

Research Report

## Deteksi osteoporosis dengan *Osteometer* pada gambaran panoramik wanita menopause

(Detection of osteoporosis using *Osteometer* on panoramic radiographs of menopausal women)

Naseem bin Sulaiman<sup>1</sup>, Eha Renwi Astuti<sup>2</sup>, Sri Wigati Mardi Mulyani<sup>2</sup>, R.P.Bambang Noerjanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Pendidikan Dokter Gigi

<sup>2</sup> Staf Departemen Radiologi Kedokteran Gigi  
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga  
Surabaya – Indonesia

### ABSTRACT

**Background:** Osteoporosis is defined as a disorder that is characterized by decreased bone mass leading to bone fragility and an increased risk of fracture. One of the factors which affect osteoporosis in women undergoing menopause are the insufficiency of estrogen that can cause the bone mass to decreased. Mandibular bone on panoramic radiographs has been proven to be useful for identifying postmenopausal women with low skeletal bone mineral density. A computer program called *Osteometer* was created to aid in detection of osteoporosis using panoramic radiographs. **Purpose:** To detect osteoporosis using *Osteometer* program through panoramic radiographs on menopausal women. **Method:** 60 women were divided into two groups. 30 women with menopause and osteoporosis and 30 women without menopause and osteoporosis. Panoramic radiographs were processed to see the whole region existing in the oral cavity. Results of the panoramic radiograph was sent to Institut Teknologi Sepuluh Nopember and scanned with a flatbed scanner (HP Scanjet G2410). Digitalized form from the panoramic radiographs were analysed using a special program in measuring the density on the trabeculae pattern. The *Osteometer* program measures the line strength on trabeculae and the results were recorded. **Results:** Based on the experiment on 60 data, we were able to achieve 87% accuracy, 90% on sensitivity and 83% on specificity. **Conclusion:** *Osteometer* can be used to detect osteoporosis on menopausal women using panoramic radiographs.

**Keywords :** Panoramic radiographs, *Osteometer*, BMD, osteoporosis.

Korespondensi (*correspondence*) : Naseem bin Sulaiman, Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jln. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo no.47 Surabaya 60132, Indonesia. Email: [naseem113@live.com](mailto:naseem113@live.com)

### PENDAHULUAN

Osteoporosis adalah gangguan tulang yang ditandai dengan penurunan massa tulang dan penurunan mikro-arsitektur yang menyebabkan tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Osteoporosis merupakan penyakit tulang paling umum pada orang dewasa, terutama pada usia tua. Osteoporosis mempengaruhi kira-kira 10% dari total populasi, tetapi prevalensi pada wanita setelah menopause lebih dari 30%.<sup>1,2,3</sup>

Saat ini, uji kepadatan tulang mineral (Bone Mineral Density = BMD) adalah cara terbaik (gold standard) untuk menentukan kesehatan tulang. Pemeriksaan ini dapat mengidentifikasi osteoporosis dan menentukan resiko fraktur seseorang. Alat scanner yang sering digunakan untuk mengukur BMD adalah dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). BMD dapat digunakan sebagai alat prediksi yang cukup baik untuk melihat resiko fraktur. Pemeriksaan ini memerlukan waktu 15-30

menit, mudah dan nyaman, dapat mengukur kepadatan daerah pinggul dan tulang belakang. Namun demikian biaya pemeriksaan BMD cukup mahal dan keberadaan alat ini di Indonesia sangat terbatas karena hanya dijumpai di rumah sakit tertentu. Ketersediaan alat langka ini diperberat dengan semakin tingginya jumlah individu yang berisiko osteoporosis namun belum sempat terdeteksi. Oleh karena itu diperlukan suatu metode pemeriksaan yang hasilnya sama dengan BMD namun biaya yang harus dikeluarkan dapat dijangkau oleh masyarakat luas dan keberadaan alat pemeriksaan mudah didapat.<sup>4</sup>

Beberapa penelitian tentang gambaran radiografik osteoporosis melalui radiograf panoramik telah dilakukan. Penelitian – penelitian tersebut menggunakan alat ukur yang berbeda untuk mengestimasi secara manual pada radiografik panoramik. Pengukuran tersebut antara lain adalah: ketebalan tulang kortikal (mandibular cortical width: MCW), panoramic mandibula index (PMI), dan alveolar resorption index (mandibular alveolar bone resorption index: MM ratio). Semua pengukuran tersebut dilakukan secara visual dan hasil pengukuran dalam ukuran milimeter. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penelitian tersebut dapat mendeteksi osteoporosis. Sehingga dengan menggunakan panoramik radiografi, dokter gigi dapat mengarahkan wanita postmenopause asimtomatik dengan osteoporosis untuk memeriksakan kepadatan tulangnya. Namun demikian, pemeriksaan osteoporosis secara visual seperti tersebut diatas membutuhkan suatu keahlian khusus.<sup>5,6,7,8,9,10</sup>

Saat ini telah dibuat suatu program komputer untuk mendeteksi osteoporosis melalui gambaran radiograf panoramik yang disebut Osteometer. Osteometer merupakan suatu program yang menggunakan metode algoritma multiscale line operator untuk menganalisis tulang trabekula. Program Osteometer dijadikan suatu standar pengukuran dimana kekuatan garis (line strength) pada trabekula diukur melalui gambaran radiografik panoramik. Melalui gambaran radiograf panoramik, program Osteometer dapat membuat diagnosa penderita dengan osteoporosis melalui pengukuran kekuatan garis pada trabekula. Digunakan kekuatan garis pada trabekula karena

garis pada trabekula mempunyai orientasi yang sama dengan akar gigi. Osteometer dapat mendeteksi osteoporosis dengan biaya yang murah karena hanya membutuhkan radiograf panoramik dan pengoperasian program juga sangat mudah.<sup>11</sup>

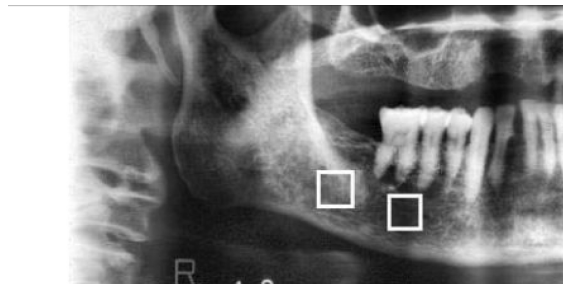
Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi osteoporosis menggunakan program Osteometer melalui gambaran radiograf panoramik pada wanita menopause.

## BAHAN DAN METODE

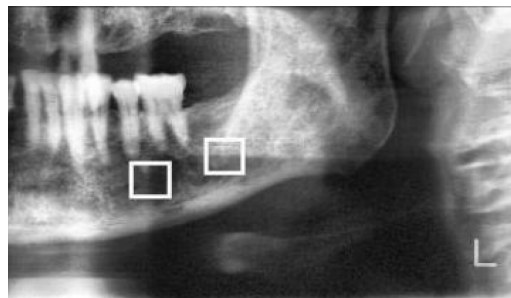
Penelitian ini bersifat observasional analitik yang dilakukan pengamatan pada radiograf panoramik pada wanita berusia 32 – 73 tahun dan memenuhi kriteria yang diperlukan dalam penelitian ini. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini di antaranya: Panoramik x-ray unit Film panoramik, program *Osteometer* dan HP Scanjet G2410

Subyek yang telah memenuhi kriteria penelitian diberi penjelasan mengenai prosedur penelitian dan kemudian diminta untuk menandatangani informed consent. Dilakukan pemeriksaan BMD selanjutnya ditegakkan diagnosis oleh dokter untuk mendapatkan sampel dengan osteoporosis dan tidak osteoporosis. Dilakukan gambaran radiograf panoramik untuk melihat seluruh regio yang ada di rongga mulut. 60 hasil radiograf panoramik discan dengan HP Scanjet G2410 di Fakultas Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, selanjutnya dilakukan pemeriksaan osteoporosis menggunakan Osteometer. Region of interest diambil dari empat daerah yang berbeda dari radiograf panoramik, yaitu dua ROI di bawah premolar kedua dan di bawah molar pertama bagian kanan mandibula dan dua ROI di bawah premolar kedua dan di bawah molar pertama bagian kiri mandibula (Nilai dari ROI untuk masing – masing sampel dicatat. Nilai tampak pada program Osteometer (mean bone value) dicatat dan ditabulasi. Analisa dijalankan dengan menggunakan program khusus untuk mengukur densitas pada pola trabekula di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan program Osteometer dimana line strength pada trabekula diukur.<sup>11</sup>

Region of interest (ROI) untuk lokasi sampel tulang meneliti trabekula ditempatkan pada empat daerah yang berbeda, yaitu dua ROI dibawah premolar kedua dan molar pertama rahang kanan (Gambar 1). Dua ROI lagi dibawah premolar kedua dan molar pertama rahang kiri (Gambar 2). ROI harus berada di antara tulang kortikal dan akar gigi.



**Gambar 1.** ROI diletakkan dibawah premolar kedua dan molar pertama dibagian kanan mandibula



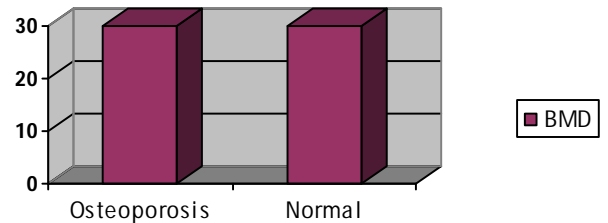
**Gambar 2.** ROI diletakkan dibawah premolar kedua dan molar pertama dibagian kiri mandibula

Wanita premenopause dan postmenopause yang diambil sebagai sampel tidak mengidap penyakit tulang metabolik (diabetes mellitus, hiperparatiroidisme, hipoparatiroidisme, penyakit Paget's, osteomalacia, renal osteodistrophy, atau osteogenesis imperfekta dan metastase malignansi), kanker dengan metastasis tulang, atau gangguan ginjal signifikan atau sedang mengkonsumsi obat yang mempengaruhi metabolisme tulang, seperti estrogen.

## HASIL

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan terdiri dari 30 wanita menopause dan 30 wanita tidak menopause. Pada seluruh sampel

penelitian dilakukan pemeriksaan BMD di Parahita Diagnostic Center, Jakarta, dengan diagnosis osteoporosis dan tidak osteoporosis sesuai diagnosa dokter.



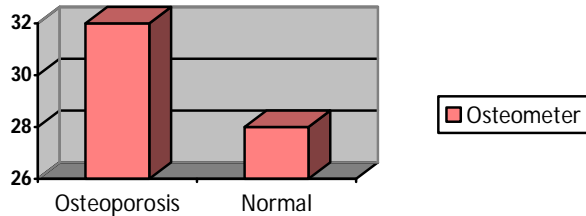
**Gambar 3:** Diagram distribusi pasien dengan osteoporosis dan tidak osteoporosis hasil pemeriksaan BMD

Gambar 3 menunjukkan bahwa dari hasil pemeriksaan BMD menunjukkan 30 orang dengan diagnosis osteoporosis merupakan wanita menopause dan 30 orang dengan diagnosis tidak osteoporosis (normal) merupakan wanita tidak menopause. Penilaian BMD ditentukan berdasarkan T-skor yang distandarkan WHO,2004 yaitu osteoporosis apabila T-skor  $-2,5$  dan tidak osteoporosis (normal) apabila T-skor lebih dari  $-1,0$ . Pemeriksaan BMD ini merupakan gold standard untuk pemeriksaan osteoporosis.

Selanjutnya pada seluruh sampel penelitian dilakukan pembuatan foto panoramik di Parahita Diagnostic Center, Jakarta, dan hasil radiografik panoramik tersebut dinilai dengan menggunakan program Osteometer yang dibuat oleh Fakultas Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya untuk mendeteksi terjadinya osteoporosis dan tidak osteoporosis.

Osteometer menganalisa kekuatan garis pada trabekula menggunakan region of interest. Setiap region of interest (ROI) ditempatkan pada empat daerah yang berbeda di gambaran panoramik bagian mandibula. Dua ROI ditempatkan dibawah premolar kedua dan molar pertama bagian kanan mandibula dan dua ROI disebelah kiri mandibula. Lokasi ROI harus berada diantara tulang kortikal dan akar gigi untuk mendapat nilai yang baik dari Osteometer. Setelah regio ditetapkan, nilai kekuatan garis

pada trabekula dihitung dan dibandingkan dengan nilai ambang (threshold).



**Gambar 4:** Diagram distribusi pasien dengan osteoporosis dan tidak osteoporosis hasil pemeriksaan Osteometer

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan Osteometer pada seluruh sampel penelitian didapatkan 32 sampel osteoporosis, dan 28 sampel tidak osteoporosis (normal) dapat dilihat bahwa, rata-rata penderita osteoporosis didiagnosa dengan lebih banyak dari pasien normal.

Selanjutnya, dilakukan uji sensitivitas dan spesifisitas menunjukkan pada hasil pemeriksaan BMD maupun Osteometer.

Tabel 1 menunjukkan hasil pemeriksaan *Osteometer* dan BMD pasien. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan dari *Osteometer* dan BMD dengan menggunakan uji sensitivitas dan spesifisitas. Hasil perhitungan dari sensitivitas adalah 90%, spesifisitas adalah 83%, dan hasil akurasi dari tes keduanya adalah 87%.

**Tabel 1.** Nilai *Osteometer* dan BMD

No	Umur	<i>OSTEOMETER</i> Threshold: > 5135.25 = Normal < 5135.25 = Osteoporosis	Mean Value	BM D	DX T-skor ≤ -2.5 Osteop orosis T-skor antara +1.0 dan -1.0
1	50 thn	Osteoporosis	4224. 25	-3.8	Osteop orosis
2	51 thn	Osteoporosis	5112. 75	-2.7	Osteop orosis
3	51 thn	Osteoporosis	3779	-2.9	Osteop orosis
4	51 thn	Osteoporosis	3691. 25	-2.8	Osteop orosis
5	53 thn	Osteoporosis	4127.	-3.6	Osteop

6	53 thn	Osteoporosis	4193. 25	-2.7	Osteop orosis
7	53 thn	Osteoporosis	4339. 5	-3.6	Osteop orosis
8	53 thn	Osteoporosis	4202	-2.6	Osteop orosis
9	55 thn	Osteoporosis	4414. 25	-2.6	Osteop orosis
10	55 thn	Osteoporosis	4083. 75	-3.9	Osteop orosis
11	55 thn	Osteoporosis	2104. 75	-2.9	Osteop orosis
12	55 thn	Osteoporosis	3272. 5	-2.9	Osteop orosis
13	56 thn	Osteoporosis	3376	-2.7	Osteop orosis
14	57 thn	Osteoporosis	4708	-3.1	Osteop orosis
15	58 thn	Osteoporosis	4637	-2.7	Osteop orosis
16	59 thn	Osteoporosis	4980	-3.4	Osteop orosis
17	60 thn	Osteoporosis	3480. 25	-3.3	Osteop orosis
18	63 thn	Normal	5353. 25	-0.1	Normal
19	53 thn	Normal	5149	3.1	Normal
20	73 thn	Normal	5829. 5	0.6	Normal
21	49 thn	Normal	5137. 75	-0.8	Normal
22	71 thn	Normal	6014. 5	-0.7	Normal
23	68 thn	Normal	5574. 75	0.7	Normal
24	51 thn	Normal	5191. 25	0.3	Normal
25	61 thn	Normal	5247	1.8	Normal
26	56 thn	Normal	5202. 75	1.0	Normal
27	44 thn	Normal	5345. 25	0.5	Normal
28	57 thn	Normal	5363. 25	0.5	Normal
29	47 thn	Normal	5478. 5	-0.6	Normal
30	32 thn	Normal	5950	-0.7	Normal
31	59 thn	Normal	5342. 5	-0.1	Normal
32	44 thn	Normal	5662. 25	1.3	Normal
33	52 thn	Normal	5312. 25	-0.4	Normal
34	43 thn	Normal	5657. 75	1.5	Normal
35	53 thn	Normal	5164	-0.6	Normal
36	62 thn	Normal	5139. 75	1.7	Normal
37	58 thn	Normal	5221. 5	-0.4	Normal
38	60 thn	Normal	5640.	-0.7	Normal

25					
39	51 thn	Normal	5364.25	-0.6	Normal
40	55 thn	Normal	5223.5	0.4	Normal
41	38 thn	Normal	5224	1.8	Normal
42	39 thn	Normal	5480.5	0.1	Normal
43	60 thn	Osteoporosis	5039	-0.7	Normal
44	60 thn	Osteoporosis	4647	-0.4	Normal
45	48 thn	Osteoporosis	4506.5	1.1	Normal
46	50 thn	Osteoporosis	4507.75	-0.9	Normal
47	43 thn	Osteoporosis	4781.5	1.5	Normal
48	51 thn	Normal	5985.5	-2.5	Osteoporosis
49	62 thn	Normal	5515	-2.5	Osteoporosis
50	66 thn	Normal	5906.5	-2.6	Osteoporosis
51	50 thn	Osteoporosis	4105.75	-2.6	Osteoporosis
52	56 thn	Osteoporosis	4692.25	-2.6	Osteoporosis
53	62 thn	Osteoporosis	4902	-2.5	Osteoporosis
54	59 thn	Osteoporosis	4778.25	-2.6	Osteoporosis
55	56 thn	Osteoporosis	4342.25	-2.5	Osteoporosis
56	58 thn	Osteoporosis	3902	-3.1	Osteoporosis
57	55 thn	Osteoporosis	4735.25	-2.5	Osteoporosis
58	73 thn	Osteoporosis	4720	-3.0	Osteoporosis
59	66 thn	Osteoporosis	4415.5	-2.7	Osteoporosis
60	63 thn	Osteoporosis	4967.5	-2.5	Osteoporosis

**Tabel 2.** Hasil perhitungan dari uji sensitivitas, spesifisitas dan akurasi

<i>Osteometer</i>	Sensitivitas	Spesifisitas	Akurasi
Ukuran	90%	83%	87%

## PEMBAHASAN

Radiografik panoramik merupakan salah satu radiografik ekstraoral yang telah digunakan secara umum di kedokteran gigi untuk

mendapatkan gambaran keseluruhan maksilo fasial. Gambaran yang tampak pada radiografik ini adalah gambaran tomografi yang memperlihatkan struktur fasial mencakup rahang maksila dan mandibula beserta struktur pendukungnya dengan distorsi dan overlap minimal dari detail anatomi pada sisi kontra lateral. Manfaat dari radiografik ini adalah untuk mengevaluasi gigi impaksi, pola erupsi, pertumbuhan dan perkembangan gigi-geligi, mendeteksi penyakit dan mengevaluasi trauma. Disamping itu, radiografik panoramik selain dapat juga memberikan gambaran tentang keadaan gigi – geligi, dapat juga mendeteksi manifestasi penyakit – penyakit sistemik di rongga mulut antara lain osteoporosis, diabetes mellitus, hiperparatiroidisme, hipoparatiroidisme, penyakit Paget's, osteomalacia, renal osteodystrophy, atau osteogenesis imperfekta dan metastase malignansi.<sup>12,13,14</sup>

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendeteksi osteoporosis menggunakan radiografik panoramik. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengukur perubahan yang terjadi pada sudut antegonial pada radiografik panoramik, dan pengamatan pada tulang trabekula menggunakan radiografik periapikal dalam mendeteksi osteoporosis.<sup>10,15</sup>

Semakin pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi kedokteran, dan dengan berkembang pesatnya teknologi informasi serta komputer pada saat ini telah dihasilkan program Osteometer yang dibuat oleh Fakultas Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya untuk mendeteksi terjadinya osteoporosis dan tidak osteoporosis. Program ini menggunakan metode algoritma multiscale line operator untuk menganalisis tulang trabekula dimana kekuatan garis, (line strength) pada trabekula diukur melalui gambaran radiografik panoramik.<sup>11</sup>

Penelitian ini menggunakan sampel yang telah mengisi informed consent dan dilakukan pemeriksaan DXA lumbalis tulang belakang (L1 – L4). Ini karena hasil pemeriksaan BMD lebih akurat pada daerah tulang yang besar. Pemeriksaan BMD menggunakan DXA merupakan gold standard dalam menilai seseorang osteoporosis. T-skor dari BMD menunjukkan jumlah massa tulang

yang terdeviasi dari massa tulang dewasa yang sehat. Hasil penelitian berdasarkan pemeriksaan BMD menunjukkan 30 orang dengan diagnosis osteoporosis merupakan wanita menopause dan 30 orang dengan diagnosis tidak osteoporosis (normal) merupakan wanita tidak menopause (Gambar 3).<sup>16,17,18</sup>

Setelah dilakukan pembuatan radiografik panoramik, hasil pengukuran kekuatan garis pada trabekula dinilai dengan program Osteometer untuk mendeteksi adanya osteoporosis dan tidak osteoporosis pada wanita menopause dan wanita tidak menopause. Radiografik panoramik dipilih karena gambaran yang dihasilkan dapat menjelaskan keadaan rahang bawah secara jelas terutama pada trabekula di mandibula. Radiograf panoramik dapat mempermudah dokter gigi untuk melihat hasil radiografik dengan area yang luas dari maksila dan mandibular hanya dengan menggunakan satu film. Kelebihan lainnya adalah dosis radiasi radiografik panoramik relatif kecil, dimana dosis radiasi yang diterima pasien untuk satu kali hampir sama dengan dosis empat kali radiografik intra oral.<sup>12,19</sup>

Hasil penelitian pada radiografik panoramik melalui program Osteometer didapatkan 32 sampel osteoporosis dan 28 sampel yang tidak osteoporosis (normal) (Gambar 4) Selanjutnya, hasil analisis dari program Osteometer dilakukan uji sensitivitas dan spesifisitas. Nilai sensitivitas dan spesifisitas yang didapat adalah 90% dan 83%. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan pada 100 wanita Jepang. Hasil uji sensitivitas dan spesifisitas yang didapat adalah 92% and 86.7%. Hasil penelitian hampir sama karena penelitian ini menggunakan alat ukur yang sama yaitu program Osteometer, melihat trabekula sebagai indikator mendeteksi osteoporosis dan menggunakan ROI untuk melihat nilai kekuatan garis pada trabekula.<sup>11</sup>

Pada penelitian lain yang menggunakan tulang trabekula untuk mendeteksi osteoporosis, didapatkan sensitivitas 92% dan spesifisitas 96%. Hasil uji sensitivitas penulis dengan penelitian tersebut hampir sama, tetapi didapatkan spesifisitas yang lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena penelitian tersebut menganalisa trabekula menggunakan analisis Fourier untuk mendeteksi perubahan gelombang

kecil pada trabekula yang dilihat pada radiografik periapikal wanita osteoporosis, sedangkan penulis mengukur kekuatan garis trabekula menggunakan algoritma multiscale line operator pada program Osteometer di gambaran radiografik panoramik untuk mendeteksi osteoporosis pada wanita menopause.<sup>20</sup>

Hasil penelitian ini didapatkan sensitivitas 90% dan spesifisitas 83%, demikian pula dengan hasil penelitian dengan sensitivitas 92% dan spesifisitas 86.7%. Berdasarkan hal tersebut maka menunjukkan bahwa sensitivitas dan spesifisitas kedua penelitian tersebut hampir sama. Hal ini dimungkinkan karena penelitian ini menggunakan program yang sama, walaupun populasi penelitian berbeda. Akurasi penelitian ini didapatkan hasil 87%, yang dapat diartikan bahwa program Osteometer mempunyai konsistensi yang baik dalam mendeteksi osteoporosis pada wanita menopause.<sup>11</sup>

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini terbukti bahwa program Osteometer dapat mendeteksi osteoporosis pada wanita menopause melalui gambaran radiografik panoramik. Sebagaimana yang dinyatakan, bahwa program Osteometer dapat digunakan untuk mendeteksi osteoporosis. Penggunaan Osteometer dalam mendeteksi osteoporosis memiliki beberapa keuntungan, yaitu dari segi biaya. Pemeriksaan melalui Osteometer dapat membantu masyarakat, terutama masyarakat menengah ke bawah yang enggan untuk memeriksakan diri karena faktor biaya tes BMD yang cukup tinggi. Penggunaan Osteometer dan radiografik panoramik menggunakan biaya yang jauh lebih rendah dibanding tes BMD. Tahap kerja program Osteometer juga lebih sederhana dibanding tes BMD. Hal ini mendukung pasien yang telah berusia lanjut untuk melakukan pemeriksaan dengan prosedur yang mudah dan sederhana.<sup>11</sup>

## DAFTAR PUSTAKA

1. Price, S.A. 1995. *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses - Proses Penyakit*. Ed 4. Jakarta: EGC. Peter Anugerah 1129-30

2. Guyton, A. 1997. Physiology, 9<sup>th</sup> Edition: EGC. p: 372
3. Sumintarti, S. 2005. *Hubungan osteoporosis dan penyakit periodontal pada wanita menopause*. Dent. J. Edisi Khusus Temu Ilmiah Nasional IV. 81 – 4
4. Unnanuntana, A., Gladnick, B.P., Donnelly, E., dan Lane, J.M. 2010. *The Assessment of Fracture Risk* J Bone Joint Surg Am., 92(3): 743–753.
5. Taguchi, A., Suei, Y., Ohtsuka, M., Otani, K., Tanimoto, K., dan Ohtaki, M. 1996. *Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible*. Dentomaxillofacial Radiology. British Institute of Radiology. 25, 263-267
6. Taguchi, A., Tanimoto, K., Akagawa, Y., Suei, Y., Wada, T., dan Rohlin, M. 1997. *Trabecular bone pattern of the mandible. Comparison of panoramic radiography with computed tomography*. Dentomaxillofacial Radiology. British Institute of Radiology.. 26, 85-89
7. Taguchi, A., Suei, Y., Sanada, M., Ohtsuka, M., Nakamoto, T., Sumida, H., Ohama, K., dan Tanimoto, K. (2004). *Validation of Dental Panoramic Radiography Measures for Identifying Postmenopausal Women with Spinal Osteoporosis*. American Journal of Roentgenology, 183:6:1755-1760
8. Dutra, V., Devlin, H., Susin, C., Yang J., Horner, K., dan Fernandes, A.R.C. 2006. *Mandibular morphological changes in low bone mass edentulous females: evaluation of panoramic radiographs*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endontology. 102 (5):663-668
9. Cakur, B., Dagistan, S., Sahin, A., Harorli, A., dan Yilmaz, A. 2009. *Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women*. Dentomaxillofac Radiol. (385):255-61.
10. Gosh, S., Vengal, M., Pai, K.M., dan Abhishek, K. 2010. *Remodelling of the antegonial angle region in the human mandible: A panoramic radiographic cross-sectional study*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 1.15 (5):e802-7
11. Ariffin, A.Z. Yuniarti, A. Ratna Dewi, L. Asano, A. Taguchi, A. Nakamoto, T. Razak, A. dan Studiawan, H. 2010. *Computer aided diagnosis for osteoporosis based on trabecular bone analysis using panoramic radiographs*. Dental Journal 43:3
12. Haring, J.I., dan Jansen, L. 2000. *Dental Radiography: Principles and Techniques*. Philadelphia: W.B. Saunders Company. P:359
13. White, S.C., dan Pharoah, M.J. 2000. *Oral Radiology Principles and Interpretation*, 4<sup>th</sup> Edition, Los Angeles, California, 130 – 132, 174
14. Friedlander, A., dan Freymiller, E.G. 2003. *Detection of radiation-accelerated atherosclerosis of the carotid artery by panoramic radiography A new opportunity for dentists*. The Journal of the American Dental Association 134:10:1361-1365
15. Lindh, C., Horner, K., Jonasson, G., Olsson, P., Jacobs, R., Van der Stelt, P., Marjanovic, E., dan Devlin, H. 2008. *The use of visual assessment of dental radiographs for identifying women at risk of having osteoporosis: the OSTEODENT project*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 106:285-93
16. Hamdy, R.C., Petak, S.M., dan Lenchik, L. 2002. *Which Central Dual X-ray Absorptiometry Skeletal Sites and Regions of Interest Should Be Used to Determine the Diagnosis of Osteoporosis?* Journal of Clinical Densitometry, 5: S11-S17
17. World Health Organization, National Osteoporosis Foundation. 2004. *Assessment of Osteoporosis at Primary Health Care Level*. Retrieved from [http://www.google.com.my/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fchp%2Ftopics%2FOsteoporosis.pdf&ei=MMdvUJWwH4\\_jrAe0z4CoAw&usg=AFQjCNG1gqLR0QjRBZICgUdSN\\_R\\_k2E11A&sig2=oL3vMIQGLIhBgSPRm wxbhg&cad=rja](http://www.google.com.my/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fchp%2Ftopics%2FOsteoporosis.pdf&ei=MMdvUJWwH4_jrAe0z4CoAw&usg=AFQjCNG1gqLR0QjRBZICgUdSN_R_k2E11A&sig2=oL3vMIQGLIhBgSPRm wxbhg&cad=rja)
18. Klibanski, A., Adams-Campbell, L., Bassford, T., Blair, S.N., Boden, S.D., Dickersin, K., Gifford, D.R., Glasse,

- L., Goldring, S.R., Hruska, K., Johnson, S.R., McCauley, L.K., dan Russell, W.E. 2001. *Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy*, *JAMA*. 285(6):785-795.
19. Astari, N. 2010. *Perbandingan Dosis dan Kualitas Gambar Radiografi Panoramik Konvensional dengan Radiografi Panoramik Digital*. Retrieved from <http://repository.usu.ac.id>.
20. Faber, T.D., Yoon, D.C., Service, S.K., dan White, S.C. 2004. *Fourier and wavelet analyses of dental radiographs detect trabecular changes in osteoporosis*. *Bone* 35(2): 403–11.