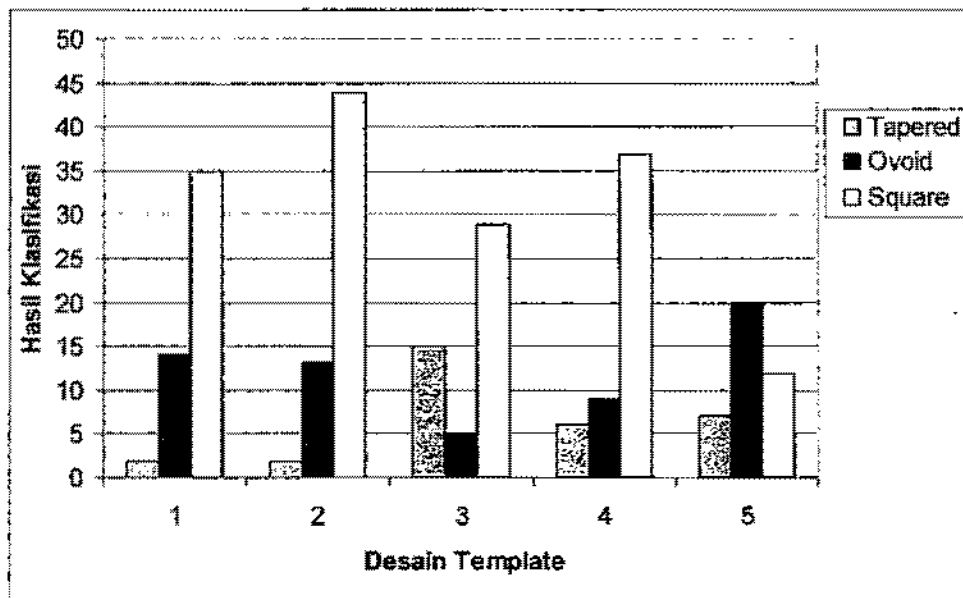


Gambar 4.6 Histogram Desain Template terhadap Hasil Klasifikasi

Terlihat pada gambar 4.6 bahwa

- ◆ Desain template 3 (Skenario Percobaan 3) mempunyai kemampuan terbaik dalam mengklasifikasi bentuk lengkung gigi Tapered yaitu 15 dari 30 citra atau 50%. Hal ini membuktikan bahwa lebar interkaninus merupakan ciri utama dalam desain template bentuk lengkung gigi Tapered.
- ◆ Desain template 2 (Skenario percobaan 2) mempunyai kemampuan terbaik dalam mengklasifikasi bentuk lengkung gigi Square yaitu 44 dari 56 citra atau 78,57%. Hal ini membuktikan bahwa rasio tinggi interkaninus dan lebar interkaninus dapat digunakan dalam membuat template bentuk lengkung gigi square.
- ◆ Desain template 1 (Skenario Percobaan 1) mempunyai kemampuan terbaik dalam mengklasifikasi bentuk lengkung gigi Ovoid yaitu 14 dari 34 citra atau 41,18%. Hal ini membuktikan bahwa pengelompokkan rahang atas saja atau rahang bawah saja sangat mempengaruhi hasil klasifikasi bentuk lengkung Ovoid.

Jika keempat desain template dibandingkan dengan desain template tunggal bentuk lengkung gigi dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut



Gambar 4.7 Histogram Desain Template terhadap Desain Template Tunggal

Dari gambar 4.7, dapat disimpulkan bahwa

- ◆ Desain template 1 :
Bentuk tapered kurang akurat sebesar 16,66% dari desain template tunggal (Desain Template 5), bentuk ovoid kurang akurat sebesar 17,64%, bentuk square lebih akurat sebesar 41,07% sedangkan secara total hasil klasifikasi lebih akurat sebesar 10%
- ◆ Desain template 2
Bentuk tapered kurang akurat sebesar 16,66% dari desain template tunggal (Desain Template 5), bentuk ovoid kurang akurat sebesar 20,58%, bentuk square lebih akurat sebesar 57,14% sedangkan secara total hasil klasifikasi lebih akurat sebesar 16,6%
- ◆ Desain template 3
Bentuk tapered lebih akurat sebesar 6,67% dari desain template tunggal (Desain Template 5), bentuk ovoid kurang akurat sebesar 44,11%, bentuk square lebih akurat sebesar 30,36% sedangkan secara total hasil klasifikasi lebih akurat sebesar 8,33%

◆ Pada desain template 4

Bentuk tapered kurang akurat sebesar 3,33% dari desain template tunggal (Desain Template 5), bentuk ovoid kurang akurat sebesar 32,35%, bentuk square lebih akurat sebesar 44,64% sedangkan secara total hasil klasifikasi lebih akurat sebesar 10,83%

Dari hasil klasifikasi keempat desain template yang telah dilakukan dalam percobaan dan dibandingkan dengan desain template tunggal maka dapat disimpulkan bahwa desain template 2 merupakan desain template yang lebih akurat sebesar 16,6%.

Hasil klasifikasi dari desain template yang telah dilakukan dibandingkan dengan hasil klasifikasi bentuk lengkung gigi berbasis *Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation* mempunyai keakurasi yang lebih rendah sebesar 27,22%. Hal ini dikarenakan bahwa proses pada *Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation* mempunyai tahap feedforward pola pelatihan input, backpropagation error dan tahap pengaturan bobot. Tahap-tahap tersebut dapat dilakukan dengan beberapa parameter dan dilakukan berulang sampai dengan ambang batas yang ditentukan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab ini disajikan kesimpulan berdasarkan analisis hasil percobaan yang telah dikemukakan pada Bab 4. Pada bagian akhir dikemukakan sejumlah saran untuk tujuan pengembangan lebih lanjut.

5.1 KESIMPULAN

Pada penelitian ini diusulkan desain template bentuk lengkung gigi pada klasifikasi bentuk lengkung gigi dengan regresi kuadratik. Bentuk lengkung gigi dideskripsikan dalam bentuk kurva parabolik dimana perbedaan bentuk kelengkungan parabolik dapat dilihat pada bagian atas/puncak kurva parabolik dimana dalam bentuk lengkung gigi dapat dilihat dari perbedaan tinggi, lebar interkaninus dan tinggi intermolar.

Untuk mengukur ketepatan dari desain template maka dilakukan uji coba pada sistem klasifikasi bentuk lengkung gigi dan dilakukan perbandingan terhadap hasil klasifikasi terhadap desain template dengan satu template dari setiap bentuk lengkung gigi. Berdasarkan hasil uji coba dan analisis percobaan yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil klasifikasi terbaik dari keempat desain template adalah desain template 2 yakni desain template berdasarkan rasio tinggi interkaninus dan lebar interkaninus sebanyak 59 citra dari 120 citra (49,1%).
2. Hasil klasifikasi template tunggal tidak baik karena belum dapat menggambarkan karakteristik dari bentuk lengkung gigi.
3. Desain template selain desain template 2 ($RC=TC/IC$) tidak memberikan hasil klasifikasi yang baik karena dari ketiga desain template (desain template 1,3,4) masih belum dapat menggambarkan karakteristik kelengkungan dari bentuk lengkung gigi, sebagai contoh desain template 3 berdasarkan lebar interkaninus sudah dapat menggambarkan karakteristik bentuk tapered tetapi hal ini tidak cukup karena belum menggambarkan bentuk kelengkungan dari bentuk lengkung gigi.

5.2 SARAN

Desain template pada klasifikasi bentuk lengkung gigi dengan regresi kuadratik yang diusulkan masih memiliki beberapa kekurangan. Beberapa hal yang harus diperbaiki agar menghasilkan klasifikasi bentuk lengkung gigi yang lebih baik adalah:

1. Pembuatan desain template tidak hanya mempertimbangkan satu karakteristik tetapi lebih dari satu karakteristik bentuk kelengkungan
2. Pengujian desain template seharusnya menggunakan jumlah citra data yang sama banyak agar didapat hasil yang lebih akurat
3. Proses desain template kiranya dapat dilakukan dalam sistem sehingga tidak merepotkan pada saat pembentukan template.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arai,K, and Will,L.A., "3127 Quantification of Dental Arch Form by Fitting a Fourth Order Polynomial Curve". Nippon Dental University, Tokyo, Japan, and Harvard University, Boston, MA, USA,2002.
- [2] Abstract,Paravichaya Eng.,"Pre-treatment and Post-treatment Change of Clinical Dental Arch Form in Thai Subjects with Class II Division I Malocclusion".
- [3] Bishop, Cirtopher M., "Pattern Recognition and Machine Learning". 2006 : Springer
- [4] Budiman, Johan Arif, " Peran Neuron Network Dalam Analisa Bentuk Lengkung Gigi pada Perawatan Ortodonti Maloklusi Kelas I (Studi Pencitraan Model Cetakkan Gigi)", Disertasi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, 2007
- [5] Eksta.akprind.ac.id, "Bab III Metode Least Square".
- [6] Gonzales, Rafael C. and Richard E.Woods, "Digital Image Processing",2nd ed: Prentice Hall, 2002.
- [7] Graber TM,"Orthodontics", WBSaunders Company,Philadelphia,60,1966.
- [8] H.Naroozi, T.H.Nik and R.Saeeda, "The Dental Arch Form Revisited", Angle Ortodontist, Vol. 71, No. 5, 2001, hal 386-389,2001.
- [9]Kanginan,Martheen, "Matematika", kelas X, Jilid II A,Penerbit Grafindo,2008
- [10] "Lecture 2 : More on Regression. Gradient Descent. Classification", COMP - 652 Lecture 2, www.facweb.iitkgp.ernet.in,September 6, 2005
- [11] McLaughlin, Bennett, Trevisi,"MBT Arch Form and Archwire Sequencing",1998.
- [12]Michiko Nakatsuka, et.al," Evaluation of Dental Arch Characters by Analysis of a Fourier Series Developed from Mathematically Estimated Maxillary Dentitions ", The Taiwan J Oral Med Sci 2008; 24:86-104,2008.
- [13] Michiko Nakatsuka, et.al, "Morphological Study on the Classification of Maxillary Dental Arches", Department of Oral Anatomy, Osaka Dental University,8-1,Kuzuhehanazono-cho, Hirakata-shi,Osaka 573-1121, Japan, 2004.
- [14]Pete E. Lestrel, PhD, Osamu Takahashi, DDS, PhD, and Eisaku Kanazawa, PhD, "A Quantitative Approach for Measuring Crowding in the Dental Arch: Fourier Descriptors", The American Association of Orthodontists. doi: 10.1016/j.ajodo.2003.05. 008,2004.

- [15]Puspasari, Shinta and Widyanto,M. Rahmat,"Perangkat Lunak Pendukung Perawatan Ortodonti berbasis Jaringan Saraf Tiruan",2007.
- [16]Puspasari, Shinta and Widyanto,M. Rahmat,"Active Learning for Predicting Dental Arch Form by Hybrid K-Nearest Neighbour and Quadratic Regression",2007.
- [17]Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS,"Regresi Polinomial"
- [18]Shunji Kumabe, Michiko Nakatsuka, Yasutomo Iwai-Liao,Hiroli, Hiroki Imbe, and Gi-Seup Kim,"Morphological Classification of Mandibular Dental Arch Forms by Correlation and Principal Component Analyses", Department of Oral Anatomy, Osaka Dental University,8-1,Kuzuhahanazono-cho, Hirakata-shi,Osaka 573-1121, Japan, 2005.
- [19]Susan Hase Pepe,"Polynomial and Catenary Curve Fits to Human Dental Arches",*Journal of Dental Research*;54;1124,DOI: 10.1177/00220345750540060501, 1975.
- [20]Sabrina Multinelli, Mario Manfredi and Mauro Cozzani, A Mathematic-geometric Model to Calculate Variation in Mandibular Arch Form, *European Journal of Orthodontics*, Vol.22 (2000) , page 113-125, 2000.

Desain Template Rasio $RC=(TC/IC)$

Bentuk Ovoid

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	0.381784	Ra Post	S2
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	0.362033	RB Post	S2
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	0.251613	RB Pre	O3
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	0.27606	RB Post	S1
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	0.377705	Ra Pre	O3
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	0.325364	Ra Post	S2
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	0.367454	Ra Post	S2
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	0.375	RB Post	O1
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	0.38795	Ra Post	S2
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	0.408754	RB Pre	O1
9	0033	36.35	13.75	48.32	40.8	0.378267	Ra Pre	S2
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	0.392473	RB Post	S2
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	0.379379	Ra Post	S2
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	0.349924	RB Pre	S1
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	0.351638	RB Post	S1
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	0.395193	Ra Post	O1
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	0.296757	RB Post	S1
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	0.432127	Ra Pre	O3
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	0.256721	RB Pre	S1
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	0.363436	Ra Pre	S2
18	0072	29.74	7.64	47.63	32.64	0.256893	RB Post	S1
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	0.361596	Ra Pre	S2
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	0.392566	Ra Pre	S2
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	0.317269	RB Pre	S2
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	0.359627	RB Post	S2
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	0.360985	Ra Post	S2
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	0.33082	Ra Post	S1
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	0.3251	RB Post	S1
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	0.365435	Ra Post	S1
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	0.316419	RB Pre	S1
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	0.332904	RB Post	S1
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	0.476266	Ra Pre	O3
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	0.415138	Ra Post	S2
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	0.311324	RB Post	O3

Tabel Citra Ovoid dengan RC

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
	RC ≤ 0,30							
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	0.251613	RB Pre	O3
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	0.256721	RB Pre	S1
18	0072	29.74	7.64	47.63	32.64	0.256893	RB Post	S1
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	0.27606	RB Post	S1
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	0.296757	RB Post	S1
	0,30 < RC ≤ 0,40							
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	0.311324	RB Post	O3
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	0.316419	RB Pre	S1
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	0.317269	RB Pre	S2
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	0.3251	RB Post	S1
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	0.325364	Ra Post	S2
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	0.33082	Ra Post	S1
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	0.332904	RB Post	S1
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	0.349924	RB Pre	S1
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	0.351638	RB Post	S1
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	0.359627	RB Post	S2
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	0.360985	Ra Post	S2
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	0.361596	Ra Pre	S2
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	0.362033	RB Post	S2
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	0.363436	Ra Pre	S2
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	0.365435	Ra Post	S1
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	0.367454	Ra Post	S2
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	0.375	RB Post	O1
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	0.377705	Ra Pre	O3
9	0033	36.35	13.75	48.32	40.8	0.378267	Ra Pre	S2
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	0.379379	Ra Post	S2
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	0.381784	Ra Post	S2
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	0.38795	Ra Post	S2
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	0.392473	RB Post	S2
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	0.392566	Ra Pre	S2
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	0.395193	Ra Post	O1
	RC > 0,40							
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	0.408754	RB Pre	O1
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	0.415138	Ra Post	S2
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	0.432127	Ra Pre	O3
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	0.476266	Ra Pre	O3

Tabel Citra Ovoid Nilai RC ≤ 0,30, 0,30 < Nilai RC ≤ 0,40 , Nilai RC > 0,40

Bentuk Square

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	0.308566	RB Pre	S1
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	0.323739	Ra Pre	O2
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	0.327268	Ra Post	S2
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	0.347107	RB Pre	S2
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	0.319228	RB Post	O3
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	0.275836	Ra Pre	S2
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	0.311408	Ra Post	S2
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	0.219016	RB Pre	O3
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	0.29285	RB Post	S2
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	0.353781	Ra Pre	S2
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	0.352882	Ra Post	S2
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	0.242062	RB Pre	S1
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	0.32928	RB Post	S1
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	0.349262	Ra Post	S2
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	0.323018	RB Pre	S2
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	0.305664	RB Post	T1
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	0.305649	RB Post	O1
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	0.383814	Ra Post	O3
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	0.381902	Ra Post	S1
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	0.284404	RB Post	S1
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	0.393479	Ra Post	S2
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	0.402326	RB Pre	S2
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	0.330986	RB Post	O3
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	0.391202	Ra Post	O1
14	0053	39.95	13.17	51.62	40.01	0.387923	Ra Pre	S1
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	0.33905	RB Pre	S1
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	0.351865	Ra Post	S2
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	0.287853	RB Post	S2
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	0.317789	Ra Pre	S2
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	0.358775	Ra Post	S2
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	0.285065	RB Pre	S1
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	0.276786	RB Post	O3
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	0.326649	Ra Pre	S1
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	0.321783	Ra Post	S2
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	0.298939	RB Pre	S1
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	0.235204	RB Post	S1
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	0.305125	Ra Post	S2
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	0.259745	RB Pre	S1
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	0.298618	Ra Post	S2
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	0.31567	RB Pre	S1
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	0.283216	RB Post	S2

Tabel Citra Square degan RC

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	0.368653	Ra Post	T1
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	0.293954	RB Post	S2
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	0.325472	Ra Post	S2
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	0.307368	RB Post	S1
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	0.290396	RB Pre	S1
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	0.360436	Ra Post	S2
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	0.34963	RB Post	S1
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	0.327235	RB Pre	O3
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	0.274783	RB Post	S1
28	0109	35.84	13.44	51.88	38.29	0.375	Ra Pre	S1
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	0.392352	Ra Post	S2
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	0.368327	RB Pre	S1
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	0.293874	RB Post	S1
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	0.340523	Ra Pre	S1
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	0.349057	Ra Post	O1

Tabel Citra Square degan RC

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
	RC ≤ 0,30							
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	0.219016	RB Pre	O3
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	0.235204	RB Post	S1
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	0.242062	RB Pre	S1
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	0.259745	RB Pre	S1
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	0.274783	RB Post	S1
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	0.275836	Ra Pre	S2
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	0.276786	RB Post	O3
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	0.283216	RB Post	S2
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	0.284404	RB Post	S1
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	0.285065	RB Pre	S1
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	0.287853	RB Post	S2
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	0.290396	RB Pre	S1
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	0.29285	RB Post	S2
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	0.293874	RB Post	S1
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	0.293954	RB Post	S2
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	0.298618	Ra Post	S2
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	0.298939	RB Pre	S1
	0,30 < RC ≤ 0,40							
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	0.305125	Ra Post	S2
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	0.305649	RB Post	O1
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	0.305664	RB Post	T1
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	0.307368	RB Post	S1
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	0.308566	RB Pre	S1
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	0.311408	Ra Post	S2
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	0.31567	RB Pre	S1
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	0.317789	Ra Pre	S2
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	0.319228	RB Post	O3
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	0.321783	Ra Post	S2
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	0.323018	RB Pre	S2
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	0.323739	Ra Pre	O2
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	0.325472	Ra Post	S2
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	0.326649	Ra Pre	S1
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	0.327235	RB Pre	O3
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	0.327268	Ra Post	S2
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	0.32928	RB Post	S1
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	0.330986	RB Post	O3
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	0.33905	RB Pre	S1
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	0.340523	Ra Pre	S1
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	0.347107	RB Pre	S2
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	0.349057	Ra Post	O1

Tabel Citra Square Nilai RC ≤ 0,30 dan 0,30 < Nilai RC ≤ 0,40

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TC/IC	Kelompok	Hasil Klasif 2
	$0,30 < RC \leq 0,40$							
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	0.349262	Ra Post	S2
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	0.34963	RB Post	S1
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	0.351865	Ra Post	S2
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	0.352682	Ra Post	S2
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	0.353781	Ra Pre	S2
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	0.358775	Ra Post	S2
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	0.360436	Ra Post	S2
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	0.368327	RB Pre	S1
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	0.368653	Ra Post	T1
28	0109	35.84	13.44	51.88	38.29	0.375	Ra Pre	S1
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	0.381902	Ra Post	S1
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	0.383814	Ra Post	O3
14	0053	33.95	13.17	51.62	40.01	0.387923	Ra Pre	S1
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	0.391202	Ra Post	O1
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	0.392352	Ra Post	S2
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	0.393479	Ra Post	S2
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	0.402326	RB Pre	S2

Tabel Citra Square $0,30 < \text{Nilai RC} \leq 0,40$

Desain Template berdasarkan IC**Bentuk Ovoid**

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hsl Klasf 3
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	Ra Post	S3
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	RB Post	S1
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	RB Pre	S1
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	RB Post	T3
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	Ra Pre	S3
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	Ra Post	S3
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	Ra Post	S3
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	RB Post	
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	Ra Post	S3
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	RB Pre	S1
9	0033	36.36	13.75	48.32	40.8	Ra Pre	O1
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	RB Post	O1
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	Ra Post	T1
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	RB Pre	S3
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	RB Post	T3
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	Ra Post	S1
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	RB Post	T3
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	Ra Pre	S1
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	RB Pre	T3
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	Ra Pre	S3
18	0072	29.74	7.84	47.63	32.64	RB Post	T3
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	Ra Pre	S3
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	Ra Pre	S1
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	RB Pre	O3
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	RB Post	O1
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	Ra Post	O2
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	Ra Post	T3
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	RB Post	T3
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	Ra Post	T3
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	RB Pre	T3
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	RB Post	T3
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	Ra Pre	T3
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	Ra Post	S1
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	RB Post	S3

Tabel Citra Ovoid IC

No	No.Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hasil Klasifikasi2
	IC ≤ 30						
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	RB Pre	S3
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	RB Post	S3
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	RB Pre	O3
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	RB Post	O1
18	0072	29.74	7.64	47.63	32.64	RB Post	T3
	30 < IC	≤ 40					
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	RB Pre	T3
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	RB Pre	S1
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	RB Pre	S1
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	RB Post	T3
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	RB Post	T3
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	RB Post	O1
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	RB Post	T3
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	RB Post	
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	RB Post	T3
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	RB Post	T3
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	RB Post	S1
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	RB Pre	T3
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	Ra Pre	S3
9	0033	36.35	13.75	48.32	40.8	Ra Pre	O1
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	Ra Pre	S1
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	Ra Pre	T3
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	Ra Post	T3
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	Ra Post	S1
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	Ra Post	S1
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	Ra Pre	S1
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	Ra Pre	S3
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	Ra Post	T3
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	Ra Post	O2
	IC > 40						
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	Ra Pre	S3
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	Ra Post	T1
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	Ra Post	S3
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	Ra Post	S3
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	Ra Post	S3
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	Ra Post	S3

Tabel Citra Ovoid dengan IC ≤ 30, 30 < IC ≤ 40 dan IC > 40

Bentuk Square

No	No.Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hasil Klasif 3
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	RB Pre	T3
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	Ra Pre	O1
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	Ra Post	S3
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	RB Pre	S3
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	RB Post	T3
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	Ra Pre	S3
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	Ra Post	S3
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	RB Pre	O1
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	RB Post	S3
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	Ra Pre	S2
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	Ra Post	S2
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	RB Pre	T3
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	RB Post	T3
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	Ra Post	S3
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	RB Pre	S3
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	RB Post	T3
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	RB Post	S1
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	Ra Post	S1
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	Ra Post	T3
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	RB Post	T3
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	Ra Post	S3
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	RB Pre	S3
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	RB Post	S1
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	Ra Post	S1
14	0053	33.95	13.17	51.62	40.01	Ra Pre	T3
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	RB Pre	T3
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	Ra Post	S2
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	RB Post	S3
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	Ra Pre	S2
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	Ra Post	S3
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	RB Pre	T3
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	RB Post	S1
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	Ra Pre	T3
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	Ra Post	S3
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	RB Pre	T3
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	RB Post	T3
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	Ra Post	S3
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	RB Pre	T3
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	Ra Post	S3
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	RB Pre	S1
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	RB Post	O2

Tabel Citra Square dengan IC

No	No.Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hasil Klasifikasi
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	Ra Post	T3
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	RB Post	S2
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	Ra Post	S3
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	RB Post	T3
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	RB Pre	T3
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	Ra Post	S3
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	RB Post	T3
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	RB Pre	S1
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	RB Post	T3
28	0109	35.84	13.44	51.88	38.29	Ra Pre	S1
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	Ra Post	O3
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	RB Pre	T3
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	RB Post	T3
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	Ra Pre	T3
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	Ra Post	T3

Tabel Citra Square dengan IC

No	No.Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hasil Klasifikasi
	IC ≤ 30						
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	RB Pre	T3
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	RB Post	T3
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	RB Pre	S1
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	RB Post	S3
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	RB Post	O2
	30 < IC ≤ 40						
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	RB Pre	S3
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	RB Pre	T3
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	RB Pre	O1
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	RB Post	T3
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	RB Pre	T3
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	RB Pre	T3
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	RB Post	T3
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	RB Pre	T3
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	RB Pre	T3
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	RB Pre	S1
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	RB Post	T3
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	RB Pre	T3
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	RB Post	T3
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	RB Pre	T3
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	RB Post	T3
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	RB Post	T3
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	RB Post	S2
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	RB Post	T3
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	RB Post	S1
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	RB Pre	S3
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	RB Post	S1
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	RB Post	S1
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	RB Pre	S3
14	0053	33.95	13.17	51.62	40.01	Ra Pre	T3
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	RB Post	S3
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	Ra Pre	O1
28	0109	35.84	13.44	51.88	38.29	Ra Pre	S1
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	RB Post	T3
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	Ra Pre	T3
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	Ra Post	S1
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	Ra Pre	S2
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	Ra Pre	T3
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	Ra Post	S3
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	Ra Pre	S2
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	Ra Post	S3

Tabel Citra Square dengan IC ≤ 30, 30 < IC ≤ 40

No	No.Citra	IC	TC	IM	TM	Kelompok	Hasil Klasifikasi
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	Ra Post	S3
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	Ra Pre	S3
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	Ra Post	T3
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	Ra Post	S3
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	Ra Post	S3
IC > 40							
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	Ra Post	S2
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	Ra Post	O3
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	Ra Post	S3
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	Ra Post	S3
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	Ra Post	S3
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	Ra Post	T3
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	Ra Post	S3
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	Ra Post	S1
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	Ra Post	S2
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	Ra Post	T3
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	Ra Post	S3

Tabel Citra Square dengan $30 < IC \leq 40$, $IC > 40$

Desain Template $RMc = (TM/IC)$

Bentuk Ovoid

No	No Citra.	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil 4 TM/IC
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	0.82949	Ra Post	T2
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	0.999103	RB Post	T2
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	1.061613	RB Pre	O2
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	0.871852	RB Post	S1
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	1.046804	Ra Pre	T2
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	0.976091	Ra Post	O1
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	0.836316	Ra Post	T2
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	1.009146	RB Post	S1
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	0.842028	Ra Post	O1
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	1.261023	RB Pre	S1
9	0033	36.35	13.75	48.32	40.8	1.122421	Ra Pre	S1
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	1.016129	RB Post	O2
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	0.935901	Ra Post	T2
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	1.299772	RB Pre	S1
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	0.974211	RB Post	S1
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	0.850866	Ra Post	S1
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	0.855714	RB Post	S1
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	1.122658	Ra Pre	S1
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	1.065583	RB Pre	S2
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	1.021476	Ra Pre	T2
18	0072	29.74	7.64	47.63	32.64	1.097512	RB Post	S1
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	0.981047	Ra Pre	T2
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	1.05019	Ra Pre	O2
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	1.212486	RB Pre	O2
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	1.228039	RB Post	O2
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	0.827803	Ra Post	S1
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	0.810458	Ra Post	S1
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	0.935165	RB Post	S1
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	0.824274	Ra Post	S1
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	1.102456	RB Pre	S1
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	0.91798	RB Post	S1
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	0.967648	Ra Pre	O2
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	0.892276	Ra Post	S1
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	1.320915	RB Post	O2

Tabel Citra Ovoid dengan RMc

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil Klasif
	RMc < 1							
26	0102	39.78	13.16	49.81	32.24	0.810458	Ra Post	S1
27	0106	37.9	13.85	48.24	31.24	0.824274	Ra Post	S1
23	0090	39.78	14.36	50.76	32.93	0.827803	Ra Post	S1
1	0002	42.93	16.39	53.98	35.61	0.82949	Ra Post	T2
5	0018	41.91	15.4	54.8	35.05	0.836316	Ra Post	T2
8	0030	40.83	15.84	51.73	34.38	0.842028	Ra Post	O1
14	0054	38.69	15.29	51.59	32.92	0.850866	Ra Post	S1
14	0056	32.99	9.79	45.88	28.23	0.855714	RB Post	S1
2	0008	31.37	8.66	42.77	27.35	0.871852	RB Post	S1
30	0118	38.71	16.07	48.6	34.54	0.892276	Ra Post	S1
29	0116	31.09	10.35	45.37	28.54	0.91798	RB Post	S1
26	0104	32.39	10.53	43.99	30.29	0.935165	RB Post	S1
11	0042	40.25	15.27	49.46	37.67	0.935901	Ra Post	T2
30	0117	37.71	17.96	47.78	36.49	0.967648	Ra Pre	O2
13	0052	32.96	11.59	42.9	32.11	0.974211	RB Post	S1
3	0010	40.57	13.2	52.7	39.6	0.976091	Ra Post	O1
19	0073	40.1	14.5	55.4	39.34	0.981047	Ra Pre	T2
1	0004	33.45	12.11	46.08	33.42	0.999103	RB Post	T2
	RMc ≥ 1							
5	0020	32.8	12.3	47.03	33.1	1.009146	RB Post	S1
9	0036	31.62	12.41	41.32	32.13	1.016129	RB Post	O2
18	0069	36.32	13.2	52.05	37.1	1.021476	Ra Pre	T2
3	0009	39.74	15.01	49.47	41.6	1.046804	Ra Pre	T2
20	0077	36.86	14.47	47.37	38.71	1.05019	Ra Pre	O2
2	0007	31	7.8	43.71	32.91	1.061613	RB Pre	O2
15	0059	33.85	8.69	50.62	36.07	1.065583	RB Pre	S2
18	0072	29.74	7.64	47.63	32.64	1.097512	RB Post	S1
29	0115	30.94	9.79	47.01	34.11	1.102456	RB Pre	S1
9	0033	36.35	13.75	48.32	40.8	1.122421	Ra Pre	S1
15	0057	38.97	16.84	56.08	43.75	1.122658	Ra Pre	S1
20	0079	27.39	8.69	42.62	33.21	1.212486	RB Pre	O2
20	0080	27.89	10.03	42.91	34.25	1.228039	RB Post	O2
8	0031	31.07	12.7	47.55	39.18	1.261023	RB Pre	S1
11	0043	26.32	9.21	43.95	34.21	1.299772	RB Pre	S1
30	0120	27.11	8.44	39.75	35.81	1.320915	RB Post	O2

Tabel Citra Ovoid dengan RMc < 1 dan RMc ≥ 1

Bentuk Square

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil Klasif
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	1.19695	RB Pre	S1
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	0.873468	Ra Pre	O2
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	0.902358	Ra Post	S1
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	1.18641	RB Pre	T2
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	1.138146	RB Post	S1
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	0.958663	Ra Pre	O1
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	0.80036	Ra Post	T2
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	1.127541	RB Pre	O2
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	0.974341	RB Post	T2
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	1.017187	Ra Pre	S1
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	0.991265	Ra Post	O1
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	1.027979	RB Pre	S1
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	1.130964	RB Post	S1
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	0.744109	Ra Post	T2
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	1.07987	RB Pre	T2
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	0.836202	RB Post	S1
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	1.11542	RB Post	S1
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	0.93937	Ra Post	S1
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	0.837023	Ra Post	S1
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	0.879096	RB Post	S1
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	0.870802	Ra Post	T2
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	1.136213	RB Pre	T2
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	0.945805	RB Post	S1
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	0.858151	Ra Post	S1
14	0053	33.95	13.17	51.62	40.01	1.178498	Ra Pre	S1
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	1.078496	RB Pre	S1
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	0.993901	Ra Post	O1
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	1.068221	RB Post	T2
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	1.002096	Ra Pre	S2
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	1.038649	Ra Post	T2
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	1.158442	RB Pre	S1
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	1.066667	RB Post	S1
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	0.972296	Ra Pre	S1
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	0.771465	Ra Post	T2
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	1.10704	RB Pre	S1
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	0.787795	RB Post	S1
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	0.964258	Ra Post	S1
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	1.061251	RB Pre	S1
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	0.908934	Ra Post	O1
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	1.149596	RB Pre	S1
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	1.072654	RB Post	S1

Tabel Citra Square dengan RMc

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil Klasif
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	0.825875	Ra Post	S1
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	0.949414	RB Post	S1
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	0.756207	Ra Post	O1
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	0.862707	RB Post	S1
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	1.075925	RB Pre	S1
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	0.847011	Ra Post	T2
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	1.179479	RB Post	S1
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	1.227822	RB Pre	S1
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	1.164522	RB Post	S1
28	0109	35.84	13.44	51.88	38.29	1.068359	Ra Pre	S1
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	0.876583	Ra Post	S2
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	1.235041	RB Pre	T2
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	0.891193	RB Post	S1
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	0.986789	Ra Pre	S1
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	0.806476	Ra Post	S2

Tabel Citra Square dengan RMc

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil Klasif
	RMc < 1							
7	0026	45.41	15.86	59.59	33.79	0.744109	Ra Post	T2
22	0086	40.28	13.11	52.43	30.46	0.756207	Ra Post	O1
17	0066	39.25	12.63	49.52	30.28	0.771465	Ra Post	T2
17	0068	32.61	7.67	44.89	25.69	0.787795	RB Post	S1
4	0014	38.92	12.12	48.28	31.15	0.80036	Ra Post	T2
29	0114	39.22	13.69	50.31	31.63	0.806476	Ra Post	S2
21	0082	43.13	15.9	53.65	35.62	0.825875	Ra Post	S1
7	0028	36.02	11.01	51.95	30.12	0.836202	RB Post	S1
10	0038	41.11	15.7	48.94	34.41	0.837023	Ra Post	S1
24	0094	39.48	14.23	47.39	33.44	0.847011	Ra Post	T2
13	0050	42.51	16.63	49.7	36.48	0.858151	Ra Post	S1
22	0088	30.81	9.47	43.96	26.58	0.862707	RB Post	S1
12	0046	40.79	16.05	48.14	35.52	0.870802	Ra Post	T2
2	0005	35.09	11.36	48.15	30.65	0.873468	Ra Pre	O2
28	0110	40.27	15.8	50.82	35.3	0.876583	Ra Post	S2
11	0044	30.52	8.68	43.14	26.83	0.879096	RB Post	S1
28	0112	31.34	9.21	43.69	27.93	0.891193	RB Post	S1
2	0006	39.02	12.77	45.89	35.21	0.902358	Ra Post	S1
19	0074	40.52	12.1	57.1	36.83	0.908934	Ra Post	O1
9	0034	37.44	14.37	49.8	35.17	0.93937	Ra Post	S1
12	0048	32.66	10.81	42.96	30.89	0.945805	RB Post	S1
21	0084	32.42	9.53	44.87	30.78	0.949414	RB Post	S1
4	0013	39.19	10.81	49.02	37.57	0.958663	Ra Pre	O1
18	0070	38.05	11.61	50.75	36.69	0.964258	Ra Post	S1
17	0065	37.9	12.38	51.6	36.85	0.972296	Ra Pre	S1
4	0016	29.23	8.56	41.48	28.48	0.974341	RB Post	T2
29	0113	37.09	12.63	51.88	36.6	0.986789	Ra Pre	S1
6	0022	40.07	14.14	51.62	39.72	0.991265	Ra Post	O1
15	0058	42.63	15	57.11	42.37	0.993901	Ra Post	O1

Tabel Citra Square RMc < 1

No	No. Citra	IC	TC	IM	TM	TM/IC	Kelompok	Hasil Klasif
	RMc \geq 1							
16	0061	38.17	12.13	51.37	38.25	1.002096	Ra Pre	S2
6	0021	37.82	13.38	52.43	38.47	1.017187	Ra Pre	S1
6	0023	31.81	7.7	45.94	32.7	1.027979	RB Pre	S1
16	0062	41.14	14.76	51.65	42.73	1.038649	Ra Post	T2
18	0071	30.53	7.93	47.14	32.4	1.061251	RB Pre	S1
16	0064	33.6	9.3	44.65	35.84	1.066667	RB Post	S1
15	0060	34.74	10	52.37	37.11	1.068221	RB Post	T2
28	0109	35.84	13.44	51.68	38.29	1.068359	Ra Pre	S1
19	0076	29.73	8.42	51.56	31.89	1.072654	RB Post	S1
23	0091	30.82	8.95	44.49	33.16	1.075925	RB Pre	S1
14	0055	30.32	10.28	46.95	32.7	1.078496	RB Pre	S1
7	0027	33.93	10.96	53.16	36.64	1.07987	RB Pre	T2
17	0067	31.11	9.3	46.12	34.44	1.10704	RB Pre	S1
8	0032	32.75	10.01	46.24	36.53	1.11542	RB Post	S1
4	0015	30.5	6.68	42.55	34.39	1.127541	RB Pre	O2
6	0024	32.07	10.56	45.47	36.27	1.130964	RB Post	S1
12	0047	30.1	12.11	44.21	34.2	1.136213	RB Pre	T2
3	0012	32.14	10.26	47.93	36.58	1.138146	RB Post	S1
19	0075	30.95	9.77	51.58	35.58	1.149596	RB Pre	S1
16	0063	30.8	8.78	43.66	35.68	1.158442	RB Pre	S1
25	0100	28.75	7.9	42.66	33.48	1.164522	RB Post	S1
14	0053	33.95	13.17	51.62	40.01	1.178498	Ra Pre	S1
24	0096	31.09	10.87	42.43	36.67	1.179479	RB Post	S1
3	0011	32.67	11.34	46.39	38.76	1.18641	RB Pre	T2
1	0003	30.82	9.51	46.59	36.89	1.19695	RB Pre	S1
25	0099	28.97	9.48	42.71	35.57	1.227822	RB Pre	S1
28	0111	27.91	10.28	45.53	34.47	1.235041	RB Pre	T2

Tabel Citra Square RMc \geq 1