

**PERBEDAAN *MENTAL INDEX* DAN *PANORAMIC*
MANDIBULAR INDEX ANTARA REGIO BERGIGI
DAN *EDENTULOUS* PADA PEREMPUAN
(Kajian pada Radiograf Panoramik)
LAPORAN PENELITIAN**



Peneliti:

Drg. Intan Farizka, Sp. Rad. OM (K)

Therine Arnecia

Drg. Sariyani Pancasari Audry Arifin, Sp. RKG

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS TRISAKTI
JAKARTA
2022

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Radiografi Kedokteran Gigi	6
B. Radiografi Panoramik	6
C. 15	
D. Kualitas Tulang	17
E. 21	
F. Penilaian Kepadatan Tulang	22
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS	27
A. Kerangka Teori.....	27
B. Kerangka Konsep	29
C. Hipotesis.....	29
BAB IV METODE PENELITIAN	30

A. Jenis dan Rancangan Penelitian	30
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
C. Populasi dan Sampel Penelitian	30
D. Variabel Penelitian	32
E. Definisi Operasional Variabel.....	33
F. Alat dan Bahan.....	33
G. Cara Kerja	34
H. Alur Penelitian	36
I. Analisis Data	37
J. Etika Penelitian	37
BAB V HASIL PENELITIAN	38
BAB VI PEMBAHASAN	44
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	viii
LAMPIRAN – LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi dalam menghasilkan gambaran panoramik	9
Gambar 2. Kriteria Gambaran Panoramik untuk diagnostik	12
Gambar 3. (A) Posisi kepala pasien yang terlalu ke depan; (B) Posisi kepala pasien yang terlalu ke belakang (C) Pasien menolehkan kepala; (D) Kepala pasien miring (E) Kesalahan posisi pasien, posisi dagu pasien terlalu ke arah <i>atas</i> ; (F) posisi dagu pasien terlalu ke <i>bawah</i>	14
Gambar 4. (A) Posisi lidah pasien kurang tepat; (B) Gambaran <i>ghost image</i> dari perhiasan pasien; (C) Hasil gambaran anatomi <i>condyle</i> tampak terpotong; (D) Pengaturan eksposur yang berlebihan; (E) Pengaturan eksposur yang kekurangan	15
Gambar 5. <i>Mandibula</i>	17
Gambar 6. <i>Mental index</i> (MI), mengukur lebar kortikal <i>mandibula</i> yang diukur pada titik-titik garis yang ada diantara kedua garis tebal	24
Gambar 7. Nilai <i>Panoramic mandibular index</i> (PMI) dari rasio a/b	26
Gambar 8. <i>Mental index</i>	35
Gambar 9. <i>Panoramic mandibular index</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel hasil uji normalitas pada nilai <i>mental index</i> .	39
Tabel 2. Tabel hasil rerata nilai <i>mental index</i> berdasarkan status gigi dalam satuan milimeter.	40
Tabel 3. Tabel hasil uji Mann Whitney pada rerata <i>mental index</i> antara regio bergigi dan <i>edentulous</i> dalam satuan milimeter.	41
Tabel 4. Tabel hasil uji normalitas pada nilai <i>panoramic mandibular index</i> dalam satuan milimeter.	41
Tabel 5. Tabel hasil rerata nilai <i>mental index</i> berdasarkan status gigi dalam satuan milimeter.	42
Tabel 6. Tabel hasil uji <i>independent sample T-test</i> pada rerata <i>panoramic mandibular index</i> antara regio bergigi dan <i>edentulous</i> dalam satuan milimeter.	43

DAFTAR SINGKATAN

MI	: <i>Mental Index</i>
PMI	: <i>Panoramic Mandibular Index</i>
BMD	: <i>Bone Mineral Density</i>
m	: Musculus
os	: Osteologi
dkk	: Dan kawan-kawan
mm	: Milimeter

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Formulir Penulisan Skripsi	39
LAMPIRAN 2. Formulir Pendaftaran Mata Kuliah untuk Penulisan Skripsi (Skripsi 2)	40
LAMPIRAN 3. Surat Komisi Etik dan Riset Biomedik	

ABSTRAK

Latar belakang: Tulang akan mengalami penurunan kepadatannya karena adanya proses resorpsi dan remodeling yang tidak seimbang. Perempuan diketahui memiliki risiko mengalami kepadatan tulang yang lebih tinggi daripada laki-laki. Hal ini berkaitan selain karena usia, juga karena pengaruh hormon. Adanya penurunan kepadatan tulang juga berpengaruh terhadap tulang alveolar dan perlekatan pada gigi sehingga dapat menyebabkan terjadinya kehilangan gigi dan *edentulous*. Radiograf panoramik merupakan salah satu pemeriksaan rutin dalam praktik kedokteran gigi yang mampu digunakan dalam mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang, yaitu dengan melihat adanya perubahan pada ketebalan tulang kortikal *mandibula*. Penilaian dari hasil gambaran radiograf panoramik diukur dengan menggunakan *mental index* (MI) dan *panoramic mandibular index* (PMI). **Tujuan:** Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan MI antara regio bergigi dan *edentulous* dan perbedaan PMI antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik. **Metode:** Penelitian observasional analitik komparatif dengan pendekatan *cross sectional*, dengan menggunakan 160 sampel radiograf panoramik perempuan, yang terbagi antara 80 sampel regio bergigi dan 80 sampel regio *edentulous* yang tersedia di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, RSGM-P, FKG Universitas Trisakti. Perhitungan menggunakan MI dan PMI dengan bantuan perangkat lunak i-Dixel versi 2.2.0.3. (Morita, Japan) dalam satuan milimeter. **Hasil:** Rerata MI regio kanan bergigi sebesar 3.7443 ± 0.47927 mm dan regio kiri bergigi sebesar 3.7373 ± 0.41075 mm, sedangkan regio kanan *edentulous* sebesar 2.4725 ± 0.48391 mm dan regio kiri *edentulous* sebesar 2.4421 ± 0.43962 mm dengan hasil signifikasi 0.000 ($p < 0.05$). Hasil rerata PMI pada regio kanan bergigi sebesar 0.3669 ± 0.05434 mm dan regio kiri bergigi sebesar 0.3736 ± 0.04628 mm, sedangkan regio kanan *edentulous* sebesar 0.2253 ± 0.05319 mm dan regio kiri *edentulous* sebesar 0.2265 ± 0.04835 mm dengan hasil signifikasi 0.000 ($p < 0.05$). **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan yang signifikan pada MI dan PMI antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.

Kata kunci: Radiograf Panoramik, Kelainan Kepadatan Tulang, *Mandibula*, *Mental Index*, *Panoramic Mandibular Index*

ABSTRACT

Background: Bones will experience a decrease in density due to an imbalance in the process of resorption and remodeling. Women are known to have a higher risk of experiencing bone density than men. This is related apart from age, also due to the influence of hormones. A decrease in bone density also affects the alveolar bone and attachment to the teeth so that it can cause tooth loss and edentulous. Panoramic radiographs are one of the routine examinations in dental practice that can be used to detect abnormalities of bone density, by observing changes in the thickness of the mandibular cortical bone. Assessment of panoramic radiographs is measured using the mental index (MI) and panoramic mandibular index (PMI). **Purpose:** To find out whether there are differences in MI between dentition and edentulous regions and differences in PMI between dentition and edentulous regions in women through panoramic radiographs. **Method:** A comparative analytic observational study with a cross-sectional approach, using 160 female panoramic radiograph samples, which were divided into 80 samples of the dentate region and 80 samples of the edentulous region available at the Dentistry Radiology Installation, RSGM-P, FKGM Trisakti University. Calculations using MI and PMI with software i-Dixel version 2.2.0.3. (Morita, Japan) in millimeters. **Result:** The mean MI of the dentulous right region was 3.7443 ± 0.47927 mm and the left dentulous region was 3.7373 ± 0.41075 mm, while the edentulous right region was 2.4725 ± 0.48391 mm and the left edentulous region was 2.4421 ± 0.43962 mm with a significance result of 0.000 ($p < 0.05$). The mean PMI results in the dentulous right region were 0.3669 ± 0.05434 mm and the dentulous left region were 0.3736 ± 0.04628 mm, while the edentulous right region were 0.2253 ± 0.05319 mm and the edentulous left region were 0.2265 ± 0.04835 mm with a significance result of 0.000 ($p < 0.05$). **Conclusion:** There are significant differences in MI and PMI between dentition and edentulous regions in women.

Keywords: Panoramic Radiograph, Bone Density Disorder, Mandible, Mental Index, Panoramic Mandibular Index

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tulang adalah bagian tubuh yang akan selalu mengalami pertumbuhan dan regenerasi. Regenerasi tulang sendiri terdiri atas proses remodeling dan proses resorpsi. Proses remodeling tulang tetapi pada kenyataannya seringkali tidak seimbang. Hal ini berkaitan akibat adanya penambahan usia dan proses penuaan, sehingga menyebabkan penurunan kepadatan tulang. Salah satu penyakit yang paling banyak dihubungkan dengan penurunan kepadatan tulang adalah osteoporosis.¹

Osteoporosis atau dapat dikenal juga sebagai tulang keropos merupakan penyakit yang meningkatkan kerapuhan tulang dan kerentanan terhadap patah tulang dan sering dianggap sebagai *silent disease*.^{2,3} Menurut *IOF Compendium of Osteoporosis*, satu dari tiga wanita akan mengalami patah tulang, seperti halnya satu dari lima pria.¹ Dalam Infodatin, prevalensi osteoporosis untuk usia diatas 70 tahun, pada perempuan sebesar 53,6% dan pada laki-laki sebesar 38%. Pada tahun 2013 menurut IOF, prevalensi osteoporosis pada perempuan Indonesia usia 50-70 tahun sebanyak 23% dan usia lebih dari 70 tahun sebanyak 53%.⁴ Hal ini menunjukkan bahwa perempuan lebih berisiko untuk mengalami kelainan kepadatan tulang lebih banyak daripada laki-laki. Selain itu, *menopause* dini pada perempuan usia 30 tahun dan 40 tahun meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis.⁴

Pada usia sekitar 40 tahun, perempuan mulai mengalami penurunan produksi estrogen kemudian *menopause* yang ditandai dengan peningkatan resorpsi tulang.⁵ Dalam hal ini, hilangnya gigi juga dapat dikaitkan sebagai keadaan yang berhubungan dengan peningkatan resorpsi tulang akibat osteoporosis serta dapat mengarah ke *edentulous*. *Edentulous* didefinisikan sebagai hilangnya seluruh gigi.^{6,7} Taguchi dkk. dalam penelitiannya menunjukkan adanya korelasi

antara jumlah gigi yang masih ada dan kemungkinan fraktur pada tulang belakang. Sehingga, menyimpulkan bahwa dokter gigi dapat membantu dalam deteksi awal adanya kelainan kepadatan tulang yang mungkin tidak terdeteksi dengan melihat dari persamaan jumlah gigi dan usia pasien.⁸

Menurut *The World Health Organization* (WHO) pengukuran *Bone Mineral Density* (BMD) digunakan sebagai diagnosis osteoporosis dan didefinisikan dengan *T-score*. Hasil nilai *T-score* yang <-2.5 dapat menjadi tanda terdiagnosis osteoporosis.⁸ Pengukuran BMD umumnya menggunakan *dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA).¹ Teknologi DXA dianggap sebagai *gold standard* untuk pengukuran BMD. Namun, kekurangan DXA adalah harganya yang relatif mahal, penggunaannya diperlukan praktisi yang terlatih, dan pada negara berkembang kebanyakan tidak tersedia secara luas atau mudah diakses.⁹

Orthopantomogram (OPG) atau radiografi panoramik gigi adalah salah satu pemeriksaan rutin dalam praktik kedokteran gigi yang banyak digunakan.¹⁰ Selain biayanya yang ekonomis, radiografi panoramik juga mampu membuat dokter gigi sebagai orang yang pertama kali menemukan adanya kelainan kepadatan tulang.^{11,12} Salah satu kelainan kepadatan tulang yang dapat terdeteksi melalui radiografi panoramik adalah dengan melihat perubahan ketebalan tulang kortikal *mandibula*. Studi terbaru di Finlandia, Jepang, dan Inggris menyatakan kegunaan radiografi panoramik dalam menilai BMD rendah pada perempuan terhadap bentuk dan lebar kortikal *mandibula*. Studi baru di Amerika Serikat juga berpendapat bahwa kortikal *mandibula* pada radiografi panoramik gigi dapat dikaitkan dengan risiko osteoporosis.^{13,14} Kortikal *mandibula* memiliki proses degradasi yang serupa dengan hilangnya mineral tulang pada tulang panggul.⁵

Batas inferior kortikal *mandibula* pada orang yang memiliki kelainan kepadatan tulang umumnya terlihat lebih tipis di hasil gambaran radiograf panoramik. Selain itu, radiografi panoramik memiliki fungsi lainnya terhadap penurunan kepadatan tulang, yaitu mengetahui tipe oklusi, pola mengunyah, dan adanya parafungsi untuk membantu menyusun rencana perawatan dan menilai prognosis keberhasilan perawatan; memperkirakan melakukan

pencabutan pada gigi pasien atau tidak; ada tidaknya perubahan pada *residual ridge* yang dibandingkan sebelum dan sesudah pencabutan; memprediksi stabilisasi pemasangan implan atau gigi tiruan; serta membantu dalam pemilihan tipe dan lama penggunaan gigi tiruan.¹⁵

Radiomorfometri dikenal sebagai indeks yang dapat digunakan dalam menilai kepadatan tulang dari hasil gambaran radiograf panoramik. Indeks pengukuran dari tersebut terbagi secara kuantitatif dan kualitatif. *Mental index* (MI) atau *Mandibular Cortical Width* (MCW), *Panoramic mandibular index* (PMI), *Antegonial Index* (AI), dan *Gonial Index* (GI) merupakan indeks yang diukur secara kuantitatif. Sedangkan, *Mandibular Cortical Index* (MCI) merupakan indeks yang pengukurannya secara kualitatif.

MI mengukur adanya penipisan dari lebar kortikal inferior *mandibula* yang berada di wilayah bawah *foramen mentale*. Pengukuran dibuat dengan membuat sepanjang garis yang melewati bagian tengah *foramen mentale* dan tegak lurus terhadap garis singgung batas bawah *mandibula*. PMI dihitung sebagai rasio ketebalan kortikal *mandibula* yang diukur pada garis tegak lurus ke bawah *mandibula*, di tengah *foramen mentale*, dengan jarak antara inferior *mandibula* dan inferior *foramen mentale*.^{16,17,18} Keunggulan utama dari kedua indeks tersebut adalah meskipun ada resorpsi tulang alveolar di atas foramen, jarak antara *foramen mentale* dan tepi inferior *mandibula* tetap relatif konstan sehingga kesalahan pengukuran lebih berisiko rendah.^{10,19} Dalam penelitian yang dilakukan oleh Devlin dan Horner hasil MI dan PMI menunjukkan adanya korelasi antara penurunan kepadatan tulang *mandibula* dan *edentulous* pada populasi perempuan.

Penelitian terdahulu lebih banyak membahas mengenai perbedaan hasil nilai MI dan PMI namun tidak dikaitkan antara regio bergigi dan *edentulous* atau sebagian besar yang dibahas hanya membandingkan perbedaan MI dan PMI pada perempuan lanjut usia atau paska *menopause*. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk meneliti mengenai perbedaan MI dan PMI antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah terdapat perbedaan *Mental index* (MI) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik ?
2. Apakah terdapat perbedaan *Panoramic mandibular index* (PMI) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui adakah perbedaan *Mental index* (MI) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik
2. Untuk mengetahui adakah perbedaan *Panoramic mandibular index* (PMI) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi:

1. Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam keilmuan radiologi yang berkolaborasi dengan disiplin ilmu anatomi, bedah mulut, dan prostodonti serta sebagai dasar dan data penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan *Mental Index* (MI) dan *Panoramic mandibular index* (PMI) antara regio bergigi dan *edentulous*.

2. Profesi Kedokteran Gigi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman mengenai perbedaan *Mental Index* (MI) dan *Panoramic mandibular index* (PMI) antara regio bergigi dan *edentulous* melalui radiografi panoramik pada perempuan. Selain itu, melalui hasil radiograf panoramik, dapat membuat

praktisi menjadi orang pertama atau membantu dalam mendeteksi dini adanya kelainan kepadatan tulang pada pasien. Serta, pemeriksaan radiograf panoramik dapat digunakan untuk membantu menyusun dan menentukan diagnosis dan rencana perawatan. Selanjutnya, juga dapat digunakan untuk memprediksi dan menilai keberhasilan perawatan pada pasien.

3. Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan bahwa kegunaan penting radiograf panoramik selain untuk mendiagnosis masalah gigi, juga bisa membantu mengevaluasi adanya kelainan kepadatan tulang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Radiografi Kedokteran Gigi

Radiografi adalah gambar yang dihasilkan pada reseptor (film yang sensitif terhadap radiasi, *phosphor plate*, atau sensor digital) dari paparan radiasi ion dengan hasil dua dimensi dari objek tiga dimensi.²⁰ Dalam kedokteran gigi, radiografi berperan penting sebagai informasi tambahan dalam mengidentifikasi dan mendiagnosis kondisi yang sulit dilihat secara klinis, seperti menemukan struktur gigi yang tersembunyi, jaringan pendukung, massa jinak/ganas, kehilangan tulang, dan gigi berlubang.^{21,22} Penggunaan sinar-x digunakan sebagai alat standar dalam radiografi, sehingga perlu diperhatikan adanya risiko paparan radiasi kepada pasien.²³

Radiograf kedokteran gigi terbagi menjadi dua bagian, yaitu antara radiograf ekstraoral dan radiograf intraoral. Radiografi intraoral adalah radiografi yang dilakukan dengan posisi film berada di rongga mulut, contohnya radiograf periapikal, radiograf *bitewing*, dan radiograf oklusal. Sedangkan radiografi ekstraoral adalah radiografi yang dilakukan dengan posisi film berada di luar mulut pasien, contohnya radiografi panoramik, radiograf *oblique lateral*, radiograf sefalometrik.²⁴ Salah satu pemeriksaan yang paling sering digunakan adalah radiograf panoramik karena dapat berperan sebagai pelengkap dalam mendiagnosis dan pemeriksaan klinis.²²

B. Radiografi Panoramik

1. Definisi

Radiografi panoramik adalah teknik radiografi ekstraoral yang memberikan informasi dua dimensi atau gambaran datar dengan pandangan luas yang menunjukkan lengkung gigi rahang atas dan rahang bawah,

jaringan sekitarnya, dan *maxillofacial*, seperti *maxillary sinus*, *nasal fossa*, *temporomandibular joint* (TMJ), *processus styloideus*, dan *os. hyiod*. Film atau reseptor diposisikan di luar mulut pasien selama paparan sinar-x. Selama proses pengambilan gambar, kepala tabung dari mesin akan berputar mengelilingi pasien dan kemudian menghasilkan gambaran panoramik yang diinginkan.^{20,25,26}

2. Indikasi

Radiografi panoramik bisa diindikasikan untuk evaluasi orthodonti, penyakit periodontal; evaluasi hasil pemasangan *crown*; ataupun dalam pemeriksaan rutin yang membantu dalam menegakkan diagnosis serta pemeriksaan bagi pasien yang baru pertama kali berkunjung ke dokter gigi.

²⁶ Selain itu, indikasi lainnya adalah : ^{26,27}

- a. Evaluasi gigi secara keseluruhan
- b. Pemeriksaan patologi intraoseus, contohnya kista, tumor, infeksi.
- c. Evaluasi sendi *temporomandibular*.
- d. Evaluasi posisi gigi impaksi.
- e. Evaluasi erupsi gigi permanen.
- f. Trauma *dentomaxillofacial*.
- g. Gangguan perkembangan *maxillofacial*.
- h. Pasien yang keterbatasan membuka mulut/trismus.
- i. Pasien yang tidak dapat melakukan prosedur radiografi intraoral.

3. Kontraindikasi

Kontraindikasi dalam penggunaan radiografi panoramik antara lain : ^{20,24}

- a. Untuk mendeteksi lesi karies yang memerlukan detail kecil.
- b. Untuk mendeteksi lesi periapikal.
- c. Untuk mendeteksi karies proksimal.
- d. Untuk mengevaluasi perawatan saluran akar.

4. Kelebihan

Kelebihan penggunaan radiografi panoramik, yaitu : ^{26,27,(28),29,30}

- a. Biaya relatif murah
- b. Ketersediaan alat yang sudah cukup luas
- c. Memberikan gambaran dari kedua lengkung gigi beserta struktur anatomi lainnya seperti, *maxillary sinus*, TMJ, dan *os. hyiod*
- d. Dosis radiasi relatif rendah.
- e. Dapat digunakan pada pasien trismus yang tidak dapat mentoleransi radiografi intraoral.
- f. Nyaman digunakan bagi pasien yang cedera untuk menilai keadaan kedua lengkung rahang pada satu film.
- g. Teknik radiografi panoramik cepat dan nyaman.
- h. Alat bantu yang paling sering digunakan dalam kedokteran gigi untuk perencanaan dan pemeriksaan perawatan gigi.
- i. Salah satu alat skrining untuk mendeteksi adanya risiko osteoporosis.

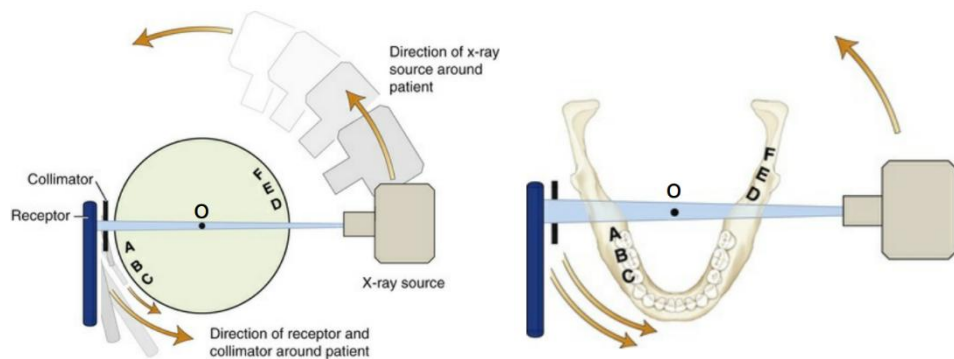
5. Kekurangan

Kekurangan penggunaan radiografi panoramik, yaitu : ^{26,29}

- a. Gambar yang dihasilkan memiliki resolusi lebih rendah sehingga tidak dapat menghasilkan detail gambar seperti hasil di radiografi intraoral.
- b. Gambar yang dihasilkan dapat adanya *ghost image* sehingga membutuhkan visualisasi yang cermat untuk menilai dan mengevaluasi detail anatomi atau patologis.
- c. Posisi pasien yang tidak akurat mampu memengaruhi hasil gambaran menjadi kurang sempurna dan bisa menyebabkan terjadinya kesalahan interpretasi.
- d. Sulit untuk mengambil gambaran jika pasien memiliki diskrepasi *maxillomandibular* yang parah.
- e. Jaringan lunak dan bayangan dari udara dapat menutupi struktur jaringan yang ingin dilihat.

6. Prosedur dan Prinsip Kerja Radiografi Panoramik

Sebelum melakukan pengambilan gambar radiografi panoramik, perlu diketahui terlebih dahulu prinsipnya. Terdapat hubungan antara sumber arah sinar-X, pasien, kolimator, dan reseptor gambar terhadap hasil gambaran panoramik. Selama pemaparan, kepala tabung sinar-X bergerak ke satu arah sementara film bergerak ke arah yang berlawanan. Titik O digambarkan sebagai pusat rotasi, sedangkan titik A, B, C, D, E, dan F digambarkan sebagai titik arah pergerakan film dan pergerakan kepala tabung sinar-X, terlihat pada Gambar 1.^{24,27}



Gambar 1. Ilustrasi dalam menghasilkan gambaran panoramik²⁷

Dalam panoramik, *focal trough* juga merupakan konsep yang digunakan untuk menentukan di mana lengkung gigi harus di posisikan untuk mendapatkan gambaran yang tepat. *Focal trough (Image Layer)* didefinisikan sebagai zona lengkung tiga dimensi yang dapat dilihat pada gambaran panoramik. Struktur yang terletak dalam pusat titik fokus nantinya tampak dihasilkan cukup baik gambarannya pada gambaran panoramik. Sedangkan, struktur yang terletak di luar pusat titik fokus nantinya akan tampak tidak jelas pada gambar yang dihasilkan. Kualitas dari hasil gambaran panoramik tergantung dari posisi gigi pasien di dalam *focal trough* dan seberapa dekat maksila dan *mandibula* pasien terhadap *focal*

trough. Semakin dekat *maxilla* atau *mandibula* terhadap pusat *focal trough*, semakin jelas gambaran radiografi yang dihasilkan. ^{20,24,27}

Prosedur yang diperlukan dalam persiapan pengambilan radiografi panoramik, yaitu : ^{20,24}

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam radiografi panoramik terdiri dari empat komponen utama, yaitu mesin kepala tabung sinar-X, panel kontrol, perlengkapan pemosisian pasien (penopang dagu dan kepala serta penanda arah sinar), dan reseptor gambar atau film. ²⁴

b. Persiapan Pasien

Pasien diinstruksikan untuk melepaskan anting, perhiasan, jepit rambut, kacamata, gigi palsu atau peralatan ortodontik lepasan. Memberitahukan kepada pasien mengenai prosedur dan penggunaan peralatan yang dipakai, jika perlu ditunjukkan kepada pasien mengenai pergerakan mesin dalam pengambilan gambaran panoramik. Pasien diberikan *lead apron* dua sisi untuk melindungi pasien dari radiasi dan tidak diperlukan penggunaan kerah tiroid pada pasien. Pasangkan *lead apron* di sekitar leher sehingga tidak menghalangi sinar-x. ²⁰

c. Persiapan Peralatan

Operator harus memerhatikan pengaturan dari peralatan yang digunakan sesuai dengan ketentuan dari mesin dan kebutuhan pasien. Faktor eksposur yang biasa digunakan berada dalam kisaran 70-90kV dan 4-12mA. Kaset yang berisi film harus dalam posisi yang sesuai. Ketinggian mesin diatur sesuai dengan pasien dan sejajarkan bagian mesin yang bergerak terhadap pasien. ²⁴

d. Posisi Pasien

Posisi pasien yang baik meliputi : ²⁴

- 1) Posisi kepala, leher, dan punggung pasien tegak lurus dan diinstruksikan untuk memegang penyangga atau pegangan yang telah disediakan supaya tetap stabil

- 2) Gigi pasien dalam posisi *edge to edge* dan diinstruksikan untuk mengigit pada *bite-peg* atau alat bantu gigit, serta dagu pasien berada diatas penyangga dagu
- 3) Kepala pasien tidak boleh bergerak dan digunakan alat bantu seperti penyangga kepala supaya posisi kepala pasien tetap
- 4) *Light beam markers* diarahkan pada bidang *mid-sagital* vertikal, bidang *Frankfort* horizontal, dan gigi kaninus rahang atas.
- 5) Pasien harus diinstruksikan untuk menutup bibir dan menekan lidah ke arah palatum durum dan tidak bergerak sepanjang paparan (sekitar 15-18 detik)

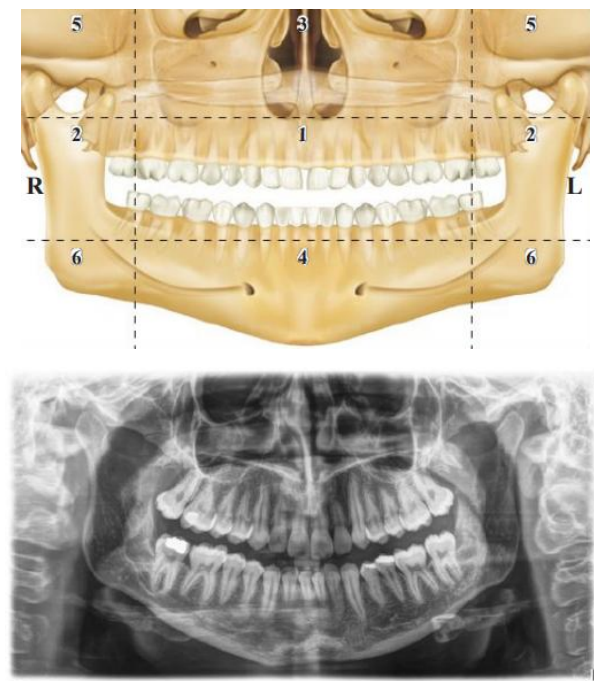
e. Setelah Paparan

Penyangga kepala pasien, dagu, dan alat bantu gigit dilepaskan agar pasien dapat meninggalkan mesin. Setelahnya, peralatan yang sebelumnya sudah digunakan pasien harus dibersihkan dengan disinfektan dan disterilkan pada setiap permukaannya. APD yang digunakan oleh operator harus dibuang sebagai limbah klinis. Selain itu, film yang tadinya digunakan untuk pengambilan gambaran radiograf panoramik diproses.²⁴

7. Evaluasi Mutu Radiografi Panoramik

Setiap gambaran panoramik perlu memerhatikan gambaran gigi dan anatomi *maxillofacial* yang representatif agar dapat digunakan dalam diagnostik. Gambaran panoramik yang baik harus mampu memvisualisasikan anatomi *maxillofacial* yang terbagi menjadi 6 area, yaitu gigi geligi; *ramus* dan *cervical spine*; *nasal cavity* dan *maxillary sinus*; *corpus mandibula*; *processus condylaris mandibula*; dan *os. Hyoid* yang dapat dilihat pada Gambar 2. Gigi geligi tidak boleh tampak terlalu sempit atau lebar dan gigi di sisi kanan berukuran sama dengan gigi di sisi kiri. Penilaian terhadap anatomi *maxillofacial*, yaitu palatum durum tampak di ujung akar gigi rahang atas dan ditumpangkan di atas *maxillary sinus*, kedua *condyle* tampak pada gambar, dan lebar *ramus* kiri dan kanan harus sama.²⁰

Kriteria lainnya dalam menentukan kualitas hasil gambaran radiografi panoramik yang baik, yaitu perbesaran bidang vertikal dan horizontal seimbang, densitas di seluruh gambar tampak seragam tanpa ada bayangan maupun adanya gambaran radiolusen akibat bayangan udara, tidak ada bayangan artefak, contohnya karena penggunaan gigi palsu, anting dan perhiasaan lainnya, gambaran harus diberi keterangan yang jelas mengenai nama pasien dan tanggal pemeriksaannya dan terdapat tanda R dan L yang menjadi keterangan bagian kanan dan kiri, yang terlihat pada Gambar 4.^{20,24}

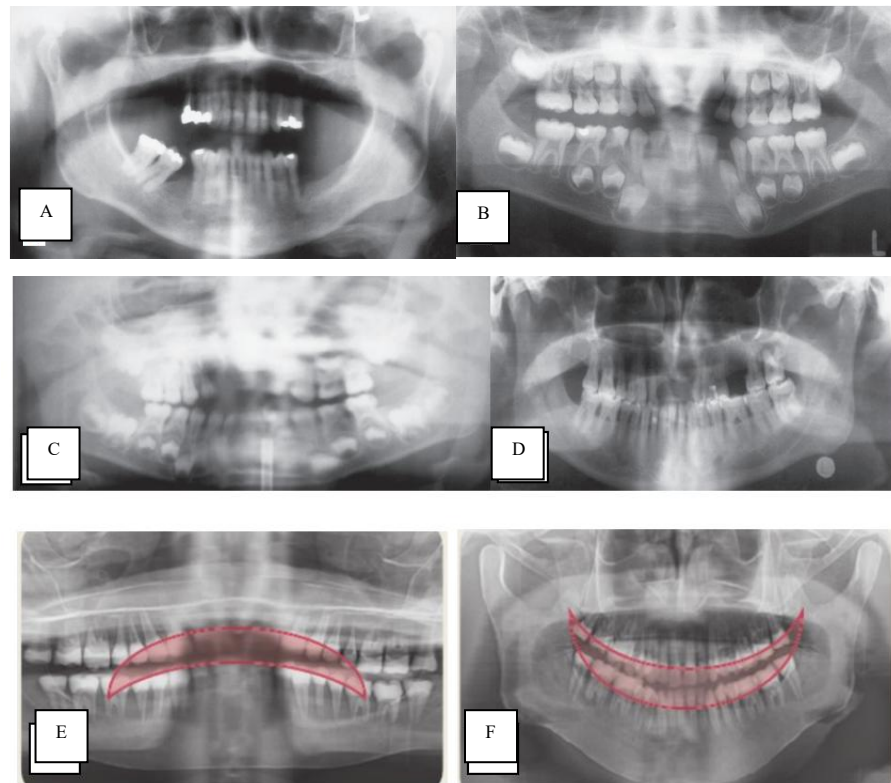


Gambar 2. Kriteria Gambaran Panoramik untuk diagnostik²⁰

Menurut *Guidance Notes for Dental Practitioner on the Safe Use of X-ray Equipment* yang dipublikasi pada tahun 2001, terbagi tiga kriteria penilaian kualitas subjektif hasil gambaran radiograf, yaitu nilai 1 atau kualitas *excellent* jika tidak ada kesalahan dalam persiapan pasien, paparan, posisi, pemrosesan, atau penanganan film; nilai 2 atau kualitas *diagnostically acceptable* jika terdapat beberapa kesalahan persiapan

pasien, paparan, penentuan posisi, pemrosesan atau penanganan film, tetapi tidak mengurangi utilitas diagnosis dari hasil radiografi; dan nilai 3 atau kualitas *unacceptable* apabila terdapat kesalahan persiapan pasien, paparan, posisi, pemrosesan atau penanganan film, sehingga menyebabkan hasil radiografi tidak dapat digunakan dalam menentukan diagnosis²⁴

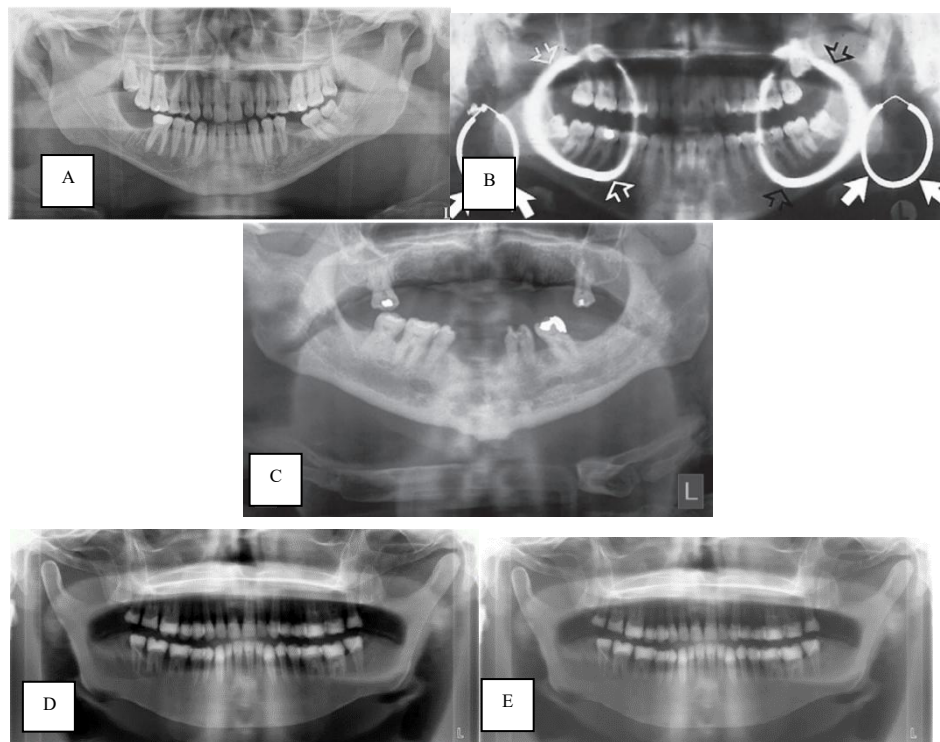
Evaluasi mutu radiografi panoramik dapat dipengaruhi oleh kesalahan posisi pasien maupun kesalahan teknik. Kesalahan posisi pasien yang dapat terjadi, yaitu kesalahan posisi antero-posterior di mana posisi kepala pasien yang terlalu ke depan sehingga hasilnya pada gigi tampak lebih sempit seperti pada gambar 3A, sedangkan apabila posisi kepala pasien terlalu jauh ke belakang hasilnya akan terlihat gambaran gigi yang tampak lebar dan terkadang hasil gambarannya tampak terpotong seperti pada Gambar 3B. Pasien yang menolehkan kepala akan menyebabkan gambaran menjadi berbayang terlihat pada Gambar 3C. Kepala pasien yang terlalu miring atau kesalahan posisi horizontal dapat mengakibatkan hasil gambarannya di salah satu sisi giginya menyempit dan sisi lainnya melebar yang dapat dilihat pada Gambar 3D. Kesalahan posisi secara vertikal di mana posisi dagu pasien terangkat terlalu tinggi, akan menghasilkan gambaran, seperti kurva yang terbalik yang dilihat pada Gambar 3E. Sedangkan, apabila posisi dagu pasien yang terlalu rendah dan menimbulkan gambaran, seperti garis senyum yang dalam yang dilihat pada Gambar 3F^{20,24,29}



Gambar 3. (A) Posisi kepala pasien yang terlalu ke depan; (B) Posisi kepala pasien yang terlalu ke belakang (C) Pasien menolehkan kepala; (D) Kepala pasien miring (E) Kesalahan posisi pasien, posisi dagu pasien terlalu ke arah atas; (F) posisi dagu pasien terlalu ke bawah^{20,24}

Kesalahan persiapan pasien tidak menggunakan panduan gigitan sehingga permukaan insisal dan oklusal gigi atas dan bawah saling tumpang tindih. Selain itu, pasien tidak diinstruksikan untuk menutup bibir atau dorsum lidah yang tidak diletakkan di palatum keras sehingga menyebabkan hasil gambaran tertutup oleh udara dan hasilnya radiolusen pada bagian sekitar tengah gigi seperti pada Gambar 4A. Serta pasien menggunakan perhiasan atau gigi tiruan dapat menyebabkan hasil gambaran radiopak yang berasal dari perhiasan atau gigi tiruan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4B.^{20,24,29} Sedangkan, kesalahan teknik yang sering dijumpai, yaitu kesalahan letak titik awal yang kurang tepat sehingga menyebabkan hasil

dari sebagian film berwarna hitam atau sebagian anatomi terlihat hilang dari tepi film yang dapat dilihat pada Gambar 4C, kesalahan pengaturan eksposur yang kurang tepat yang dapat dilihat pada Gambar 4D dan 4E.²⁴



Gambar 4. (A) Posisi lidah pasien kurang tepat; (B) Gambaran *ghost image* dari perhiasan pasien; (C) Hasil gambaran anatomi *condyle* tampak terpotong; (D) Pengaturan eksposur yang berlebihan; (E) Pengaturan eksposur yang kekurangan^{20,24}

C. Mandibula

Mandibula adalah tulang tunggal yang terdiri dari satu bagian horizontal atau badan/*corpus* yang di atasnya terdapat *processus alveolaris* dan dua *ramus* di bagian vertikal pada sisi kanan dan kiri. *Processus alveolaris* bagian dari *os alveolaris* atau tulang alveolar merupakan tulang kompak yang mengelilingi gigi dan menjadi perlekatan akar gigi, sedangkan di bagian apikal dari akar gigi merupakan tulang basal. Kedua bagian tersebut membentuk kesatuan yang

disebut dengan *corpus* dan ditutupi oleh *periosteum*. Berkurangnya lebar *corpus* dapat terjadi saat ada gigi yang hilang dan resorpsi tulang alveolar.^{31,32}

Alveolar Bone Proper (ABP) membentuk lapisan soket gigi yang terdiri dari tulang kompak dan memiliki banyak lubang sebagai tempat saraf dan pembuluh darah yang melewati dari ABP menuju ke *periodontal ligament* (PDL). Dalam radiografi terdapat bagian ABP yang radiopak dan dianggap sebagai *lamina dura*. Pada tulang alveolar pendukung atau *Supporting Alveolar Bone* (SAB) terdiri dari tulang kortikal dan tulang trabekular.

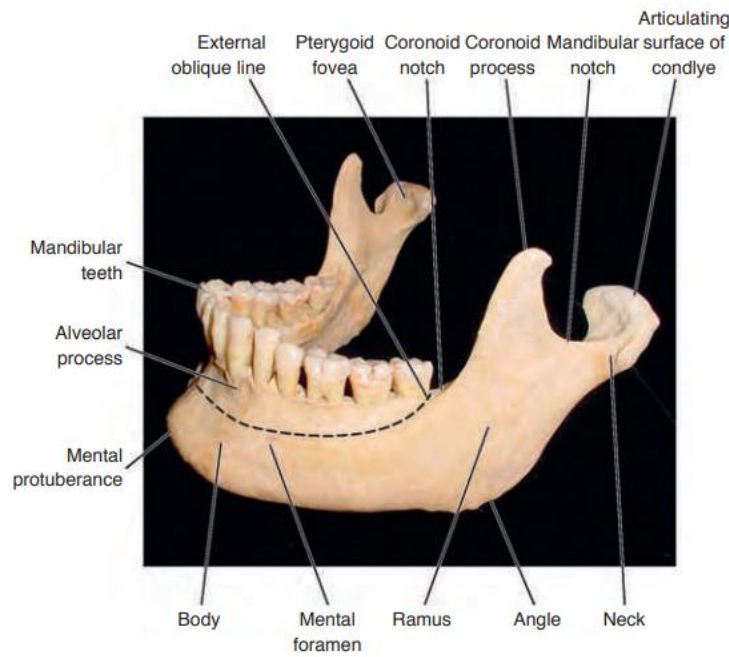
Tulang kortikal berbentuk seperti lempengan yang terdiri dari selapis tulang kompak pada permukaan fasial dan lingual tulang alveolar. Ketebalan tulang alveolar umumnya 1,5-3 mm pada daerah posterior dan pada daerah anterior memiliki ketebalan yang bervariasi. Tulang kortikal biasanya tidak terlihat jelas pada radiografi periapikal atau *bitewing* tetapi dapat terlihat jelas pada radiografi panoramik dengan gambaran tulang radiopak.³¹

Foramen mentale berada kurang lebih selebar satu jari diatas batas inferior *mandibula* antara akar gigi premolar pertama dan kedua. Terdapat cabang dari saraf trigeminal yang mempersarafi bibir bawah dan dagu yang melewati *foramen mentale*.³²

Pada batas posterior *ramus mandibula* terdapat tonjolan bulat yang merupakan *condylus mandibula*. *Condylus* berartikulasi dengan bagian bawah tulang temporal untuk membentuk *Temporomandibular Joint* (TMJ) di bawah bagian posterior lengkung *zygomatic* dan tepat di depan telinga. Saat mulut dalam posisi istirahat, *condylus* berada di dalam *fossa mandibularis* dan saat posisi mulut terbuka *condylus* berkontak dengan *articular eminence* ke arah depan. Pada bagian depan *condylus* terdapat *processus coronoideus* yang merupakan tempat perlekatan salah satu otot pengunyahan, *m. Temporalis*. Batas anterior *ramus* berakhir di *linea oblique eksterna*. Bagian dari tulang *mandibula* dapat dilihat pada Gambar 5.

Pertumbuhan pada *mandibula* terjadi di beberapa daerah. Pertama, *prosesus alveolar* dan *corpus* akan bertambah lebar dan tinggi selama masa pertumbuhan. Pemanjangan dari lengkung *mandibula* terjadi dengan

penambahan tulang pada batas posterior *ramus*. Jika panjang lengkung pada *mandibula* tidak terpenuhi, maka dapat menyebabkan kurangnya ruang untuk erupsi gigi secara normal pada *mandibula*.^{32,33}



Gambar 5. *Mandibula*³³

D. Kualitas Tulang

1. Metabolisme Tulang

Tulang merupakan bagian tubuh yang selalu mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan tersebut dapat terjadi karena adanya proses sekresi dan pematangan untuk menyusun matriks tulang. Kekuatan tulang dipengaruhi oleh kandungan mineral dan struktur tulang itu sendiri, yang terdiri dari ukuran dan bentuk tulang.¹

Selain mengalami pertumbuhan, tulang juga mengalami proses regenerasi yang terdiri atas remodeling dan resorpsi. Remodeling merupakan proses di mana tulang yang sudah tua di metabolisme oleh osteoklas dan digantikan dengan pembentukan tulang baru oleh osteoblas. Osteoblas meletakkan kolagen dan deposit mineral di atas daerah yang sebelumnya diresorpsi oleh osteoklas untuk memulai proses pembentukan

ulang tulang. Oleh karena itu, aktivitas osteoblas berperan sangat penting dalam menjaga kepadatan mineral dan kekuatan tulang.¹

Proses remodeling dan resorpsi terus berjalan secara seimbang hingga mencapai puncak massa tulang. Puncak massa tulang merupakan keadaan tulang telah mencapai kekuatan dan kepadatannya secara maksimal. Laju puncak massa tulang mulai terlihat secara signifikan selama masa remaja. Hal ini dikarenakan, proses pertumbuhan tulang lebih dominan dibandingkan resorpsi tulang. Pada usia 18 tahun, pertumbuhan tulang sudah hampir sempurna. Puncak massa tulang terjadi sekitar di usia 30 tahun.³⁴

Proses metabolisme tulang dipengaruhi berbagai faktor, seperti jenis kelamin, usia, hormon, asupan kalsium, kebiasaan hidup, dan lainnya. Sebelum pubertas laki-laki dan perempuan memperoleh massa tulang dengan kecepatan yang sama, akan tetapi setelah pubertas, laki-laki cenderung memperoleh massa tulang yang lebih besar daripada wanita. Estrogen merupakan salah satu hormon yang berperan penting dalam mencapai puncak massa tulang pada perempuan, sedangkan pada laki-laki adalah hormon testosteron. Asupan kalsium yang cukup akan meningkatkan pembentukan jaringan baru dan begitu pula sebaliknya, penurunan kadar kalsium dalam darah akan meningkatkan proses resorpsi pada tulang.³⁴

2. Gangguan Metabolisme Tulang

Gangguan metabolisme tulang dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan dalam prosesnya. Semakin bertambahnya usia dan proses penuaan berlangsung, proses remodeling tulang tidak berjalan seimbang karena kecenderungan tulang untuk mengalami resorpsi daripada pembentukan tulang. Kondisi tersebut akan menyebabkan perubahan dan penurunan komposisi mikrostruktur tulang yang menyebabkan penurunan kepadatan mineral tulang/*bone mineral density* (BMD). Salah satu penyakit yang dapat terjadi akibat penurunan kepadatan mineral tulang adalah osteoporosis.^{1,5}

Osteoporosis ‘tulang keropos/*porous bone*’ adalah penyakit yang meningkatkan kerapuhan tulang dan rentan terhadap patah tulang. Karakteristik osteoporosis terbagi menjadi dua, yaitu densitas (kepadatan) tulang berkurang dan kualitas tulang menurun.^{2,3} Osteoporosis sering disebut sebagai *silent disease*/penyakit pembunuh yang tersembunyi, karena proses berkurangnya kepadatan tulang terjadi secara perlahan namun progresif.⁴

Pada tulang rahang, tulang *mandibula* dalam mengalami defek memiliki frekuensi lebih tinggi dibandingkan tulang maksila. Hal ini terjadi karena secara fungsional *mandibula* merupakan tulang aktif yang berlekatan dengan otot pengunyahan dan berkaitan dengan kekuatan kunyah. Penurunan kualitas tulang *mandibula* dapat semakin menurun secara bertahap apabila terjadi kehilangan gigi dan menyebabkan penipisan pada tulang kortikal *mandibula*.⁽³⁵⁾

Perubahan densitas tulang *mandibula* terutama pada tulang kortikal *mandibula* dapat menjadi gejala penting terjadinya osteoporosis. Dalam penelitian White dkk., menunjukkan bahwa selain kepadatan mineral tulang yang rendah pada rahang penderita osteoporosis juga terlihat adanya pergantian pola trabekular terutama pada tulang *mandibula*.¹⁰

Osteoporosis juga lebih banyak terjadi pada wanita. Hal ini dipengaruhi oleh hormon estrogen yang bertugas dalam mengatur kadar kalsium dalam darah, mulai menurun kadarnya dalam tubuh sejak usia 35 tahun. Keadaan kualitas tulang juga akan semakin menurun pada saat perempuan mengalami *menopause*. Hormon estrogen yang menurun menyebabkan pembentukan sitokin, seperti IL-1, IL-6, TNF- α yang menyebabkan peningkatan jumlah serta aktivitas osteoklas. Sitolin tersebut kemudian juga menyebabkan penurunan *growth factor* dan mengakibatkan menurunnya produksi osteoblas. Penurunan jumlah osteoblas membuat aktivitas osteoklas semakin meningkat, serta berkurangnya matriks ekstrasel. Akibat hal tersebut ketebalan trabekula dan tinggi tulang kortikal

menjadi menurun, sehingga kemudian dapat terdeteksi sebagai osteoporosis.¹⁹

3. Kepadatan Tulang

Tulang yang normal secara fisiologis akan mengalami terus-menerus proses remodeling. Setiap tahunnya, proses remodeling tulang trabekula terjadi sekitar 25% dan tulang kortikal sekitar 2-3%. Setelah tulang mencapai kepadatan yang maksimal/puncak massa tulang di usia kurang lebih 35 tahun, tulang selanjutnya akan mengalami penurunan massa tulang secara bertahap. Besarnya penurunan kepadatan tulang dapat terjadi sekitar 0,5%-1% setiap tahunnya.³⁶

Kepadatan tulang dapat diketahui salah satunya dengan menilai ketebalan tulang kortikal. Banyak studi yang telah membuktikan adanya persamaan pola penurunan kepadatan tulang lainnya dengan penurunan kepadatan tulang kortikal. Menurut Taguchi, dkk. dan Dutra, dkk. perempuan yang memiliki ketebalan tulang kortikal *mandibula* yang rendah cenderung memiliki kepadatan tulang yang rendah secara menyeluruh.^{10,12}

Penurunan kepadatan tulang dapat diketahui melalui pemeriksaan radiograf panoramik. Dokter gigi dapat menjadi orang pertama yang mendeteksi adanya gangguan terhadap metabolisme tulang, seperti osteoporosis melalui penurunan kepadatan tulang. Studi terbaru di Finlandia, Jepang, dan Inggris menyatakan pendapat mengenai kegunaan bentuk dan lebar kortikal *mandibula* pada radiografi panoramik gigi untuk mengidentifikasi perempuan dengan BMD rendah.^{13,14} Dalam gambaran radiograf panoramik umumnya terlihat batas inferior kortikal *mandibula* tampak lebih menipis pada penderita osteoporosis. Selain itu, fungsi lainnya dalam pemeriksaan radiograf panoramik terhadap penurunan kepadatan tulang, yaitu untuk mengetahui tipe oklusi, pola pengunyahan, ataupun adanya parafungsi untuk menentukan rencana perawatan yang sesuai dan menilai prognosis keberhasilan perawatan; memperkirakan keperluan pencabutan pada gigi pasien; membandingkan ada tidaknya perubahan pada

residual ridge sebelum dan sesudah pencabutan; memperkirakan stabilisasi pemasangan implan atau gigi tiruan; serta membantu dalam memilih tipe dan durasi penggunaan gigi tiruan.¹⁵

E. *Edentulous*/Kehilangan Gigi

Edentulous/kehilangan gigi didefinisikan sebagai hilangnya seluruh gigi dan merupakan fenomena umum di seluruh dunia. Kehilangan gigi dapat disebabkan oleh penyakit sistemik. Menurut Felton selain usia, pasien *edentulous* dapat dikaitkan dengan berbagai faktor, salah satunya osteoporosis.⁶ Secara umum, berkurangnya densitas tulang memengaruhi jaringan pendukung gigi yang kemudian berdampak pada kehilangan gigi. Osteoporosis dapat menyebabkan resorpsi pada tulang alveolar yang merupakan tulang penyangga gigi dan berada di sekeliling akar gigi. Sehubungan dengan itu, gigi dapat menjadi hilang perlekatan dan mengalami kegoyangan hingga mengakibatkan kehilangan gigi. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa jumlah kehilangan gigi berkaitan secara signifikan pada kelompok osteoporosis.³⁷

Taguchi dkk. menunjukkan hubungan antara jumlah gigi yang tersisa dan kemungkinan fraktur tulang belakang dan menyimpulkan bahwa dokter gigi dapat membantu dalam skrining adanya kelainan kepadatan tulang yang tidak terdeteksi dari persamaan yang melibatkan jumlah gigi dan usia pasien. Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa pada perempuan terutama paska *menopause* memiliki korelasi antara jumlah gigi yang tersisa dengan osteoporosis dan juga nilai BMD lebih rendah. Penurunan nilai BMD dapat dikaitkan dengan risiko kehilangan gigi yang lebih besar dan tingkat edentulisme di antara perempuan paska *menopause* dengan osteoporosis kira-kira tiga kali lipat dari perempuan yang tidak osteoporosis.^{8,10}

Kehilangan gigi juga bisa memengaruhi penurunan ketebalan tulang kortikal. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan adanya atrofi otot pengunyahan akibat kehilangan gigi. Pada regio gigi yang masih lengkap, otot pengunyahan berperan penting dan bekerja secara normal dalam proses pengunyahan. Fungsi

m. temporalis dan *m. masseter* akan semakin berkurang pada pasien parsial atau hilang gigi seluruhnya. Akibat atrofi otot pengunyahan tersebut menyebabkan perubahan kualitas pada tulang *mandibula* yang dapat terlihat dari tulang kortikal. Selain itu, kehilangan gigi dibiarkan terlalu lama tanpa adanya perawatan, seperti penggunaan gigi tiruan akan semakin memperparah kualitas dan kepadatan tulang kortikal *mandibula*.¹⁵

F. Penilaian Kepadatan Tulang

Dalam menilai adanya kelainan kepadatan tulang dapat dilakukan berbagai pengukuran, yaitu tes BMD dengan *dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA), *Vertebral Fracture Assessment* (VFA) untuk mengidentifikasi patah tulang belakang, pengukuran *Bone Turnover Marker* (BTM) dalam serum atau urin. Selain itu, ada juga pemeriksaan lainnya dalam bentuk kuesioner, yaitu *Osteoporosis Self-Assessment Tool* (OST).¹ Akan tetapi, hasil pemeriksaannya masih belum dipastikan kuat karena banyak kemungkinan pasien yang menanggapi kuesioner tersebut tidak memiliki pengetahuan ataupun tertarik mengenai osteoporosis.¹⁴

Pengukuran *Bone Mineral Density* (BMD) dengan teknologi DXA dianggap sebagai *gold standard* oleh *World Health Organization* (WHO) dan mampu digunakan dalam membantu mendiagnosis osteoporosis. Hasil nilai BMD didefinisikan dengan *T-score*. Hasil nilai *T-score* <-2.5 menandakan diagnosis osteoporosis.⁸ Namun, kekurangannya adalah relatif mahal, memerlukan praktisi terlatih, dan tidak tersedia secara luas atau mudah diakses di sebagian besar negara terutama negara berkembang.⁹ Akibat kekurangan pengukuran BMD dengan teknologi DXA tersebut, mendorong kemajuan baik di bidang kedokteran maupun kedokteran gigi untuk mencari pemeriksaan lain sebagai alternatif. Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk menilai ada tidaknya kelainan pada kepadatan tulang adalah dengan menggunakan radiografi panoramik.

Radiografi panoramik gigi atau *orthopantomogram* (OPG) merupakan salah satu pemeriksaan rutin dalam praktik kedokteran gigi yang banyak digunakan.¹⁰ Dokter gigi dapat menjadi orang pertama yang mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang pada pasien melalui radiograf panoramik. Maka dari itu, penting bagi dokter gigi dalam mengenali dan mempelajari pengetahuan yang lebih lanjut mengenai kelainan kepadatan tulang yang terlihat dari radiograf gigi dan memiliki dampak berbahaya secara sistemik.¹¹ Radiografi panoramik dapat menjadi pilihan dalam menilai kepadatan tulang karena selain hasilnya dapat diambil berulang kali bila ada terjadi kesalahan dan tidak memerlukan waktu yang lama untuk melihat hasil gambarannya, biaya yang diperlukan juga lebih murah sehingga dapat digunakan pada masyarakat umum.^{8,12}

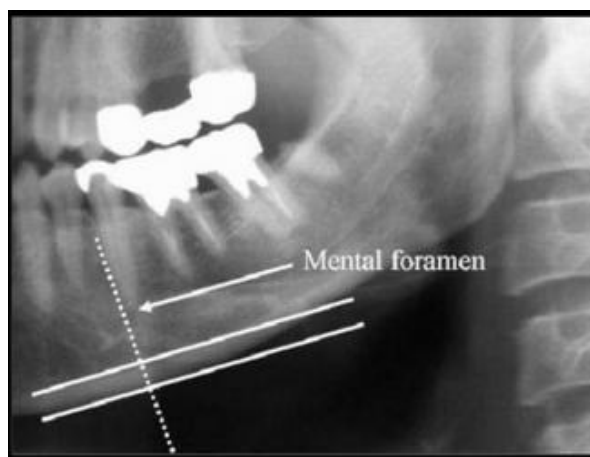
Kepadatan tulang yang ada pada hasil radiograf panoramik dapat diukur melalui indeks yang dikenal sebagai radiomorfometri. Penilaian dari hasil indeks radiomorfometri didapatkan dari pengukuran ketebalan kortikal melalui titik anatomis *mandibula* yang sudah ditentukan. Indeks yang dapat mengukur ketebalan kortikal secara kuantitatif antara lain *Mental index* (MI) atau *Mandibular Cortical Width* (MCW), *Panoramic mandibular index* (PMI), *Antegonial Index* (AI), dan *Gonial Index* (GI). Sedangkan, *Mandibular Cortical Index* (MCI) merupakan indeks yang menilai porositas dari *mandibula* sehingga hasil penilaiannya adalah kualitatif.^{11,12,15}

Nilai MI dan PMI dapat dipengaruhi dari kehilangan gigi. Pasien dengan kehilangan gigi berkemungkinan memiliki otot mastikasi yang lemah dan berdampak pada menurunnya nilai ketebalan kortikal *mandibula* yang berkaitan pula dengan deteksi adanya kelainan kepadatan tulang. Selain itu, keuntungan dari indeks MI dan PMI adalah jarak *foramen mentale* terhadap tepi inferior tetap relatif konstan, walaupun ada resorpsi tulang alveolar yang ada di atas foramen. Sehingga, kesalahan pengukuran antar dan intra pengamat dalam penilaian MI dan PMI memiliki risiko yang lebih rendah.^{10,19} GI merupakan indeks yang diukur dari ketebalan kortikal inferior *mandibula* pada daerah sudut gonial. Penggunaan indeks GI dalam beberapa penelitian dikatakan kurang membantu mendeteksi kelainan kepadatan tulang. Hal ini dikarenakan,

perbesaran horizontal yang tidak stabil pada radiografi panoramik, tempat pengukuran GI yang kurang jelas, serta *m. masseter* dan *m. pterygoideus medial* yang menempel pada sudut *mandibula* dapat memengaruhi nilai GI. Selain GI, indeks AI menurut Ledgerton, dkk. juga kurang mampu digunakan sebagai pemeriksaan kelainan kepadatan tulang.¹¹ AI adalah indeks yang diukur pada garis tegak lurus korteks *mandibula* yang berpotongan dengan garis singgung batas anterior *ramus*. MCI merupakan indeks yang dapat langsung dinilai hasilnya karena penilaiannya kualitatif dan secara visual, yang terbagi menjadi tiga kategori. Walaupun demikian, validitas dari indeks MCI juga masih terbatas karena adanya kemungkinan variabilitas hasil penilaian antara intra dan antar pemeriksa.¹⁰

1. *Mental Index (MI)*

Mental index (MI) atau dikenal juga sebagai *Mandibular Cortical Width (MCW)* merupakan pengukuran ketebalan atau garis pada kortikal *mandibula* yang dibuat tegak lurus dari *foramen mentale* dengan garis yang menyinggung batas dari superior dan inferior kortikal *mandibula*, seperti pada Gambar 6. Garis tegak lurus yang terhadap garis singgung yang memotong batas inferior foramen yang dihasilkan tersebut kemudian dapat diukur dengan menggunakan jangka sorong digital.^{12,16,17,18,38}



Gambar 6. *Mental index (MI)*, mengukur lebar kortikal *mandibula* yang diukur pada titik-titik garis yang ada diantara kedua garis tebal⁴²

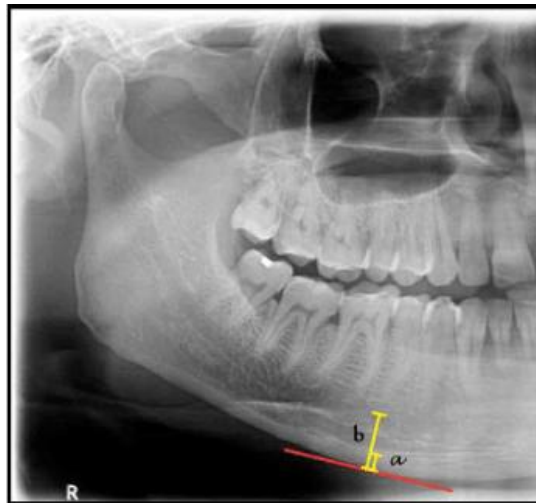
Salah satu keuntungan MI adalah dapat digunakan untuk pemeriksaan awal atau deteksi dini ada tidaknya kelainan kepadatan tulang, seperti osteoporosis. Menurut penelitian yang dilakukan pada populasi wanita di Inggris dan penelitian Devlin dan Horner pada populasi wanita kaukasia, pada penderita osteoporosis nilai MI yang dihasilkan $<3\text{mm}$. Pada populasi Jepang batas nilai MI yang merujuk adanya kelainan kepadatan tulang apabila $<2,8\text{mm}$. Sedangkan, berdasarkan Mansour, dkk. batas nilai MI $<4,5$ menandakan kelainan kepadatan tulang. Adanya variasi nilai MCW di setiap wilayah dipengaruhi oleh faktor genetik, nutrisi, maupun kebiasaan.^{10,12}

Nilai MI terhadap osteoporosis dalam beberapa penelitian menunjukkan hasil yang signifikan. Devlin dan Horner dalam penelitiannya dengan populasi pasien perempuan yang *edentulous* menunjukkan korelasi yang signifikan dengan menurunnya kepadatan tulang *mandibula*. Taguchi, dkk. dalam penelitiannya menggunakan radiograf panoramik gigi sebagai dasar untuk mengidentifikasi kelainan kepadatan tulang melalui penipisan kortikal *mandibula*. Dalam penelitian Kathirvelu dan Anburajan terdapat korelasi antara MI ($r=0.50$) dengan nilai BMD dengan tingkat $p<0.01$.^{8,10,39}

Usia dan jenis kelamin juga dapat memengaruhi nilai MI. Devlin dan Horner dalam penelitiannya menunjukkan adanya korelasi antara penipisan kortikal *mandibula* pada wanita paska *menopause* dengan nilai BMD yang rendah. Pada penelitian, Sylviana, dkk. menunjukkan perbedaan secara nyata ($p<0.05$) ketebalan kortikal antara perempuan dan laki-laki usia 40-60. Hasilnya, ketebalan kortikal perempuan lebih tipis dibandingkan dengan laki-laki. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Stevie, dkk. juga menunjukkan adanya korelasi antara usia dengan hasil MI. Hasilnya terlihat pada usia yang lebih tua, nilai MI yang dihasilkan cenderung lebih rendah.^{5,39,40}

2. *Panoramic Mandibular Index (PMI)*

Panoramic mandibular index (PMI) adalah rasio antara tinggi kortikal *mandibula* di daerah *foramen mentale* yang dibagi dengan jarak antara batas inferior *mandibula* dan batas inferior *foramen mentale*, yang dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil pengukuran PMI berbentuk perbandingan dan pengukurannya dapat dilakukan dengan menggunakan jangka sorong digital dalam satuan milimeter. Nilai normal PMI adalah $\geq 0,3$ mm. Metode pengukuran PMI dapat dilakukan perhitungannya walaupun adanya perbedaan pembesaran yang mungkin dapat terjadi karena adanya perbedaan peralatan panoramik yang digunakan, Selain itu, tidak seperti indeks lainnya, hasil perbandingan PMI dapat dihasilkan langsung dan dibandingkan hasilnya terhadap penelitian yang telah ada.^{12,16,17,18}



Gambar 7. Nilai *Panoramic mandibular index (PMI)* dari rasio a/b ³⁸

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Horner dan Devlin, hasil nilai PMI pada radiograf panoramik menunjukkan hubungan yang signifikan antara hasil nilai yang diukur dengan DXA dan PMI pada Wanita yang osteoporosis. Dalam penelitian Kathirvelu dan Anburajan terdapat korelasi antara PMI ($r=0.54$) dengan nilai BMD dengan tingkat $p<0.01$.^{10,39}

BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS

A. Kerangka Teori

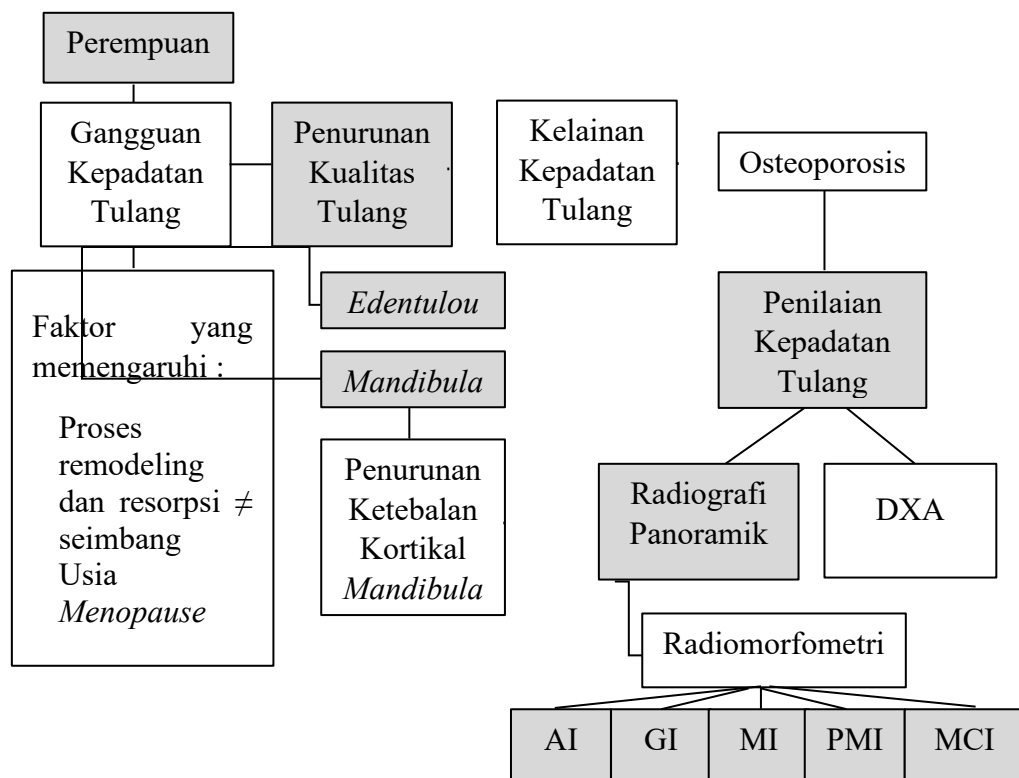
Tulang manusia akan selalu mengalami proses remodeling dan resorpsi, di mana proses tersebut berlangsung secara seimbang hingga mencapai puncak massa tulang. Akibat dari ketidakseimbangan dalam kedua proses tersebut, dapat menyebabkan perubahan komposisi mikrostruktur tulang yang berpengaruh terhadap penurunan kepadatan tulang. Penurunan kepadatan tulang kortikal *mandibula* memiliki persamaan terhadap penurunan tulang secara menyeluruh. Pada perempuan terutama yang sudah mengalami *menopause* lebih berisiko mengalami penurunan kepadatan tulang. Selain itu, *edentulous* atau kehilangan gigi juga berhubungan dengan penurunan kepadatan tulang, yang berpengaruh terhadap tulang alveolar dan dapat menyebabkan gigi menjadi hilang perlekatan.

Teknologi *dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA) oleh *World Health Organization* (WHO) dianggap sebagai *gold standard* untuk mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang. Kekurangan DXA harganya mahal, diperlukan operator terlatih, dan pada beberapa negara tidak tersedia dan tidak mudah diakses. Akibat kekurangan tersebut, mendorong bidang kedokteran gigi untuk turut membantu mencari pemeriksaan alternatif dalam menilai adanya kelainan kepadatan tulang.

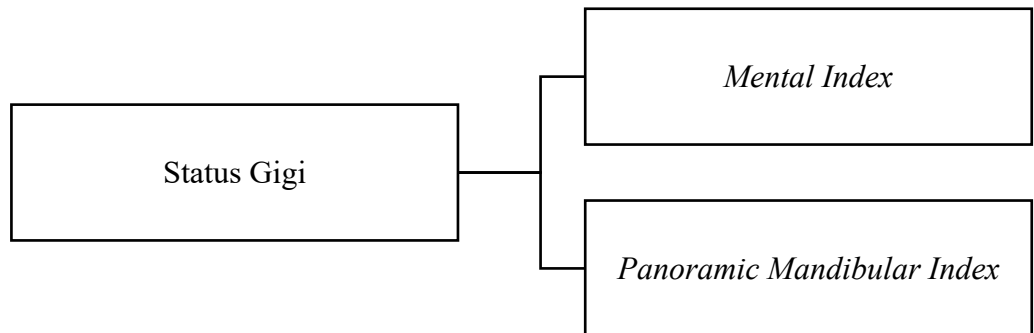
Radiografi panoramik merupakan salah satu pemeriksaan yang sering digunakan dalam praktik kedokteran gigi. Aksesnya mudah dan apabila terjadi kesalahan dalam pengambilan gambar dapat dilakukan pengambilan ulang, karena harganya juga masih relatif lebih murah dan dapat digunakan masyarakat umum. Radiograf panoramik mampu digunakan sebagai deteksi

dini pada pasien yang dicurigai berisiko memiliki kelainan kepadatan tulang dengan melihat adanya penurunan ketebalan kortikal *mandibula*.

Penilaian kepadatan tulang pada radiograf panoramik diukur dengan menggunakan indeks yang terdiri dari *Mental index* (MI) atau *Mandibular Cortical Width* (MCW), *Panoramic mandibular index* (PMI), *Antegonial Index* (AI), *Gonial Index* (GI), dan *Mandibular Cortical Index* (MCI). Nilai MI diukur dari ketebalan kortikal *mandibula* yang dibuat dengan garis dari *foramen mentale* hingga menyinggung batas inferior *mandibula*. Sedangkan, PMI mengukur rasio antara ketebalan tulang kortikal dengan garis tegak lurus pada batas inferior *foramen mentale* dengan jarak antara inferior kortikal *mandibula*. Kedua indeks ini memiliki risiko kesalahan penilaian yang lebih rendah karena jarak foramen terhadap tepi inferior *mandibula* yang konstan, meskipun ada resorpsi tulang alveolar di atas foramen. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan MI dan PMI sebagai pengukuran untuk melihat perbedaan terhadap status gigi antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.



B. Kerangka Konsep



C. Hipotesis

1. Terdapat perbedaan *Mental index* antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik.
2. Terdapat perbedaan *Panoramic mandibular index* antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan jenis penelitian observasional analitik komparatif yang tujuannya membandingkan antara dua kelompok dan atau lebih dari suatu variabel tertentu dan tidak diberikan intervensi pada subjek penelitian dalam pengukuran atau pengamatan yang dilakukan. Pendekatan yang digunakan adalah *cross sectional*, yaitu pengukuran yang dilakukan hanya dalam satu waktu dan satu kali tanpa adanya *follow up*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbedaan *Mental index* dan *Panoramic mandibular index* antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan melalui radiograf panoramik.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi : Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan (RSGM-P) FKG Universitas Trisakti, Jakarta Barat.
2. Waktu : September 2022 – November 2022

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh hasil radiograf panoramik digital yang tersedia dalam Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi RSGM-P FKG Universitas Trisakti.

2. Sampel Penelitian

Pengambilan sampel yang dipilih dan diambil adalah data sekunder dalam bentuk radiograf panoramik digital yang diperoleh melalui Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, RSGM-P, FKG Universitas Trisakti.

3. Besar Sampel

Rumus sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumus besar sampel analitis numerik komparatif tidak berpasangan : ⁴¹

$$n = 2 \left(\frac{(Z\alpha + Z\beta)S}{x_1 - x_2} \right)^2$$

$X_1 - X_2$ = selisih minimal rerata yang dianggap bermakna

S = simpang baku gabungan

$Z\alpha$ = deviat baku alfa/ tingkat kemanaan yang ditetapkan = 1,96

$Z\beta$ = deviat baku beta/ tingkat keamanan yang ditetapkan = 0,84

$$S = \sqrt{\frac{S_1^2 \times (n_1 - 1) + S_2^2 \times (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,60^2 \times (117 - 1) + 0,30^2 \times (57 - 1)}{117 + 57 - 2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,36 \times (116) + 0,9 \times (56)}{172}}$$

$$S = \sqrt{\frac{46,8}{172}}$$

$$S = \sqrt{0,272}$$

$$S \approx 0,52$$

$$n = 2 \left(\frac{(Z\alpha + Z\beta)S}{x_1 - x_2} \right)^2$$

$$n = 2 \left(\frac{(1,96 + 0,84) 0,52}{1,36 - 1,13} \right)^2$$

$$n = 2 \left(\frac{1,456}{0,23} \right)^2$$

$$n = 2 (6,3)^2$$

$$n = 2 (39,69)$$

$$n = 79,38$$

$$n \approx 80$$

Besar sampel minimal pada penelitian ini adalah 80 sampel, berdasarkan perhitungan, Untuk mengetahui perbedaan yang seimbang, pada penelitian ini diambil sebanyak 160 sampel, terdiri dari 80 sampel regio bergigi dan 80 sampel regio *edentulous* yang tersedia dari hasil radiograf panoramik digital yang ada di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, RSGM-P, FKG Universitas Trisakti.

4. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

a. Kriteria Inklusi

- 1) Radiograf panoramik digital yang diperoleh berasal dari sampel perempuan usia 30 tahun keatas dengan regio gigi posterior rahang bawah lengkap.
- 2) Radiograf panoramik digital yang diperoleh berasal dari sampel perempuan usia 30 tahun keatas dengan gigi posterior rahang bawah *edentulous free end*.
- 3) Radiograf panoramik digital dengan tepi inferior kortikal *mandibula* dan *foramen mentale mandibula* terlihat jelas agar tidak terjadi kesalahan pengukuran.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Radiograf panoramik digital yang mempunyai kualitas yang buruk, seperti adanya artefak karena penggunaan gigi palsu atau anting sehingga terlihat gambaran radiopak pada hasil gambaran (*ghost image*) dan akibat kesalahan posisi pasien, seperti kepala menoleh, menunduk, terlalu maju ke depan atau ke belakang.
- 2) Terdapat lesi patologis atau fraktur pada *mandibula*

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Terikat : *Mental index* (MI) dan *Panoramic Mandibular Index* (PMI)
2. Variabel Bebas : Status gigi

E. Definisi Operasional Variabel

Mental index (MI) merupakan indeks yang mengukur ketebalan pada kortikal *mandibula* pada radiograf panoramik dengan cara membuat garis yang sejajar mengikuti sumbu panjang *mandibula* dari batas inferior, dibuat garis lainnya yang menyinggung dan dibuat tegak lurus antara batas inferior *mandibula* dan *foramen mentale*. Jarak ketebalan diukur dari garis tegak lurus melalui perangkat lunak i-Dixel versi 2.2.0.3. (Morita, Japan). Hasil perhitungannya dalam satuan milimeter (mm). Skala pengukuran untuk MI merupakan skala rasio.

Panoramic mandibular index (PMI) adalah indeks yang mengukur rasio antara tinggi inferior kortikal *mandibula* dan inferior *foramen mentale*, dengan cara membuat garis tegak lurus pada tepi bawah *mandibula* untuk mengukur tebal kortikal *mandibula* dan dibandingkan terhadap jarak antara batas inferior *foramen mentale* ke inferior *mandibula*. Jarak yang didapat diukur dengan menggunakan perangkat lunak i-Dixel versi 2.2.0.3. (Morita, Japan). Hasil pengukuran dituliskan dalam satuan milimeter (mm). Skala pengukuran PMI adalah skala rasio.

Status gigi dalam penelitian ini adalah berdasarkan ada atau tidaknya gigi posterior rahang bawah. Pengukuran status gigi dapat dilihat dari data sekunder pada radiograf panoramik digital pasien. Hasil ukur status gigi dibedakan menjadi 2, yaitu regio bergigi atau gigi posterior rahang bawah lengkap dan gigi posterior rahang bawah *edentulous*. Termasuk *edentulous* apabila pada gigi posterior rahang bawah sudah tidak ada lagi seluruhnya atau *free end*. Skala pengukuran untuk status gigi merupakan skala nominal.

F. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Perangkat lunak panoramik digital i-Dixel 2.2.0.3, J Morita, Japan
- b. Perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 25

- c. Perangkat lunak Microsoft Excel Windows 10
 - d. Monitor Dell 29 inch (1920 x 1080p)
 - e. PC Dell Precision Tower 7810 Xcto Base
 - f. Laptop Hp 240 G6 i3
2. Bahan
- Data sekunder yang digunakan berupa hasil panoramik digital dari mesin radiografi Veraviewpocs 2D (Morita, Jepang) di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, RSGM-P, FKG Universitas Trisakti sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi.

G. Cara Kerja

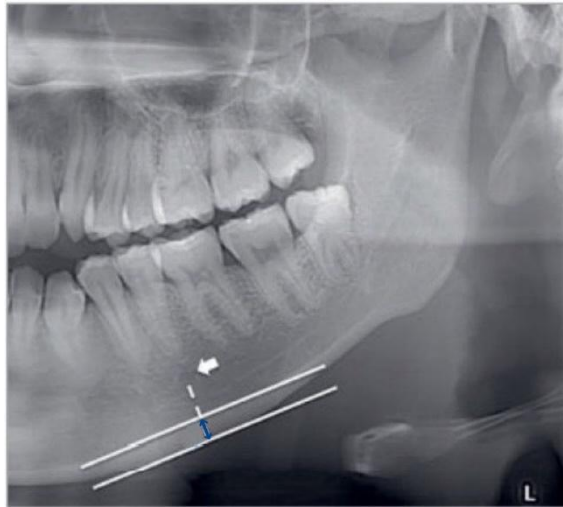
1. Pengumpulan data

Data radiograf panoramik digital yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada komputer Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, RSGM-P, FKG Universitas Trisakti. Radiograf panoramik diseleksi menurut kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Semua radiograf yang digunakan akan diukur dengan perangkat lunak lunak panoramik digital i-Dixel 2.2.0.3, J Morita, Japan.

2. Pengukuran *Mental index* (MI)

Pengukuran MI menurut Taguchi, dkk., dilakukan sebagai berikut :⁴²

- a. Dibuat 2 garis sejajar dengan sumbu panjang *mandibula* dan bersinggungan dengan batas inferior *mandibula*
- b. Dibuat garis lurus dari inferior *foramen mentale* ke batas inferior *mandibula* tegak lurus dengan garis sejajar sebelumnya
- c. Pengukuran nilai MI dihitung dari ketebalan pada garis biru yang dapat dilihat pada Gambar 8

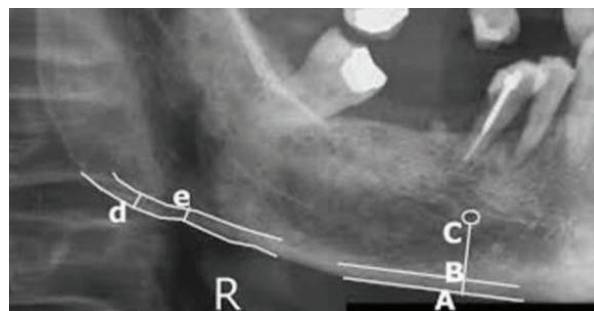


Gambar 8. *Mental index*⁴³

3. Pengukuran *Panoramic mandibular index* (PMI)

Pengukuran PMI menurut Benson, dkk., dilakukan sebagai berikut: ³⁶

- a. Membuat dua garis sejajar dengan batas inferior *mandibula* sebagai garis pertama
- b. Membuat garis tegak lurus terhadap garis pertama pada batas inferior *foramen mentale* sebagai garis kedua
- c. Ketebalan kortikal *mandibula* di tandai dengan huruf 'AB'
- d. Jarak batas inferior mentalis menuju inferior kortikal *mandibula* pada garis kedua ditandai dengan huruf 'AC'
- e. Pengukuran PMI dengan AB/AC dapat dilihat pada Gambar 9

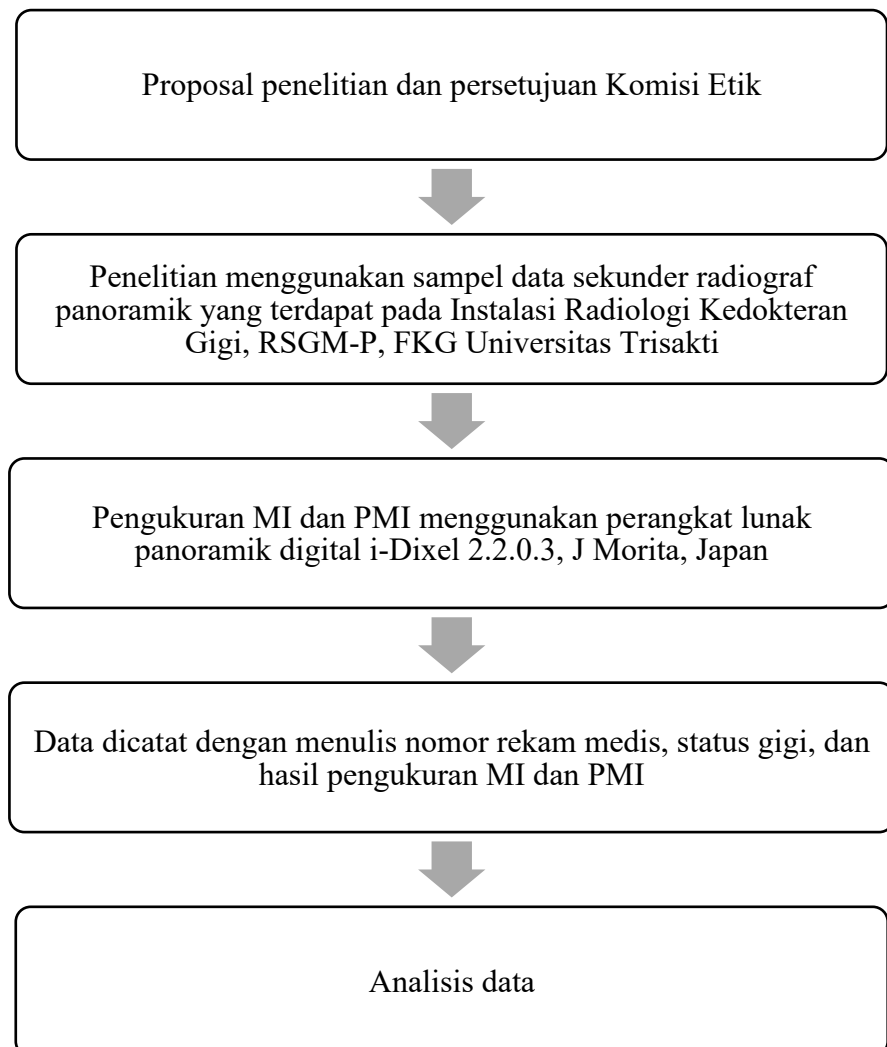


Gambar 9. *Panoramic mandibular index*¹⁰

4. Pencatatan data

Hasil pengukuran data yang diperoleh dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel Windows 10. Data diperoleh dibagi berdasarkan *Mental index* terhadap status gigi (regio bergigi dan *edentulous*) dan *Panoramic mandibular index* terhadap status gigi.

H. Alur Penelitian



I. Analisis Data

Hasil data nilai *Mental index* dan *Panoramic mandibular index* terhadap regio bergigi dan *edentulous* dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji statistik Kolmogorov-Smirnov. Apabila hasil data terdistribusi normal ($p > 0,05$) maka data dilanjutkan dengan analisis uji parametrik *independent sample T-test*. Sedangkan, jika hasil data tidak terdistribusi normal ($p < 0,05$), maka data dianalisis menggunakan uji non parametrik, yaitu uji Mann Whitney. Dilakukan juga uji *interobserver* dengan observer salah satu dokter gigi di bidang Radiologi Kedokteran Gigi.

J. Etika Penelitian

Etika penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ethical Clearance*. Peneliti mengajukan lembar persetujuan pelaksanaan penelitian ke Komisi Etik Penelitian Kesehatan FKG Universitas Trisakti. Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan etik dengan nomor 596/S1/KEPK/FKG/8/2022.

BAB V

HASIL PENELITIAN

Penelitian mengenai perbedaan *mental index* (MI) dan *panoramic mandibular index* (PMI) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan dilakukan dengan menggunakan 160 sampel data sekunder radiograf panoramik digital yang diperoleh dari Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan (RSGM-P) FKG Universitas Trisakti. Sampel data sekunder radiograf panoramik terdiri dari 80 sampel regio bergigi dan 80 sampel regio *edentulous* pada perempuan.

Hasil data yang diperoleh dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel yang dikelompokkan berdasarkan status gigi subjek penelitian. Selanjutnya, data-data tersebut dianalisa untuk melihat perbedaan antara status gigi terhadap hasil *mental index* serta perbedaan antara status gigi terhadap hasil *panoramic mandibular index*. Sebelum dilakukan analisis data dilakukan uji reliabilitas terlebih dahulu untuk mengetahui akurasi hasil pengukuran. Uji reliabilitas dengan *inter-observer* menggunakan metode *Technical Error Measurement* (TEM).⁴⁴ Pengukuran dengan metode tersebut dilakukan antara peneliti dan salah satu dokter gigi spesialis Radiologi Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti. Pengukuran reliabilitas dengan metode TEM, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Absolut TEM} : \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}}$$
$$\text{Relatif TEM} = \frac{\text{Absolut TEM}}{\bar{x}} \times 100\%$$

Melalui pengukuran TEM tersebut, hasil nilai relatif TEM pada nilai MI regio kanan bergigi sebesar 0.76% dan nilai MI regio kiri bergigi sebesar 1.01%, sedangkan nilai MI regio kanan *edentulous* sebesar 1.38% dan nilai MI regio kiri

edentulous sebesar 1.39%. Nilai relatif TEM pada nilai PMI regio kanan bergigi sebesar 1.12% dan nilai PMI regio kiri bergigi sebesar 1.04%, sedangkan nilai PMI regio kanan *edentulous* sebesar 1.36% dan nilai PMI regio kiri *edentulous* sebesar 1.41%. Batasan nilai relatif TEM *inter-observer* yang dapat diterima apabila hasilnya $< 2.0\%$. Melalui hasil-hasil yang sebelumnya dihitung, semua hasil menunjukkan nilai TEM yang $< 2.0\%$, maka adanya kesepakatan reliabilitas antar kedua observer dalam mengukur nilai MI dan PMI antara regio bergigi dan *edentulous* dalam penelitian ini.

Semua hasil yang didapat kemudian dilakukan uji normalitas untuk mengetahui hasil dari distribusi tersebut, karena nanti hasil tersebut akan memengaruhi uji data selanjutnya, yaitu parametrik atau non-parametrik. Pada penelitian ini, karena sampel yang digunakan lebih dari 50 sampel, maka dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov.

Tabel 1. Tabel hasil uji normalitas pada nilai *mental index*.

Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov		
	df	Sig.
Kanan Bergigi	80	0.200
Kanan <i>Edentulous</i>	80	0.000
Kiri Bergigi	80	0.200
Kiri <i>Edentulous</i>	80	0.000

Nilai $p > 0.05$ menunjukkan bahwa distribusi data normal, pada Tabel 1 nilai MI regio bergigi kanan dan kiri memiliki nilai signifikansi sebesar 0.200 ($p > 0.05$) menandakan bahwa distribusi dari nilai tersebut normal. Akan tetapi, MI regio *edentulous* kanan dan kiri menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000 ($p < 0.05$) yang menandakan bahwa data tersebut tidak normal. Hal ini menunjukkan bahwa uji normalitas Kolmogorov-Smirnov terdistribusi tidak normal, maka selanjutnya

data akan dianalisa dengan menggunakan uji komparasi non parametrik untuk mengetahui perbedaan nilai MI antara regio bergigi dan *edentulous*.

Nilai variasi data MI juga dapat terlihat dalam Tabel 2 yang terdiri dari nilai rerata, standar deviasi, nilai minimum statistik, dan nilai maksimum statistik. Tabel 2 sebagai tabel deskriptif mengenai nilai MI antara regio bergigi dan *edentulous*.

Tabel 2. Tabel hasil rerata nilai *mental index* berdasarkan status gigi.

	N	Rerata $\pm$ SD (mm)	Nilai Minimum (mm)	Nilai Maksimum (mm)
Kanan Bergigi	80	3.7443 $\pm$ 0.47927	2.67	4.99
Kanan <i>Edentulous</i>	80	2.4725 $\pm$ 0.48391	1.16	3.46
Kiri Bergigi	80	3.7373 $\pm$ 0.41075	2.68	4.75
Kiri <i>Edentulous</i>	80	2.4421 $\pm$ 0.43962	1.16	3.14

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa, rerata nilai MI pada regio kanan bergigi sebesar 3.7443 ± 0.47927 mm, regio kanan *edentulous* sebesar 2.4725 ± 0.48391 mm, regio kiri bergigi sebesar 3.7373 ± 0.41075 mm, dan regio kiri *edentulous* sebesar 2.4421 ± 0.43962 mm. Nilai minimum pada regio kanan bergigi sebesar 2.67 mm, regio kanan dan kiri *edentulous* sebesar 1.16 mm, dan regio kiri bergigi sebesar 2.68 mm. Sedangkan, nilai maksimum pada regio kanan bergigi sebesar 4.99 mm, regio kanan *edentulous* 3.46 mm, regio kiri bergigi sebesar 4.75 mm, dan regio kiri *edentulous* 3.14 mm.

Hasil pengukuran MI yang sebelumnya telah dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov mendapatkan hasil *p-value* < 0.05 yang berarti data terdistribusi tidak normal. Nilai tersebut kemudian dilanjutkan dengan pengukuran ke uji non parametrik Mann Whitney, di mana apabila hasil dari *p-value* < 0.05 maka menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.

Tabel 3. Tabel hasil uji Mann Whitney pada rerata *mental index* antara regio bergigi dan *edentulous*.

	N	Sig
Regio Bergigi	80	0.000
Regio <i>Edentulous</i>	80	0.000

Berdasarkan hasil uji Mann Whitney pada Tabel 3, hasil pada kedua sisi regio kanan dan kiri bergigi dan *edentulous* memiliki *p-value* 0.000 yang menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara nilai MI antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.

Tabel 4. Tabel hasil uji normalitas pada nilai *panoramic mandibular index*.

	df	Sig.
Kanan Bergigi	80	0.200
Kanan <i>Edentulous</i>	80	0.082
Kiri Bergigi	80	0.200
Kiri <i>Edentulous</i>	80	0.200

Pada Tabel 4 nilai PMI regio kanan dan kiri bergigi serta regio kiri *edentulous* memiliki nilai signifikansi sebesar 0.200 ($p > 0.05$) dan regio kanan *edentulous* memiliki nilai signifikansi sebesar 0.082 ($p > 0.05$) menandakan bahwa semua distribusi dari nilai tersebut normal. Selanjutnya, data tersebut dianalisa dengan uji komparasi parametrik untuk mengetahui perbedaan nilai PMI antara regio bergigi dan *edentulous*.

Hasil variasi data PMI dalam Tabel 2 terdiri dari nilai rerata, standar deviasi, nilai minimum statistik, dan nilai maksimum statistik. Tabel 2 merupakan tabel deskriptif mengenai nilai PMI antara regio bergigi dan *edentulous*.

Tabel 5. Tabel hasil rerata nilai *panoramic mandibular index* berdasarkan status gigi.

	N	Rerata $\pm$ SD (mm)	Nilai Minimum (mm)	Nilai Maksimum (mm)
Kanan Bergigi	80	0.3669 $\pm$ 0.05434	0.24	0.49
Kanan <i>Edentulous</i>	80	0.2253 $\pm$ 0.05319	0.10	0.32
Kiri Bergigi	80	0.3736 $\pm$ 0.04628	0.26	0.49
Kiri <i>Edentulous</i>	80	0.2265 $\pm$ 0.04835	0.09	0.32

Berdasarkan Tabel 5, hasil rerata dari nilai PMI pada regio kanan bergigi sebesar 0.3669 ± 0.05434 mm, regio kanan *edentulous* sebesar 0.2253 ± 0.05319 mm, regio kiri bergigi sebesar 0.3736 ± 0.04628 mm, dan regio kiri *edentulous* sebesar 0.2265 ± 0.04835 mm. Nilai minimum statistik pada regio kanan bergigi sebesar 0.24 mm, regio kanan *edentulous* sebesar 0.10 mm, regio kiri bergigi sebesar 0.26 mm, dan regio kiri *edentulous* sebesar 0.09 mm. Sedangkan, nilai maksimum statistik pada regio bergigi kanan dan kiri sama nilainya sebesar 4.99 mm serta regio kanan dan kiri *edentulous* 0.32 mm.

Hasil pengukuran PMI telah dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan didapatkan *p-value* > 0.05 yang berarti data terdistribusi normal. Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan pengukuran ke uji parametrik *independent sample T-test*, di mana apabila hasil *p-value* > 0.05 , menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.

Tabel 6. Tabel hasil uji *independent sample T-test* pada rerata *panoramic mandibular index* antara regio bergigi dan *edentulous*.

	N	Rerata (mm)	Sig.
Kanan Bergigi	80	0.3669	0.000
Kanan <i>Edentulous</i>	80	0.2253	0.000
Kiri Bergigi	80	0.3736	0.000
Kiri <i>Edentulous</i>	80	0.2265	0.000

Berdasarkan hasil uji *independent sample T- test* pada Tabel 6, didapatkan hasil dengan *p-value* 0.000 yang menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara nilai PMI regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan.

BAB VI

PEMBAHASAN

Tulang salah satunya *mandibula*, memiliki proses metabolisme yang terdiri dari proses remodeling dan resorpsi. Namun, metabolisme tersebut dapat terganggu karena adanya ketidakseimbangan dalam proses tersebut dan mengakibatkan terjadinya kelainan kepadatan tulang.^{1,5} Untuk mendeteksi adanya penurunan kepadatan tulang dapat melalui pemeriksaan *dual-energy X-ray Absorptiometry* (DXA) yang dianggap *gold standard*, tetapi harganya relatif mahal dan tidak tersedia secara luas. Salah satu alternatif untuk mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang, yaitu dengan pemeriksaan radiografi panoramik di bidang kedokteran gigi.^{1,9} Radiografi panoramik merupakan salah satu pemeriksaan alternatif dalam memeriksa kelainan kepadatan tulang, selain sebagai salah satu pemeriksaan yang banyak digunakan dalam praktik kedokteran gigi, ketersediaannya luas dan biayanya lebih murah.^{8,13} Hasil radiograf panoramik kemudian dapat diukur dengan indeks radiomorfometri dengan mengukur ketebalan kortikal dari titik anatomis *mandibula* yang sudah ditentukan.^{11,12}

Penelitian ini menggunakan *mental index* (MI) dan *panoramic mandibular index* (PMI) untuk melihat perbedaannya di antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan usia 30 tahun ke atas ditinjau dari radiograf panoramik. Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak i-Dixel versi 2.2.0.3. (Morita, Japan), sehingga hasil yang diukur dapat lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran secara manual. MI dan PMI dipilih dalam penelitian ini karena jarak antara foramen terhadap tepi inferior *mandibula* konstan, walaupun terjadi resorpsi tulang alveolar di atas foramen sehingga risiko kesalahan dalam penilaiannya lebih rendah dibandingkan indeks lainnya.^{10,19} Hasil penelitian yang dilakukan oleh Devlin dan Horner menunjukkan bahwa MI dan PMI memiliki korelasi antara penurunan kepadatan tulang *mandibula* dan *edentulous* pada populasi perempuan.³⁹

Hasil penelitian sebanyak 160 sampel yang terdiri dari 80 sampel regio bergigi dan 80 sampel regio *edentulous* menunjukkan bahwa rerata nilai MI dan PMI pada regio bergigi lebih tinggi dibandingkan nilai MI dan PMI pada regio *edentulous*. Nilai MI dalam penelitian ini menunjukkan memiliki *p value* sebesar 0.000 ($p < 0.05$) Hal ini dapat dilihat melalui hasil uji Mann Whitney pada Tabel 3 yang menunjukkan rerata MI regio bergigi (3.7443 ± 0.47927 mm dan 3.7373 ± 0.41075 mm) lebih tinggi daripada MI regio *edentulous* (2.4725 ± 0.48391 mm dan 2.4421 ± 0.43962 mm).

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhamed, dkk serta penelitian yang dilakukan oleh Reza, dkk. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Muhamed, dkk. menunjukkan hasil penilaian MI memiliki signifikansi $p \leq 0.001$ antara regio bergigi dan regio *edentulous*. Hasil penelitian tersebut dilakukan dengan subjek rentang usia 20-60 tahun, dengan rerata MI pada regio kanan bergigi (4.9588 ± 0.91631 mm) dan regio kanan *edentulous* (4.0220 ± 0.70286 mm). Sedangkan, pada hasil MI regio kiri bergigi (4.9983 ± 0.76704 mm) dan regio kiri *edentulous* (3.8510 ± 0.63508 mm).⁴¹ Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Reza, dkk. menunjukkan hasil MI memiliki *p value* 0.001 sehingga memiliki perbedaan yang signifikan. Penelitian dilakukan dengan subjek laki-laki dan perempuan berusia antara 33-83 tahun, dengan rerata pada regio kanan bergigi (3.45 ± 0.76 mm) dan regio kanan *edentulous* (2.78 ± 0.96 mm). Pada hasil MI regio kiri bergigi (3.29 ± 0.97 mm) dan regio kiri *edentulous* (2.80 ± 1.07 mm).⁴⁵

Nilai PMI dalam penelitian ini juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan. Hasil dari uji *independent sample T-test* pada Tabel 6 yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000 ($p < 0.05$) dengan rerata PMI regio bergigi (0.3669 ± 0.05434 mm dan 0.3736 ± 0.04628 mm) lebih tinggi daripada regio *edentulous* (0.2253 ± 0.05319 mm dan 2.4421 ± 0.43962 mm). Sejalan halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Bozdog G, dkk. juga menunjukkan hasil nilai PMI yang memiliki signifikansi 0.000

($p > 0.05$) antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan. Penelitian tersebut menggunakan subjek perempuan yang berusia diatas 40 tahun, dengan rerata dan standar deviasi PMI pada regio kanan bergigi (0.41 ± 0.08 mm) dan regio kanan *edentulous* (0.34 ± 0.12 mm). Sedangkan, pada hasil PMI regio kiri bergigi (0.42 ± 0.09 mm) dan regio kiri *edentulous* (0.35 ± 0.13 mm).¹⁵

Subjek dalam penelitian ini menggunakan subjek usia 30 tahun ke atas karena di usia tersebut merupakan puncak massa tulang, yaitu keadaan tulang sudah mencapai kekuatan serta kepadatan yang maksimal. Pemilihan jenis kelamin perempuan, dikarenakan adanya perbedaan hormon antara laki-laki dan perempuan yang dapat memengaruhi hasil nilai MI dan PMI dalam penelitian ini. Perempuan memiliki hormon estrogen yang jumlahnya dapat menurun sejak usia 35 tahun. Hormon estrogen yang menurun dapat menyebabkan peningkatan jumlah aktivitas osteoklas. Berkaitan dengan itu, osteoporosis sebagai salah satu penyakit penurunan kepadatan tulang juga diketahui lebih banyak terjadi pada perempuan.¹⁹

Status gigi menjadi salah satu variabel dalam penelitian ini, karena jumlah gigi dapat berhubungan dengan kelainan kepadatan tulang. Berkurangnya kepadatan tulang dapat memengaruhi jaringan pendukung disekitarnya sehingga gigi menjadi hilang perlekatan dan mengalami kegoyangan dan akhirnya mengalami kehilangan gigi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Tanaka, dkk. menunjukkan hasil adanya perbedaan yang signifikan antara usia dan kehilangan gigi pada perempuan ($p < 0.01$), sedangkan pada laki-laki tidak ada perbedaan yang signifikan antara usia dan kehilangan gigi terhadap nilai ketebalan kortikal mandibula.⁴³

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa MI dan PMI pada perempuan tidak dapat disamakan penggunaannya antara regio bergigi dan *edentulous* dalam memeriksa kelainan kepadatan tulang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ladgerton, dkk. menunjukkan adanya hubungan yang signifikan pada nilai MI dengan status gigi pada perempuan, di mana subjek yang *edentulous* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan yang bergigi lengkap.⁴⁶ Nilai MI dan PMI yang rendah pada regio *edentulous* tidak dapat langsung dikatakan sebagai kelainan kepadatan tulang, ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi nilai MI dan PMI tersebut, seperti usia, *menopause*, ataupun tidak adanya gigi pengganti setelah

pencabutan dalam jangka waktu yang lama.^{15,40} Sebaliknya, pada penelitian yang dilakukan oleh Moradi, dkk. menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) antara nilai MI dan PMI terhadap laki-laki dan perempuan dengan status gigi. Namun, dalam hasil penelitiannya terlihat nilai MI dan PMI pada perempuan terutama pada usia lanjut memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan laki-laki. Adanya perbedaan dalam beberapa penelitian tersebut dikarenakan adanya perbedaan antara variasi usia maupun jenis kelamin dari subjek.⁴⁶

Dokter gigi dapat menjadi orang yang pertama kali mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang melalui hasil radiograf panoramik dengan melihat adanya penurunan ketebalan pada kortikal *mandibula*. Studi di Finlandia, Jepang, dan Inggris juga menyatakan fungsi radiograf panoramik dalam menilai kepadatan tulang yang rendah pada perempuan terhadap bentuk dan lebar kortikal *mandibula*. Pada penderita yang memiliki kelainan kepadatan tulang, umumnya pada hasil gambaran radiograf panoramik ketebalan dari inferior kortikal *mandibula* cenderung lebih tipis.^{13,14} Selain mendeteksi adanya kelainan kepadatan tulang, pada bidang radiologi, fungsi lain dari pemeriksaan radiografi panoramik terhadap penurunan kepadatan tulang juga antara lain mengetahui tipe oklusi, pola mengunyah, ada tidaknya parafungsi yang dapat membantu dalam menyusun rencana perawatan dan menilai prognosis keberhasilan perawatan; memperkirakan risiko baik dan buruknya pencabutan pada pasien; mengetahui adanya perubahan pada *residual ridge* yang dapat dibandingkan sebelum maupun sesudah pencabutan; menilai stabilisasi implan atau gigi tiruan; serta memilih tipe dan lama dari penggunaan suatu gigi tiruan.¹⁵

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perbedaan *mental index* dan *panoramic mandibular index* antara regio bergigi dan *edentulous* pada perempuan yang ditinjau menggunakan radiografi panoramik bulan September-November 2022 di RSGM-P FKG Universitas Trisakti, dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil *mental index* dan *panoramic mandibular index* berdasarkan status gigi dalam penelitian ini, keduanya memiliki perbedaan yang signifikan.

B. Saran

Penelitian ini mampu digunakan sebagai acuan untuk penelitian lanjutan mengenai kegunaan radiografi panoramik dalam menilai kepadatan tulang dengan memperluas variabel lainnya, seperti menggunakan index lainnya atau jenis kelamin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cooper C, Ferrari S. IOF Compendium of Osteoporosis. Int Osteoporos Found [Internet]. 2019;2nd Editio:1–76. Available from: <https://www.iofbonehealth.org/compendium-of-osteoporosis>
2. Clynes MA, Harvey NC, Curtis EM, Fuggle NR, Dennison EM, Cooper C. The epidemiology of osteoporosis. Br Med Bull. 2020;133(1):105–17.
3. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Situasi Osteoporosis di Indonesia [Internet]. 2021. 2021. p. 1–12. Available from: <https://pusdatin.kemkes.go.id/article/view/21051100002/situasi-osteoporosis-di-indonesia.html>
4. Sani N, Yuniastini Y, Putra A, Yuliyana Y. Tingkat Pengetahuan Osteoporosis Sekunder dan Perilaku Pencegahan Mahasiswa Universitas Malahayati. J Ilm Kesehat Sandi Husada. 2020;11(1):159–63.
5. Kristianti S. Journal of International Dental and Medical Research ISSN 1309-100X <http://www.jidmr.com> Mandibular Cortical width and Age in Elderly Stevie Kristianti and et al. 2021;(Mci):680–5.
6. Lee DJ, Saponaro PC. Management of Edentulous Patients. Dent Clin North Am [Internet]. 2019;63(2):249–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.006>
7. Gassama BC, Ndiaye ML, Lecor PA, Diop S, Toure B. Mandibular bone changes and dental status: A radiomorphometric study by the mandibular cortical index on a Senegalese female population aged 40 years and over. Adv Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2021;4(October):100200. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.adoms.2021.100200>
8. Vlasidis KZ, Skouteris CA, Velegrakis GA, Fragouli I, Neratzoulakis JM, Damilakis J, et al. Mandibular radiomorphometric measurements as indicators of possible osteoporosis in postmenopausal women. Maturitas. 2007;58(3):226–35.

9. Shah DS, Desai AR, Gohil N. The Asian Audit Epidemiology Costs and Burden of Osteoporosis di Indonesia. *Innov J Med Heal Sci* [Internet]. 2012;2(5):81–5. Available from: <http://www.innovativejournal.in/index.php/ijmhs>
10. Tounta TS. Diagnosis of osteoporosis in dental patients. *J Frailty, Sarcopenia Falls*. 2017;02(02):21–7.
11. Taguchi A. Triage screening for osteoporosis in dental clinics using panoramic radiographs. *Oral Dis*. 2010;16(4):316–27.
12. Gulsahi A. Osteoporosis and jawbones in women. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015;5(4):263.
13. Taguchi A, Sanada M, Krall E, Nakamoto T, Ohtsuka M, Suei Y, et al. Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover. *J Bone Miner Res*. 2003;18(9):1689–94.
14. Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Suei Y, Fujita M, Tanimoto K, et al. Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: Untrained general dental practitioners' diagnostic performance. *Osteoporos Int*. 2003;14(8):659–64.
15. Bozdog G, Sener S. The evaluation of MCI, MI, PMI and GT on both genders with different age and dental status. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(9).
16. Bhatnagar S, Krishnamurthy V, Pagare S. Diagnostic efficacy of panoramic radiography in detection of osteoporosis in post-menopausal women with low bone mineral density. *J Clin Imaging Sci*. 2013;3(1):1–7.
17. Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T, et al. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2006;17(3):387–94.
18. Taguchi A, Tanaka R, Kakimoto N, Morimoto Y, Arai Y, Hayashi T, et al. Clinical guidelines for the application of panoramic radiographs in screening for osteoporosis. *Oral Radiol* [Internet]. 2021;37(2):189–208. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11282-021-00518-6>

19. Sarianoferni, Wahjuningsih E. Perbandingan osteoporosis berdasarkan radiomorfometri panoramik antara mandibular cortical index dengan panoramic mandibular index pada pasien di Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Hang Tuah. *Makassar Dent J.* 2015;4(2):60–6.
20. Iannucci, Joen, and Laura J. Howerton. *Dental Radiography - E-Book: Principles and Techniques*. Saintt Louis: Elsevier - Health Sciences Division, 2016. Internet resource.
21. Wang CW, Huang CT, Lee JH, Li CH, Chang SW, Siao MJ, et al. A benchmark for comparison of dental radiography analysis algorithms. *Med Image Anal.* 2016;31:63–76.
22. Jader G, Fontineli J, Ruiz M, Abdalla K, Pithon M, Oliveira L. Deep Instance Segmentation of Teeth in Panoramic X-Ray Images. *Proc - 31st Conf Graph Patterns Images, SIBGRAPI 2018.* 2019;(September 2019):400–7.
23. College of Dental Surgeons of British Columbia. *Guidelines Dental Radiography.* 2014;1–2.
24. Ridsdale, L.. *Essentials of dental radiography and radiology*, 5th edition. *BDJ* 215. 2013: 595-596.
25. Kaffe I, Fishel D, Gorsky M. Panoramic radiography in dentistry. *Refu"at ha-peh vecha-shinayim (Tel Aviv, Isr 1969)* [Internet]. 1977;26(2):25–30, 19. Available from: <https://doi.org/10.1007/s41894-021-00111-4>
26. Watanabe PCA, Faria V, Camargo AJ. *Multiple Radiographic Analysis (Systemic Disease) : Dental Panoramic Radiography.* 2017.
27. Mallaya S, Lam E. White and Pharoah ' s Oral Radiology. *White Pharoah's Oral Radiol E-b Princ Interpret.* 2018;137–87.
28. Geary S, Selvi F, Chuang SK, August M. Identifying dental panoramic radiograph features for the screening of low bone mass in postmenopausal women. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2015;44(3):395–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2014.11.008>
29. Peretz B, Gotler M, Kaffe I. Common errors in digital panoramic radiographs

of patients with mixed dentition and patients with permanent dentition. *Int J Dent*. 2012;2012(1).

30. Widyastuti V, Azhari A, Epsilawati L. Sensitivity of panoramic radiographs in diagnosing maxillary sinusitis: a scoping review. *J Radiol Dentomaksilofasial Indones*. 2021;5(3):136.
31. Bath-Balogh, Mary, Margaret J. Fehrenbach, and Pat Thomas. *Illustrated Dental Embryology, Histology, and Anatomy*. St. Louis, Mo: Elsevier Saunders, 2006.
32. Atkinson ME. Anatomy for dental students, 2nd edition. Vol. 19, *Journal of Dentistry*. 1991. 170 p.
33. Brand, Richard W., and Donald E. Isselhard. *Anatomy of Orofacial Structures - Enhanced 7th Edition: A Comprehensive Approach*. London: Elsevier Health Sciences, 2014.
34. National Institutes of Health. Osteoporosis : Peak Bone Mass in Women. Natl Inst Heal [Internet]. 2015;(Juni):1–2. Available from: www.nih.gov
35. Jagelaviciene E, Krasauskiene A, Zalinkevicius R, Kubilius R, Vaitkeviciene I. The relationship between the calcaneal bone mineral density and the mental index in post-menopausal females. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2013;42(4).
36. Fahriansyah A. Pengaruh Pemberian Minuman Ringan Berkarbonasi Terhadap Perubahan Histopatologi Tulang (Osteoporosis) pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus Strain Wistar*). 2021.
37. Darcey J, Horner K, Walsh T, Southern H, Marjanovic EJ, Devlin H. Tooth loss and osteoporosis: to assess the association between osteoporosis status and tooth number. *Br Dent J*. 2013;214(4).
38. Bajoria AA, ML A, Kamath G, Babshet M, Patil P, Sukhija P. Evaluation of Radiomorphometric Indices in Panoramic Radiograph – A Screening Tool. *Open Dent J*. 2015;9(1):303–10.
39. Kathirvelu D, Anburajan M. Prediction of low bone mass using a

combinational approach of cortical and trabecular bone measures from dental panoramic radiographs. *Proc Inst Mech Eng Part H J Eng Med.* 2014;228(9):890–8.

40. Hardanti S, Azhari FO. Description of mandibular bone quality based on measurements of cortical thickness using Mental Index of male and female patients between 40-60 years old. *Imaging Sci Dent.* 2011;41(4):151–3.
41. Derafshi R. Evaluation of mandibular inferior cortical bone thickness using panoramic radiographs in edentulous and dentate cases. 2019;1–14.
42. Taguchi A, Suei Y, Sanada M, Ohtsuka M, Nakamoto T, Sumida H, et al. Validation of dental panoramic radiography measures for identifying postmenopausal women with spinal osteoporosis. *Am J Roentgenol.* 2004;183(6):1755–60.
43. Tanaka R, Tanaka T, Yeung AWK, Taguchi A, Katsumata A, Bornstein MM. Mandibular Radiomorphometric Indices and Tooth Loss as Predictors for the Risk of Osteoporosis using Panoramic Radiographs. *Oral Health Prev Dent* [Internet]. 2020;18(1):773–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32895661>
44. Rajaah M, Jamaiah H, Geeta A, Safiza MN, Khor GL, Wong NF, et al. Reliability, technical error of measurements and validity of length and weight measurements for children under two years old in Malaysia. *Med J Malaysia.* 2010;65(June):131–7.
45. Ajanović M, Kamber-Ćesir A, ... ST-A stomatol, 2013 undefined. Utjecaj dentalnog statusa, dobi i spola na kortikalnu širinu donjeg ruba mandibule i mandibularni kortikalni indeks Influence of Dental Status, Age and Gender. *PdfsSemanticscholarOrg* [Internet]. 2013;47(1):31–8. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/1b9a/6bcb423729ca1ff55d909b9a6e620f62f491.pdf>
46. Moradi M, Tofangchiha M, Soltanmohammadi E, Golshahi H, Mojtahedi N. the Influence of Age, Gender and Dental Status on the Mandibular Radiomorphometric and Morphological Indices. *Ann Dent Spec.* 2017;5(2):63–7.

