

**DESKRIPSI PULPITIS REVERSIBEL DARI HASIL
HISTOGRAM DIGITALISASI RADIOGRAFI PERIAPIKAL
DAN X-RAY MICRO COMPUTED TOMOGRAPHY**

Oleh:

M. NOVO PERWIRA LUBIS

1608 2111 0002

KARYA ILMIAH AKHIR

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian menyelesaikan
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis I
Radiologi Kedokteran Gigi



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

2014

No KLAS :	616.095/Hub/d
No INDUK :	J/000162/14RD
TG YERIMA :	17-4-2014
HADIAH/BEKI Rp. :	
DARI :	



**DESKRIPSI PULPITIS REVERSIBEL DARI HASIL
HISTOGRAM DIGITALISASI RADIOGRAFI PERIAPIKAL
DAN X-RAY MICRO COMPUTED TOMOGRAPHY**



Oleh:

M. NOVO PERWIRA LUBIS

1608 2111 0002

KARYA ILMIAH AKHIR

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian menyelesaikan
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis 1
Radiologi Kedokteran Gigi

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

2014

**DESKRIPSI PULPITIS REVERSIBEL DARI HASIL
HISTOGRAM DIGITALISASI RADIOGRAFI PERIAPIKAL
DAN X-RAY MICRO COMPUTED TOMOGRAPHY**

Oleh:

M. NOVO PERWIRA LUBIS

1608 2111 0002

KARYA ILMIAH AKHIR

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian menyelesaikan
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Radiologi Kedokteran Gigi

Telah disetujui oleh Tim Pembimbing pada tanggal seperti tertera dibawah ini
Bandung, Januari 2014

Pembimbing Utama



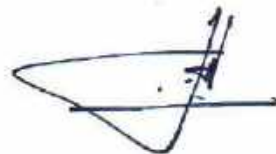
Prof. Dr. Suhardjo, drg., MS., Sp.RKG (K)

Pembimbing Pendamping I



Drg. Belly Sam, M.Kes, Sp.RKG

Pembimbing Pendamping II



Drg. Fahmi Oscandar, M.Kes., Sp.RKG

ABSTRAK

Penetapan diagnosa pulpitis reversibel berdasarkan keadaan klinis dan keluhan subjektif penderita. Penilaian secara visual terhadap radiograf bersifat subjektif karena adanya keterbatasan penglihatan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu gambaran pulpitis reversibel dari hasil histogram digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography*.

Jenis penelitian ini adalah deskripsi sederhana dengan sampel berupa 5 pulpa gigi dengan diagnosa pulpitis reversibel yang telah dilakukan ekstraksi gigi di RSGMP-FKG Unpad, Bandung.

Hasil penelitian ini didapatkan nilai minimal pada hasil histogram digitalisasi radiograf periapikal 52.1984 *grayscale* dan nilai maksimal 112.4352 *grayscale*. Nilai minimal pada hasil histogram *X-ray Micro Computed Tomography* 21.1200 *grayscale* dan nilai maksimal 184.0128 *grayscale*. Nilai *grayscale* terendah berada pada ROI yang mendekati penyebab pulpitis reversibel.

Simpulan dari penelitian ini adalah deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography* menunjukkan tampak lebih radiolusen.

Kata kunci: Pulpitis reversibel, histogram, digitalisasi radiografi periapikal, *X-ray Micro Computed Tomography*

ABSTRACT

Determination diagnosis of reversible pulpitis based on the clinical circumstances and the subjective complaints of the patient. The visual assessment of the radiographs is subjective because of the limitations of human vision. The purpose of this study are to obtain an overview the results of the histogram reversible pulpitis from digitizing periapical radiography and X - ray Micro Computed Tomography.

The simple description method was done with 5 samples from dental pulp from reversible pulpitis which has been done dental extracted at RSGMP – Faculty of Dentistry, Padjadjaran University, Bandung.

The result of this research showed a minimum value from digitized periapical radiograph histogram at 52.1984 grayscale and a maximal value at 112.4352 grayscale. A minimal value from X-ray Micro Computed Tomography histogram at 21.1200 grayscale and a maximal value at 184.0128 grayscale. The lowest value are at the ROI that approach causes of reversible pulpitis.

Conclusions from this research is the description of the results of the histogram reversible pulpitis from digitizing periapical radiography and X - ray Micro Computed Tomography appears more radiolucent.

Keywords : *Pulpitis reversible , histograms , digitizing periapical radiography, X - ray Micro Computed Tomography*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya sehingga karya ilmiah berupa karya ilmiah akhir ini dapat diselesaikan. Adapun pembuatan karya ilmiah akhir ini disusun sebagai syarat dalam mendapatkan gelar Spesialis I Radiologi Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, Bandung.

Penulis mendapatkan banyak bimbingan, petunjuk, motivasi, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam penyusunan karya ilmiah akhir ini, karena itu penulis berharap semoga Allah SWT melimpahkan kemuliaan bagi semua pihak yang mendukung dalam penyelesaian karya ilmiah akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Melanie Sadono Djamil, M.Biomed, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Jakarta, beserta staf.
2. Dr. Nina Djustiana, drg., M.Kes, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran, Bandung, beserta staf.
3. Prof. Dr. Suhardjo, drg., M.S., Sp. RKG (K), selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, bimbingan dan arahan yang luar biasa besar.
4. Belly Sam, drg., M.Kes., Sp.RKG selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dorongan, bimbingan dan arahan yang luar biasa besar.

5. Fahmi Oscandar, drg., M.Kes., Sp.RKG selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dorongan dan arahan yang luar biasa besar.
6. Hj. Ria N. Firman, drg., M.H.Kes., Sp.RKG (K), selaku Kepala Bagian Radiologi Kedokteran Gigi, yang telah memberikan dorongan dan arahan yang luar biasa besar.
7. Azhari, drg., M.S., Sp.RKG (K), selaku Sekertaris Program Studi Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi yang telah memberikan dorongan dan arahan yang luar biasa besar.
8. Kedua orang tuaku, M. Saleh Lubis, drg, Sp.BM, MM (alm) dan Yulie Maruli Siregar, Bang Ruli dan Kak Mila yang selalu memberikan dukungan
9. Istriku Umi Ghoni T, drg. dan anakku Salma Aqilla Rajwani Lubis yang senantiasa menemani.
10. Rekan-rekan peserta program Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi, FKG Unpad serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan karya ilmiah akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ilmiah akhir ini belum sepenuhnya sempurna, dan penulis berharap semoga karya ilmiah akhir ini berguna bagi rekan-rekan yang membacanya dan dapat menambah keilmuan dalam bidang kedokteran gigi.

Bandung, Januari 2014

Penulis

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis akhir saya, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister dan/atau doktor, spesialis), baik di Universitas Padjadjaran maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya ilmiah akhir ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam Karya ilmiah akhir ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Bandung, Januari 2014

Yang membuat pernyataan,


M. Novo Perwira Lubis

METERAI
TEMPEL
98360ASF656034911
6000 Dot

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.1.1 Pulpa Gigi	5
2.1.1.1 Anatomi Pulpa Gigi	5
2.1.1.2 Fungsi Pulpa Gigi	6
2.1.1.3 Klasifikasi Penyakit Pulpa Gigi	6
2.1.1.3.1 Pulpa Normal	8
2.1.1.3.2 Pulpitis Reversibel	9
2.1.1.3.3 Pulpitis Irreversibel	10
2.1.1.3.4 Nekrotik Pulpa	10
2.1.2 Radiografi Periapikal	12

2.1.2.1 Teknik Radiografi Periapikal	16
2.1.3 Digitalisasi Radiograf	17
2.1.4 <i>X-ray Micro Computed Tomography</i>	18
2.1.4.1 Prinsip Kerja <i>X-ray Micro computed Tomography</i>	19
2.1.4.2 Keunggulan <i>X-ray Micro Computed Tomography</i>	22
2.1.4.3 Peranan <i>X-ray Micro Computed Tomography</i>	23
2.1.5 Histogram	23
2.2 Kerangka Pemikiran	26
BAB III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	28
3.1 Bahan Penelitian	28
3.1.1 Populasi dan Sampel Penelitian	28
3.1.1.1 Populasi Penelitian	28
3.1.1.2 Sampel Penelitian	28
3.1.1.3 Kriteria Sampel	28
3.2 Metode Penelitian	29
3.2.1 Rancangan Penelitian	29
3.2.2 Identifikasi Variabel	29
3.2.3 Definisi Operasional	29
3.2.4 Cara Kerja dan Teknik Pengumpulan Data	30
3.2.5 Bahan dan Alat Penelitian	31
3.2.5.1 Bahan Penelitian	31
3.2.5.2 Alat Penelitian	32
3.2.6 Alur Penelitian	33
3.2.7 Lokasi dan Waktu Penelitian	33
3.2.7.1 Lokasi Penelitian	33

3.2.7.2 Waktu Penelitian	33
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.2 Pembahasan Penelitian	40
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
DAFTAR LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perjalanan dan Interaksi Kondisi Pulpa	8
Gambar 2. Ilustrasi Sumber Sinar Terhadap Gigi dan Reseptor	13
Gambar 3. Ilustrasi Distorsi Ukuran	14
Gambar 4. Radiograf yang Memperlihatkan Distorsi Ukuran	14
Gambar 5. Ilustrasi Penambahan Jarak Sumber Sinar Terhadap Gigi dan Reseptor	15
Gambar 6. Ilustrasi Distorsi Bentuk	15
Gambar 7. Ilustrasi Teknik Bisektris	16
Gambar 8. Ilustrasi Teknik Paralel	17
Gambar 9. Alat <i>X-ray Micro Computed Tomography</i>	19
Gambar 10. Prinsip Kerja pada <i>X-Ray Micro Computed Tomography</i> Generasi Pertama	20
Gambar 11. Prinsip Kerja pada <i>X-Ray Micro Computed Tomography</i> Generasi Kedua	21
Gambar 12. Prinsip Kerja pada <i>X-Ray Micro Computed Tomography</i> Generasi Ketiga	22
Gambar 13. Prinsip Geometri Ukuran <i>focal spot</i> Terhadap Ketajaman Gambar	23
Gambar 14. Grafik Histogram Menunjukkan Intensitas	24
Gambar 15. Grafik Histogram dari Sebuah Radiograf Periapikal	25
Gambar 16. Sampel Pulpa dari Digitalisasi Radiograf Periapikal	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Penyakit Pulpa	7
Tabel 2. Hasil Analisa Histogram dari Digitalisasi Radiografi Periapikal	37
Tabel 3. Hasil Analisa Histogram dari <i>X-ray Micro Computed Tomography</i>	38
Tabel 4. Hasil Analisa Histogram dari Digitalisasi Radiografi Periapikal Untuk Pergeseran Letak Grafik pada Satuan <i>grayscale</i>	39
Tabel 5. Hasil Analisa Histogram dari <i>X-ray Micro Computed Tomography</i> Untuk Pergeseran Letak Grafik pada Satuan <i>grayscale</i>	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai macam pemeriksaan dapat dilakukan oleh seorang dokter gigi untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit pulpa, salah satunya adalah melakukan pemeriksaan menggunakan radiografi. Hasil pemeriksaan radiografi yang baik dapat digunakan sebagai alat diagnostik, penting untuk menegakkan diagnosa, menentukan rencana perawatan dan mengevaluasi hasil perawatan.

Pulpitis merupakan proses peradangan pada jaringan pulpa gigi yang pada umumnya merupakan kelanjutan dari proses karies. Secara klinis sulit untuk menentukan seberapa jauh proses peradangan tersebut terjadi karena jaringan pulpa yang terletak didalam jaringan keras gigi. Penetapan diagnosa pulpitis reversibel ditegakan secara klinis berdasarkan keadaan klinis dan keluhan subjektif penderita dan secara radiografis melalui penilaian secara visual terhadap radiograf yang juga bersifat subjektif karena adanya keterbatasan penglihatan manusia.¹ Pemeriksaan radiologi hanya dapat memberikan bantuan penegakkan diagnosa dengan memberikan suspek radiodiagnosis atau hanya sebatas dugaan diagnosa.

Berdasarkan penelitian di *University of Pennsylvania, School of Dental Medicine* (2000-2004), presentase pulpitis dari etiologinya antara lain adalah

60.0% karies, 18.4% prosedur operatif yang gagal, 12.9% *post treatment* periodontitis apikalis, 3.1% fraktur, 1.0% idiopatik.² Sedangkan di Indonesia sendiri, pasien yang berkunjung ke Poli Gigi Rumah Sakit Dr. Moewardi, Surakarta, dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2007 sebanyak 7656 orang. Dari keseluruhan pasien yang datang, 46.7% datang dengan keluhan karies gigi, sedangkan 53.3% sisanya datang dengan keluhan lain.³

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang komputerisasi dan informasi, teknologi digital telah dapat diaplikasikan dalam bidang radiologi kedokteran gigi. Radiograf konvensional berupa film, dapat dilakukan digitalisasi dengan menggunakan sebuah *scanner* dan dilakukan analisa secara digital. Analisa digital dari sebuah radiograf digunakan untuk penegakkan diagnosa secara objektif.⁴ Analisa digital yang dilakukan dengan memanipulasi gambar agar memberikan gambaran lebih baik (*contrast, brightness, resoluti*). pengukuran morfometrik dan interpretasi dari grafik histogram.⁵ Metode-metode analisis berdasarkan histogram umumnya memberikan tingkat akurasi yang lebih baik.⁶

Berbagai metode penelitian, diantaranya *gold-standart* pada penelitian *invitro* terhadap karies adalah pemeriksaan histologi pada potongan gigi dan pemeriksaan *X-ray Micro-Radiography*.⁷ *X-ray Micro Computed Tomography* memungkinkan rekonstruksi keseluruhan gambaran dari bagian dalam gigi dengan resolusi yang tinggi dan memungkinkan investigasi dari sampel yang kecil dengan resolusi mikro meter. Saat ini, *X-ray Micro Computed Tomography* merupakan salah satu teknik "*the non-destructive 3D analytical techniques*" pada riset yang

dilakukan terhadap jaringan keras dan telah digunakan diberbagai bidang keilmuan pada kedokteran gigi.^{7,8,9}

Pada penelitian ini, penulis merasa tertarik untuk mengetahui deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram digitalisasi radiografi periapikal.
- 2) Bagaimanakah deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram *X-ray Micro Computed Tomography*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulis melakukan penelitian ini adalah

- 1) Untuk mendapatkan suatu deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram dengan menggunakan digitalisasi radiografi periapikal.
- 2) Untuk mendapatkan suatu deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram dengan menggunakan *X-ray Micro Computed Tomography*.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan Ilmiah

Sebagai sumber informasi ilmiah khususnya dalam bidang radiologi kedokteran gigi dalam memperoleh nilai diagnosis pulpitis reversibel.

2. Kegunaan Praktis

Sebagai bahan untuk membantu penegakkan radiodiagnosis pulpitis reversibel.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Kajian Pustaka

Dalam kajian pustaka ini, penulis akan membahas tentang pulpa gigi, radiografi periapikal, digitalisasi radiograf, *X-ray Micro Computed Tomography*, dan histogram.

2.1.1 Pulpa Gigi

Pulpa gigi adalah jaringan ikat kaya pembuluh darah dan saraf yang terletak di tengah-tengah gigi, dibatasi oleh dinding dentin yang mengelilinginya. Pulpa merupakan organ formatif gigi yang membangun dentin primer selama perkembangan gigi, dentin sekunder setelah erupsi dan dentin reparatif sebagai respon terhadap stimulasi.¹⁰

2.1.1.1 Anatomi Pulpa Gigi

Pulpa berada ditengah gigi. Bentuk jaringan pulpa sesuai dengan bentuk garis eksternal dari gigi. Bagian mahkota dan akar gigi yang berisi pulpa dibagi menjadi dua yaitu kavitas pulpa (*pulp chamber*) dan saluran akar atau saluran pulpa (*pulp canal*). Ukuran dari pulpa tersebut bergantung pada usia dari gigi dan riwayat trauma dari gigi tersebut. Bagian anatomis lainnya adalah saluran akar, dengan bentuk yang sesuai dengan bentuk akar.

foramen apikal dan saluran aksesori, sebagai saluran yang lebih kecil dari saluran akar.¹

2.1.1.2 Fungsi Pulpa Gigi

Pulpa mempunyai peranan penting dalam pembentukan dentin pada saat pembentukan gigi, yaitu dalam pembentukan dentin primer selama perkembangan gigi awal, dentin sekunder sepanjang rentang kehidupan seluruh gigi dan dentin tersier dibawah rangsangan patogen.¹⁰

Pulpa sangat berhubungan dengan fungsi formatif, protektif dan nutritif. Fungsi nutritif tersebut menyangkut pertahanan vitalitas semua seluler. Dua fungsi utama lainnya adalah formatif dan protektif, berperan dalam menyediakan nutrisi untuk dentin dan berfungsi sebagai *biosensor* dalam mendeteksi stimuli dari luar maupun dari dalam.¹⁰

2.1.1.3 Klasifikasi Penyakit Pulpa Gigi

Terdapat beberapa klasifikasi yang berbeda terhadap penyakit pulpa. Sebagian besar klasifikasi penyakit pulpa tersebut didasarkan kepada penemuan secara histopatologis dibandingkan dengan penemuan klinis yang menjurus kearah kesulitan penegakkan diagnosis apabila terdapat sedikit persamaan terhadap kondisi klinis diantara klasifikasi tersebut.¹¹

Tabel 1. Klasifikasi Penyakit Pulpa.¹¹

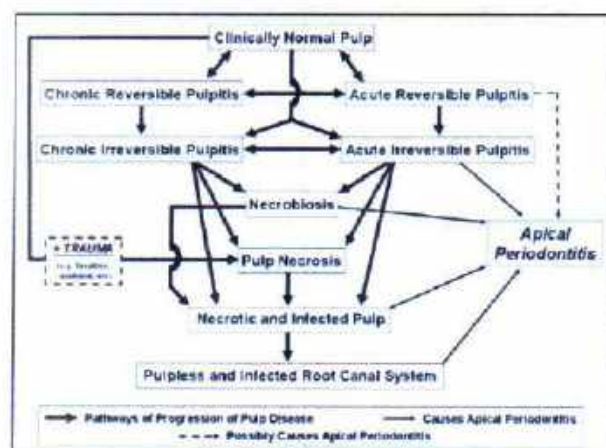
World Health Organization ¹	Werner ²	Ingle ³	Selzer & Bender ⁴	Cohen & Burns ⁵	Johnson ⁶
(NOTE: Normal pulp not mentioned)	(NOTE: Normal pulp not mentioned)	Healthy pulp	(NOTE: Normal pulp not mentioned)	Within normal limits Normal pulp Calcific metamorphosis	Healthy pulp
Pulpitis Initial (hyperaemia) Acute Suppurative (pulpal abscess) Chronic Chronic ulcerative Chronic hyperplastic (pulpal polyp) Other unspecified pulpitis Pulpitis unspecified	Pulpitis Hyperaemia (reversible pulpitis) Hypersensitive dentine Hyperaemia Partial pulpitis Acute pulpitis Chronic pulpitis (subacute pulpitis) Nongranulomatous pulpitis Chronic ulcerative pulpitis Chronic pulpitis (retarded) Chronic hyperplastic pulpitis (pulp polyp)	Pulpitis Hyper-reactive pulpitis Hypersensitivity Hyperaemia Acute pulpitis Incipient Moderate Advanced Chronic pulpitis Hyperplastic pulpitis	Pulpitis Incipient form of chronic pulpitis Acute pulpitis Chronic partial pulpitis with partial necrosis Chronic total pulpitis with partial liquefaction necrosis Chronic partial pulpitis hyperplastic form	Pulpitis Reversible Irreversible Asymptomatic Irreversible pulpitis Hyperplastic pulpitis Internal resorption Canal calcification Symptomatic Irreversible pulpitis	Pulpitis Reversible Irreversible Asymptomatic Hyperplastic Internal resorption Canal calcification Symptomatic Irreversible
Necrosis of the pulp	Pulp necrosis	Pulp necrosis Liquefaction Sicca	Pulp necrosis	Necrosis Partial Complete	Necrosis of pulp
Pulp degenerations Denticles Pulpal calcification Pulpal stones Abnormal hard tissue formation in pulp Secondary or irregular dentine	Pulp degeneration Atrophy Dystrophic calcification Internal resorption	Pulp degeneration Atrophic pulpitis Calcific pulpitis Internal resorption	Pulp degeneration Atrophic pulp Dystrophic mineralization		
American Association of Endodontists' Glossary	Harry	Walton & Torabinejad ⁷	Grossman ⁸	Castellucci ⁹	Stock ¹⁰
Normal pulp not mentioned	Normal pulp	(NOTE: Normal pulp not mentioned)	(NOTE: Normal pulp not mentioned)	Healthy pulp	Normal pulp
Pulpitis Reversible pulpitis Irreversible pulpitis	Pulpitis Reversible pulpitis Irreversible pulpitis	Pulpitis Reversible pulpitis Irreversible pulpitis Hyperplastic pulpitis	Hyperaemia Pulpitis Acute pulpitis Chronic ulcerative pulpitis Chronic hyperplastic pulpitis	Pulpitis Hyperaemia Pulpitis Irreversible	Concussion pulpitis Reversible pulpitis Irreversible pulpitis
Pulp necrosis	Necrosis	Pulpal necrosis Pulp calcification Internal (intracanal) resorption	Necrosis Pulp degeneration Calcific Fibrous Atrophic Internal resorption	Necrosis	Pulpal necrosis Internal resorption

Penyakit pada jaringan pulpa adalah dinamis dan progresif. Setiap kondisi penyakit pulpa dapat berkembang menjadi kondisi yang lain apabila dibiarkan tanpa perawatan. Tanda dan gejala sangat tergantung kepada tahapan dari penyakit disaat pasien datang untuk mencari perawatan

terhadap giginya. Reaksi dan daya tahan terhadap sakit pada setiap inividupun berbeda dan hal ini dipengaruhi oleh tingkat emosi dan ambang rasa sakit seseorang.¹¹

2.1.1.3.1 Pulpa Normal

Pulpa normal dikasifikasikan sebagai pulpa yang bebas dari tanda dan gejala rasa sakit. Secara klinis, pulpa normal tanpa gejala, dapat memberikan rasa sakit yang ringan terhadap stimulus, tetapi ini tergantung kepada usia dan tahap kalsifikasi gigi. Selama tidak terdapat kalsifikasi pada bagian koronal dari pulpa, maka pulpa akan beraksi berupa rasa sakit ringan terhadap stimulus rasa dingin dan hilang selama 1-2 detik setelah stimulus tersebut dihilangkan. Pulpa normal tidak beraksi terhadap stimulus panas. Perkusi dan palpasi dalam batas normal. Secara radiografi akan memberikan gambaran kamar pulpa, saluran akar, jaringan periodontal dan periapikal dalam batas normal.^{1,11}



Gambar 1. Perjalanan dan Interaksi Kondisi Pulpa.¹¹

2.1.1.3.2 Pulpitis Reversibel

Pulpa yang terdiagnosa sebagai pulpitis reversibel telah memiliki peradangan yang ringan dan dapat sembuh sendiri apabila stimulus yang mengiritasi dihilangkan. Rasa sakit hanya dirasa apabila stimulus diberikan pada gigi yang bersangkutan dan rasa sakit dapat hilang segera atau beberapa detik kemudian setelah stimulus dihilangkan. Rasa sakit yang dirasa tajam dan pendek tetapi tidak spontan. Umumnya pemberian perubahan suhu yang ekstrim dapat memberikan rasa sakit yang ringan seperti es krim. Secara radiografi, tidak terdapat perubahan yang signifikan pada daerah periapikal, hanya terdapat gambaran kemungkinan penyebab seperti karies, restorasi yang dalam, dan lain sebagainya.^{1,11}

Diagnosa pulpitis reversibel dapat dianggap sebagai diagnosa sementara, dikarenakan ketidak-mungkinan setiap pulpa memiliki kesembuhan yang sama, hal ini tergantung pada banyak faktor seperti masalah lanjutan, inflamasi, derajat dari fibrosis, dan status pulpa yang sebenarnya, yang semua ini tidak dapat didapat secara klinis. Status pulpa sementara ini harus ditinjau kembali selama beberapa minggu setelah perawatan agar mendapatkan diagnosa tetap apabila sudah tidak terdapat keluhan, tetapi apabila masih terdapat keluhan, maka diagnosa dirubah menjadi pulpitis ireversibel.¹¹

2.1.1.3.3 Pulpitis Ireversibel

Salah satu gejala umum yang terjadi pada diagnosa pulpitis ireversibel adalah rasa sakit yang lama yang disebabkan oleh stimulus suhu. Hanya dengan perubahan suhu yang ringan dapat memberikan rasa sakit, seperti berkumur dengan air, menarik nafas pada suhu yang dingin. Reaksi awal berupa rasa sakit yang sangat tajam pada stimulus dingin dan panas dan bertahan selama beberapa menit bahkan beberapa jam setelah stimulus dihilangkan.^{1,11}

Rasa sakit yang spontan, umumnya semakin menjadi pada saat posisi tidur, merupakan tanda lain untuk pulpitis ireversibel. Rata-rata, pasien kesulitan untuk menunjukkan lokasi gigi yang menjadi sumber rasa sakit, karena rasa sakit yang tumpul dan menyebar. Apabila jaringan periapikal terlibat, gigi penyebab akan memberikan rasa sakit terhadap perkusi dan palpasi. Informasi yang didapat dari pasien dan tes vitalitas pulpa dapat membantu untuk penegakkan diagnosa ini.^{1,11}

2.1.1.3.4 Nekrosis Pulpa

Nekrosis pulpa dapat ditegakkan apabila gigi sudah tidak memberikan respon terhadap stimulus yang diberikan dan tes vitalitas pulpa. Tetapi hal ini berbeda apabila pulpa mengalami kalsifikasi, perawatan saluran akar atau pulpotomi, yang sama-sama tidak memberikan respon terhadap stimulus dan tes vitalitas pulpa.¹¹

Apabila terjadi nekrosis pulpa, dapat ditelusuri dari riwayat trauma, rasa sakit sebelumnya, keadaan karies atau restorasi yang ada. Pada gambaran radiografi, mungkin didapatkan karies besar yang mencapai pulpa yang tidak dilakukan perawatan, restorasi yang besar, atau juga bisa tidak terdapat gambaran seperti riwayat trauma. Trauma pada gigi dapat menyebabkan nekrosis pulpa diakibatkan dari kerusakan pada pembuluh darah pada gigi tersebut jika posisi gigi tersebut berubah dari posisi sebelumnya, seperti *avulsi*, *luxasi*, atau jika terdapat kerusakan yang signifikan dan inflamasi pada ligamen periodontal seperti pada *subluxasi*.^{1,11}

Tidak terdapat perubahan secara radiografi pada bagian apikal kecuali terdapat keterlibatan jaringan periapikal dan ini hanya terjadi apabila jaringan nekrotik terinfeksi. Rasa sakit umumnya tidak terjadi kecuali terdapat infeksi pada ligamen periodontal yang menyebabkan periodontitis apikalis.

Terkadang, pasien mengeluhkan rasa sakit tumpul dan terus-menerus yang diakibatkan oleh rasa hangat-panas dan akan menghilang apabila diberikan rasa dingin pada gigi tersebut. Hal ini masih belum diketahui penyebabnya, tetapi dihubungkan dengan gas yang diproduksi oleh mikroorganisme pada pulpa dan rasa dingin yang menghilangkan tekanan pada saraf yang masih berfungsi, umumnya terdapat pada bagian apeks. Tetapi rasa ini sifatnya hanya sementara, dan akan kembali lagi setelah rasa dingin ini hilang. Semenjak pulpa nekrosis diinvasi oleh bakteri

maka bakteri tersebut akan menyebar ke seluruh saluran akar gigi tersebut, karena jaringan nekrotik merupakan sumber nutrisi bakteri. Hal ini dapat terjadi pada 1-2 bulan setelah invasi oleh bakteri.^{1,11}

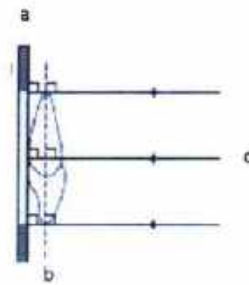
2.1.2 Radiografi Periapikal

Radiografi periapikal adalah sebuah teknik radiografi intraoral dikhususkan untuk melihat sebuah gigi dan jaringan pendukungnya. Setiap gambaran dapat menampilkan sekitar 2 sampai 4 gigi dan memberikan informasi menyeluruh tentang gigi dan jaringan pendukungnya.¹²

Indikasi untuk dilakukan radiografi periapikal adalah

- 1) Untuk melihat adanya infeksi atau inflamasi pada daerah apikal,
- 2) Menilai jaringan periodontal,
- 3) Penilaian terhadap trauma pada gigi dan tulang alveolar,
- 4) Melihat ada atau tidaknya dan posisi dari gigi yang belum erupsi,
- 5) Melihat morfologi akar gigi sebelum dilakukan pencabutan,
- 6) Selama dilakukan perawatan saluran akar,
- 7) Penilaian sebelum dan sesudah dilakukan prosedur pembedahan pada apikal,
- 8) Evaluasi lebih detail pada kista apikal dan lesi lainnya disekitar tulang alveolar,
- 9) Evaluasi setelah pemasangan dental implan.

Posisi dalam melakukan radiografi periapikal adalah hal sangat penting untuk diketahui, hal ini untuk mencegah terjadinya distorsi, baik ukuran dan bentuk dari gigi. Posisi ideal adalah gigi dan reseptor gambar harus sejajar dan sedekat mungkin satu sama lain dan sumber sinar harus tegak lurus terhadap keduanya.¹³



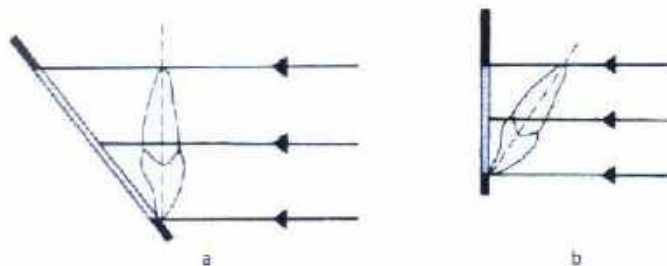
Gambar 2. Ilustrasi Sumber Sinar Terhadap Gigi dan Reseptor.¹²

Keterangan: a. reseptor

b. gigi

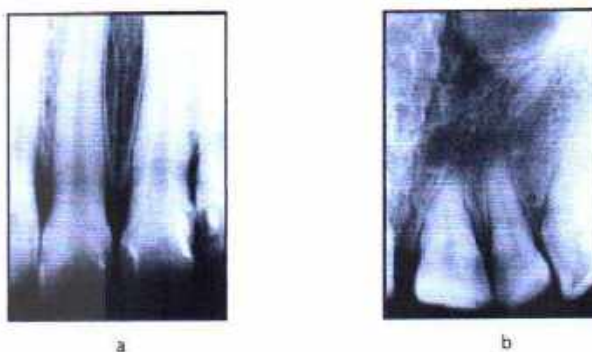
c. sumber sinar

Distorsi ukuran gigi adalah terjadi perubahan ukuran gigi pada radiografi dibandingkan dengan ukuran gigi sebenarnya. Hal ini dapat disebabkan dari tidak tegak lurus nya sumber sinar terhadap gigi dan reseptor serta jarak dari sumber sinar terhadap gigi dan reseptor.¹³



Gambar 3. Ilustrasi Distorsi Ukuran¹³

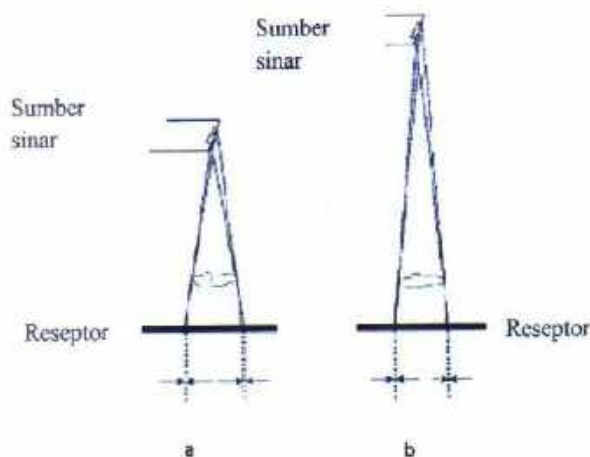
Keterangan: a. Sudut yang terlalu besar
b. Sudut yang terlalu kecil



Gambar 4. Radiograf yang memperlihatkan Distorsi Ukuran.¹⁴

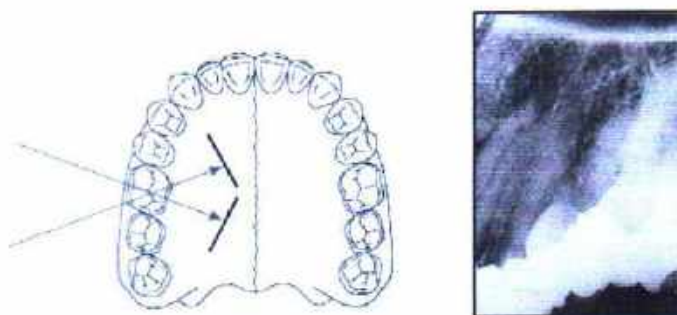
Keterangan: a. *Elongasi*
b. *Forshortening*

Peningkatan jarak dari sumber sinar ke reseptor dan mengurangi jarak dari gigi ke reseptor dapat meminimalisir terjadi distorsi dari ukuran. Selain itu, dengan menambah jarak dari sumber sinar ke gigi dapat memberikan gambaran radiograf yang lebih jernih.¹³



Gambar 5. Ilustrasi Penambahan Jarak Sumber Sinar Terhadap Gigi dan Reseptor.¹²
 Keterangan: a. Jarak awal sumber sinar terhadap gigi
 b. Penambahan jarak dari sumber sinar terhadap gigi

Distorsi dari bentuk gigi terjadi dikarenakan sumber sinar tidak tegak lurus terhadap garis tengah gigi dan reseptor. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi dari posisi gigi, bentuk lengkung rahang yang bervariasi dan ketidakmampuan dalam penempatan tabung sinar-x yang tegak lurus terhadap gigi dan reseptor.^{12,13}

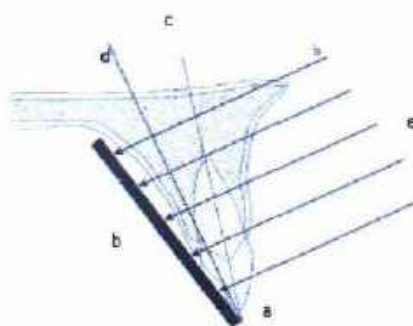


Gambar 6. Ilustrasi Distorsi Bentuk.¹⁴
 Keterangan: a. Penempatan reseptor yang tidak sejajar dengan gigi
 b. Hasil radiograf

2.1.2.1 Teknik Radiografi Periapikal

Secara garis besar, terdapat dua teknik utama dalam radiografi periapikal, yaitu teknik bisektris dan teknik paralel. Teknik ini dimaksudkan untuk mencapai posisi radiografi yang ideal dikarenakan bentuk anatomi dari rongga mulut yang bervariasi sehingga tidak selalu memungkinkan untuk mencapai gambaran radiograf yang ideal.¹³

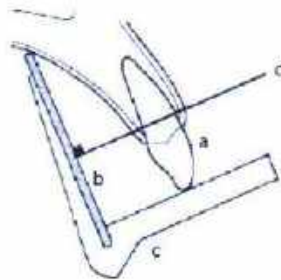
Teknik bisektris merupakan teknik yang pertama kali digunakan oleh para klinisi untuk melakukan radiografi. Teknik ini dengan menempatkan reseptor sedekat mungkin dengan gigi dan menempatkan sumber sinar-x setegak lurus mungkin terhadap gigi dan reseptor. Tetapi, ketika reseptor diletakkan didalam mulut, yang terjadi adalah reseptor tidak sejajar dengan garis tengah gigi, dan hal ini dapat mengakibatkan distorsi pada radiograf. Namun, dengan mengarahkan tabung sumber sinar-x tegak lurus terhadap garis imajiner yang membagi dua antara gigi dan reseptor, maka akan didapatkan bentuk dan ukuran gigi yang sesuai dengan gigi aslinya.^{12,13}



Gambar 7. Ilustrasi Teknik Bisektris.¹³

Keterangan: a. Gigi d. Garis bisektris
b. Reseptor e. Sumber sinar
c. Garis tengah gigi

Teknik paralel, sesuai dengan namanya, adalah suatu cara untuk mendapatkan sebuah radiograf yang sesuai dengan bentuk dan ukuran gigi aslinya. Hal ini didapatkan dengan menempatkan reseptor yang sejajar dengan garis tengah gigi dan sumber sinar yang tegak lurus terhadap keduanya, dengan menggunakan alat bantu yaitu *film holder*.¹³



Gambar 8. Ilustrasi Teknik Paralel.¹³

Keterangan: a. Gigi
b. Reseptor
c. Alat paralel
d. Sumber sinar

2.1.3 Digitalisasi Radiograf

Digitalisasi radiograf memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dengan radiografi konvensional seperti kemampuan untuk memanipulasi gambaran dengan tujuan agar mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik.^{5,6} Gambaran radiograf yang telah diproses secara digital telah di kualitatifkan lebih baik

dibandingkan dengan gambaran radiograf yang tidak diproses digital dan akurasi dalam diagnosa secara signifikan meningkat.⁶

Analisa digital dilakukan dengan cara memanipulasi gambar agar memberikan gambaran yang lebih baik (*contrast, brightness, resoluti*). pengukuran morfometrik dan interpretasi dari grafik histogram.⁶

Istilah digital pada pencitraan digital mengacu pada format numerik dari hasil gambar. Gambar digital terdiri dari sejumlah *pixel* yang ukurannya sangat kecil sehingga membuat gambaran terlihat halus pada pembesaran yang normal. Lokasi dari setiap *pixel* diidentifikasi secara unik dengan koordinat baris dan kolom dalam sebuah matriks gambar. Nilai pada sebuah *pixel* mewakili intensitas tingkat *grayscale* dari gambar pada lokasi tersebut.

Proses digitalisasi dari sebuah radiograf dapat dilakukan dengan berbagai macam alat digital, seperti kamera sampai dengan *scanner*. Pada penelitian ini, dilakukan digitalisasi radiograf dengan menggunakan *scanner* khusus untuk radiograf.

2.1.4 X-ray Micro Computed Tomography

X-ray Micro Computed Tomography pertama kali dikembangkan oleh Elliott dan Dover pada tahun 1982. Alat ini merupakan versi miniatur dari *Computed Tomography scanning (CT Scan)* dengan kemampuan memberikan gambaran dengan resolusi sampai mikrometer dan digunakan pada laboratorium. Tergantung dari sumber sinar-x dan disain *scanner*, resolusi

linear *X-ray Micro Computed Tomography* dari 2-100 μm .¹⁵ Data yang dihasilkan dapat berupa dua dimensi dan tiga dimensi serta dapat digunakan untuk analisa kualitatif dan kuantitatif.^{16,17}



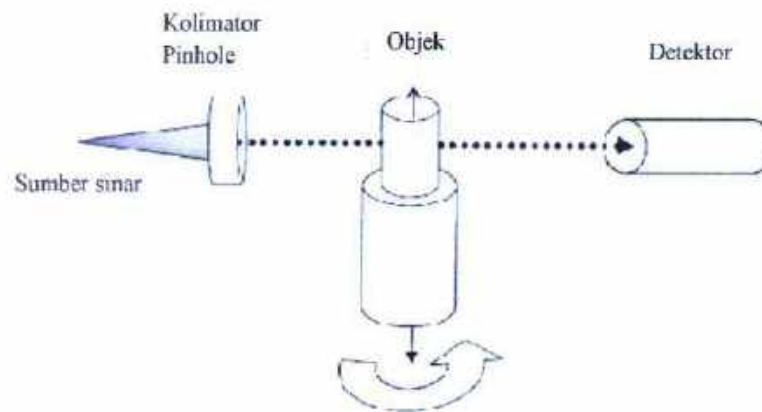
Gambar 9. Alat *X-ray Micro Computed Tomography*¹⁷

2.1.4.1 Prinsip Kerja *X-ray Micro Computed Tomography*

X-ray Micro Computed Tomography memiliki konfigurasi tiga komponen dasar, yaitu sumber sinar-x, alat deteksi sinar-x dan manipulator sampel.¹⁸

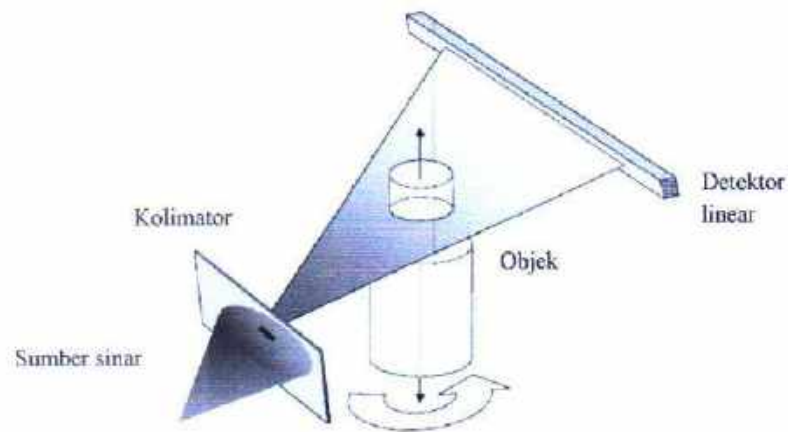
Generasi pertama dari *X-ray Micro Computed Tomography* disebut *point scanning* atau *single detector system*, yang terdiri dari sumber sinar, kolimator dan sebuah detektor atau reseptor. Sumber sinar-x, sampel dan reseptor berada pada satu garis lurus. Ini merupakan mekanisme yang paling sederhana dari teknologi *X-ray Micro Computed Tomography*. Sumber

sinar-x dan reseptor tidak bergerak, sedangkan manipulator sampel bergerak ke atas, ke bawah dan berputar.



Gambar 10. Prinsip Kerja pada *X-Ray Micro Computed Tomography* Generasi Pertama¹⁸

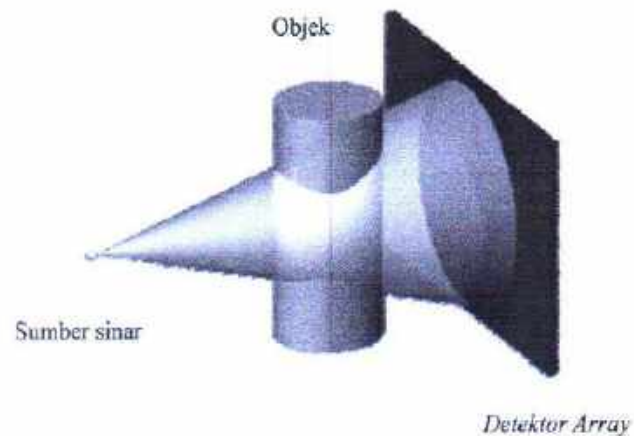
Generasi kedua, serupa dengan generasi ketiga dari *CAT-Scan* (*Computed Axial Tomography Scanning*), menggunakan sinar berbentuk kipas (*fan beam*), dan reseptor berupa batang (*linear detector*). Sumber sinar-x dan reseptor tidak bergerak, sedangkan manipulator sampel bergerak ke atas, ke bawah dan berputar.



Gambar 11. Prinsip Kerja pada *X-Ray Micro Computed Tomography* Generasi Kedua¹⁸

Sinar yang dipancarkan oleh sumber sinar, menembus kolimator yang memiliki lubang berbentuk persegi panjang tipis, sehingga mengeluarkan sinar yang berbentuk seperti kipas, menembus objek dan akan diterima oleh reseptor. Sinar-x dipancarkan berkali-kali sampai objek terpapar seluruhnya dan diterima oleh reseptor pada waktu yang sama sehingga proses rekonstruksi data dapat dilakukan dalam waktu yang singkat.

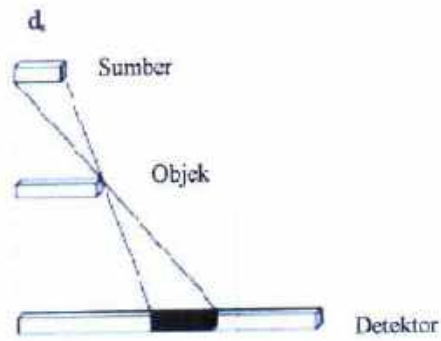
Generasi ketiga dari *X-ray Micro Computed Tomography*, menggunakan sinar berbentuk kerucut (*cone beam*) dan reseptor dua dimensi. Sistem ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran tiga dimensi secara keseluruhan tanpa membutuhkan waktu yang lama, dan satu kali radiasi saja.



Gambar 12. Prinsip Kerja pada *X-Ray Micro Computed Tomography* Generasi Ketiga¹⁸

2.1.4.2 Keunggulan *X-ray Micro Computed Tomography*

Merupakan “*non destructive technique*”, sehingga sampel dapat dilakukan pemindaian ulang setelah dilakukan intervensi mekanikal dan kimiawi pada sampel.¹⁷ Memiliki tampilan *coronal*, *sagittal*, *axial* dan 3D, sehingga memudahkan dalam menginvestigasi sampel. Menggunakan ukuran sumber sinar-x yang berukuran 2-100 μm , sehingga memungkinkan untuk meningkatkan ketajaman dari proyeksi dengan mengurangi efek penumbra dari sinar-x. Hal ini memungkinkan untuk meletakkan objek dekat kepada sumber sinar-x dan untuk meningkatkan pembesaran utama dari objek yang dapat meningkatkan resolusi gambar.¹⁷



Gambar 13. Prinsip geometri ukuran *focal spot* terhadap ketajaman gambar¹⁷

2.1.4.3 Peranan *X-ray Micro Computed Tomography*

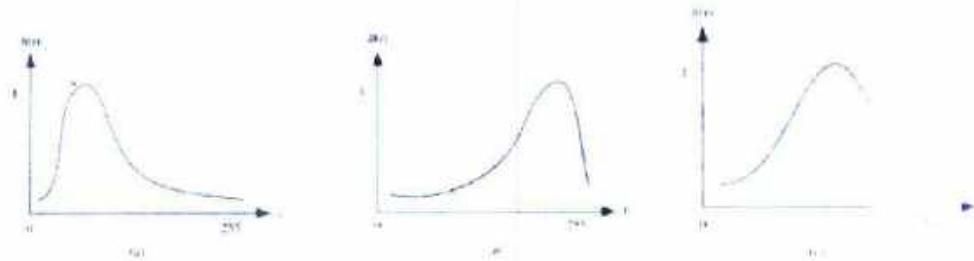
Penggunaan *X-ray Micro Computed Tomography* pada bidang kedokteran gigi dimulai dalam dua dekade belakangan ini. Salah satu potensi yang paling ekspresif untuk penggunaan *X-ray Micro Computed Tomography* pada kedokteran gigi adalah untuk evaluasi kandungan mineral dan perubahan pada jaringan keras gigi.^{16,17}

2.1.5 Histogram

Histogram citra adalah sebuah grafik yang menunjukkan distribusi intensitas warna pada sebuah citra berindeks atau intensitas citra. Histogram umumnya digunakan untuk mengubah skala derajat suatu citra.¹⁹

Citra digital 8 bit dalam skala keabuan (*grayscale*), terdapat 256 tingkat keabuan *pixel* yang bernilai bulat berkisar dari 0 sampai dengan 255. Nilai 0

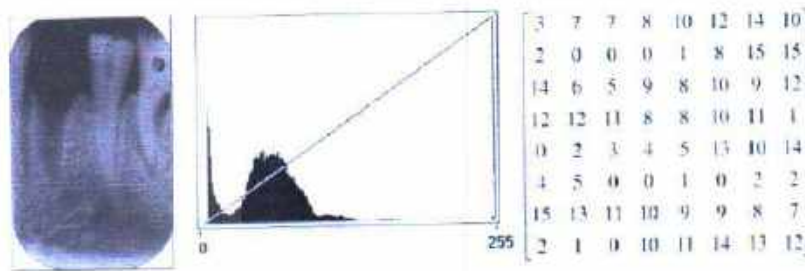
untuk hitam (gelap) dan nilai 255 untuk putih (terang), untuk tingkat keabuan antara hitam dan putih.¹⁹



Gambar 14. Grafik Histogram Menunjukkan Intensitas¹⁹

Keterangan: a. warna gelap
b. warna terang
c. grayscale

Pencitraan radiografi digital mempunyai potensi besar dalam mengimprovisasi keakuratan diagnosa dan dalam membuat diagnosa secara kuantitatif.²⁰ Beberapa metode sudah dan sedang dikembangkan untuk meningkatkan akurasi diagnosa menggunakan pencitraan digital. Peningkatan kualitas gambar pada objek yang diteliti sangat direkomendasikan dalam mendeteksi macam-macam kelainan. Tujuan utama peningkatan kualitas pencitraan ini adalah untuk mengubah atribut gambar, menggambarkan perbedaan kecil dari radiodensitas, meningkatkan perbedaan struktur yang serupa untuk meningkatkan interpretasi gambar lebih spesifik.²¹



Gambar 15. Grafik Histogram Sebuah Radiograf Periapikal²¹

Analisa histogram digunakan untuk menilai kepadatan secara radiografi di wilayah tertentu dengan nilai *grayscale* dari *pixel* dalam wilayah pemeriksaan (*region of interest*).²¹ Metode analisis histogram termasuk teknik yang rumit, karena sebagian besar berasal dari gabungan fungsi probabilitas dan gabungan fungsi densitas. Kedua fungsi tersebut diambil dari histogram pada sebuah gambar. Metode yang termasuk di dalam metode analisis histogram yaitu *robust film contrast correction*, *histogram equalization*, *histogram shaping* dan *histogram flattening*. Metode-metode analisis yang berdasarkan histogram umumnya memberikan tingkat akurasi yang lebih baik.⁶

Pengertian tentang tinggi puncak grafik histogram adalah nilai tertinggi pada sumbu vertikal grafik yang mewakili jumlah *pixel* pada suatu gambar. Lebar Grafik Histogram adalah distribusi varian nilai *pixel* pada suatu gambar, sedangkan pergeseran letak grafik histogram adalah distribusi nilai *pixel* yang ditunjukkan pada sumbu horizontal. Histogram untuk gambar yang gelap akan

memiliki grafik lebih ke kiri (0) dan untuk gambar yang terang akan memiliki grafik lebih ke kanan (256).

2.2 Kerangka Pemikiran

Pemeriksaan radiografi yang baik dapat digunakan sebagai alat diagnostik penting untuk menegakkan diagnosa, menentukan rencana perawatan dan mengevaluasi hasil perawatan. Keterbatasan utama radiografi intra oral konvensional untuk pencitraan penyakit dentoalveolar adalah merupakan hasil dari representasi struktur tiga dimensi yang digambarkan dalam struktur dua dimensi. Keterbatasan ini berlaku untuk karies, pulpa, dan periodontal.^{22,23}

Dalam menilai kondisi pulpa, pemeriksaan radiografi sangat dibutuhkan untuk menunjang pemeriksaan klinis. Pulpitis dapat dilihat secara radiografis berdasarkan faktor penyebabnya. Hal ini sangat penting untuk mendeteksi perubahan jaringan disekitar akar gigi, yang mengindikasikan pulpa terinfeksi atau bahkan sedang meradang.²³ Diagnosa pulpitis reversibel dapat dianggap sebagai diagnosa sementara, dikarenakan ketidakmungkinan setiap pulpa memiliki kesembuhan yang sama. Status pulpa sementara ini harus ditinjau kembali selama beberapa minggu setelah perawatan agar mendapatkan diagnosa tetap apabila sudah tidak terdapat keluhan, tetapi apabila masih terdapat keluhan, maka diagnosa dirubah menjadi pulpitis ireversibel.¹¹

Salah satu potensi paling ekspresif untuk penggunaan *X-ray Micro Computed Tomography* pada kedokteran gigi adalah untuk evaluasi kandungan mineral dan

perubahan pada jaringan keras gigi.⁷ Resolusi linear dari *X-ray Micro Computed Tomography* dari 2-100 μm . Data yang didapatkan baik dua dimensi dan tiga dimensi dapat digunakan untuk analisa kualitatif dan kuantitatif.¹⁷

Pencitraan radiografi digital mempunyai potensi besar dalam mengimprovisasi keakuratan diagnosa dan dalam membuat diagnosa secara kuantitatif melalui pemeriksaan histogram.¹⁹ Peningkatan kualitas gambar pada objek yang diteliti dengan mengubah atribut dari gambar, menggambarkan perbedaan kecil dari radiodensitas, meningkatkan perbedaan struktur yang serupa untuk meningkatkan interpretasi gambar yang lebih spesifik.²⁰

BAB III

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

3.1.1 Populasi dan Sampel Penelitian

3.1.1.1 Populasi Penelitian

Seluruh gigi yang telah diekstraksi di RSGMP-FKG, UNPAD dengan diagnosa pulpitis reversibel

3.1.1.2 Sampel Penelitian

Pulpa pada gigi dengan diagnosa pulpitis reversibel. Jumlah sampel sebanyak 5 buah pulpa dari gigi premolar. Cara pengambilan sampel dengan cara *incidental sampling*

3.1.1.3 Kriteria Sampel

- 1) Pulpa pada gigi permanen
- 2) Pulpa pada gigi dengan karies media, tanpa dilakukan restorasi
- 3) Pulpa pada gigi tanpa kelainan anatomis pulpa seperti *dental stone*, kalsifikasi, *pulp aging*, *taudorontium*

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif sederhana

3.2.2 Identifikasi Variabel

Variabel dari penelitian ini adalah tinggi puncak grafik histogram, lebar grafik histogram, dan pergeseran letak grafik histogram

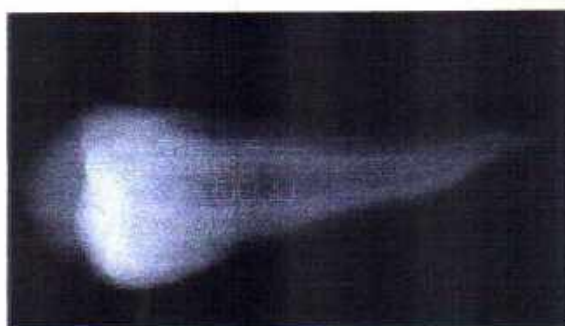
3.2.3 Definisi Operasional

- 1) Gigi Pulpitis Reversibel: Gigi sampel yang telah diekstraksi dengan diagnosa pulpitis reversibel. Penegakkan diagnosa tersebut dilakukan oleh klinisi pada bagian Endodontik RSGMP-FKG UNPAD, Bandung.
- 2) Digitalisasi Radiografi Periapikal: proses men-*digital*-kan radiograf periapikal konvensional dengan menggunakan *scanner* khusus agar dapat diproses secara komputerisasi.
- 3) Grafik Histogram: grafik yang diperoleh dari *software* Matlab R2012A yang diukur menggunakan ROI (*region of interest*) dengan satuan *grayscale* dari pulpa bagian koronal sampai dengan 1-3 servikal.

3.2.4 Cara Kerja dan Teknik Pengumpulan Data

Tahap I

- 1) Gigi yang telah diekstraksi dengan diagnosa pulpitis reversibel sebanyak 5 buah gigi premolar dikumpulkan dan direndam dalam larutan formalin 10% selama 24 jam.
- 2) Gigi dilakukan pemeriksaan radiografi dengan teknik paralel menggunakan radiografi periapikal konvensional (Film *Ultra speed*).
- 3) Film dilakukan prosesing dengan *automatic machine processor*.
- 4) Hasil foto didigitalisasi dengan menggunakan *X-ray Film Reader*.
- 5) Membuat segmentasi pada pulpa sesuai dengan ROI yang telah ditentukan menggunakan *software* MatLab R2012A. ROI sebanyak 4 buah, berbentuk kotak, dan terletak dari pulpa bagian koronal sampai dengan 1/3 servikal.

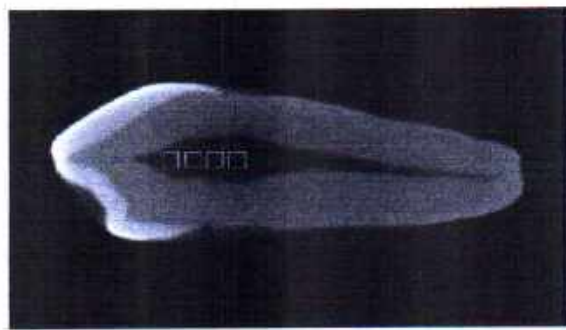


Gambar 16. Sampel Pulpa dari Digitalisasi Radiograf Periapikal yang Telah Ditentukan ROI

- 6) Deskripsi pola grafik histogram dari sampel

Tahap II

- 1) Gigi dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan *X-ray Micro computed Tomography*
- 2) Membuat segmentasi pada pulpa sesuai dengan ROI yang telah ditentukan menggunakan *software* MatLab R2012A. ROI sebanyak 4 buah, berbentuk kotak, dan terletak dari pulpa bagian koronal sampai dengan 1/3 servikal.



Gambar 17. Sampel pulpa dari *X-ray Micro Computed Tomography* yang Telah Ditentukan ROI

- 3) Deskripsi pola grafik histogram dari sampel

3.2.5 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.5.1 Bahan Penelitian

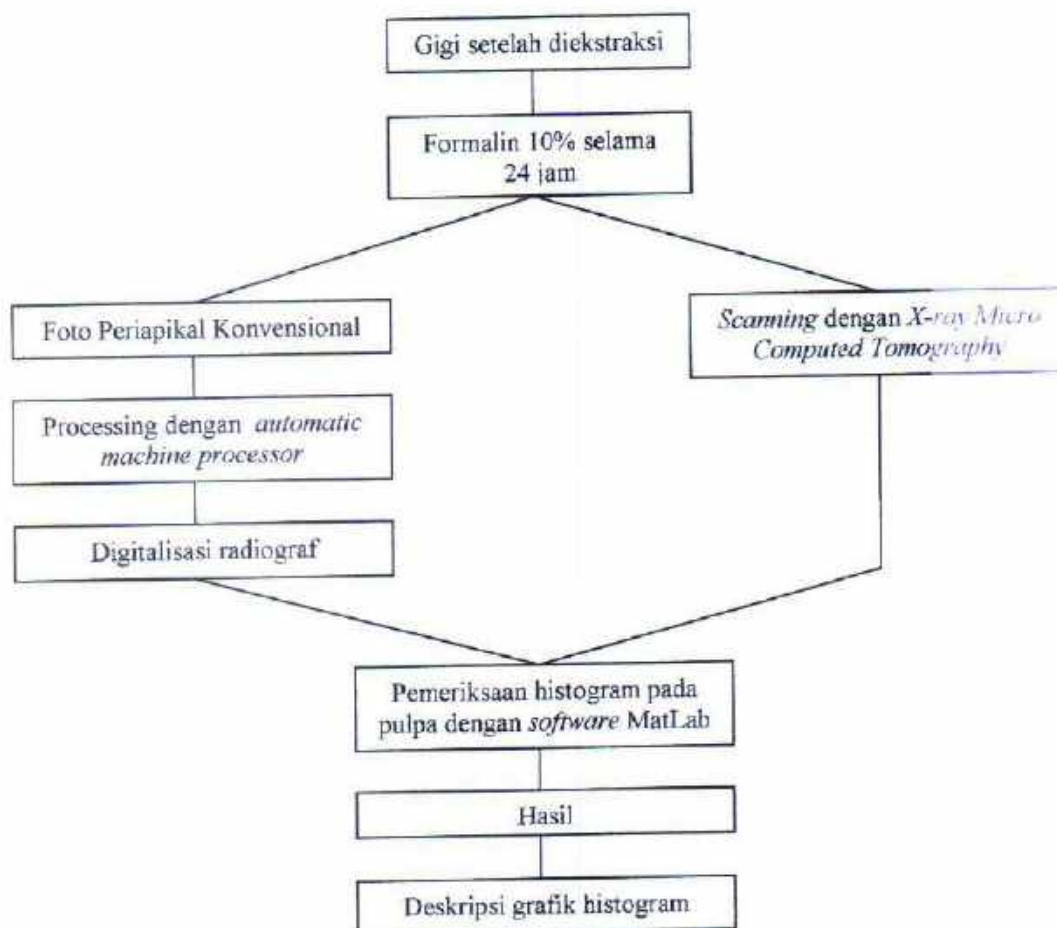
- 1) Grafik histogram dari segmentasi radiograf pada pulpa dengan diagnosa pulpitis reversibel dari hasil digitalisasi radiografi periapikal

- 2) Grafik histogram dari segmentasi radiograf pada pulpa dengan diagnosa pulpitis reversibel dari hasil *X-ray Micro Computed Tomography*

3.2.5.2 Alat Penelitian

- 1) Pesawat radiografi intra oral periapikal
- 2) *X-ray Micro Computed Tomography*
- 3) Film radiografi intra oral periapikal konvensional
- 4) *Automatic machine processor*
- 5) *X-ray Film Reader*
- 6) *Software Matlab R2012A*
- 7) Laptop

3.2.6 Alur Penelitian



3.2.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.7.1 Lokasi Penelitian

- 1) Bagian Radiologi Kedokteran Gigi, RSGMP-FKG UNPAD, Bandung
- 2) Laboratorium Fisika-Instrumentasi Medik, ITB, Bandung

3.2.7.2 Waktu Penelitian

Bulan September-November 2013

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Jumlah sampel yang dilakukan pada penelitian adalah sebanyak 5 buah pulpa gigi dari gigi yang telah didiagnosa pulpitis reversibel dan telah dilakukan ekstraksi.

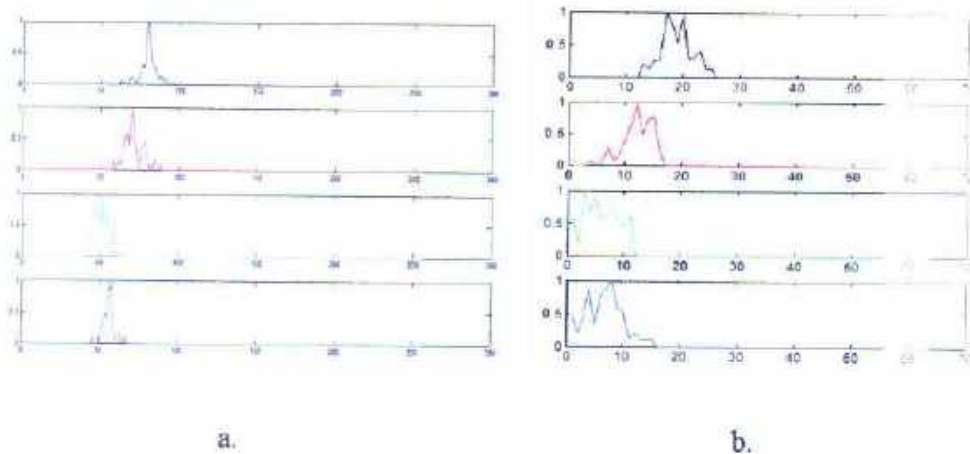
Gambar 20 menunjukkan salah satu sampel gigi premolar yang telah dilakukan perendaman pada larutan formalin 10% selama 24 jam dan radiograf gigi tersebut dengan menggunakan foto periapikal konvensional dan *X-ray Micro Computed Tomography* yang telah ditentukan ROI pada pulpa.



Gambar 18. Foto Gigi Premolar dan Hasil Proyeksi Digitalisasi Radiograf Periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography* yang Telah Ditentukan ROI

ROI ditentukan berbentuk kotak, sebanyak 4 buah dan terletak dari pulpa bagian koronal sampai dengan 1/3 servikal. Ukuran ROI diabaikan karena besaran

pulpa yang berbeda pada tiap giginya. Gambar 19 menunjukkan grafik histogram yang diperoleh dari analisa histogram dengan menggunakan *software* MatLab R2012A.



Gambar 19. Grafik Histogram dari Hasil Digitalisasi Radiograf Periapikal (a) dan *X-ray Micro Computed Tomography* (b)

Dapat terlihat pada grafik histogram yang diperoleh dari digitalisasi radiograf periapikal tersebut, ROI pertama yang terletak pada bagian atap pulpa, terdapat pergeseran letak grafik pada angka densitas 80.3072 *grayscale*. Sedangkan ROI ketiga yang terletak pada bagian abrasi servikal gigi, terdapat pergeseran letak grafik pada angka densitas 52.1984 *grayscale*. Sedangkan pada grafik histogram yang diperoleh dari *X-ray Micro Computed Tomography*, ROI pertama yang terletak pada bagian atap pulpa, terdapat pergeseran letak grafik pada angka densitas 136.4480 *grayscale*. Sedangkan ROI ketiga yang terletak pada bagian

abrasi servikal gigi, terdapat pergeseran letak grafik pada angka densitas 24.0128 *grayscale*.

Hal ini dapat dikatakan bahwa ROI pada bagian yang lebih dekat terhadap penyebab pulpitis reversibel, pergeseran grafik histogram lebih mendekati ke angka 0 atau dengan kata lain lebih radiolusen dibandingkan dengan ROI yang lainnya. Terdapat perbedaan nilai *grayscale* antara hasil dari digitalisasi radiograf periapikal dan hasil dari *X-ray Micro Computed Tomography*, hal ini disebabkan tebal gigi yang ditangkap pada radiograf dan superimposisi yang terjadi pada struktur anatomi gigi. Sedangkan pada hasil *x-ray Micro Computed Tomography* memiliki hasil dari *slice* atau potongan gambar tepat pada pulpa tanpa terjadi superimposisi dengan struktur lainnya. Hal ini menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi pada hasil yang didapatkan. Meskipun memiliki perbedaan nilai *grayscale*, tetapi grafik histogramnya memiliki pola pergeseran letak grafik yang sama.

Pada variansi histogram atau lebar grafik menunjukkan homogenitas *pixel grayscale* pada ROI yang telah ditentukan. Semakin homogen tingkat *grayscale* dalam suatu ROI maka tampilan grafik akan semakin ramping, semakin bervariasi nilai *pixel* dalam suatu ROI maka tampilan grafik akan semakin lebar. Nilai tinggi puncak grafik menunjukkan tingkat nilai *grayscale* terbanyak dalam sebuah ROI.

Berikut ini adalah tabel hasil analisa histogram yang didapatkan dari digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography* pada lima buah sampel.

Tabel 2. Hasil Analisa Histogram dari Digitalisasi Radiografi Periapikal

		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Rerata tinggi	ROI 1	0.3591	0.4771	0.4226	0.3894	0.4771
	ROI 2	0.3268	0.4447	0.4154	0.3273	0.4154
	ROI 3	0.2556	0.4276	0.3763	0.3751	0.3894
	ROI 4	0.2762	0.3878	0.3866	0.3722	0.3866
Variansi	ROI 1	0.1253	0.1954	0.1243	0.1951	0.1321
	ROI 2	0.1892	0.1673	0.1321	0.1368	0.1368
	ROI 3	0.1557	0.1867	0.1376	0.1548	0.1673
	ROI 4	0.1298	0.1516	0.1255	0.1884	0.1557
Letak	ROI 1	0.3137	0.4392	0.2247	0.3222	0.4132
	ROI 2	0.2745	0.3843	0.2833	0.3451	0.3691
	ROI 3	0.2039	0.4118	0.3255	0.3676	0.3684
	ROI 4	0.2275	0.3255	0.3897	0.3755	0.3986

Nilai rerata tinggi adalah rata-rata dari nilai *pixel* terbanyak dibagi dengan jumlah distribusi *pixel* pada ROI dari grafik histogram. Nilai minimal sebesar 0.2556 pada ROI 3 di sampel 1, dan nilai maksimal sebesar 0.4771 pada ROI 1 di sampel 2 dan sampel 3.

Nilai variansi adalah homogenitas *pixel grayscale* pada ROI yang telah ditentukan. Nilai grafik yang paling sempit sebesar 0.1243 pada ROI 1 di sampel 3 dan nilai grafik yang lebar sebesar 0.1954 pada ROI 1 di sampel 2.

Tabel 3. Hasil Analisa Histogram dari *X-ray Micro Computed Tomography*

		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Rerata tinggi	ROI 1	0.6605	0.7892	0.6588	0.4771	0.6605
	ROI 2	0.4404	0.5195	0.5277	0.3273	0.5195
	ROI 3	0.2261	0.3621	0.3326	0.3763	0.2261
	ROI 4	0.2568	0.3034	0.4732	0.3722	0.3034
Variansi	ROI 1	0.2818	0.3113	0.2453	0.1253	0.2453
	ROI 2	0.2782	0.2915	0.2684	0.1673	0.2684
	ROI 3	0.3238	0.3006	0.2931	0.1376	0.3006
	ROI 4	0.3122	0.3360	0.3851	0.1884	0.1253
Letak	ROI 1	0.5313	0.7188	0.0825	0.1137	0.2551
	ROI 2	0.3750	0.4375	0.2298	0.2745	0.2245
	ROI 3	0.0938	0.2500	0.4790	0.2039	0.4522
	ROI 4	0.2500	0.3125	0.4882	0.2275	0.4422

Nilai rerata tinggi adalah rata-rata dari nilai *pixel* terbanyak dibagi dengan jumlah distribusi *pixel* pada ROI dari grafik histogram. Nilai minimal sebesar 0.2261 pada ROI 3 di sampel 1 dan sampel 5, dan nilai maksimal sebesar 0.7892 pada ROI 1 di sampel 2.

Nilai variansi adalah homogenitas *pixel grayscale* pada ROI yang telah ditentukan. Nilai grafik yang paling sempit sebesar 0.1253 pada ROI 1 di sampel 4 dan nilai grafik yang lebar sebesar 0.3851 pada ROI 4 di sampel 3.

Tabel 4. Hasil Analisa Histogram dari Digitalisasi Radiografi Periapikal Untuk Pergeseran Letak Grafik pada Satuan *grayscale*

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
ROI 1	80.3072	112.4352	57.5232	82.4832	105.7792
ROI 2	70.2720	98.3808	72.5248	88.3456	94.4896
ROI 3	52.1984	105.4208	83.3280	94.1056	94.3232
ROI 4	58.2400	83.3280	99.7632	96.1280	102.0416

Dari hasil analisa ini, tampak pergeseran letak grafik pada pulpa dengan diagnosa pulpitis reversibel baik pada digitalisasi radiografi periapikal lebih kearah kiri mendekati angka 0 atau tampak lebih radiolusen. Nilai minimal pada hasil digitalisasi radiografi periapikal 52.1984 *grayscale* dan maksimal 112.4352 *grayscale*. Nilai *grayscale* terendah berada pada ROI yang mendekati penyebab pulpitis reversibel.

Tabel 5. Hasil Analisa Histogram dari *X-ray Micro Computed Tomography* Untuk Pergeseran Letak Grafik pada Satuan *grayscale*

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
ROI 1	136.0128	184.0128	21.1200	29.1072	65.3056
ROI 2	96.0000	112.0000	58.8288	70.2720	57.4720
ROI 3	24.0128	64.0000	112.624	52.1984	115.7632
ROI 4	64.0000	80.0000	124.9792	58.2400	113.2032

Dari hasil analisa ini, tampak pergeseran letak grafik pada pulpa dengan diagnosa pulpitis reversibel pada *X-ray Micro Computed Tomography* lebih

kearah kiri mendekati angka 0 atau tampak lebih radiolusen. Nilai minimal pada hasil *X-ray Micro Computed Tomography* 21.12 *grayscale* dan maksimal 184.0128 *grayscale*. Nilai *grayscale* terendah berada pada ROI yang mendekati penyebab pulpitis reversibel.

4.2 Pembahasan Penelitian

Dugaan radiografi dari karies gigi berdasarkan fakta bahwa perjalanan karies gigi mengakibatkan penurunan kadar mineral dari email dan dentin sehingga menghasilkan penurunan atenuasi atau penyerapan dari sinar-x yang menembus gigi dan hal ini ditangkap oleh reseptor sebagai penurunan radiodensitas dan menghasilkan gambaran yang radiolusen. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan dalam mendeteksi lesi karies antara lain, parameter eksposur, tipe dari reseptor, pemrosesan gambar, kondisi penglihatan dan yang paling penting adalah pelatihan dan pengalaman seseorang dalam menilai suatu lesi pada sebuah radiograf.²³ Dalam penelitian ini, sampel gigi yang diambil telah dilakukan ekstraksi dengan diagnosa pulpitis reversibel yang dikonfirmasi oleh klinisi sesuai dengan keadaan klinis dan keluhan pasien.

Analisa nilai densitas radiograf dari histogram membantu dalam penegakkan diagnosa pulpitis reversibel. Radiodensitas mengacu kepada kemampuan dan ketidakmampuan sinar-x untuk menembus atau melewati bahan atau material tertentu. Radiolusensi terjadi karena bahan atau material yang menghambat radiasi dari sinar-x tidak padat, sedangkan radiopaksitas terjadi karena bahan atau material yang dilewati oleh sinar-x adalah padat. Semakin hitam atau radiolusen

gambaran sebuah radiograf, maka bahan atau material yang dilewati oleh sinar-x semakin tidak padat atau cair, mendekati radiodensitas dari air yaitu 0.

Sinar-x yang keluar dari tabung sinar-x memasuki bagian tubuh pasien. dalam hal ini area wajah, akan berinteraksi dengan jaringan keras dan jaringan lunak. lalu akan ditangkap oleh reseptor. Foton sinar-x yang dikeluarkan dari tabung sinar mengandung energi dengan intensitas yang sama. Pada saat melewati jaringan keras dan jaringan lunak, foton sinar-x akan terserap dan menembus jaringan. Dalam interaksi penyerapan, foton sinar-x akan mengionisasi atom-atom dari material jaringan dan intensitasnya akan berkurang.¹²

Dentin pada bagian koronal dilindungi oleh email, sedangkan dentin pada akar gigi dilindungi oleh sementum. Email berasal dari sel ektodermal, dentin dan pulpa terbentuk dari *dental papilla* yang berasal dari sel mesenkim. Hubungan dari dua jaringan ini dimulai dari tahap perkembangan pada masa prenatal dan dikenal sebagai *dentine-pulp complex*. Proses karies membutuhkan waktu yang cukup lama, perjalanan lesi dapat memakan waktu bulanan bahkan tahunan. Sebuah penelitian menyebutkan waktu rata-rata yang dibutuhkan dari tahap awal lesi karies sampai dengan secara klinis terlihat sebuah karies pada gigi anak membutuhkan waktu \pm 18 bulan. Akibatnya akan terjadi respon kronis dan inflamasi ringan pada pulpa gigi. Infiltrasi sel inflamasi pertama kali adalah limfosit, sel plasma dan makrofag. Selain itu komponen sel imun juga memberikan respon sebagai substansi antigen. Terdapat juga reaksi proliferasi pembuluh darah dan fibroblast serta deposisi serat-serat kolagen. Reaksi ini dianggap sebagai *inflammatory-reparative process*.²⁵

Dentin dan pulpa merupakan kesatuan unit fungsional, jika dentin terinfeksi oleh faktor patologis, contohnya karies dan trauma, maka kedua jaringan ini menjadi rentan terinfeksi, tetapi keduanya pun memiliki reaksi untuk melakukan mekanisme perbaikan. Tidak semua kerusakan ringan pada gigi menyebabkan dampak yang permanen pada pulpa gigi, apabila penyebab dihilangkan maka akan terjadi perbaikan pada jaringan pulpa. Hal ini yang terjadi pada pulpitis reversibel.^{1,24}

Pada penelitian ini didapatkan sampel dengan diagnosa pulpitis reversibel dengan penyebab yang berbeda. Pada sampel 1 dan 2, pulpitis reversibel disebabkan oleh trauma mekanis berupa abrasi pada daerah servikal gigi. Sedangkan pada sampel 3, 4 dan 5 disebabkan oleh karies pada bagian oklusal, kedalaman dari karies pada ketiga sampel ini berbeda.

Pada sampel 1 dan 2, didapatkan ROI dengan pergeseran letak grafik yang paling mendekati 0 yaitu pada ROI 3 pada sampel 1 dengan nilai 52.1984 *grayscale* dan ROI 4 pada sampel 2 dengan nilai 83.3280 *grayscale* pada hasil analisa digitalisasi radiografi periapikal dan pada ROI 3 pada sampel 1 dengan nilai 24.0128 *grayscale* dan ROI 3 pada sampel 2 dengan nilai 64.0000 *grayscale* pada hasil analisa *X-ray Micro computed Tomography*. Letak dari ROI ini pada daerah pulpa bagian servikal dimana terdapat abrasi pada servikal gigi. Penurunan densitas dan nilai histogram pada sampel ini dapat disebabkan oleh karena telah terjadinya demineralisasi pada daerah servikal dan respon ringan terhadap inflamasi.

Demineralisasi pada daerah servikal pada sampel ini terjadi hilangnya mineral-mineral pembentuk gigi akibat trauma mekanis yang terjadi secara berulang dalam waktu yang lama berupa abrasi servikal gigi. Secara klinis terlihat cekungan yang terjadi pada daerah servikal, hilangnya email pada daerah *cement-enamel junction* dan terjadi penipisan pada lapisan dentin. Tergantung dari lamanya trauma mekanis ini terjadi, semakin lama maka semakin dalam cekungan pada daerah servikal ini akan terjadi. Hal ini terlihat pada radiograf sebagai gambaran radiolusen pada daerah servikal, karena daerah demineralisasi tidak menyerap foton sinar x sebanyak daerah yang tidak terjadi demineralisasi. Semakin tipis ketebalan jaringan, maka semakin radiolusen gambaran yang akan didapat dan semakin kecil angka *pixel* yang akan diterjemahkan.

Pada sampel 3, 4, dan 5, didapatkan ROI dengan pergeseran letak grafik yang paling mendekati 0 yaitu pada ROI 1 pada sampel 3 dan 4 dengan nilai 57.5232 *grayscale* dan 82.4832 *grayscale* serta ROI 2 pada sampel 5 dengan nilai 94.4896 *grayscale* pada hasil analisa digitalisasi radiografi periapikal dan pada ROI 1 pada sampel 3 dan 4 dengan nilai 21.1200 *grayscale* dan 29.1072 *grayscale* serta ROI 2 pada sampel 5 dengan nilai 57.4720 *grayscale* pada hasil analisa *X-ray Micro Computed Tomography*. Letak dari ROI ini pada daerah pulpa bagian koronal yang mendekati dari posisi karies.

Dentin dan pulpa merupakan kesatuan unit fungsional, apabila dentin terinfeksi maka pulpapun akan rentan terhadap infeksi. Respon pulpa saat terjadi infeksi adalah terjadinya proliferasi pembuluh darah dan penambahan aliran darah ke daerah terjadinya infeksi, disertai dengan infiltrasi sel-sel inflamasi. Dengan

bertambahnya kadar cairan pulpa pada daerah dekat infeksi, akan ditangkap oleh reseptor berupa gambaran yang lebih radiolusen dibandingkan dengan daerah yang menjauhi letak infeksi dikarenakan rendahnya penyerapan foton sinar-x pada daerah yang tidak padat. Hal ini terlihat pada penelitian ini, letak ROI pada pulpa yang mendekati sumber infeksi memiliki nilai *grayscale* yang lebih rendah dibandingkan dengan ROI yang menjauhi letak infeksi.

Pada penelitian ini, didapatkan nilai minimal pada hasil analisa digitalisasi radiograf periapikal 52.1984 *grayscale* dan maksimal 112.4352 *grayscale*. Nilai minimal pada hasil analisa *X-ray Micro Computed Tomography* 21.1200 *grayscale* dan maksimal 184.0128 *grayscale*. Nilai *grayscale* terendah berada pada ROI yang mendekati penyebab pulpitis reversibel. Dapat dilihat pada penelitian ini bahwa rentang nilai 52 *grayscale* sampai dengan nilai 112 *grayscale* pada hasil analisa digitalisasi radiografi periapikal dan nilai 21 *grayscale* sampai dengan nilai 184 *grayscale* yang didapat dari hasil analisa *X-ray Micro Computed Tomography* pada sampel ini, merupakan rentang nilai pulpitis reversibel pada gigi premolar. Apabila nilai dibawah nilai tersebut dapat dikategorikan nilai untuk pulpitis *irreversible* dan apabila nilai diatas nilai tersebut adalah nilai untuk pulpa normal.

Nilai variansi adalah distribusi nilai *pixel* dalam *region of interest*. Semakin homogen nilai *pixel*, maka akan semakin sempit variansi dari nilai yang didapatkan, dan hal ini dapat terlihat pada grafik histogram yang sempit dibandingkan pada grafik histogram pada *region of interest* dengan nilai yang heterogen. Nilai ini merupakan terjemahan kuantitasi dari densitas pada sebuah

ROI. Pada ROI yang mendekati penyebab infeksi, didapatkan ROI dengan nilai yang lebih homogen dibandingkan dengan ROI yang menjauhi penyebab infeksi.

Hal ini dapat dihubungkan dengan terjadinya proliferasi pembuluh darah dan penambahan cairan pada pulpa yang mendekati penyebab infeksi dengan semakin homogenya ROI yang diletakkan pada daerah tersebut. Semakin banyak penambahan cairan pada pulpa, maka akan semakin rendahnya penyerapan foton sinar-x pada daerah tersebut, sehingga tampak semakin radiolusen. Semakin radiolusen maka akan diterjemahkan dengan nilai *pixel* yang semakin kecil.

Nilai puncak grafik adalah jumlah distribusi nilai *pixel* terbanyak pada luas ROI tersebut. Semakin banyak nilai *pixel* yang sama, maka akan semakin tinggi puncak dari grafik histogram yang didapatkan.

Variabel pengganggu yang mungkin terjadi pada penelitian ini adalah superimposisi pulpa dengan struktur dentin. Hal ini sangat mungkin terjadi pada hasil digitalisasi radiografi periapikal. Penempatan ROI yang berbentuk kotak sangat memungkinkan terletak sedikit keluar daerah pulpa yang sebenarnya, karena tersamarnya garis batas pulpa dengan struktur dentin yang mengelilinginya. Selain itu, ketebalan struktur dentin yang superimposisi dengan rongga pulpa juga memberikan nilai variansi yang berbeda, dikarenakan dengan semakin tebal dan semakin padatnya suatu jaringan, maka akan semakin tinggi penyerapan foton sinar-x yang akan terjadi. Hal ini akan diterjemahkan dalam nilai *pixel* yang lebih besar.

Variabel pengganggu yang mungkin terjadi lainnya adalah intensitas cahaya pada *scanner* yang digunakan. Semakin terang intensitas cahaya pada *scanner*, maka akan memberikan gambaran yang lebih radiopak daripada gambaran yang seharusnya. Semakin radiopak suatu gambaran maka akan diterjemahkan dengan nilai *pixel* yang lebih besar. Hal ini dapat dikontrol dengan melakukan pengaturan pada tombol intensitas cahaya yang ada pada alat *scanner* tersebut.

Perbedaan nilai yang terjadi pada hasil analisa digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography* dapat disebabkan karena pada rongga pulpa hasil *scanning X-ray Micro Computed Tomography* yang berupa *slice* atau potongan dengan ketebalan 2-100 μm tanpa terjadi superimposisi dengan struktur dentin dan dapat dianggap mewakili keadaan pulpa pada ROI tersebut.

Kondisi ini dapat disimpulkan bahwa pada pulpitis reversibel sudah terjadi perubahan pada pulpa berupa respon ringan terhadap inflamasi, yang ditandai oleh vasodilatasi pembuluh darah dan penambahan aliran darah kearah pulpa serta migrasi sel-sel inflamasi kearah lokasi penyebab pulpitis. Dengan bertambahnya cairan pada pulpa, maka terjadi penurunan penyerapan sinar-x sehingga terjadi penurunan radiodensitas dan akan menghasilkan gambaran yang radiolusen. Diduga proses inilah yang menyebabkan perubahan densitas dan nilai histogram pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai diagnosa pada pulpitis reversibel yang didapat dari hasil analisa histogram dari digitalisasi radiografi periapikal dan *X-ray Micro Computed Tomography*. Pada penelitian ini, telah

didapatkan rentang nilai pulpitis reversibel pada gigi premolar yang dapat digunakan untuk membantu penegakkan diagnosis kearah yang lebih objektif. Kekurangan pada penelitian ini adalah jumlah sampel yang sedikit yaitu sebanyak 5 buah pulpa dari gigi premolar dengan diagnosa pulpitis *reversibel*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil analisa histogram pada pulpa gigi dengan diagnosa pulpitis reversibel yang dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa

- 1) Deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram digitalisasi radiografi periapikal menunjukkan tampak lebih radiolusen.
- 2) Deskripsi pulpitis reversibel dari hasil histogram *X-ray Micro Computed Tomography* menunjukkan tampak lebih radiolusen.

5.2 Saran

- 1) Dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih banyak dan variasi jenis gigi, sehingga akan didapatkan nilai diagnosis pulpa untuk setiap jenis gigi yang berbeda.
- 2) Penambahan kriteria pada sampel seperti jenis kelamin dan usia agar mendapatkan akurasi hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Walton, RE, Torabinejad, M. 2002. *Principles and Practice of Endodontics*. 3rd Ed. WB.Saunders Co.
2. Iqbal M, Kim S, Yoon F, 2007. *An Investigation into Differential Diagnosis of Pulp and Periapical Pain*. *Journal of Endodontics*, 33:5448-551
3. Cilmiaty AR. 2009. *Immunopatobiogenesis Granuloma Periapikal pada Gigi Karies*.
4. Parrisis N, et al. 2005. *Conventional Radiographs vs Digitized Radiographs: Images Quality Assessment*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 34:353-356
5. Attaelmanan A, Borg E, Grondahl HG. 2000. *Digitization and display of intra-oral film*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 29:97-102
6. Economopoulos TL, Asvestas PA, et al. 2010. *Contrast Correction Method for Dental Images Based on Histogram Registration*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 39:300-313
7. Park YS, Bae KH, Chang J, Shon WJ. 2011. *Theory of X-ray micro computed tomography in dental research: application for the caries research*. *JKACTD*. 36:99-107
8. Anderson P, Elliott JC, Bose U, Jones SJ. 1996. *A comparison of the mineral content of enamel and dentine in human premolars and enamel pearls measured by X-ray micro tomography*. *Arch Oral Biol*. 41:281-290

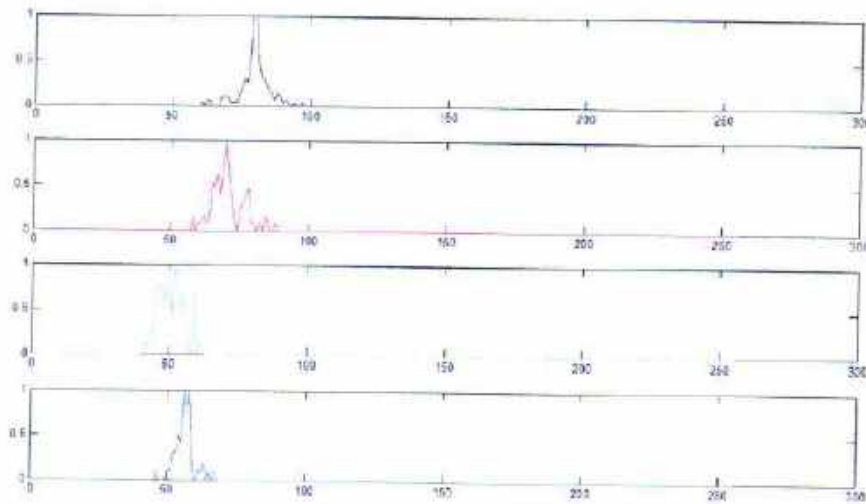
9. Rhodes JS, Ford TRP, Lynch JA, Curtis RV (2000). *A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using micro computed tomography*. Int Endod J. 33:279-285.
10. Grossman L. 1995. *Ilmu Endodontik Dalam Praktek*. Ed 11. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
11. Abbot PV, Yu C. 2007. *A Clinical Clasification of the Status of the Pulp and Root Canal System*. Australian Dental Journal Supplement. 52:17-31
12. Whaites E. 2007. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*. 4th. Elsevier
13. White SC, Pharoah, MJ. 2009. *Oral Radiology:principles and interpretation*. 6th. Mosby
14. Pasler FA, Visser H. 2007. *Pocket Atlas of Dental Radiology*. Thieme
15. Wong FS, Elliott JC, Davis GR, Anderson P (2000). *X-ray micro tomographic study of mineral distribution in enamel of mandibular rat incisors*. J Anat 196(Pt 3):405-413.
16. Dowker SEP, Davis GR, Elliott JC (1997). *X-ray micro tomography - Nondestructive threedimensional imaging for in vitro endodontic studies*. Oral Surg Oral Med. 83(4):510-516.
17. Van Geet M (1997). *X-Ray Microfocus Computer Tomography*. Katholieke Universiteit Leuven.
18. Marvin CH, Prijono A. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Bandung. Penerbit Informatika

19. Carneiro LS, Nunes CA, Silva MA, Leles CR, Mendoca EF. 2009. *In Vivo Study of Pixel Grey Measurement in Digital Subtraction Radiography for Monitoring Caries Remineralization*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 38:73-78
20. Alpoz E, Sogus E, Baks BG. 2007. *Perceptibility Curve Test for Digital Radiographs Before and After Application of Various Image Processing Algorithms*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 36:490-494
21. Tyndall, DA, Rathore S. 2008. *Cone Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontics Applications*. *Dental Clinics of North America*, 52: 825-841
22. Wenzel, A. 1998. *Digital radiography and caries diagnosis*. *Dentomaxillofacial Radiology*. 27:3-11
23. Dove, SB. 2001. *Radiographic Diagnosis of Dental Caries*. *Journal of Dental Education*. 65 (10):985-990
24. Nica LMD, Raica M. 2004. *Normal and Inflammatory Human Dental Pulp: A Morphohistochemical Approach*. *TMJ*. 54 (1):70-73
25. Kim S, Trowbridge HO. *Pulpal Reaction to Caries and Dental Procedures*. Dalam buku *Pathways of The Pulp*. Editor Stephen Cohen. Ed-6

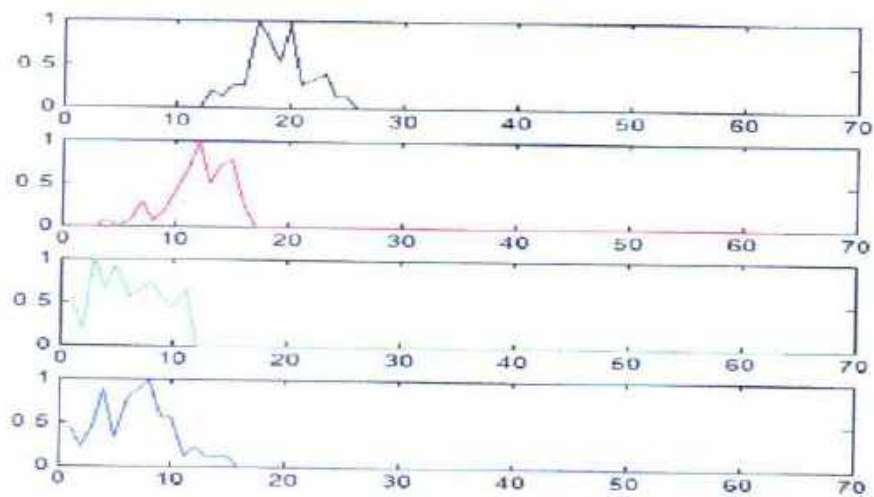
DAFTAR LAMPIRAN

Sampel 1

Hasil analisa histogram digitalisasi radiografi periapikal

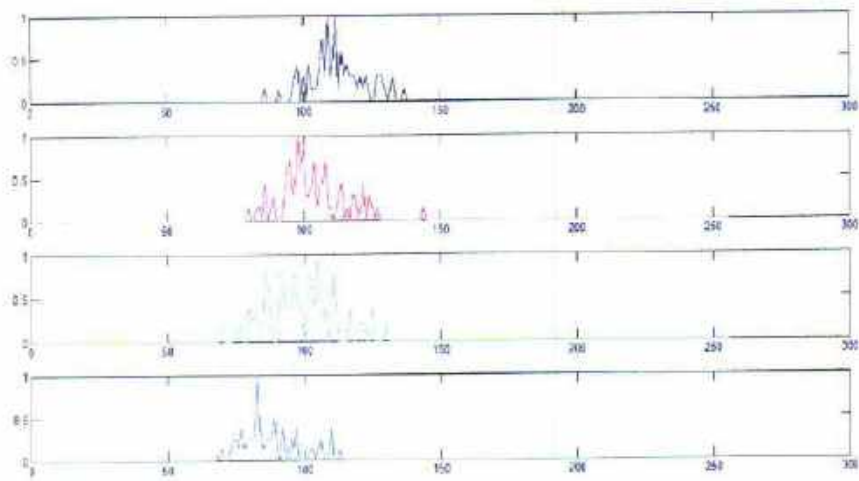
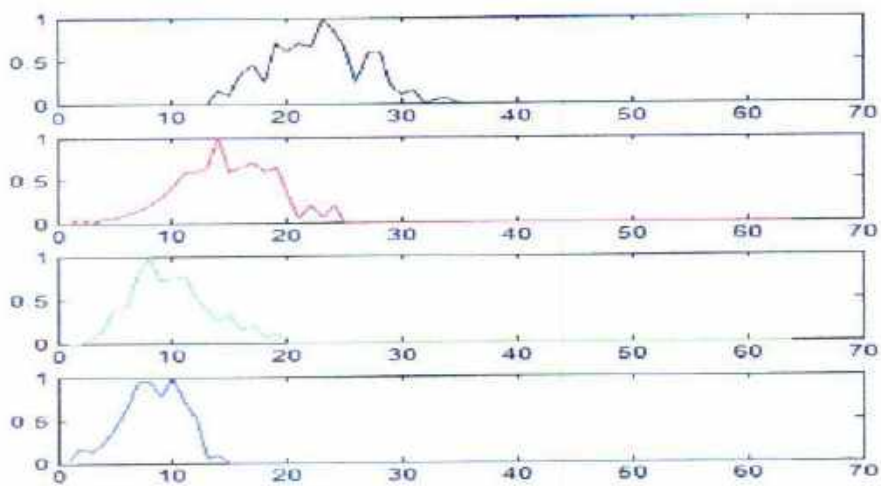


Hasil analisa histogram *X-ray Micro Computed Tomography*



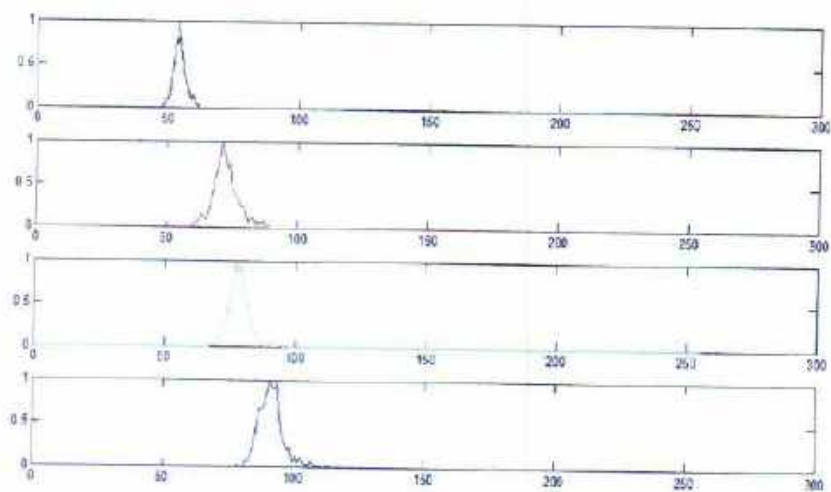
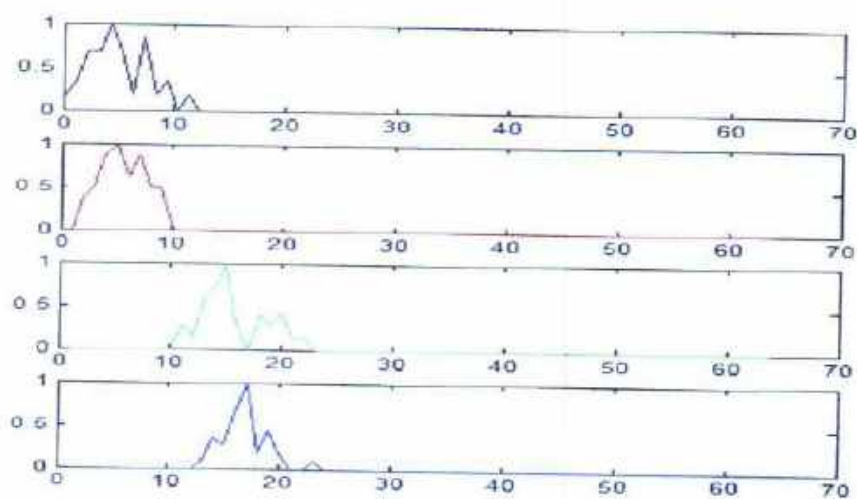
Sampel 2

Hasil analisa histogram digitalisasi radiografi periapikal

Hasil analisa histogram *X-ray Micro Computed Tomography*

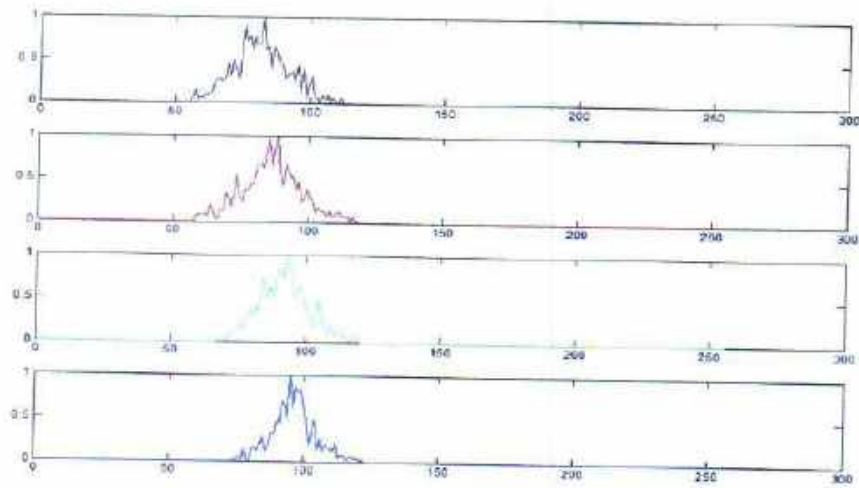
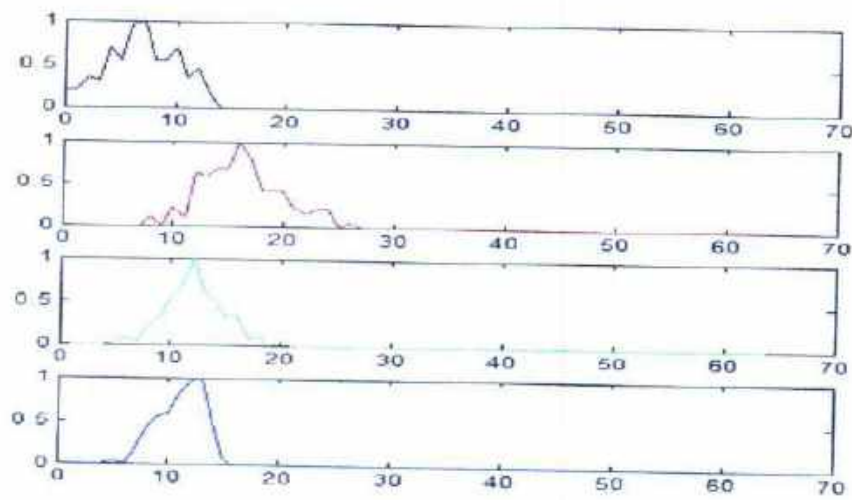
Sampel 3

Hasil analisa histogram digitalisasi radiografi periapikal

Hasil analisa histogram *X-ray Micro Computed Tomography*

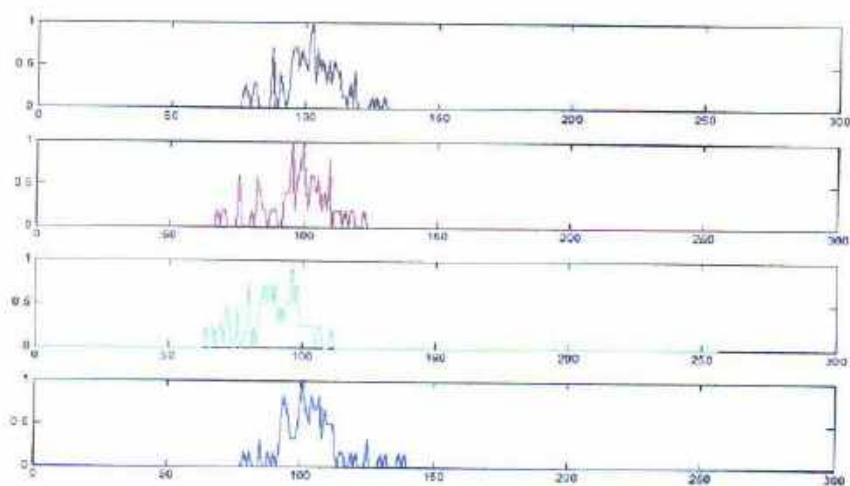
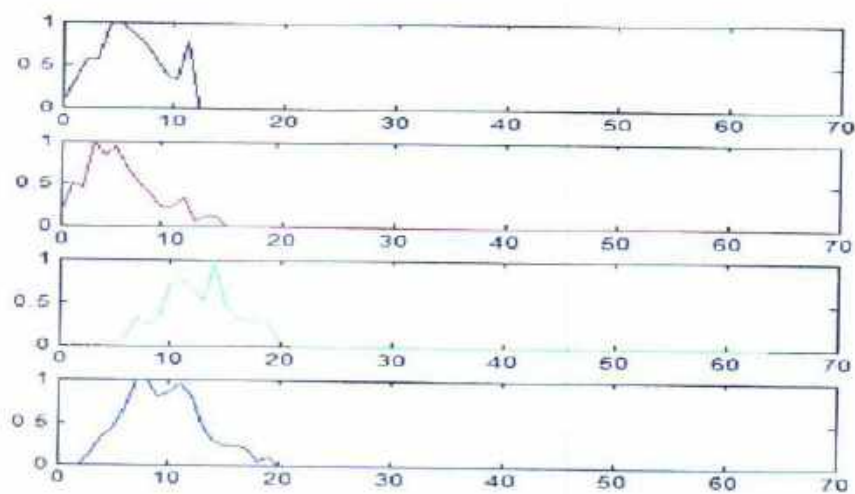
Sampel 4

Hasil analisa histogram digitalisasi radiografi periapikal

Hasil analisa histogram *X-ray Micro Computed Tomography*

Sampel 5

Hasil analisa histogram digitalisasi radiografi periapikal

Hasil analisa histogram *X-ray Micro Computed Tomography*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Identitas Diri

Nama : drg. Muhammad Novo Perwira Lubis
Tempat/tanggal lahir : Bogor, 23 November 1979
Alamat : Tirta Mas Residence Blok E/8, Taman Cimanggu, Bogor
Agama : Islam
Pekerjaan : Dokter Gigi
Staff Pengajar Bidang Ilmu Radiologi Kedokteran Gigi,
Universitas Trisakti, Jakarta

Riwayat Pendidikan

Perguruan Tinggi : Program Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi,
Universitas Padjadjaran
(tahun 2011-sekarang)

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti,
(tahun 2000-2008)

D3 Rehabilitasi Medik Fakultas Kedokteran
Universitas Indonesia
(tahun 1998-2000, tidak dilanjutkan)

Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 4, Bogor
(tahun 1995-1998)

Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 4, Bogor
(tahun 1992-1995)

Sekolah Dasar : SD Angkasa I, Semplak, Bogor
(tahun 1992)
SD Negeri M. Toha III, Bandung
(tahun 1989-1992)
SD Negeri Klegen III, Madiun
(tahun 1986-1989)