



**PENGARUH PERBEDAAN TEGANGAN ALAT RADIOGRAFI GIGI
TERHADAP KUALITAS DENSITAS GAMBAR
RADIOGRAFI PERIAPIKAL**

SKRIPSI

Oleh:

**Krisna Perdana Putra
NIM 071610101009**

**BAGIAN RADIOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PENGARUH PERBEDAAN TEGANGAN ALAT RADIOGRAFI GIGI
TERHADAP KUALITAS DENSITAS GAMBAR RADIOGRAFI
PERIAPIKAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
dan mencapai gelar sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Krisna Perdana Putra

NIM 071610101009

**BAGIAN RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2012

PERSEMBAHAN

Dedicated to

ALLAH SWT

For all my life, power, and inspiration

MY FATHER

For leading me into intellectual pursuits

MY MOTHER

For the uncompromising principles that guided my life

MY FAMILY

For all support and proud of me

MY TEACHERS

For all everything ourselves teaching

MY FRIENDS

For make my world life worthwhile

MY DENTISTRY FACULTY OF JEMBER UNIVERSITY

MOTTO

”Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”
(QS. Ar-Ra’d:11)¹

”Tidak pernah ada jalan pintas untuk mencapai kesuksesan, bahkan untuk bermimpi menjadi suksespun kita harus tidur terlebih dahulu”
(Bambang Pamungkas)²

”Keep your faith strong!!!”
(Krisna Perdana Putra)³

¹ Departemen Agama republik Indonesia. 1999. Al-Qur’an dan Terjemaahannya. Semarang: CV. Asy-Shyfa’

² Pamungkas, Bambang. 2011. *Ketika Jemarimu Menari*. Jakarta.

³ Penulis

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Krisna Perdana Putra

NIM : 071610101009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "*Pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Januari 2012

Yang menyatakan,

Krisna Perdana Putra

NIM.071610101009

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN TEGANGAN ALAT RADIOGRAFI
GIGI TERHADAP KUALITAS DENSITAS GAMBAR
RADIOGRAFI PERIAPIKAL**

Oleh

Krisna Perdana Putra

NIM 071610101009

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Kiswaluyo, M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : drg. Sulistiyani, M.Kes.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada:

Hari : Jum’at

Tanggal : 20 Januari 2012

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

drg. Kiswaluyo, M.Kes.

NIP 196708211996011001

Anggota I,

Anggota II,

drg. Sulistiyani, M.Kes.

NIP 196601311996012001

drg. H. Sonny Subiyantoro, M.Kes.

NIP 195703131984031001

Mengesahkan

Dekan,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.

NIP 195909061985032001

RINGKASAN

Pengaruh Perbedaan Tegangan Alat Radiografi Gigi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal (Penelitian Eksperimental Laboratorium); Krisna Perdana Putra, 071610101009; 2011; 52 halaman; Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Pemeriksaan radiografi berperan penting dalam menentukan diagnosa, rencana dan evaluasi perawatan. Pengambilan film radiografi dengan kualitas gambar yang baik harus memenuhi salah satu faktor yaitu densitas. Densitas adalah nilai derajat kehitaman film yang ditentukan oleh banyaknya sinar-X yang dapat mencapai film setelah melalui jaringan tubuh dan berinteraksi dengan komponen bahan film radiografi. Sinar-X yang keluar dari alat radiografi gigi memiliki efek biologi. Radiasi dari sinar-X dapat menyebabkan perubahan biologi, mengganggu kesehatan sel dan jaringan. Pemberian tegangan yang tepat dinilai bisa mengurangi paparan radiasi sinar-X di dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.

Penelitian eksperimental klinis pada mahasiswa dan pasien RSGM FKG UNEJ ini menggunakan 8 orang dengan kriteria obyek gigi yang dipapar sama (regio posterior bawah gigi molar satu permanen). Perlakuan pemberian tegangan sebesar 60 kVp, 65 kVp dan 70 kVp, *output* tegangan terkendali dipilih berdasarkan alat yang ada di instalasi radiologi RSGM UNEJ. Pengambilan foto radiografi periapikal menggunakan tehnik kesejajaran. Pengembangan film menggunakan larutan dan suhu pengembang sama dengan konsentrasi larutan 40%. Pengembangan film dilakukan dengan metode visual untuk mempermudah penelitian. Pembacaan data untuk mendapat angka densitas film radiografi dengan alat densitometer. Hasil pembacaan data selanjutnya dianalisis menggunakan uji statistik parametrik *anova* dan LSD test.

Hasil penelitian menunjukkan kelompok perlakuan 60 kVp densitas berada pada nilai -0,2. Densitas gambar yang dihasilkan terang, tidak bisa dibaca. Kelompok perlakuan 65 kVp densitas berada pada nilai 0,2. Densitas gambar yang dihasilkan sedang, bisa dibaca. Kelompok perlakuan 70 kVp densitas berada pada nilai 2,11. densitas gambar yang dihasilkan gelap, tidak bisa dibaca. Tegangan 65 kVp merupakan nilai ideal dalam penelitian ini dikarenakan dosis paparan yang kecil dan memenuhi nilai densitas gambar yang baik. Tegangan 65 kVp dalam penelitian ini cocok untuk digunakan dalam pengambilan foto radiografi gigi karena dapat meminimalkan dosis paparan radiasi yang diserap oleh tubuh tanpa mempengaruhi kualitas gambar radiografi sehingga gambaran radiografi dapat dibaca atau diinterpretasikan dengan mudah.

Kata kunci : Tegangan alat radiografi gigi, Densitas, Nilai densitas.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Perbedaan Tegangan Alat Radiografi Gigi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal (Penelitian Eksperimental Laboratorium)”** dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan program Strata Satu (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- 1) drg. Hj Herniyati, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
- 2) drg. Kiswaluyo, M.Kes, selaku DPU dan drg. Sulistyani, M.Kes, selaku DPA yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan waktu dari awal hingga terselesainya penulisan skripsi ini;
- 3) drg. H. Sonny S, M.Kes, selaku sekretaris penguji atas bimbingan, saran, waktu dan petunjuknya dalam penyusunan skripsi ini;
- 4) drg. Supriyadi, M.Kes, selaku kabag bidang radiologi FKG UNEJ
- 5) Bapak Slamet Riyadi, Ibu Farida Lisnawati dan adek Mia Rhosita S;
- 6) *Boarding house friends a.k.a The Last Wolf*; Angga, Yano, Pinton;
- 7) *ZeroSeven friends*; Reza, Ardi, G-mbez, Tile, Yopi, T-gar, Yudha, Suher;
- 8) Teman-teman yang sudah membantu kegiatan penelitian; J-lo 04, Cece 07, Fitri 07, Arif 07, Adi 09 *and all*;
- 9) Mas Teguh, Mas Nanang dan Bpk Zen selaku staf instalasi radiologi RSGM Unej dan Bpk.Ulul F selaku pimpinan bidang penelitian BPFK Surabaya;
- 10) *I have something missing*;
- 11) Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga amal baik, ketulusan dalam membantu yang telah diberikan pada penulis mendapat balasan dari Allah S.W.T. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk membantu melengkapi dan menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, 20 Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Sinar X | 6 |
| 2.2 Radiasi Sinar X | 7 |
| 2.3 Radiografi Kedokteran Gigi | 9 |
| 2.3.1 Tegangan Radiografi | 10 |
| 2.3.2 Radiografi Periapikal | 13 |
| 2.3.3 Film Radiografi..... | 15 |
| 2.3.4 Prossesing Film | 18 |
| 2.3.5 Densitas Gambar Radiografi | 20 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----------|
| 2.3.6 | Densitometer | 21 |
| 2.4 | Kerangka Konseptual | 22 |
| 2.5 | Hipotesis | 22 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | | |
| 3.1 | Jenis Penelitian | 23 |
| 3.2 | Rancangan Penelitian | 23 |
| 3.3 | Waktu dan Tempat Penelitian | 23 |
| 3.3.1 | Waktu Penelitian..... | 23 |
| 3.3.2 | Tempat Penelitian | 23 |
| 3.4 | Identifikasi Variabel Penelitian | 23 |
| 3.4.1 | Variabel bebas | 23 |
| 3.4.2 | Variabel Terikat | 23 |
| 3.4.3 | Variabel Terkendali | 23 |
| 3.5 | Definisi Operasional Penelitian | 24 |
| 3.6 | Populasi dan Sampel Penelitian | 24 |
| 3.6.1 | Populasi | 24 |
| 3.6.2 | Sampel | 24 |
| 3.6.3 | Tehnik Pengambilan Sampel | 25 |
| 3.6.4 | Besar Sampel | 25 |
| 3.7 | Alat dan Bahan | 26 |
| 3.7.1 | Alat Penelitian | 26 |
| 3.7.2 | Bahan Penelitian..... | 26 |
| 3.8 | Prosedur Penelitian | 26 |
| 3.8.1 | Persiapan Sampel Penelitian | 26 |
| 3.8.2 | Persiapan Parameter Penelitian | 27 |
| 3.8.3 | Prossesing Film | 27 |
| 3.8.4 | Pengukuran Densitometer | 28 |
| 3.9 | Analisa Data | 28 |
| 3.10 | Alur Penelitian | 30 |

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian31
4.2 Analisa Data32
4.3 Pembahasan35

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan40
5.2 Saran40

DAFTAR BACAAN.....41

LAMPIRAN44

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Indikator Pengukuran Densitas Gambar Radiografi | 28 |
| 4.1 Distribusi Nilai Densitas Gambar Radiografi..... | 31 |
| 4.2 Hasil Uji Normalitas Kelompok Perlakuan..... | 32 |
| 4.3 Hasil Uji Homogenitas Kelompok Perlakuan..... | 33 |
| 4.4 Hasil Uji Anova Kelompok Perlakuan..... | 33 |
| 4.5 Hasil Uji LSD Kelompok Perlakuan..... | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Proses Terjadinya Sinar-X dalam Tabung Generator Sinar-X..... | 11 |
| 2.2 Penempatan Film Radiografi Periapikal Tehnik Kesejajar..... | 14 |
| 2.3 Komponen Film Radiografi..... | 15 |
| 2.4 Ketebalan Struktur Bahan Penyusun Film Radiografi..... | 15 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Surat Persetujuan (<i>Informed consent</i>)..... | 44 |
| B. Data Penelitian | 45 |
| C. Analisa Data | 46 |
| D. Foto Alat Penelitian | 49 |
| E. Foto Bahan Penelitian | 50 |
| F. Kegiatan Penelitian | 51 |
| G.Surat Keterangan Penelitian | 52 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiografi merupakan gambaran bayangan nyata yang dihasilkan saat sinar-X melewati sebuah objek dengan berbagai opasitas. Sinar mengenai film fotografi pada sisi yang berlawanan. Sinar-X melewati struktur padat seperti enamel gigi, tulang secara radiografis akan tampak sebagai gambaran bayangan putih karena berkas cahaya dari sinar-X banyak diserap saat melewati material tersebut. Struktur yang tidak padat seperti kavitas, membran, dan otot, akan memberikan gambaran berupa bayangan gelap karena struktur tersebut sedikit merintangi datangnya sinar-X. Absorpsi sinar-X yang berbeda oleh material pembentuk gigi yang berbeda juga akan memberikan bayangan radiografis yang berbeda (Johnson, 1998).

Radiografi kedokteran gigi merupakan perangkat yang sering digunakan dalam perawatan kedokteran gigi. Pemeriksaan radiografi berperan penting dalam menentukan diagnosa, prognosa dan memantau beberapa hasil perawatan yang dilakukan. Pemeriksaan radiografi merupakan salah satu pemeriksaan identifikasi struktur anatomi tubuh, karena pemeriksaan radiografi dapat memberikan gambaran dari struktur anatomis secara visual (Dewi, 2009). Radiografi dapat menjadi dasar rencana perawatan dan mengevaluasi perawatan yang telah dilakukan. Radiografi dapat digunakan untuk memeriksa struktur yang tidak terlihat pada pemeriksaan klinis. Kegunaan foto radiografi gigi yaitu untuk mendeteksi lesi, lokasi lesi atau benda asing yang terdapat pada rongga mulut, untuk membuktikan suatu diagnosa penyakit serta menyediakan informasi yang menunjang prosedur perawatan, dan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan perkembangan gigi, adanya karies, penyakit periodontal dan trauma pada gigi geligi (Haring, 2000).

Pemeriksaan intra oral periapikal radiografi digunakan untuk memperoleh suatu gambaran daerah apikal akar gigi dan stuktur sekitarnya. Suatu rangkaian

pemotretan periapikal pada rongga mulut dapat memberikan banyak keterangan yang berharga tentang gigi dan struktur yang mengelilinginya (Margono, 1998). Prosedur penggunaan radiografi kedokteran gigi harus dikelola dengan hati-hati, karena radiasi sinar-X berpotensi mengganggu kesehatan sel dan jaringan. Pengelolaan yang hati-hati dalam penggunaan sinar-X ini dilakukan dengan cara proteksi radiasi terhadap pasien, operator, dokter gigi dan masyarakat di lingkungan sekitar (Arpansa, 2005).

Pemakaian energi listrik sudah sangat luas, manusia sulit melepaskan diri dari kebutuhan energi listrik. *Dental X-ray unit* merupakan suatu alat yang memanfaatkan perubahan energi listrik menjadi sinar-X dan panas. Faktor penting terjadinya sinar-X didalam tabung generator pembangkit sinar-X adalah pemberian tegangan. Tegangan listrik (*voltage*) adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tegangan merupakan suatu tenaga yang mendorong dan menggerakkan elektron agar bisa mengalir dalam sebuah rangkaian listrik (Akhadi, 2000).

Tegangan anoda dan katoda dari tabung pesawat sinar-X untuk pemeriksaan gigi biasanya dinyatakan dalam kilovolt puncak (kVp) untuk tabung yang dapat menyearahkan arus bolak balik menjadi arus searah. Tegangan puncak yang dipakai dalam pesawat sinar-X untuk pemeriksaan gigi berkisar antara 45-100 kVp sudah diatur permanen. Tegangan listrik secara langsung menentukan kualitas atau daya tembus berkas sinar-X serta menentukan kontras gambar, dosis kulit, dosis integral pasien, hamburan balik dan waktu penyinaran film, semakin tinggi tegangan daya tembus berkas sinar-X semakin kuat dan tegangan mempengaruhi radiasi. Radiasi dibidang kedokteran gigi adalah radiasi ionisasi. Jumlah radiasi pada radiologi kedokteran gigi tergantung pada sensitifitas film, tegangan, *collimator*, *source-film distance (SFD)* dan penggunaan *screen* (Lukman, 1995).

Sinar-X dapat menyebar dan menyerap ke suatu bahan tertentu. Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film setelah diproses secara kimiawi. Sinar-X mempunyai daya pendar flour yaitu menyebabkan bahan-bahan tertentu seperti kalsium fungstat atau zink sulfit memendarkan cahaya (*luminesensi*). Sinar-X

mempunyai efek biologi, apabila terpapar pada tubuh akan menimbulkan perubahan biologi pada jaringan. Efek biologi ini dapat dipergunakan pada pengobatan radioterapi, akan tetapi apabila dosis pemberian sinar-X terlalu besar maka akan berpengaruh negatif pada tubuh. Pengaruh radiasi pada organ tubuh manusia bergantung pada jumlah dosis dan luas lapangan radiasi yang diterima. Efek biologi yang sering terjadi apabila tubuh terlalu banyak menerima radiasi adalah terjadi kerusakan kulit (*skin damage*), kerusakan hemoopoetik, induksi keganasan (*induction of malignancy*), karsinoma kulit, sarkoma, aberasi genetik (*genetic aberrations*), mutasi gen langsung dan perubahan kromosom (Margono, 1998). Radiasi yang digunakan untuk tujuan apapun dan sekecil apapun pasti mengandung potensi bahaya bagi manusia, maka ketentuan keselamatan radiasi perlu diperhatikan. Keselamatan radiasi adalah upaya yang dilakukan untuk menciptakan kondisi agar dosis radiasi pengion yang mengenai manusia dan lingkungan hidup tidak melampaui nilai batas yang ditentukan. (BATAN, 2002).

Film radiografi memiliki karakteristik fisik dan karakteristik fotografik. Karakteristik fotografik film radiografi (*Visual Characteristic Image Of Radiography*) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, kontras, densitas, dan detail atau ketajaman. Densitas adalah derajat kehitaman pada bagian film radiografi yang secara kualitas ditunjukkan dengan banyaknya jumlah logam perak yang diendapkan dalam emulsi film sebagai hasil dari penyinaran radiasi sinar-X dan prosedur pengolahan. Densitas sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas foto radiografi yang perlu diperhatikan keberadaannya. Nilai densitas suatu foto radiografi dapat diukur dengan menggunakan densitometer. Densitas foto radiografi yang optimal nilainya 0,3 – 2, dibawah 0,3 gambar terlalu terang dan diatas 2 gambar dinilai terlalu gelap (Suhardjo,dkk. 1995).

Pemakaian proteksi untuk pasien maupun operator di klinik atau instalasi radiologi kurang diperhatikan. Pemberian proteksi tubuh sangat penting untuk menjaga masukan paparan sinar radiasi namun faktor keselamatan ini diabaikan oleh

operator maupun pasien. Paparan masukan dari sinar-X yang menimbulkan radiasi perlu diwaspadai oleh seluruh praktisi yang bekerja di bidang radiologi. Sinar-X yang bersifat menembus benda dan akumulatif di dalam tubuh dapat merusak sel apabila pasien maupun operator tidak memakai proteksi tubuh dalam pengambilan gambar radiografi. Pemberian tegangan yang tepat dapat mengurangi paparan radiasi yang masuk dalam tubuh pasien dan operator tanpa mengesampingkan hasil visual karakteristik gambar radiografi. Pemberian tegangan tinggi akan meningkatkan resiko radiasi berbanding dengan pemberian tegangan yang rendah. Rentang energi pada *dental radiodiagnosis* yang boleh terpapar pada tubuh manusia adalah 45-100 kV. Uraian latar belakang diatas mendorong untuk dilakukan penelitian tentang pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui efektifitas tegangan alat radiografi gigi yang paling baik diberikan terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, peneliti mengharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui efektifitas pemberian tegangan yang sesuai untuk meminimalkan paparan radiasi dari sinar radiologi dan menghasilkan densitas yang baik dari gambar radiografi.
2. Dapat melengkapi informasi ilmiah mengenai pemberian tegangan radiografi kedokteran gigi yang bisa menghasilkan densitas yang baik dari gambar radiografi.
3. Dapat digunakan sebagai data bagi radiografer dalam menentukan pemberian tegangan dari alat radiologi yang sesuai pada pembuatan radiografi kedokteran gigi.
4. Dapat mempermudah dan membantu praktisi kedokteran Gigi dalam melakukan diagnosa, terapi dan macam perawatan yang diperoleh dari gambar radiografi.
5. Dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar-X

Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Roentgen pada tahun 1895. Roentgen adalah getaran elektromagnetik gelombang pendek (kira-kira 0.01 sampai 10 nm) atau kuantum setara yang dihasilkan ketika elektron yang bergerak dengan kecepatan tinggi membentur berbagai substansi sampai kedalaman tertentu, mempengaruhi lempeng film, menimbulkan fluoresensi pada substansi tertentu dan sangat kuat mengionisasi jaringan (Steve, 2002).

Sinar-X tidak dapat dilihat, tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet, tidak dapat difokuskan oleh lensa apapun, dapat dibelokkan setelah menembus logam padat atau benda padat, mempunyai daya tembus yang sangat tinggi, dapat difraksikan oleh unsur kristal tertentu, mempunyai panjang gelombang sangat pendek, mempunyai frekuensi gelombang yang tinggi, dapat bereaksi dengan film sehingga timbul gambar setelah dipapar sinar-X, membutuhkan tegangan listrik tinggi untuk proses terjadinya, dapat menimbulkan efek biologi sebagai akibat radiasi ionisasi (Lukman, 1995).

Tubuh manusia mempunyai susunan yang kompleks, tidak hanya mempunyai perbedaan pada tingkat kepadatan saja tetapi juga mempunyai perbedaan unsur pembentuk. Pemeriksaan kesehatan yang menggunakan sinar-X menyebabkan terjadinya perbedaan tingkat penyerapan sinar-X. Tulang lebih banyak menyerap sinar-X dibanding otot atau daging. Struktur organ yang sakit lebih banyak menyerap sinar-X dibanding struktur tubuh lain seperti daging dan tulang yang normal. Pemanfaatan sinar-X dibidang kedokteran gigi digunakan sebagai pemeriksaan penunjang diagnosa yaitu dengan foto radiologi. (Jauhari,2008).

2.2 Radiasi Sinar-X

Sinar-X adalah energi dalam bentuk gelombang yang penggunaannya tidak boleh dianggap remeh, penggunaan sinar-X di bidang kedokteran maupun kedokteran gigi dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi apabila akumulasi sinar tersebut terjadi secara terus menerus secara berlebih pada obyek tubuh manusia. Radiasi sinar-X berpengaruh terhadap adanya kelainan jaringan tubuh yang terkena radiasi seperti eritema kulit, dermatitis kulit, ulserasi kulit, perubahan neoplastik dari jaringan dan dapat diketahui bahwa pada dosis rendah radiasi dari sinar-X dapat memicu penyakit jantung maupun stroke. Radiasi sinar-X dapat membunuh monosit (salah satu jenis sel darah putih) yang terdapat pada dinding arteri. Hal ini ternyata dapat mengakibatkan meningkatnya kadar *monocyte chemo-attractant protein 1* (MCP-1) yang dapat mengarah kepada penyakit kardiovaskular, hal ini merupakan resiko yang didapat dari paparan radiasi sinar-X tingkat rendah, seperti yang terdapat pada bidang kedokteran maupun kedokteran gigi (Steve, 2002).

Radiasi sinar-X dapat menimbulkan perubahan-perubahan di dalam tubuh antara lain biokimia cairan tubuh, biokimia sel, biokimia jaringan tubuh, biokimia organ tubuh. Radiasi ini akan mengakibatkan timbulnya keluhan gejala klinis kematian sel jaringan dan organ. Efek biologi yang terjadi bermula dari absorpsi radiasi sampai timbulnya gejala radiasi, keadaan ini memerlukan waktu bertahun-tahun. Periode tersebut disebut periode laten yang terjadi akibat efek biologi kumulatif (Steve, 2002).

Efek radiasi langsung dan tidak langsung terjadi apabila rongga mulut khususnya gigi mendapat paparan sinar-X. Efek radiasi langsung terjadi dari benih gigi, berupa gangguan kalsifikasi benih gigi, gangguan perkembangan benih gigi dan gangguan erupsi gigi. Efek radiasi tidak langsung terjadi setelah pembentukan gigi dan erupsi gigi normal berada dalam mulut kemudian terkena radiasi ionisasi, terjadi kelainan gigi berupa karies radiasi. Karies radiasi terjadi pada beberapa gigi atau seluruh regio yang terkena pancaran sinar radiasi, keadaan ini disebut rampan karies radiasi yang terjadi setelah mengabsorpsi dosis radiasi 5.000 R (Lukman, 1995).

Tingkat perubahan jaringan gigi setelah menderita radiasi berawal dari munculnya sensasi rasa gigi terasa memanjang kemudian terjadi hiperemi pulpa disertai resesi gingiva sehingga gigi akan menjadi peka terhadap rangsang dingin dan panas, karies servikalis terjadi bersamaan dengan xerostomia mempercepat proses karies radiasi yang akhirnya berakibat terjadinya fraktur patologi jaringan gigi (Lukman, 1995).

Penyerapan sinar-X oleh suatu bahan tergantung pada tiga faktor sebagai berikut, yaitu:

a. Panjang gelombang sinar-X

Pemberian tegangan rendah akan menyebabkan semakin tinggi panjang gelombang yang dihasilkan dari sinar-X dan sebaliknya dengan pemberian tegangan tinggi dihasilkan sinar-X dengan panjang gelombang pendek.

b. Susunan obyek yang terdapat pada alur berkas sinar-X

Penyerapan sinar-X oleh suatu bahan tergantung pada susunan obyek yang dilaluinya. Susunan obyek tergantung pada nomor atom unsur, misalnya nomor atom aluminium lebih rendah dari nomor atom tembaga, penyerapan sinar-X aluminium lebih rendah dari penyerapan sinar-X oleh tembaga. Timah hitam mempunyai nomor atom yang besar sehingga mampu menyerap sinar-X dalam dosis besar.

c. Ketebalan dan kerapatan obyek

Bahan tebal lebih banyak menyerap sinar-X dibandingkan dengan bahan tipis pada unsur yang sama. Penyerapan sinar-X oleh tubuh manusia pada pemeriksaan radiografi tidak sama. Tubuh manusia dibentuk oleh unsur-unsur yang sangat kompleks. Tulang akan lebih banyak menyerap sinar-X dibanding dengan otot. Bagian tulang yang sakit lebih banyak menyerap sinar-X dibanding kondisi normal. Usia juga akan menjadi penyebab perbedaan penyerapan sinar-X. Tulang orang tua yang telah kekurangan kalsium penyerapan sinar-X akan berkurang dibanding tulang orang usia muda (Jauhari, 2008).

2.3 Radiografi Kedokteran Gigi

Pemeriksaan radiografi kedokteran gigi tidak hanya diindikasikan untuk membantu menegakkan suatu diagnosa berdasarkan anamnesa dan pemeriksaan klinis pada gigi dan mulut yang telah dilakukan sebelumnya. Pemeriksaan radiografi kedokteran gigi digunakan sebagai suatu pemeriksaan rutin pada pasien yang baru memeriksakan gigi dan mulut ke dokter gigi, hal ini dimaksudkan agar para dokter gigi yang merawat pasien baru mendapat gambaran awal dari suatu kelainan atau penyakit serta mencegah berkembangnya keparahan dari kelainan tersebut (Yunus,2005).

Radiografi merupakan gambar yang terbentuk dari kombinasi area berwarna hitam, area putih dan area abu-abu dengan derajat yang beragam. Struktur yang tidak dapat dilihat dengan mata berkaitan dengan perawatan membutuhkan suatu media yaitu pembuatan foto radiografi. Radiografi mempunyai peranan penting dalam menunjang perawatan, memudahkan pekerjaan dokter gigi untuk melakukan diagnosa, rencana perawatan dan mengevaluasi pasien pasca perawatan. Pemeriksaan radiografi gigi dinilai efektif, efisien dan keberhasilan yang didapat optimal. Terdapat 2 hal yang harus diperhatikan dalam pemeriksaan radiografi gigi, pertama adalah teknik mendapatkan radiograf yang optimal dan kedua adalah interpretasi hasil radiografi yang telah dibuat. Alat radiografi gigi yang mutakhir tidak menjamin suatu radiografi yang baik tanpa disertai dengan tehnik yang memadai (Margono, 1998).

Penyinaran radiografi adalah suatu proses irreversibel sehingga pembuatan radiografi dilakukan seperlunya saja. Berdasarkan kepedulian akan keamanan radiasi, penyinaran radiasi secara umum harus dilakukan seminimal mungkin. Jumlah dosis radiasi yang diterima jaringan mulut dan jaringan lain telah dihitung yaitu sangat sedikit sekali dan hanya menyebabkan resiko minimal walaupun resiko ini memang ada. Pembuatan radiografi hanya bila dibutuhkan saja dan harus memenuhi prosedur keamanan dan waktu (Walton dan Torabinejad, 1997).

2.3.1 Tegangan Radiografi

Pemakaian energi listrik sangat luas, bahkan manusia sulit melepaskan diri dari kebutuhan energi listrik, tidak ada satupun alat kebutuhan manusia yang tidak membutuhkan listrik salah satunya alat radiografi gigi yang bisa mengeluarkan energi dalam bentuk gelombang sinar-X. Muatan sinar-X dipindahkan dari suatu titik ke titik yang lainnya melalui suatu usaha yang disebut energi. Besar energi listrik sangat ditentukan oleh salah satu faktor yaitu tegangan (*volt*) (Jauhari,2008).

Tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik dinyatakan dalam satuan *volt*, dirumuskan dengan:

$$V = I.R$$

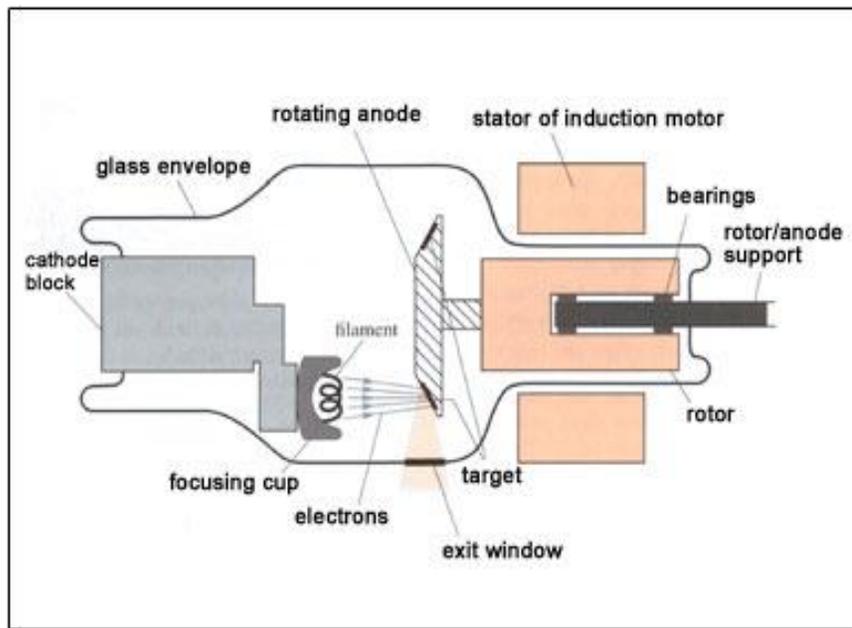
dimana V menyatakan tegangan (*volt*), I menyatakan arus listrik (*mA*) dan R adalah Hambatan (*ohm*). Tegangan listrik radiografi bertujuan untuk mendorong elektron agar bisa mengalir dalam sebuah rangkaian. Elektron bebas cenderung bergerak melewati konduktor dengan beberapa derajat gesekan, atau bergerak berlawanan. Gerak berlawanan ini yang biasanya disebut dengan hambatan. Besarnya arus didalam rangkaian adalah banyak muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Muatan listrik bisa mengalir melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Arus listrik dirumuskan dengan:

$$I = Q/T$$

dimana I menyatakan arus listrik (*mA*), Q menyatakan muatan listrik, banyaknya muatan elektron yang melewati satu titik pada satu detik (*c*) dan T menyatakan waktu (*s*) (Subekti, 2003).

Pesawat sinar-X adalah alat radiografi gigi yang dipakai untuk memproduksi sinar-X. Pesawat ini terdiri atas tabung sinar-X dan variasi rangkaian elektronik yang saling terpisah. Tabung sinar-X adalah ruang hampa yang terbuat dari kaca tahan panas yang merupakan tempat sinar-X diproduksi. Tabung sinar-X adalah komponen utama yang terdapat pada pesawat sinar-X. Sinar-X dibangkitkan dengan jalan menembaki target logam dengan elektron cepat dalam suatu tabung vakum. Elektron sebagai proyektil dihasilkan dari pemanasan filamen yang juga berfungsi sebagai

katoda. Filamen dipasang pada bidang cekung untuk memfokuskan elektron menuju daerah sempit pada target (anoda) (Hanna dan Wayne, 2008)



Gambar 2.1 Proses terjadinya sinar-X dalam tabung generator sinar-X (Hanna dan Wayne, 2008)

Arus listrik dari sumber tegangan tinggi dihidupkan, filamen katoda akan mengalami pemanasan sehingga kelihatan berwarna putih. Katoda akan memancarkan elektron (sinar katoda). Elektron selanjutnya ditarik dan dipercepat gerakannya hingga mencapai ribuan km/s melalui ruang hampa menggunakan tegangan listrik. Elektron yang bergerak sangat cepat itu akhirnya ditumbukkan ke target logam bernomor atom dan bersuhu tinggi, ketika elektron berenergi tinggi menabrak target logam, maka sinar-X akan terpancar dari permukaan logam tersebut (Hanna dan Wayne, 2008). **Faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas citra penyinaran radiografi gigi yaitu :**

a. Arus (mA)

Arus berpengaruh pada intensitas sinar-X atau derajat terang / *brightness*. Peningkatan mA akan menambah intensitas sinar-X dan sebaliknya. Derajat terang dapat diatur dengan mengubah mA.

b. Jarak dan waktu penyinaran (*exposure*)

Jarak dan waktu pencitraan berpengaruh pada intensitas. Waktu *exposure* yang lama akan meningkatkan intensitas dari sinar-X. Pengaturan pengoperasian alat radiografi gigi selalu dilakukan secara manual atau otomatis (terkendali) yang sudah ada disetiap alat radiografi gigi. Waktu dan arus (mAs) bergantung pada obyek yang disinari. Jika tabung didekatkan pada obyek maka intensitas sinar-X naik, hasil gambar jelas dan terang, sebaliknya jika tabung dijauhkan dari obyek maka intensitas akan menurun.

c. Tegangan (kVp)

Tegangan merupakan daya dorong elektron di dalam tabung dari katoda ke anoda untuk menghasilkan sinar-X dengan daya dorong yang kuat sehingga mampu menembus obyek bahan. Perubahan kVp sangat berpengaruh terhadap daya tembus sinar-X (Lukman, 1995).

Sinar-X dapat menembus bahan sehingga menghasilkan gambaran atau bayangan yang didapat melalui proses penyerapan oleh obyek yang dikenainya. Berkas sinar-X terdiri dari sinar dengan panjang gelombang yang berbeda. Perubahan tegangan kerja (*voltage*) menyebabkan beberapa pengaruh yaitu, perubahan pada daya tembus sinar-X dan juga total intensitas berkas sinar-X. Radiasi yang dihasilkan pada rentang tegangan yang lebih tinggi akan memiliki energi yang lebih besar dan panjang gelombang yang lebih pendek (Jauhari, 2008).

Tegangan kerja tabung sinar-X merupakan ukuran daya tembus sinar-X yang dihasilkannya. Kecepatan gerak elektron bertambah sesuai dengan naiknya tegangan kerja dan daya tembus sinar-X yang berhubungan langsung dengan elektron energi kinetik. Daya tembus sinar-X naik sesuai dengan kenaikan energinya, tetapi berbanding terbalik dengan panjang gelombang. Tegangan anoda dan katoda dari

tabung pesawat sinar-X untuk pemeriksaan gigi biasanya dinyatakan dalam kilovolt atau lebih spesifik, dalam kilovolt puncak (kVp) untuk tabung yang dapat menyearahkan arus bolak balik menjadi arus searah. Tegangan puncak yang dipakai dalam pesawat sinar-X untuk pemeriksaan gigi berkisar antara 45-100 kVp dan sudah diatur permanen pada berbagai alat radiografi gigi (Lukman, 1995).

Tegangan listrik secara langsung menentukan kualitas atau daya tembus berkas sinar-X serta menentukan kontras gambar, dosis kulit, dosis integral pasien, hamburan balik dan waktu penyinaran film, semakin tinggi tegangan semakin kuat daya tembus berkas sinar-X semakin pendek panjang gelombang, membuat sinar-X lebih mudah untuk menembus dan diserap obyek bahan dan tegangan mempengaruhi radiasi (Jauhari, 2008).

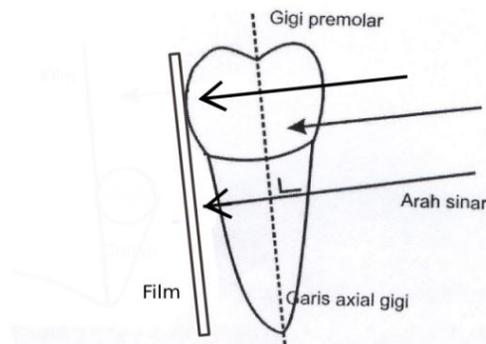
2.3.2 Radiografi Periapikal

Pemakaian teknik radiografi periapikal bertujuan untuk mendapatkan gambaran gigi, daerah apikal akar gigi secara individual beserta struktur jaringan sekitarnya. Radiografi yang dihasilkan dapat memuat 3 sampai 4 gambar gigi serta jaringan pendukungnya dan sudah cukup memberikan informasi yang detail dari gigi dan jaringan sekitarnya (Whaites dan Cawson, 1992).

Radiografi periapikal merupakan jenis proyeksi intra oral yang secara rutin digunakan dalam praktek kedokteran gigi. Proyeksi ini menggunakan film standar berukuran 4 x 3 cm. Proyeksi periapikal digunakan untuk mengetahui kondisi elemen gigi dan jaringan pendukungnya, untuk mengetahui besar panjang dan bentuk gigi, untuk mengetahui keadaan anatomis akar dan saluran akar, untuk mengetahui kelainan periapikal gigi dan jaringan pendukungnya yang secara klinis sulit terdeteksi, dan untuk mengevaluasi pergantian gigi geligi (Margono, 1998).

Radiografi periapikal dibagi menjadi 2 teknik yaitu teknik kesejajaran dan teknik bidang bagi. Teknik kesejajaran posisi film didalam mulut penderita terhadap sumbu panjang gigi adalah sejajar dan arah sinar tegak lurus pada bidang film, sehingga tegak lurus juga dengan sumbu panjang gigi. Kelebihan dari teknik

kesejajaran adalah gambar yang dihasilkan lebih baik, gambar mendekati ukuran sebenarnya. Kelebihan lain dari teknik ini digunakan untuk pembuatan radiografi gigi molar atas tidak terjadi superimpose dengan tulang zygomaticum dan dasar dari sinus maksilaris. Kekurangan teknik kesejajaran adalah sulitnya meletakkan film radiografi yang cukup besar ukurannya, terutama pada anak-anak dengan ukuran rongga mulut kecil dan palatum dangkal. Pelaksanaan teknik kesejajaran cukup sulit, akan tetapi apabila sudah cukup berpengalaman teknik ini bisa menghasilkan kualitas gambar yang cukup memuaskan (Margono, 1998).

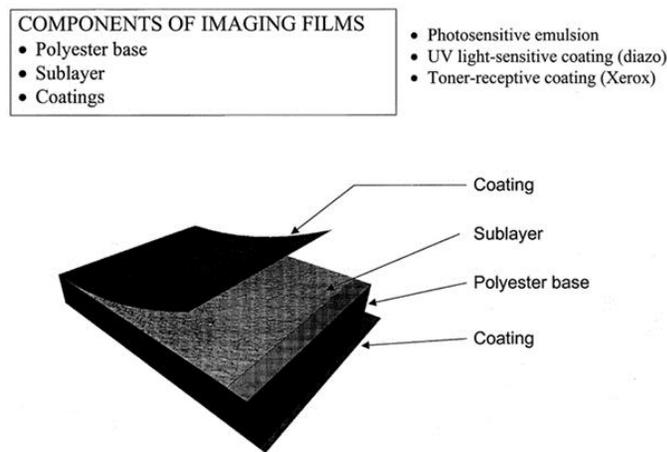


Gambar 2.2 Penempatan film yang ideal pada radiografi periapikal teknik kesejajaran (Margono,2002).

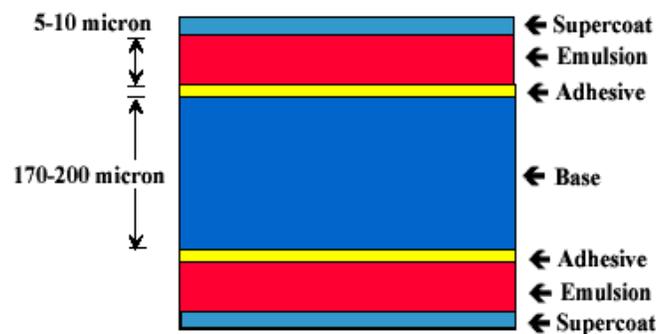
Teknik bidang bagi posisi film diletakkan sedekat mungkin dengan gigi, posisi film tidak sejajar dengan sumbu panjang gigi, dan konus yang dipakai adalah konus pendek. Teknik bidang bagi merupakan trik geometrik, dasar yang dipakai adalah trik geometrik dari titik tersebut dibuat garis yang tegak lurus dengan garis bagi tersebut, sehingga terjadi segitiga sama kaki. Teknik bidang bagi secara klinis mudah dilakukan, namun radiograf yang dihasilkan tidak seakurat dengan teknik kesejajaran (Margono, 1998).

2.3.3 Film Radiografi

Lembaran kuat dan lentur dengan bahan dasar *cellulose acetate* yang dilapisi suatu emulsi dari kristal perak halida (AgBr) yang dicampur dengan gelatin tipis diatas permukaan film tersebut (Supriyadi dkk, 2009). Film radiografi sama dengan film fotografik, gambar akhir pada film tersebut dihasilkan pada saat energi (cahaya atau radiasi) berinteraksi dengan bahan emulsi perak halida dalam film yang sangat peka terhadap sinar-X.



Gambar 2.3 Komponen film radiografi (Hanna dan Wayne, 2008)



Gambar 2.4 Ketebalan struktur bahan penyusun film radiografi (Hanna dan Wayne, 2008)

Konstruksi film radiografi secara umum terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut:

1. Film Base (*Polyester Base*)

Film base mempunyai ketebalan 0,18 mm. Bahannya terbuat dari selesosa asetat dan polyster. Bahan polyster mempunyai kelebihan *dementional stability* yang dapat menjaga kesetabilan bentuk apabila terjadi proses pengeringan film, fleksibel, kelembaban rendah dan *water proof*. Bewarna biru sehingga memudahkan penglihatan mata dan bersifat *chemical memory* (gambar tidak berubah setelah melalui tahap prosesing film) (Hanna dan Wayne, 2008).

2. Substratum Layer (*Sublayer*)

Lapisan substratum layer (lapisan adhesive) mempunyai ketebalan 0,01 mm, berfungsi sebagai perekat antara emulsi film dan lapisan film base. Bahan dari lapisan substratum layer adalah selesosa ester, gelatine dan asepton (Hanna dan Wayne, 2008).

3. Emulsi Film

Lapisan emulsi film terbuat dari butir-butir perak bromida (AgBr) dan gelatine. Emulsi film mempunyai ketebalan lapisan antara 0,02 – 0,05 mm (Hanna dan Wayne, 2008).

4. Supercoat (*Coating*)

Lapisan supercoat adalah lapisan film yang berfungsi sebagai pelindung emulsi film dari kerusakan mekanis. Lapisan supercoat dibuat setipis, sehalus dan sekuat mungkin (Hanna dan Wayne, 2008).

Kecepatan film berhubungan dengan radiasi yang menentukan seberapa banyak radiasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah gambar. Jenis-jenis film radiografi antara lain:

- a. Berdasarkan penggunaan screen

1. *Film non-screen*

Film radiografi yang tidak mempergunakan intensifying screen (lembar penguat). Film jenis ini mempunyai emulsi film yang tebal digunakan untuk

pemotretan obyek dengan ketebalan tipis. Film jenis ini membutuhkan faktor eksposi lebih besar (Rasad,1999).

2. *Screen film*

Film yang mempergunakan intensifying screen (lembar penguat) diantara dua lembar lapisan penguat di dalam kaset film. Film jenis ini membutuhkan faktor eksposi lebih sedikit (Rasad,1999).

b. Berdasarkan ukuran butir-butir perak bromida

1. Film dengan butir-butir perak bromida ukuran besar.

Kecepatan film untuk menangkap paparan sinar-X sangat cepat. Respon film sangat sensitif terhadap sinar-x, kontras gambar baik, detail gambar rendah (Rasad,1999).

2. Film dengan butir-butir perak bromida ukuran sedang.

3. Film dengan butir-butir perak bromida ukuran kecil.

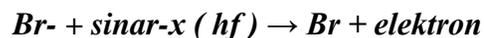
Film tidak responsif terhadap sejumlah penyinaran, apabila dipakai memerlukan faktor eksposi yang tinggi, detail gambar yang dihasilkan tinggi (Rasad,1999).

c. Berdasarkan jenis emulsi film

1. *Single emulsi* (film satu sisi emulsi)

2. *Double emulsi* (film emulsi ganda) (Rasad,1999).

Proses pengolahan film berfungsi untuk merubah bayangan laten (*laten image*) menjadi bayangan tampak (permanen). Proses pembentukan bayangan nyata didahului proses pembentukan bayangan laten (Margono, 1998). Proses pengolahan film didahului dengan pembentukan gambar dimulai dari emulsi film radiografi yang terdiri dari kristal - kristal AgBr dalam bentuk ion Ag⁺ dan Br⁻ dalam kisi kubus. Kehadiran impuritas sinar-X mengganggu permukaan kubus membentuk *sensitivity speck* (bintik sensitif). Ion Br⁻ apabila terkena radiasi sinar-x akan terbentuk atom Br dan elektron, terjadi reaksi :



Atom Br diserap oleh dasar film (base) yang terbuat dari bahan gelatine. Elektron yang terbentuk terperangkap oleh *sensitivity speck* dan muatan positif Ag⁺ ditarik sehingga terjadi atom Ag. Kristal dengan atom Ag pada sisi permukaan disebut bayangan laten (*laten image*). Proses pembangkitan bayangan dilakukan oleh larutan pembangkit yang mengandung larutan alkali dan gambar difiksasi di dalam cairan penetap. Kristal yang tidak mengandung bayangan laten (*laten image*) terlarut dan akan menghasilkan bayangan film radiografi dengan faktor densitas (Hanna dan Wayne, 2008).

Bayangan pada film yang dihasilkan didalam proses pembangkitan bersifat sementara, sehingga proses pembangkitan harus dihentikan dan dilanjutkan ke dalam proses penetapan gambar. Jika pembangkitan tidak dihentikan maka bayangan atau gambar yang terjadi akan bertambah densitasnya. Film dicuci melalui proses pencucian (*rinsing*) sebelum dimasukkan ke dalam cairan penetap (*fixer*). Gambar mengalami proses penetapan (fiksasi), timbul gambar bayangan hitam (*radiolusen*) sinar-X melalui obyek kerapatan rendah, timbul bayangan putih (*radiopak*) sinar-X melalui obyek kerapatan tinggi (Hanna dan Wayne, 2008).

2.3.4 Prosesing Film

Prosesing film adalah prosedur yang dilakukan setelah film mendapat *exposure* dari *dental x-ray*. Film radiografi harus dilakukan pengembangan sebelum dapat dilihat hasilnya. Prosesing merupakan suatu cara untuk mendapatkan gambar yang permanen dalam pembuatannya dengan menggunakan cairan kimia tertentu. Pengembangan film radiografi dilakukan dalam ruang gelap dimana cahaya yang normal telah dikurangi. Cahaya yang digunakan bisa berupa lampu warna kuning atau merah dengan kekuatan kurang dari 15 watt dan diletakkan lebih dari 3 kaki dari area kerja. Lampu yang sinarnya bocor, terlalu terang atau terlalu dekat dengan area kerja dapat mengakibatkan gambaran gelap pada film yang mengurangi kualitas gambaran hasil foto (Margono, 1999).

Bahan prosesing film terdiri dari larutan developer dan larutan fixer. Larutan developer (larutan pengembang) komposisinya terdiri dari hidroquinone yang bertujuan mengatur kontras film dan menjadikan developer lebih tahan lama, metal (elon) sebagai zat pereduksi agar gambar cepat muncul, natrium karbonat untuk mempertahankan derajat kebasahan agar larutan pengembang dapat berfungsi menghaluskan emulsi, kalium bromide berfungsi mereduksi kristal halida yang tidak tertembus sinar dan mencegah gambaran kabut pada film, natrium sulfite mencegah zat pereduksi teroksidasi oleh oksigen yang ada di dalam air atau oksigen yang berasal dari udara dan air sebagai zat pelarut media yang cocok untuk pencampuran obat. Fungsi dari larutan developer adalah untuk mengendapkan emulsi perak halida yang tertembus sinar-X sehingga berwarna hitam. Proses *developing* berjalan sekitar 8-10 detik bergantung pada jenis larutan pengembang baru atau lama dan suhu dalam ruangan yang bisa mempercepat timbulnya gambar (Margono, 1999).

Larutan Fixer berfungsi sebagai larutan penstabil dimana larutan ini melarutkan kristal yang tidak tembus sinar-X sehingga film tersebut bersih dari larutan emulsi perak halida dan larutan pengembang yang tertinggal. Komposisi larutan fixer adalah, natrium tiosulfat, asam asetat, natrium sulfite, kalium alum (boraks) dan air. Proses *fixing* memerlukan waktu kurang lebih 4-15 menit untuk mencegah perubahan pada film dan membuat film tampak jelas dan tahan lama. Proses *rinsing* dan *washing* yaitu pembilasan dalam air mengalir dilakukan sekitar 10 menit untuk menghilangkan semua bahan kimia film. Proses terakhir adalah *drying* yaitu pengeringan gambar radiografi sebelum siap dibaca oleh dokter gigi (Margono, 1999).

Metode visual merupakan metode pengamatan prosesing film radiografi secara langsung. Beberapa keuntungan dengan melakukan metode visual adalah film dapat dikembangkan sesuai kontras dan detail yang diinginkan, dapat melihat kontras dari gambaran film lebih teliti. Kerugian dari metode ini yaitu sulit dilakukan dan melelahkan bila film yang harus diproses banyak dengan waktu penyinaran dan densitas jaringan yang berbeda-beda (Supriyadi dkk, 2009).

2.3.5 Densitas Gambar Radiografi

Densitas ditentukan oleh banyaknya kristal perak yang terbentuk dimana kristal perak merupakan komponen utama penyusun film radiografi. Kepadatan jaringan yang telah disinari dengan sinar-X berpengaruh terhadap derajat kepadatan daerah kehitaman pada film radiografi. Densitas merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan derajat kepadatan kehitaman film, densitas menunjukkan derajat kehitaman pada film foto radiografi yang telah dikembangkan yang dinyatakan dengan logaritma kegelapan daerah film yang ditentukan (Suhardjo,dkk. 1995). Derajat kehitaman dari keseluruhan bagian film yang secara kualitas ditunjukkan dengan banyaknya jumlah logam perak yang diendapkan dalam emulsi film sebagai hasil dari penyinaran radiasi sinar-X, semakin tebal endapan perak hitam, semakin besar kuantitas cahaya yang diserap oleh film dan semakin gelap bayangan gambar dari daerah tersebut akibat interaksi sinar-X dengan perak bromida dan terbentuk kristal perak permukaan film menjadi peka cahaya menyebabkan ada tiga area warna yang terbentuk yaitu warna hitam, putih dan abu-abu. Densitas sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas foto radiografi yang perlu diperhatikan keberadaannya. Nilai densitas dapat diukur dengan menggunakan densitometer yaitu alat yang digunakan untuk menentukan derajat kehitamannya foto radiografi yang telah dikembangkan yang mengukur cahaya yang lewat pada daerah negatif foto. Densitas foto radiografi yang optimal nilainya sekitar $(-0,3) - 2$, dibawah $-0,3$ terlalu terang dan diatas 2 gambar dinilai terlalu gelap (Suhardjo,dkk. 1995).

Densitas merupakan derajat kehitaman dari suatu film radiografi. Densitas optik adalah logaritma perbandingan dari 10 tingkatan dari nilai penyinaran yang dilewatkan pada film. Densitas tertinggi yang dapat dihasilkan adalah bernilai 4 dan densitas terendah bernilai kurang dari 0,2. Nilai densitas yang didapat dilihat langsung oleh mata manusia berkisar antara $0,25 - 2,5$ yang dikenal dengan rentang densitas guna. Densitas fotografi didefinisikan sebagai berikut:

$$OD_{\lambda} = \log_{10} O = -\log_{10} T = -\log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

dengan D menyatakan densitas, I_0 menyatakan sinar yang menuju ke film, sedangkan I menyatakan sinar yang diteruskan ke film radiografi (Hanna dan Wayne, 2008).

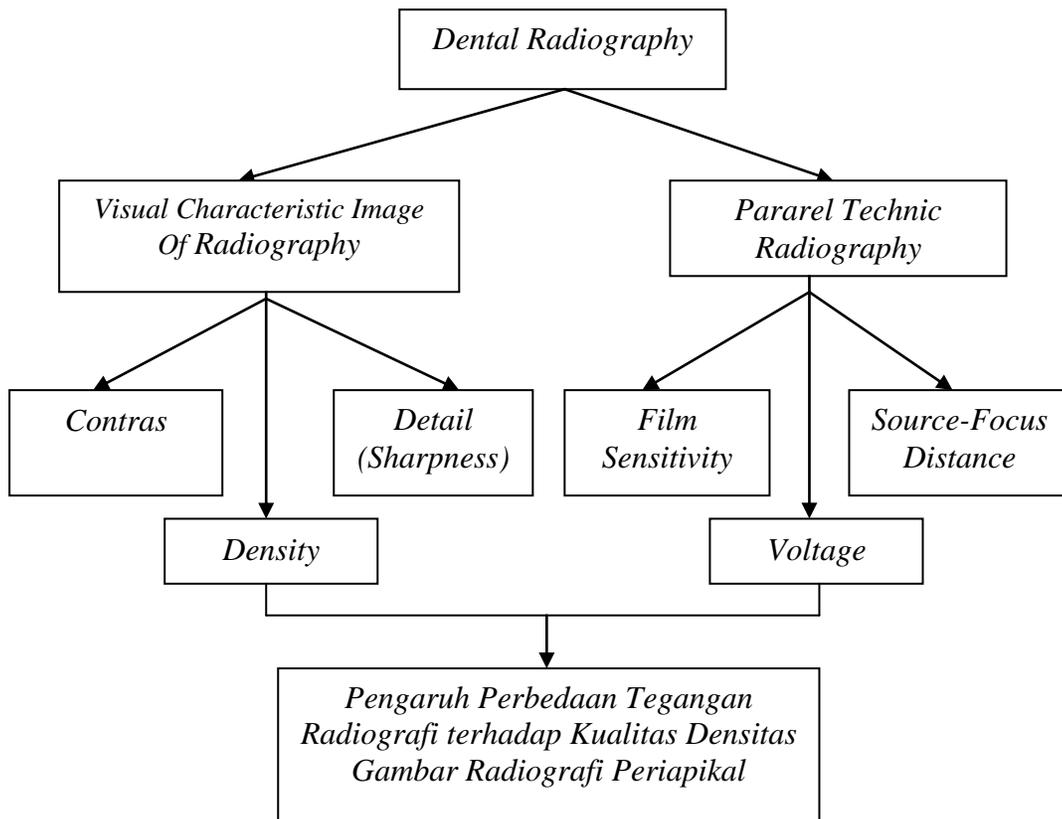
2.3.6 Densitometer

Densitometer adalah alat yang dipakai untuk mengukur *density* suatu benda yang memantulkan cahaya (*reflection densitometer*) dan yang meneruskan cahaya (*transmission densitometer*) dari sebuah benda fotografi atau permukaan yang semi transparan. Densitometer tidak dapat dipakai untuk mengukur warna, karena nilai yang dipresentasikan berdasarkan panjang gelombang cahaya tertentu. Prinsip pengukuran densitas diperoleh dari sebuah titik (*spot*) yang disinari oleh cahaya ultra violet, sebagian akan diserap dan sebagian akan direfleksikan mengenai detektor. Mekanisme lain sinar yang mengenai *spot* akan diserap oleh molekul untuk tereksitasi, selanjutnya molekul akan kembali ke keadaan dasar dengan mengemisikan (*fluoresensi*) dan akan ditangkap oleh detektor yang pembacaan hasil *density* dikeluarkan dalam bentuk angka di bagian depan alat densitometer (Devi dan Pratomo, 2009).

Density dalam fisika optik adalah nilai logaritma (berbasis 10) perbandingan (tanpa satuan) antara besaran kuat cahaya yang dipantulkan atau diteruskan dengan besaran kuat cahaya yang masuk pada panjang gelombang cahaya tertentu. Densitometer bekerja dengan setelan filter untuk memproses warna untuk teknik pemisahan warna. Alat ini menyediakan nilai relatif untuk ketebalan film tinta dan alat ini tidak mengukur penampilan optik pada warna. Satu kekurangan esensial yang dimiliki oleh densitometer adalah kekentalan warna yang sama tidak memicu kesan optik yang sama, inilah alasan ketika substansi warna yang dibandingkan berbeda dari satu sama lain sehingga nilai selanjutnya tidak dapat dilakukan atau didapat dari cetakan percobaan ataupun dari sampel lainnya. Kegunaan densitometer juga sangat

penting untuk mengontrol warna pada basis potongan halftone multiwarna seperti potongan keseimbangan abu-abu (Devi dan Pratomo, 2009).

2.4 Kerangka Konseptual



2.5 Hipotesis

Tidak terdapat pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental klinis.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah *post test only group design*.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

3.3.1 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2011.

3.3.2 Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi RSGM Universitas Jember dan di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Surabaya.

3.4 Identifikasi Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah tegangan (*voltage*) dari alat radiografi gigi yang berbeda.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah angka densitas yang diperoleh dari pengukuran film radiografi dengan densitometer.

3.4.3 Variabel Terkendali

- a. Objek yang di papar
- b. Teknik radiografi periapikal
- c. Film yang digunakan, yaitu film radiografi periapikal (*Kodak*)

- d. Teknik pengembangan radiografi secara visual
- e. Indikator-indikator teknik radiografi (ampere, jenis gigi yang difoto, *Source-Object distance*)
- f. Suhu dari larutan pengembang dan fixer (*Fuji*)

3.5 Definisi Operasional Penelitian

a. Tegangan (*voltage*) dental X-ray

Pemberian *voltage* yang berbeda dari tabung generator sinar-X yang terdapat pada dental X-ray. Pemberian *voltage* yang berbeda mempengaruhi daya tembus sinar-X yang diserap oleh suatu obyek. Perubahan *voltage* tidak diikuti oleh perlakuan perubahan arus.

b. Pengambilan foto radiografi periapikal dan prosesing film radiografi

Pengambilan foto radiografi periapikal menggunakan teknik kesejajaran yaitu letak film sejajar dengan sumbu obyek gigi, dan dilakukan prosesing film radiografi yaitu proses pencucian film dalam larutan pengembang (*developing*) dan larutan penetap (*fixing*) sampai timbulnya obyek bayangan gambar radiografi secara visual.

c. Pengukuran densitas gambar radiografi dengan densitometer

Pembacaan derajat kehitaman film radiografi berupa angka dengan bantuan alat densitometer.

3.6 Populasi dan Sampel Penelitian

3.6.1 Populasi

Populasi penelitian adalah foto radiografi periapikal konvensional

3.6.2 Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah foto radiografi periapikal konvensional yang didapat dengan kriteria sebagai berikut :

1. Film sama (jenis, merk dan waktu pembuatan)
2. Indikator pemaparan sama (ampere dan teknik radiografi)

3. Objek gigi yang dipapar sama (regio posterior bawah gigi molar satu permanen yang dijadikan *spot* pengukuran dengan kondisi mahkota lengkap, tidak karies, dan tidak fraktur)
4. Larutan developer dan larutan fixer yang sama (konsentrasi dan suhu)

3.6.3 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel dipilih berdasarkan metode *simple random sampling*, setiap anggota dari populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diseleksi sebagai sampel (Notoatmodjo, 2005).

3.6.4 Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 \sigma D^2}{\delta^2}$$

Keterangan:

- N : besar sampel minimal
- $Z\alpha$: 1,96
- $Z\beta$: 0,85
- σD^2 : diasumsikan $\sigma D^2 = \delta^2$
- α : tingkat signifikan (0,05)
- β : $1 - p, \beta = 20\% = 0,2$
- p : keterpercayaan penelitian
- α, D, δ : merupakan simpangan baku dari populasi

Dari rumus diatas didapatkan besar sampel minimal yang digunakan dalam penelitian 7,896 yang dibulatkan menjadi 8 untuk masing-masing kelompok (Steel dan Torrie, 1995).

3.7 Alat dan Bahan

3.7.1 Alat Penelitian

1. *Dental X-ray* Panpas 60 kvp, 10mA
2. *Dental X-ray* Altis 65 kvp, 10mA
3. *Dental X-ray* Daeyoung 70 kvp, 10mA
4. Densitometer *RMI X-Rite 2-331*
5. *Foto dryer*
6. *Stopwatch*
7. Termometer
8. Baki plastik
9. Kamar gelap

3.7.2 Bahan Penelitian

1. *Developing solution (Fuji)*
2. *Fixing solution (Fuji)*
3. Aquades
4. Film periapikal (*Kodak*)

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Persiapan sampel penelitian

Pada penelitian ini, foto periapikal yang digunakan adalah hasil foto radiografi dari mahasiswa FKG UNEJ dan pasien RSGM UNEJ dengan kriteria sebagai berikut.

1. Laki-laki dewasa, usia 20 – 22 tahun
2. Gigi di regio posterior bawah (gigi molar pertama permanen) mahkota lengkap, tidak karies, dan tidak fraktur.
3. Telah mengisi *inform consent*.

Pembuatan foto radiografi periapikal menggunakan teknik kesejajaran yaitu posisi film sejajar sumbu gigi yang akan di ambil gambar radiografi.

3.8.2 Persiapan parameter penelitian

Penyamaan parameter secara terkendali dari alat radiografi konvensional yaitu jenis gigi yang akan diekspose, arus 10 mA dan jarak cone ke obyek (*SOD*) 3 cm. Pada penelitian ini digunakan 3 macam tegangan (*voltage*) yang berbeda, yaitu :

a. Tegangan 60 kVp

Pemberian tegangan 60 kVp yang keluar dari tabung generator sinar-X pada alat radiografi gigi.

b. Tegangan 65 kVp

Pemberian tegangan 65 kVp yang keluar dari tabung generator sinar-X pada alat radiografi gigi.

c. Tegangan 70 kVp

Pemberian tegangan 70 kVp yang keluar dari tabung generator sinar-X pada alat radiografi gigi.

Tegangan (*voltage*) pada alat radiografi gigi satuan konversinya adalah kilovolt puncak (kVp).

3.8.3 Prosesing Film

Film yang telah dipapar, dilakukan Prosesing sebagai berikut :

- a. Semua peralatan yang dibutuhkan, larutan pengembang disiapkan.
- b. Larutan pengembang diperiksa suhu dan konsentrasi 40% (air : developer = 2:3) (Ririska, 2010).
- c. Dipastikan bahwa ruang gelap tidak ada sinar lain selain dari lampu (merah) dari ruang gelap.
- d. Film dibuka dari pembungkusnya, dimasukkan dan digerak-gerakkan dalam larutan pengembang, digunakan penyamaan waktu untuk semua prosesing developer yaitu sekitar 10 detik (terjadi perubahan timbulnya gambar putih), film segera dibilas dengan air mengalir dilakukan sekitar 3 detik untuk membersihkan sisa bahan developer pada permukaan film. Film kemudian dimasukkan dalam larutan fixer (air : fixer = 2:3) (Ririska, 2010) untuk mencegah perubahan pada film. Proses ini

dilakukan sekitar 1 menit sampai hilangnya gambar putih menjadi hitam yang terfiksasi, setelah fixing dianggap cukup, film segera dibilas kembali dengan air mengalir sekitar 5 detik.

- e. Film dikeringkan dengan *photo dryer*, dipasang pada frame dengan selotip transparan dan siap dibaca.

3.8.4 Pengukuran Densitometer

Pengukuran ketiga kelompok perlakuan perbedaan tegangan alat radiografi gigi dilakukan setelah gambar radiografi selesai diprosesing. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui nilai densitas gambar radiografi. Gambar diletakkan pada panel meja pembacaan alat densitometer, spot pengukuran berupa garis melalui 3 titik yang ditentukan dengan pusat pada gigi posterior molar satu permanen bawah, dengan sendirinya alat tersebut akan memantulkan meneruskan cahaya dari film radiografi. Hasil dari pengukuran digambarkan dengan angka digital yang terletak pada bagian depan panel alat densitometer (Suhardjo,dkk.1995).

Tabel 2.1 Indikator pengukuran densitas gambar radiografi

| Densitas | Nilai | Keterangan |
|----------|---------------|----------------------------------|
| Terang | -0,3 – (-0,1) | Gambar radiografi dinilai terang |
| Sedang | -0,1 – 1 | Gambar radiografi dinilai sedang |
| Gelap | 1 – 3 | Gambar radiografi dinilai gelap |

(Suhardjo,dkk.1995).

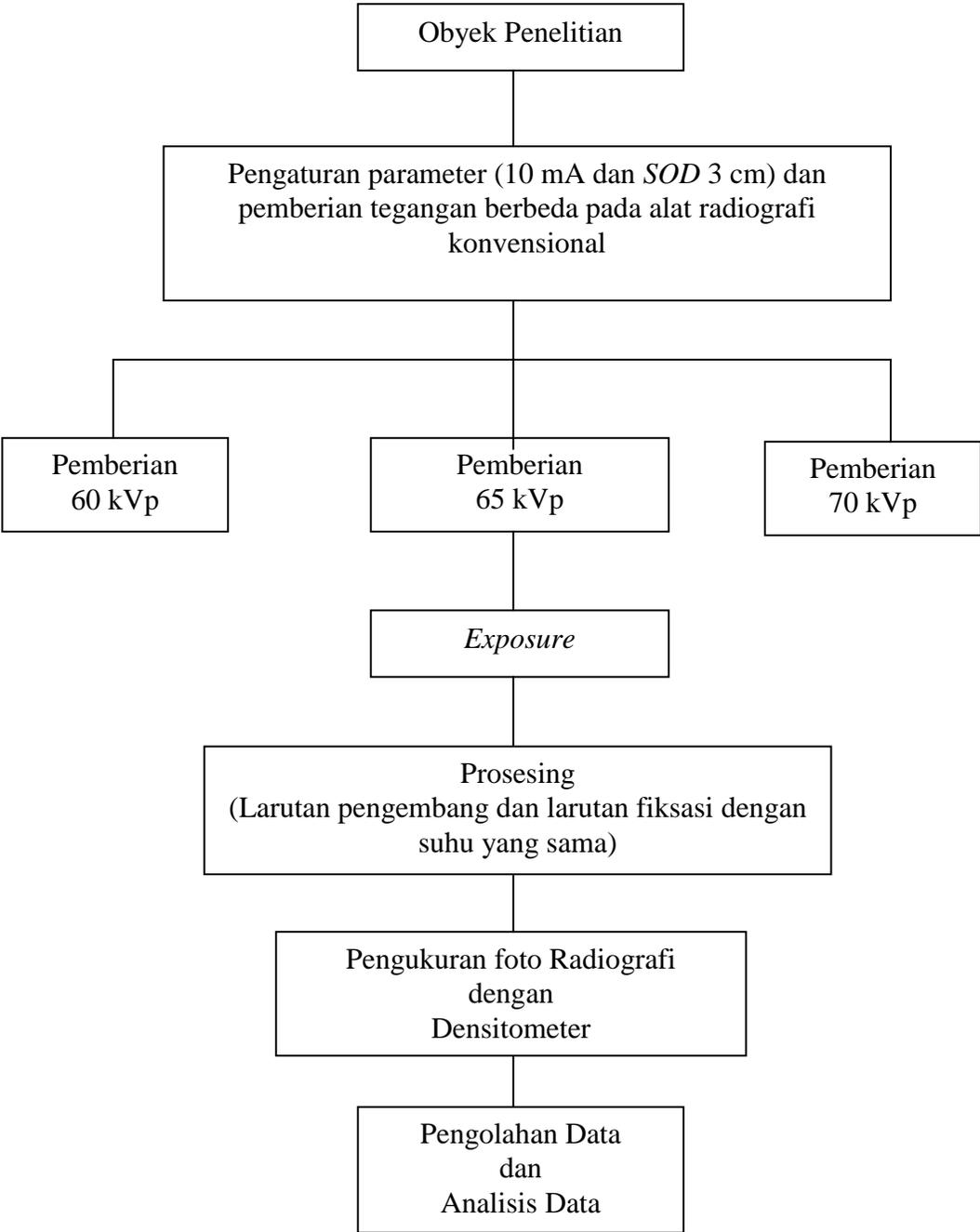
3.9 Analisa Data

Data yang diperoleh ditabulasi, kemudian dilakukan :

1. Uji normalitas dan homogenitas varians untuk mengetahui apakah data tersebut normal dan homogen.

2. Jika hasil uji menunjukkan distribusi normal, maka akan dilanjutkan uji statistik parametrik dengan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat kelompok data yang mempunyai perbedaan rerata yang bermakna.
3. Bila hasil uji tersebut menunjukkan perbedaan yang bermakna, dilanjutkan dengan uji LSD (Least Significant Difference Test) untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara bermakna. Semua pengujian diatas menggunakan angka kepercayaan 95% .

3.10 Alur Penelitian



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

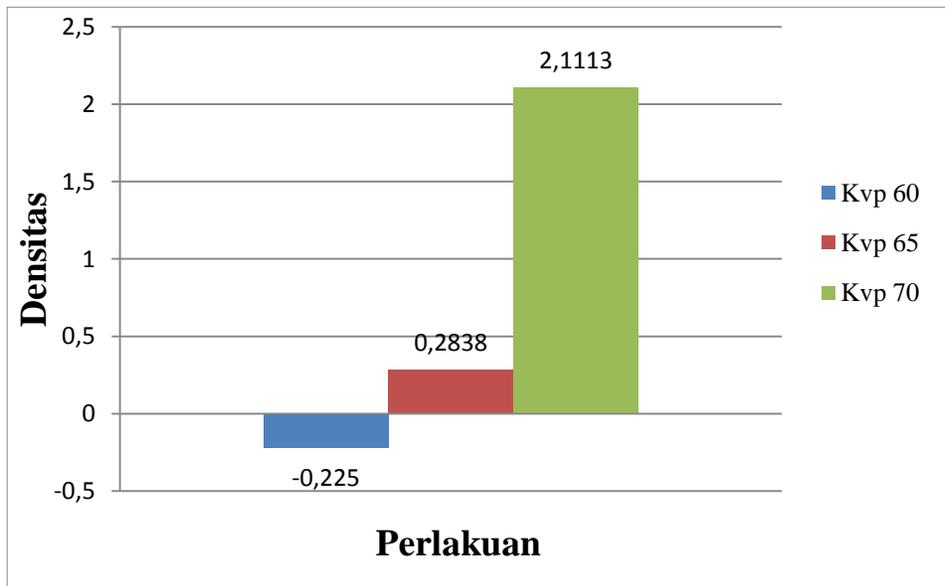
4.1 Hasil Penelitian

Penelitian tentang pengaruh perbedaan tegangan radiografi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal telah dilakukan. Pembacaan data nilai densitas film radiografi dilakukan dengan densitometer. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil rata-rata dan standar deviasi angka densitas gambar radiografi dari 3 macam perlakuan pemberian tegangan (kVp)

| Perlakuan | N | Rata-rata | Standar Deviasi |
|------------------|----------|------------------|------------------------|
| Tegangan 60 kvp | 8 | -0,2250 | 0,10379 |
| Tegangan 65 kvp | 8 | 0,283 | 0,52503 |
| Tegangan 70 kvp | 8 | 2,1113 | 0,58762 |
| Total | 24 | 0,7233 | 1,11459 |

Tabel 4.1 menunjukkan nilai rata-rata densitas film radiografi setelah diberi tiga perlakuan, dari tabel terlihat gambar radiografi yang baik kualitasnya dan bisa diinterpretasikan gambarnya terdapat pada kelompok pemberian perlakuan tegangan sebesar 65 kVp dengan nilai rata-rata sebesar 0,28 sedangkan pada perlakuan 60 kVp didapat nilai rata-rata sebesar -0,225 dan perlakuan 70 kVp dengan nilai rata-rata sebesar 2,11. Nilai rata-rata densitas film radiografi yang paling tinggi densitasnya yaitu pada perlakuan tegangan tinggi yaitu 70 kVp. Berikut akan disajikan data diagram batang untuk mengetahui nilai densitas tertinggi dan terendah dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. Diagram batang nilai rata-rata densitas film radiografi.

4.2 Analisa Data

Sebelum data hasil penelitian dilakukan analisis, data tersebut terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Kedua uji diperlukan agar hasil analisis statistik yang diperoleh nanti memiliki kebenaran yang dapat dipercaya serta agar interpretasi dan kesimpulan yang diambil tidak salah atau bias. Uji normalitas yang digunakan adalah *Kolmogorof-Smirnov*, sedangkan uji homogenitas yang digunakan adalah uji *Levene*. Keduanya menggunakan tingkat kesalahan (α) 0,05.

Tabel 4.2 Hasil uji normalitas kelompok perlakuan

| | Kvp60 | Kvp65 | Kvp70 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Jumlah Perlakuan | 8 | 8 | 8 |
| Kolmogorof-Smirnov | 0,571 | 1,134 | 0,652 |
| Probabilitas | 0,900 | 0,153 | 0,789 |

Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan nilai probabilitas 0,9 untuk perlakuan 60 kVp 0,15 untuk perlakuan 65 kVp dan 0,79 untuk perlakuan 70 kVp. Nilai P untuk ketiga kelompok data adalah $> 0,05$ maka dapat diambil kesimpulan bahwa sebaran ketiga kelompok data adalah normal.

Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas kelompok perlakuan

| <i>Levence Statistic</i> | <i>df1</i> | <i>df2</i> | <i>Probabilitas</i> |
|--------------------------|------------|------------|---------------------|
| 3,383 | 2 | 21 | 0,053 |

Keterangan :

df1 : Derajat bebas kelompok perlakuan

df2 : Standart error

Sig : Probabilitas

Pada uji homogenitas pada ketiga perlakuan dengan *Levene test*, diperoleh nilai probabilitas adalah 0,053 ($p > 0,05$) maka dapat diambil kesimpulan bahwa data hasil penelitian ini adalah homogen. Untuk mengetahui apakah terdapat kelompok data yang mempunyai perbedaan yang bermakna digunakan uji statistik *Anova*, tingkat kesalahan (α) yang digunakan adalah 0,05. Hasil analisis dinyatakan berbeda bermakna bila $P \leq 0,05$ dan tidak berbeda bermakna bila $P \geq 0,05$.

Tabel 4.4 Hasil uji anova pada kelompok perlakuan densitas film radiografi

| | <i>Jumlah kuadrat</i> | <i>Derajat kebebasan</i> | <i>Kuadrat rata-rata</i> | <i>F</i> | <i>Probabilitas</i> |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
| Antara Kelompok | 24,151 | 2 | 12,076 | 57,346 | 0,000 |
| Dalam Kelompok | 4,422 | 21 | 0,211 | | |
| Total | 28,573 | 23 | | | |

Pada hasil uji *Anova* nilai Probabilitas 0,00 ($p < 0,05$) yang artinya terdapat perbedaan densitas film radiografi penelitian ini. Untuk mengetahui kelompok manakah yang berbeda secara bermakna, data dianalisis dengan menggunakan uji *LSD* pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil uji LSD pada ketiga kelompok perlakuan

Variabel Terikat : Densitas Gambar Radiografi

| <i>Densitas Gambar Radiografi</i> | 60 kVp | 65 kVp | 70 kVp |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 60 kVp | - | 0,038 | 0,000 |
| 65 kVp | 0,038 | - | 0,000 |
| 70 kVp | 0,000 | 0,000 | - |

Berdasarkan uji *LSD* dapat diketahui terdapat perbedaan signifikan nilai densitas gambar radiografi antara perlakuan 60 kVp dan 65 kVp ($p = 0,038$; $p < 0,05$). Didapat perbedaan signifikan nilai densitas gambar radiografi antara perlakuan 65 kVp dan 70 kVp ($p = 0,000$; $p < 0,05$). Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai $P < 0,05$ pada semua data. Terdapat perbedaan yang bermakna antara ketiga kelompok dengan pemberian perlakuan perbedaan tegangan 60 kVp dengan 65 kVp, antara 60 kVp dengan 70 kVp dan antara 65 kVp dengan 70 kVp.

4.3 Pembahasan

Pemeriksaan radiografi berperan penting dalam menegakkan diagnosa, membuat rencana perawatan serta evaluasi hasil perawatan. Film radiografi merupakan hasil akhir dari proses penyinaran sinar-X dan harus mempunyai kualitas gambar radiografi yang baik, sehingga dapat dibaca dengan mudah serta memenuhi beberapa faktor diantaranya kontras, densitas, dan detail film (Sudaryo, 2004).

Penelitian ini membandingkan perbedaan perlakuan pemberian tegangan yang keluar dari ketiga alat radiografi gigi secara terkendali yang ada di instalasi radiologi RSGM UNEJ. *Output* tegangan masing-masing sebesar 60 kVp, 65 kVp dan 70 kVp. Penelitian ini memakai 8 orang sampel dengan 3 perlakuan *exposure*. Penyesuaian parameter penelitian dilakukan untuk subyek yang akan diambil gambar radiografi dengan memilih subyek laki-laki dewasa usia antara 20 - 22 tahun dengan indikasi gigi posterior bawah khususnya molar permanen rahang bawah tidak karies pada salah satu regio. *Exposure* dilakukan selang satu hari tiap perlakuan untuk menjaga dosis paparan radiasi yang masuk ke dalam jaringan tubuh subyek penelitian.

Peningkatan tegangan kerja tabung mempengaruhi intensitas dan ukuran daya tembus sinar-X. Kecepatan gerak elektron bertambah sesuai dengan naiknya tegangan kerja dan mempengaruhi daya tembus sinar-X. (Jauhari, 2008). Tegangan kerja tabung sinar-X dalam kVp merupakan kualitas ukuran daya tembus sinar-X yang dihasilkannya, menentukan kontras gambar, densitas gambar, dosis kulit, dosis integral pasien hamburan balik dan waktu penyinaran pada pasien. Tegangan puncak yang dipakai untuk pemeriksaan gigi berkisar antara 45 - 100 kVp dan sudah diatur secara permanen dan terkendali pada berbagai pesawat radiografi. *Output* tegangan menentukan daya serap radiasi dari sinar-X (Lukman, 1995).

Kualitas gambar radiografi yang baik adalah gambar yang mampu memberikan informasi yang jelas mengenai obyek atau organ yang diperiksa. Kualitas gambar radiografi dipengaruhi oleh kontras, densitas dan detail atau ketajaman (Bushong, 2001).

Densitas merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan kehitaman film radiografi. Densitas ditentukan oleh banyaknya kristal perak yang terbentuk didalam komponen utama penyusun film radiografi. Densitas menggambarkan kontras (warna secara keseluruhan) dari film radiografi. Sehingga densitas berhubungan langsung dengan berapa banyak sinar-X yang dapat mencapai film setelah melalui jaringan tubuh, kemudian berinteraksi dengan perak bromida dan terbentuk kristal perak (Sasongko, 2000). Densitas adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas gambar radiografi. Pemberian tegangan untuk mendapatkan nilai densitas yang baik perlu diperhatikan karena semakin baik gambar radiografi maka akan mempermudah operator dalam membaca dan menentukan diagnosa, serta untuk membatasi paparan radiasi yang masuk ke dalam tubuh dengan meminimalkan pemberian tegangan yang tepat dari alat radiografi gigi, atas dasar pemikiran itulah penelitian ini dilakukan

Film radiografi merupakan suatu lembaran tipis selulosa yang peka terhadap sinar-X. Prinsip pembentukan bayangan radiografi diperoleh melalui radiasi yang melewati suatu obyek dan akan diserap obyek, dimana banyaknya penyerapan di suatu titik tergantung pada tebal dan kerapatan material obyek dititik tersebut. Perbedaan penyerapan radiasi dideteksi dan direkam pada film radiografi sebagai perbedaan tingkat kehitaman (densitas) (Sudaryo, 2004).

Pembentukan gambar radiografi dimulai dari emulsi perak halida (AgBr) film radiografi yang sangat peka terhadap sinar-X akan membentuk bintik sensitif. Ion Br⁻ apabila terkena radiasi sinar-x akan terbentuk atom Br dan elektron dan merubah muatan positif Ag⁺ menjadi atom Ag. Kristal dengan atom Ag pada permukaanya disebut bayangan laten melalui proses pembangkitan bayangan oleh larutan pembangkit yang mengandung larutan alkali bersifat basa. Tahap selanjutnya gambar dicuci dan difiksasi di dalam cairan penetap yang bersifat asam untuk melarutkan kristal yang tidak mengandung bayangan laten (Hanna dan Wayne, 2008).

Metode prosesing film adalah pengolahan film sudah di *exposed* untuk mendapat gambaran struktur anatomis dan jaringan yang akan diamati. Film

radiografi dibuka dan diproses di dalam ruang gelap (*dark room/light save*) (Supriyadi dkk, 2009). Terdapat beberapa metode prosesing film metode visual, metode waktu dan temperatur dan metode *digital imaging film* (Suhardjo dkk,1995).

Penelitian ini memilih metode prosesing film secara visual (pengamatan) dengan alasan metode visual merupakan metode yang sering dipakai dalam mengembangkan film radiografi di klinik instalasi radiologi RSGM UNEJ dan untuk mempermudah penelitian, karena film yang diproses cukup banyak, lebih efisien dan bisa mempercepat waktu penelitian. Larutan pengembang dan larutan fixer memakai konsentrasi larutan 40%, yaitu ratio antara volume larutan murni dan pengencernya diukur dalam persen. Tiap larutan pengembang maupun larutan fixer diambil 40 ml dan ditambahkan dengan aquades sampai menjadi 100 ml (Ririska, 2010).

Hasil analisis statistik diketahui terdapat perbedaan tegangan radiografi terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal diantara kelompok perlakuan penelitian. Perbedaan tegangan alat radiografi gigi berpengaruh terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal, sehingga hipotesis penelitian ini tidak dapat diterima.

Hasil nilai densitas yang didapatkan dalam penelitian ini untuk tegangan 60 kVp sebesar -0,2 (gambar terang), untuk 65 kVp sebesar 0,2 (gambar sedang) dan 70 kVp sebesar 2,11 (gambar gelap). Nilai pada masing-masing kelompok perlakuan didapatkan dari pembacaan densitas menggunakan alat densitometer. Nilai yang didapat merupakan nilai rata-rata dari 8 foto radiografi yang diteliti antar kelompok perlakuan. Terdapat beberapa nilai densitas yang berbeda atau tidak sama dengan kelompok perlakuannya disebabkan oleh faktor usia alat yaitu kemampuan penetrasi sinar-X dari ke tiga pesawat radiografi gigi sangat dipengaruhi oleh usia alat yang berhubungan dengan kinerja generator sinar-X tempat dimana terjadinya perubahan energi listrik menjadi sinar-X, faktor developer yang bersifat terlalu basa dimana terjadi perubahan fisik dan kimia pada larutan saat prosesing film yang mampu mempengaruhi kualitas gambar radiografi (Hanna dan Wayne, 2008), serta faktor peneliti yaitu terdapat perbedaan waktu prosesing film pada larutan developer untuk

film diurutkan paling akhir kelompok perlakuan 65 kVp dan 70 kVp sehingga menyebabkan gambar yang dihasilkan angka densitas berbeda dengan kelompok perlakuannya.

Pada prosesing film dengan metode visual, proses *developing* dilakukan dengan waktu 10 detik, waktu yang diperlukan saat gambar dicelupkan kedalam larutan developer sampai diangkat dari larutan developer. Kelompok perlakuan 60 kVp menghasilkan nilai densitas gambar terlalu terang (radiopak) dan kelompok 65 kVp menghasilkan nilai densitas gambar sedang dan gambar dapat dibaca dengan baik, sedangkan untuk kelompok perlakuan 70 kVp densitas gambar yang didapat gelap, gambar tidak bisa dibaca (radiolusen). Dari hasil yang didapatkan, kelompok tegangan 70 kVp memerlukan proses *developing* dibawah 10 detik untuk mendapatkan gambar yang baik, yaitu 4 - 5 detik sampai timbul gambar putih pada larutan developer.

Tegangan 70 kVp yang merupakan tegangan tertinggi dalam penelitian ini mempunyai dosis radiasi yang tinggi pula, nilai densitas rata-rata menunjukkan derajat paling tinggi sebesar 2,11 dengan menunjukkan area kehitaman berlebih (gambar terlalu radiolusen) dan tidak dapat dibaca pada tiap kelompok perlakuannya. Tegangan tinggi bisa mempercepat timbulnya gambar pada proses *developing*, akan tetapi penggunaan tegangan tinggi akan memperbesar resiko radiasi yang diterima obyek dan akan mempercepat kerusakan kerja generator sinar-X karena terjadi peningkatan arus dan tegangan secara tidak stabil yang berpengaruh dengan usia pesawat radiografi gigi yang bisa menyebabkan kerusakan pada generator sinar-X. Tegangan 70 kVp tidak dianjurkan penggunaannya meskipun bisa mempercepat waktu timbulnya gambar. Dalam penelitian ini diketahui semakin tinggi perlakuan tegangan maka nilai densitas semakin tinggi, pengambilan foto radiografi dengan pemberian tegangan tinggi menghasilkan kontras gambar yang gelap.

Kualitas gambar yang baik dipengaruhi oleh densitas, kontras, detail atau ketajaman yang baik sehingga gambar radiografi bisa diinterpretasikan dengan baik dan mampu memberikan informasi yang jelas mengenai obyek atau organ yang

diperiksa (Suhardjo dkk,1995). Faktor yang mempengaruhi penyerapan sinar-X adalah arus, waktu dan jarak penyinaran, tegangan (Lukman, 1995). Perubahan tegangan mempengaruhi kekuatan daya tembus sinar-X untuk menembus obyek bahan. Peningkatan daya tembus tidak dipengaruhi arus listrik. Perubahan arus menyebabkan peningkatan intensitas sinar-X dalam tabung generator sinar-X. Perubahan arus akan meningkatkan pergerakan muatan elektron dari kutub katoda menuju kutub anoda dalam pembentukan sinar-X yang sangat dipengaruhi oleh tegangan dan hambatan. Sumber tegangan dan arus dalam penelitian ini terkendali sesuai *output* tegangan dan arus yang ada pada masing-masing pesawat radiografi gigi.

Praktisi radiologi yang mengatur radiasi pengionisasi haruslah mengenal baik besarnya paparan radiasi yang dijumpai di bidang kedokteran dan kedokteran gigi, resiko yang mungkin mendatangkan paparan dan metode yang digunakan untuk mempengaruhi paparan dan memperkecil dosis. Informasi ini cukup dapat dijadikan acuan untuk menjelaskan kepada pasien mengenai keuntungan dan bahaya yang mungkin didapat akibat penggunaan sinar-X karena radiasi yang digunakan untuk tujuan apapun dan sekecil apapun pasti mengandung potensi bahaya bagi manusia. Keselamatan radiasi adalah upaya yang dilakukan untuk menciptakan kondisi agar dosis radiasi pengion yang mengenai manusia dan lingkungan hidup tidak melampaui nilai batas yang ditentukan (White dan Pharoah, 2000). Nilai tegangan 65 kVp merupakan nilai ideal dalam penelitian ini dikarenakan dosis paparan yang kecil dan sudah memenuhi kualitas densitas gambar yang baik sehingga gambar radiografi dapat dibaca atau diinterpretasikan dengan mudah. Hal ini adalah sebagai upaya untuk meningkatkan hasil kualitas gambar radiografi dengan meminimalkan dosis paparan radiasi yang diserap.

BAB 5.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh perbedaan tegangan alat radiografi gigi terhadap kualitas densitas gambar radiografi, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan tegangan alat radiografi gigi berpengaruh terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal.
2. Tegangan alat radiografi gigi yang paling efektif diberikan terhadap kualitas densitas gambar radiografi periapikal adalah sebesar 65 kVp, karena gambar radiografi periapikal dapat dibaca dan sudah memenuhi kualitas densitas gambar yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Tegangan radiografi berpengaruh terhadap densitas gambar, pemilihan tegangan yang tepat untuk meminimalkan dosis paparan yang diserap jaringan tubuh harus diperhatikan disesuaikan dengan obyek bahan yang akan disinari dan intensitas penyinaran.
2. Tidak menjadikan pilihan utama pemberian tegangan tinggi untuk mempercepat proses pencucian gambar, karena alat radiografi apabila sering dipakai tegangan tinggi akan cepat rusak.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai banyaknya radiasi yang masuk ke dalam tubuh untuk berbagai pelakuan tegangan radiografi.

DAFTAR BACAAN

- Akhadi, M. 2000. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arpansa. 2005. *Radiation Protection Dentistry : Recommended Safety Procedures for The Use For Dental X-ray Equipment*. [serial on line]. www.Arpansa.gov.au/pub/rps/rps10.htm [6 November 2010].
- Badan Tenaga Atom Nasional. 2002. *Buku Pedoman Proteksi Radiasi di Rumah Sakit dan Praktek Umum Lainnya*. Bandung: DepKes RI.
- Bushong, S.C. 2001. *Radiologic Science for Technologists*. Toronto: Seventh Edition, Mosby Company.
- Chandra, Devi, Pratomo, dan Herman. 2009 . *Densitometer – Alat Ukur Kepekatan Optik*. [serial on line] . <http://gurumuda.com/bse/batas-densitometry-Alat-ukur-kepekatan-optik.htm> [6 November 2010].
- Dewi, G. S. N. 2009. *Evaluasi Radiografis Letak Foramen Mentalis Antara Suku Jawa dan Suku Papua di Jember*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Hanna, Szczepanowska dan Wayne, Wilson. 2008. *Permanency Of Reprographic Images On Polyester Film*. *JAIC: Journal of The American Institute for Conservation Volume 39, Number 3, Article 5 August 2008*.
- Haring, J.I. 2000. *Dental Radiography*. Philadelphia : W.B Saunders Company.
- Jauhari, Arif. 2008. *Berkas Sinar X dan Parameter Pembentukan Gambar* . Pusat kajian radiografi imaging [serial on line]. <http://puskaradim.blogspot.com/berkas-sinar-x-dan-pembentukan-gambar.htm> [6 November 2010].
- Johson, W.H. 1998. *Oral Radiography*. London: Ilford limited.

- Lukman, D. 1995 . *Dasar Radiologi dalam Ilmu Kedokteran Gigi*. Edisi 2. Jakarta : Widya Medika.
- Margono, G. 1998. *Radiografi Intraoral, Teknik, Prosesing, Interpretasi Radiogram*. Jakarta:Penerbit EGC.
- Margono, G. 1999.*Pedoman Pembuatan Radiografi Intra Oral*. Jurnal Kedokteran Usakti edisi khusus Foril IV. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Usakti.
- Margono, G. 2002. *Radiografi Periapikal Untuk Mendukung Perawatan Dalam Kedokteran Gigi*. Jurnal PDGI Edisi Khusus Tahun ke-52. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Usakti.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rasad S, Kartoleksono S, Ekayuda I. 1999. *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: FKUI, Penerbit Gaya Baru.
- Ririska, SS. 2010. *Kecepatan Timbulnya Bayangan Radiografi Pada Perbedaan Konsentrasi Larutan Pengembang*. Jember : FKG Universitas Jember.
- Sasongko, Dadan. 2000 .Bahan Ajar Radiologi Bagian Radiologi Bedah FKH IPB. [serial e-book] <http://www.scribd.com/doc/30267797/RADIASI-1> [26 Februari 2011].
- Subekti, Agus dkk. 2003. *Fisika Biologi dan Kesehatan*. Jember: Penerbit FMIPA Universitas Jember.
- Sudaryo. 2004. *Radiologi Umum*. [serial e-book].[http://www.Scribd.com/doc/37838557 / Radiologi Umum](http://www.Scribd.com/doc/37838557/RadiologiUmum) [26 Februari 2011].
- Steel, dan Torrie J.H. 1995.*Prinsip dan Prosedur Statistika Edisi 2*. Jakarta: Penerbit Gramedia Pustaka Utama.
- Steeve, D Rima. 2002. *Radiasi Dental X-Ray Dosis Rendah*. [serial on line]. <http://www.physics.isu.edu/radinf/dental.htm> [6 November 2010].

- Suhardjo, Ria, Firman, Azhari dan Irna,W . 1995. *Faktor Yang Menyebabkan Perubahan Kualitas Arsip Foto Rontgen Gigi Periapikal*. Jurnal Kedokteran Gigi PDGI Nomor:1-2,Tahun ke 44 April-Agustus 1995.
- Supriyadi, Sulistyani, Kiswaluyo, Pujiastuti, P. 2009 .*Petunjuk Praktikum Radiologi Kedokteran Gigi*. Jember: Penerbit FKG Universitas Jember.
- Walton dan Torabinejad. 1997. *Prinsip dan Praktik Ilmu Endodonsi*. Jakarta : Penerbit EGC.
- Whaites, E dan Cawson, R.A. 1992. *Essential of Dental Radiography and Radiology*. Singapore : Churchill Livingstone.
- White dan Pharoah. 2000. *Oral Radiology: Principles and Interpretation 4th*. Philadelphia: Mosby.
- Yunus, B. 2005. *Dental Radiography as an Early Diagnosa to Prevent The Saverty of Tooth and Mouth Desease*. Jurnal Kedokteran Gigi. Edisi 2 temu ilmiah nasional IV (11-13 Agustus 2005): FKG UNAIR.

Lampiran A. Surat Persetujuan (*Informed consent*)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
(*INFORMED CONSENT*)**

Yang bertanda di bawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat:

Bersedia menjadi subyek untuk penelitian yang berjudul:

”Pengaruh Perbedaan Tegangan Alat Radiografi Gigi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal”.

Saya telah menerima penjelasan mengenai apa saja yang harus dilakukan dan apa saja yang saya terima sebagai subyek dalam penelitian ini. Dengan demikian saya bersedia menjadi subyek penelitian ini dengan sukarela.

Jember, Maret 2011

(.....)

Lampiran B. Data Penelitian

Nama : Krisna Perdana Putra

NIM : 071610101009

JUDUL : Pengaruh Perbedaan Tegangan Alat Radiografi Gigi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal.

Hasil Pembacaan Data Densitometer

| NO | SAMPLE | TEGANGAN (60 Kvp) | TEGANGAN (65 Kvp) | TEGANGAN (70 Kvp) |
|----|--------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 1 | -0,25 | -0,19 | 2,97 |
| 2 | 2 | -0,27 | 0,01 | 2,14 |
| 3 | 3 | -0,11 | 0,06 | 2,82 |
| 4 | 4. | -0,12 | 0,03 | 2,06 |
| 5 | 5 | -0,26 | 0,08 | 2,04 |
| 6 | 6 | -0,17 | 1,21 | 2,02 |
| 7 | 7 | -0,14 | 1,03 | 1,74 |
| 8 | 8 | -0,28 | 0,04 | 1,10 |

Keterangan : -0,3 – (-0,1) : Gambar Radiografi Terang

-0,1 – 1 : Gambar Radiografi Sedang

1 – 3 : Gambar Radiografi Gelap

Lampiran C. Analisa Data

Npar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Kv p60 | Kv p65 | Kv p70 |
|----------------------------------|----------------|--------|--------|--------|
| N | | 8 | 8 | 8 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | -,2250 | ,2838 | 2,1113 |
| | Std. Deviation | ,10379 | ,52503 | ,58762 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,202 | ,401 | ,230 |
| | Positive | ,136 | ,401 | ,230 |
| | Negative | -,202 | -,183 | -,188 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | ,571 | 1,134 | ,652 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,900 | ,153 | ,789 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Levene Tests

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

| Levene Statistic | df 1 | df 2 | Sig. |
|------------------|------|------|------|
| 3,383 | 2 | 21 | ,053 |

Keterangan :

Df1 : Derajat bebas kelompok perlakuan

Df2 : Standart error

Sig : Probabilitas

Descriptives

Hasil

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Kvp60 | 8 | -,2250 | ,10379 | ,03669 | -,3118 | -,1382 | -,37 | -,11 |
| Kvp65 | 8 | ,2838 | ,52503 | ,18563 | -,1552 | ,7227 | -,19 | 1,21 |
| Kvp70 | 8 | 2,1113 | ,58762 | ,20776 | 1,6200 | 2,6025 | 1,10 | 2,97 |
| Total | 24 | ,7233 | 1,11459 | ,22751 | ,2527 | 1,1940 | -,37 | 2,97 |

| Perlakuan | Mean | SD |
|------------------|----------------|----------------|
| Tegangan 60 kVp | -0,2250 | 0,10379 |
| Tegangan 65 kVp | 0,2838 | 0,52503 |
| Tegangan 70 kVp | 2,1113 | 0,58762 |
| Total | 0,7233 | 1,11459 |

Anova Tests

ANOVA

Hasil

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 24,151 | 2 | 12,076 | 57,346 | ,000 |
| Within Groups | 4,422 | 21 | ,211 | | |
| Total | 28,573 | 23 | | | |

LSD Tests

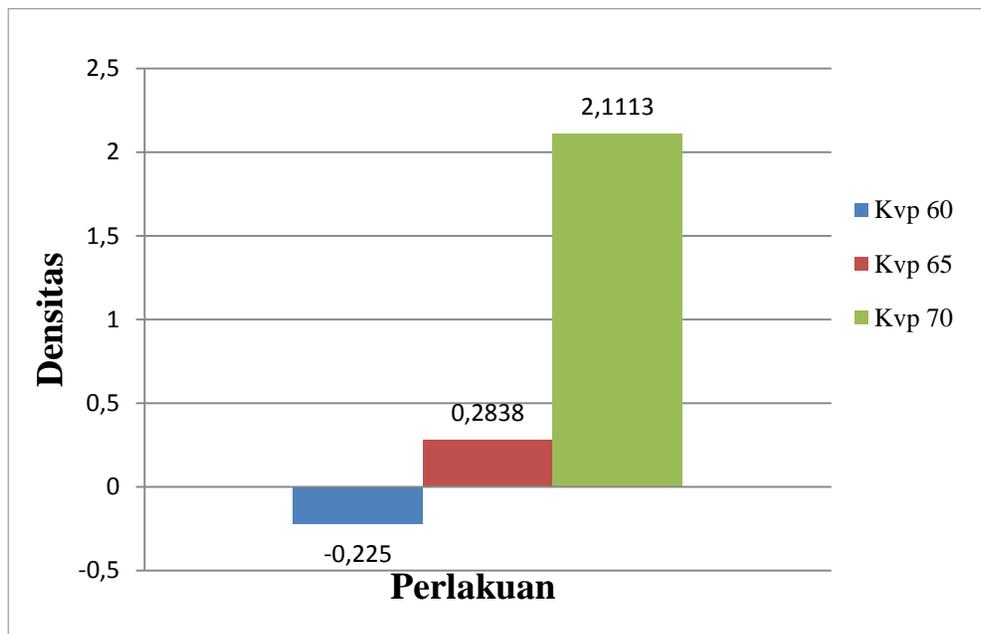
Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil
LSD

| (I) perlakuan | (J) perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------|---------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Kv p60 | Kv p65 | -,50875* | ,22944 | ,038 | -,9859 | -,0316 |
| | Kv p70 | -2,33625* | ,22944 | ,000 | -2,8134 | -1,8591 |
| Kv p65 | Kv p60 | ,50875* | ,22944 | ,038 | ,0316 | ,9859 |
| | Kv p70 | -1,82750* | ,22944 | ,000 | -2,3047 | -1,3503 |
| Kv p70 | Kv p60 | 2,33625* | ,22944 | ,000 | 1,8591 | 2,8134 |
| | Kv p65 | 1,82750* | ,22944 | ,000 | 1,3503 | 2,3047 |

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Histogram Perbedaan Tegangan Alat Radiografi Gigi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal.



Lampiran D. Foto Alat Penelitian



1



2



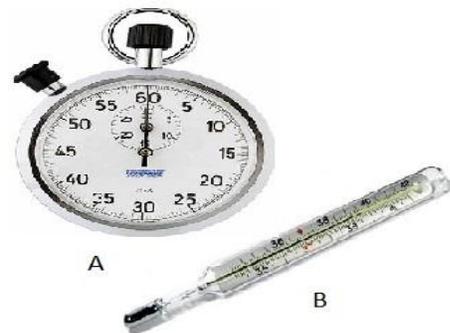
3



4



5



6

Catatan Gambar :

1. Dental X-ray Panpas 60 kvp, 10mA

2. Dental X-ray Altis 65 kvp, 10mA

3. Dental X-ray Daeyoung 70 kvp, 10mA

4. Densitometer RMI X-Rite 2-331

5. Foto dryer

6. A. Stopwatch

B. Termometer

Lampiran E. Foto Bahan Penelitian



Gambar E.1 Film radiografi periapikal (*Kodak*)



Gambar E.2.A *Developing solution (Fuji)*

E.2.B *Fixing solution (Fuji)*

Lampiran F. Kegiatan Penelitian



Gambar F.1 Penempatan film radiografi pada rongga mulut pasien



Gambar F.2 Pembacaan film radiografi pada meja panel densitometer



Gambar F.3 Hasil pembacaan densitas *RMI X-Rite 2-331*

Lampiran G. Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN KESEHATAN R.I.
BALAI PENGAMANAN FASILITAS KESEHATAN SURABAYA
Jl. KARANGMENJANGAN NO. 22
TELP. (031) 5035830, 5014638 FAX. (031) 5021002
S U R A B A Y A - 60286



SURAT KETERANGAN No. KS.01.02.1.3.530

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surabaya menerangkan bahwa :

Nama : Krisna Perdana Putra
NIM : 071610101009

mahasiswa dari Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember telah melakukan pengambilan data untuk bahan Penelitian Tugas Akhir dengan judul Pengaruh Perbedaan Tegangan Radiografi Terhadap Kualitas Densitas Gambar Radiografi Periapikal pada Tanggal 29 Maret 2011 di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surabaya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 29 Maret 2011
Kepala Balai Pengamanan
Fasilitas Kesehatan Surabaya



Ir. Rakhmat Nugroho, MBAT
NIP. 196405021989021002