

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Masalah usia lanjut dan osteoporosis semakin menjadi perhatian dunia, termasuk Indonesia. Hal ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya usia harapan hidup. Keadaan ini menyebabkan peningkatan penyakit menua yang menyertainya, antara lain osteoporosis (keropos tulang).

Masalah osteoporosis di Indonesia dihubungkan dengan masalah hormonal pada menopause. Menopause lebih cepat dicapai wanita Indonesia pada usia 48 tahun dibandingkan wanita barat yaitu usia 60 tahun. Mulai berkurangnya paparan terhadap sinar matahari. Kurangnya asupan kalsium. Perubahan gaya hidup seperti merokok, alkohol dan berkurangnya latihan fisik. Penggunaan obat-obatan steroid jangka panjang. Serta risiko osteoporosis tanpa gejala klinis yang menyertainya.

Osteoporosis—penurunan massa tulang yang menyebabkan fraktur traumatik atau atraumatik—merupakan masalah besar pada perawatan kesehatan karena beratnya konsekuensi fraktur pada pasien dan sistem perawatan kesehatan.¹ Di Indonesia data yang pasti mengenai jumlah osteoporosis belum ditemukan. Data retrospektif osteoporosis yang dikumpulkan di UPT Makmal Terpadu Imunoendokrinologi, FKUI dari 1690 kasus osteoporosis, ternyata yagn pernah mengalami patah tulang femur dan radius sebanyak 249 kasus (14,7%).² Demikian pula angka kejadian pada fraktur hip, tulang belakang dan wrist di RSUD Dr. Soetomo Surabaya pada tahun 2001-2005, meliputi 49 dari total 83 kasus fraktur hip pada wanita usia >60 tahun. Terdapat 8 dari 36 kasus fraktur tulang belakang dan terdapat 53 dari 173 kasus fraktur wrist. Dimana sebagian besar terjadi pada wanita >60 tahun dan disebabkan oleh kecelakaan rumah tangga.³

Selain itu juga memiliki implikasi yang penting pada keadaan sosial dan ekonomi.⁴ Di Amerika dari 300.000 kasus fraktur osteoporosis pada tahun 1991 dibutuhkan dana \$5 milyar.¹ Dan diperkirakan akan membutuhkan dana mencapai \$30-\$40 milyar pada tahun 2020.⁵ Di Indonesia tahun 2000 dengan 227.850 fraktur osteoporosis dibutuhkan dana \$2,7 milyar, dan perkiraan pada tahun 2020 dengan 426.300 fraktur osteoporosis dibutuhkan dana \$3,8 milyar. Dapat dibayangkan biaya pada tahun 2050.

Sejak penurunan massa tulang dihubungkan dengan terjadinya fraktur yang akan datang, maka pemeriksaan massa tulang merupakan indikator untuk memperkirakan risiko terjadinya fraktur. Pada dekade terakhir, fakta ini menyebabkan kepedulian terhadap penggunaan alat diagnostik non invasif (*bone densitometry*) untuk mengidentifikasi subyek dengan penurunan massa tulang, sehingga dapat mencegah terjadinya fraktur yang akan datang, bahkan dapat memonitoring terapi farmakologikal untuk menjaga massa tulang.

Namun implementasi dari tindakan intervensi tersebut, atau skrining osteoporosis sebaiknya berdasarkan *evidence* terutama pada penggunaannya dalam praktek klinik, baik sebagai alat diagnostik—informasi tentang massa tulang pada tempat pemeriksaan— dan sebagai alat prognostik—dapat memperkirakan fraktur osteoporosis (non traumatik).

I.2 Permasalahan

1. Penggunaan *bone densitometry* yang mungkin belum sesuai dengan indikasi.
2. Belum adanya rekomendasi nasional mengenai alat densitometry yang paling baik ditinjau dari segi efektifitas, safety, efficacy dan cost effectiveness.
3. Belum semua dokter dan teknisi mempunyai sertifikasi dalam teknologi *bone densitometry*.
4. Belum tersosialisasinya secara merata kebijakan tentang standar tatalaksana penggunaan *bone densitometry* sesuai dengan orang Indonesia.

I.3 Tujuan

Terwujudnya kajian ilmiah sebagai dasar rekomendasi pemerintah dalam menetapkan kebijakan pedoman penggunaan klinis *bone densitometry* untuk tatalaksana osteoporosis.

BAB II METODOLOGI PENILAIAN

II.1. Strategi Penelusuran Kepustakaan

Penelusuran literature dilakukan melalui kepubstakaan elektronik: Cochrane Library, Pubmed, British Medical Journal, American Journal of Epidemiology, the Journal of the American Medical Association, Annals Internal Medicine, International Clearing House Guidelines. Disertakan pula hasil kajian dari HTA Barcelona, INAHTA, HTA Minnesota.

Kata kunci yang digunakan: *bone densitometry, bone density, osteoporosis, menopause.*

II.2. *Hierarchy of Evidence* dan Derajat Rekomendasi

Setiap makalah ilmiah yang didapat dinilai berdasarkan *evidence based medicine*, ditentukan *hierarchy of evidence* dan derajat rekomendasi. *Hierarchy of evidence* dan derajat rekomendasi diklasifikasikan berdasarkan definisi dari *Scottish Intercollegiate Guidelines Network*, sesuai dengan definisi yang dinyatakan oleh *US Agency for Health Care Policy and Research*.

Hierarchy of evidence:

- Ia. *Meta-analysis of randomized controlled trials*
- Ib. Minimal satu *randomized controlled trials*
- Ila. Minimal penelitian *non- randomized controlled trials*
- Ilb. *Cohort dan Case control studies*
- IIla. *Cross-sectional studies*
- IIlb. *Case series dan case report*
- IV. Konsensus dan pendapat ahli

Derajat rekomendasi:

- A. *Evidence* yang termasuk dalam level Ia dan Ib.
- B. *Evidence* yang termasuk dalam level Ila dan Ilb.
- C. *Evidence* yang termasuk dalam level IIIa, IIIb dan IV.

II.3. Pengumpulan Data Lokal

Data lokal mengenai prevalensi osteoporosis dan fraktur-osteoporosis. Berdasarkan data jumlah penderita menopause/postmenopause osteoporosis dari PEROSI (Persatuan Osteoporosis Indonesia). Serta data jumlah penderita osteoporosis sekunder dan prevalensi fraktur. Berdasarkan data dari bagian bedah orthopedi dan traumatologi RSCM dan RS Dr. Soetomo, Surabaya.

II.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Kajian ini mengulas tentang *bone densitometry* dan penggunaan klinis *bone densitometry* pada osteoporosis.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

OSTEOPOROSIS

1. DEFINISI

Kelompok kerja *World Health Organisation (WHO)* dan konsensus ahli mendefinisikan osteoporosis sebagai: penyakit yang ditandai dengan rendahnya massa tulang dan memburuknya mikrostruktural jaringan tulang, menyebabkan kerapuhan tulang sehingga meningkatkan risiko terjadinya fraktur.¹ Dimana keadaan tersebut tidak memberikan keluhan klinis, kecuali apabila telah terjadi fraktur (*thief in the night*).

Osteoporosis adalah penyakit tulang sistemik. Dan fraktur osteoporosis dapat terjadi pada tiap tempat. Meskipun fraktur yang berhubungan dengan kelainan ini meliputi thorak dan tulang belakang (lumbal), radius distal dan femur proksimal. Definisi tersebut tidak berarti bahwa semua fraktur pada tempat yang berhubungan dengan osteoporosis disebabkan oleh kelainan ini. Interaksi antara geometri tulang dan dinamika terjatuh atau kecelakaan (trauma), keadaan lingkungan sekitar, juga merupakan faktor penting yang menyebabkan fraktur. Ini semua dapat berdiri sendiri atau berhubungan dengan rendahnya densitas tulang.⁶

Densitas mineral tulang

Risiko terjatuh dan akibat kecelakaan (trauma) sulit untuk diukur dan diperkirakan. Definisi WHO mengenai osteoporosis menjelaskan hanya spesifik pada tulang yang merupakan risiko terjadinya fraktur. Ini dipengaruhi oleh densitas tulang. Kelompok kerja WHO menggunakan teknik ini untuk melakukan penggolongan:¹

- | | |
|--------------|---|
| Normal | : densitas tulang kurang dari 1 standar deviasi dibawah rata-rata wanita muda normal ($T > -1$) |
| Osteopenia | : densitas tulang antara 1 standar deviasi dan 2,5 standar deviasi dibawah rata-rata wanita muda normal ($-2,5 < T < -1$) |
| Osteoporosis | : densitas tulang lebih dari 2,5 standar deviasi dibawah rata-rata wanita muda normal ($T < -2,5$) |

Definisi ini hanya diaplikasikan pada wanita. Review terbaru menyarankan untuk mengaplikasikannya pada pria berdasar pada angka pria normal. Sehingga juga akan memiliki kegunaan yang sama meskipun hal tersebut tidak dapat diterima secara umum.⁷

T-SKOR DAN Z-SKOR

Pengukuran densitas tulang biasanya dinyatakan dengan T-skor, dimana angka dari standar deviasi densitas tulang pasien bervariasi dari rata-rata densitas tulang pada subyek normal dengan jenis kelamin yang sama. Pengukuran lain dari densitas tulang adalah Z-skor, dimana angka dari standar deviasi densitas tulang pasien bervariasi dari rata-rata densitas tulang pada subyek dengan umur yang sama.⁶

Meskipun berbagai kriteria densitometrik digunakan untuk mendefinisikan osteoporosis, kriteria yang diajukan oleh WHO, yang berdasarkan pengukuran masa tulang, umumnya paling banyak diterima dan digunakan.¹⁵

2. KLASIFIKASI OSTEOPOROSIS

Osteoporosis primer: dapat terjadi pada tiap kelompok umur. Dihubungkan dengan faktor resiko meliputi merokok, aktifitas, pubertas tertunda, berat badan rendah, alkohol, ras kulit putih/asia, riwayat keluarga, postur tubuh, dan asupan kalsium yang rendah (Kaltenborn, 1992).⁸

a. **Tipe I** (post menopausal):

Terjadi 15-20 tahun setelah menopause (53-75 tahun). Ditandai oleh fraktur tulang belakang tipe *crush*, Colles' fraktur, dan berkurangnya gigi geligi (Riggs & Melton, 1986). Hal ini disebabkan luasnya jaringan trabekular pada tempat tersebut. Dimana jaringan trabekular lebih responsif terhadap defisiensi estrogen (Kaltenborn, 1992).⁸

b. **Tipe II** (senile):

Terjadi pada pria dan wanita usia ≥ 70 tahun. Ditandai oleh fraktur panggul dan tulang belakang tipe *wedge* (Riggs & Melton, 1986). Hilangnya massa tulang kortikal terbesar terjadi pada usia tersebut.⁸

2. **Osteoporosis sekunder:** dapat terjadi pada tiap kelompok umur. Penyebabnya meliputi eksek kortikosteroid, hipertirodisme, multipel mieloma, malnutrisi, defisiensi estrogen, hiperparatiroidisme, faktor genetik, dan obat-obatan. (Kaltenborn, 1992)⁸

Tabel. 2
Penyebab Osteoporosis Sekunder pada Dewasa⁶

| Penyakit endokrin or Penyebab metabolik | Keadaan Malnutrisi | metabolisme kollagen abnormal | | |
|---|-----------------------|--|--|-------------------------|
| | | Obat-obatan | | Lain-lain |
| Hipogonadisme | Malabsorpsi | Keracunan Vit D | Osteogenesis imperfecta | Arthritis Reumatoid |
| Hiperadrenokortisme | Sindrome malnutrisi | Phenytoin | Homosistinuria due to cystathionine deficiency | Myeloma & Ca |
| Tirotoksikosis | Peny. Hati kronik | Glukokortikoid | Sindrome Ehlers-Danlos | Imobilisasi |
| Anorexia nervosa | Operasi lambung | Phenobarbital | sindrom Marfan | asidosis tubulus ginjal |
| Hiperprolaktinemia | Defisiensi Vit D | Terapi tiroid be> | | Thalassemia |
| Porphyria | Defisiensi kalsium | Heparin | | Mastositosis |
| Hipophosphatasia (dewasa) | Alkoholisme | Gonadotropin-releasing hormone antagonists | | Hiperkalsiuria |
| DM tipe 1 | | | | COPD |
| Kehamilan | | | | transplantasi Organ |
| Hiperparatiroid | | | | Cholestatis liver |
| Akromegali | | | | |

*COPD = penyakit obstruksi paru kronik

3. Patofisiologi

Osteoporosis adalah abnormalitas pada proses remodeling tulang dimana resorpsi tulang melebihi formasi tulang menyebabkan hilangnya massa tulang. Mineralisasi tulang tetap terjadi. Remodeling tulang digambarkan dengan keseimbangan fungsi osteoblas dan osteoklas. Meskipun pertumbuhan terhenti, remodeling tulang berlanjut. Proses dinamik ini meliputi resorpsi pada satu permukaan tulang dan deposisi pembentukan tulang pada tempat yang berlawanan. Hal ini dipengaruhi oleh weight bearing dan gravitasi, as well as by problems seperti penyakit sistemik. Proses seluler dilaksanakan oleh sel tulang spesifik dan dimodulasi oleh hormon lokal dan sistemik serta peptida.⁹

Osteoblas adalah sel pembentuk tulang. Mereka membentuk dan mensekresikan kolagen (kebanyakan tipe I) dan nonkolagen organik—komponen pada fase matrik tulang. Mereka mempunyai peranan penting pada mineralisasi matrik organik. Protein nonkolagen produksi osteoblas meliputi osteokalsin (komponen nonkolagen tulang terbesar), 20% dari total massa tulang; osteonectin; protein sialyted dan phosphorylated; dan thrombospondin. Peranan protein nonkolagen tersebut tidak diketahui tapi sintesisnya diatur oleh hormon paratiroid (PTH) dan 1,25 dihidroksivitamin D. Mereka juga berperan pada kemosistaksis dan adhesi sel. Pada proses pembentukan matrik tulang organik, osteoblas terperangkap diantara formasi jaringan baru, kehilangan kemampuan sintesis dan menjadi osteosit.⁹

Osteoklas adalah sel terpenting pada resorpsi tulang. Mereka digambarkan dengan ukurannya yang besar dan penampakan yang multinucleated. Sel ini bergabung menjadi tulang melalui permukaan reseptor. Penggabungan pada permukaan osteoklas tulang membentuk kompartemen yang dikenal sebagai “*sealing zone*”. Resorpsi tulang terjadi oleh kerja proteinase asam pada pusat ruang isolasi subosteoklas yang dikenal sebagai *lakuna Howship*. Membran plasma dari sel ini diinvaginasi membentuk *ruffled border*. Osteoklas mungkin berasal dari sel induk sum-sum tulang, yang juga menghasilkan makrofag-monosit. Perkembangan dan fungsi mereka dimodulasi oleh sitokin seperti interleukin-1 (IL-1), interleukin-6 (IL-6) dan interleukin-11 (IL-11).⁹

Remodeling tulang terjadi pada tiap permukaan tulang dan berlanjut sepanjang hidup. Jika massa tulang tetap pada dewasa, menunjukkan terjadinya keseimbangan antara formasi dan resorpsi tulang. Keseimbangan ini dilaksanakan oleh osteoblas dan osteoklas pada unit remodeling tulang. Remodeling dibutuhkan untuk menjaga kekuatan tulang.⁹

Osteoblas dan osteoklas dikontrol oleh hormon sistemik dan sitokin seperti faktor lokal lain (*growth factor*, prostaglandin dan leukotrien, PTH, kalsitonin, estrogen dan 1,25-dihydroxyvitamin D3 [1,25-(OH)D3]). PTH bekerja pada osteoblas dan sel stroma, dimana mensekresi faktor *soluble* yang menstimulasi pembentukan osteoklas dan resorpsi tulang oleh osteoklas. Sintesis kolagen oleh osteoblas distimulasi oleh paparan pada PTH yang intermiten, sementara paparan terus menerus pada PTH menghambat sintesis kolagen. PTH berperan penting pada aktivasi enzim ginjal 1 & agr; hidroksilase yang menghidroksilat 25-(OH)D3 menjadi 1,25-(OH)2D3.⁹

Kalsitonin menghambat fungsi osteoklas langsung dengan mengikat reseptor afinitas tinggi; kalsitonin mungkin tidak langsung mempengaruhi fungsi osteoblas. Level Kalsitonin menurun pada wanita dibandingkan pria, tapi defisiensi kalsitonin tidak berperan pada usia—osteoporosis. Namun defisiensi estrogen menyebabkan penurunan massa tulang secara signifikan. Defisiensi estrogen dipikirkan mempengaruhi level sirkulasi sitokin spesifik seperti IL-1, tumor necrosis faktor- & agr; koloni granulosit—

makrofag stimulating factor dan IL-6. Bersama sitokin ini meningkatkan resorpsi tulang melalui peningkatan *recruitment*, diferensiasi dan aktivasi sel osteoklas.⁹

Pada beberapa tahun pertama paska menopause terjadi penurunan massa tulang yang cepat sebesar 5 % per tahun pada tulang trabekular dan 2-3% per tahun pada tulang kortikal. Hal ini disebabkan meningkatnya aktifitas osteoklas. Selanjutnya didominasi oleh osteoblas dan hilangnya massa tulang menjadi 1-2 % atau kurang per tahun.⁷

4. Diagnosis

Sebagai *thief in the night*--pencuri malam hari, osteoporosis tidak memiliki keluhan spesifik. Keluhan akan dirasakan bila tulang sudah mengalami fraktur yang akan menyebabkan rasa nyeri, deformitas, serta gangguan fungsi. Anamnesis terperinci tentang faktor risiko yang mungkin dimiliki pasien sangat membantu dalam menegakkan diagnosis. Analisis faktor risiko ini penting untuk menentukan perlu atau tidaknya dilakukan pemeriksaan densitas mineral tulang (BMD) yang merupakan modalitas diagnosis yang utama dalam menegakkan diagnosis.

Beberapa faktor yang meningkatkan risiko penurunan densitas tulang dan fraktur-osteoporosis pada wanita post menopause meliputi peningkatan usia, ras kulit putih, berat badan rendah atau penurunan berat badan, tanpa terapi pengganti estrogen, riwayat fraktur sebelumnya, riwayat keluarga dengan fraktur, riwayat terjatuh dan skor rendah pada satu atau lebih pemeriksaan aktifitas atau fungsi fisik. Faktor lain yang kurang berpengaruh berdasarkan studi tapi juga memiliki hubungan yang signifikan dengan densitas tulang dan fraktur. Meliputi merokok, penggunaan alkohol, kopi, asupan rendah kalsium dan vitamin D serta pengguna kortikosteroid. Risiko relatif beberapa faktor risiko sebanding dengan perbedaan 1 SD densitas tulang. Prediksi untuk densitas tulang rendah dan fraktur adalah sama kecuali yang spesifik berkaitan dengan jatuh. Sebagian besar faktor risiko berhubungan signifikan pada populasi dan ras yang berbeda. Faktor risiko sesuai untuk tiap tempat fraktur yang berbeda kecuali fraktur karena jatuh memiliki faktor risiko fungsional tambahan.¹⁰

Penilaian langsung densitas tulang untuk mengetahui ada/tidaknya osteoporosis dapat dilakukan secara:²

- Radiologik
- Radioisotop
- QCT (*Quantitative Computerised Tomography*)
- MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)
- QUS (*Quantitative Ultrasound*)
- Densitometer (*X-ray absorpmetry*)

Penilaian osteoporosis secara laboratorik dilakukan dengan melihat petanda biokimia untuk osteoblas, yaitu osteokalsin, prokolagen I peptida dan alkali fosfatase total serum. Petanda kimia untuk osteoklas: dioksipiridinolin (D-pyr), piridinolin (Pyr) Tartate Resistant Acid Phosfatase (TRAP), kalsium urin, hidrosisiprolin dan hidroksi glikosida. Secara bioseluler, penilaian biopsi tulang dilakukan secara histopometri dengan menilai aktivitas osteoblas dan osteoklas secara langsung. Namun pemeriksaan di atas biayanya masih mahal.^{2,14}

5. Terapi

Osteoporosis bersifat multifaktorial sehingga penanganannya pun sangat kompleks. Terapi untuk osteoporosis difokuskan tidak hanya untuk menghambat resorpsi tulang atau merangsang pembentukan tulang. Tidak kalah penting untuk mengurangi risiko terjatuh.⁵

Beberapa RCT dilaksanakan lebih dari 10 tahun telah membantu mengarahkan terapi farmakologi, yang juga meliputi intervensi non-farmakologi yang sebaiknya direkomendasikan pada semua pasien.¹⁵

Penghambat resorpsi tulang meliputi estrogen, kalsitonin, bisphosphonate dan kalsium. Estrogen memperlambat bone loss pada menopause. Estrogen juga meningkatkan massa tulang pada wanita dengan osteoporosis dan mungkin efektif digunakan pada wanita usia 65 – 70 tahun. Namun harus mempertimbangkan efek sampingnya. Sementara HRT lebih disarankan.⁸

Osteoporosis sekunder sebaiknya jika memungkinkan diterapi sesuai dengan penyebabnya.¹⁰

Asupan kalsium 1500 mg/hari dan vitamin D 800 IU/hari, aktifitas fisik ≥ 30 menit minimal 3 kali dalam seminggu, menghindari merokok dan konsumsi alkohol juga telah dibuktikan mampu mencegah osteoporosis.¹⁵

BAB IV HASIL DAN DISKUSI

1. PEMILIHAN ALAT *Bone densitometry*

Pengukuran densitas tulang merupakan kriteria utama untuk menegakkan diagnosis dan monitoring osteoporosis. Alat-alat radiologi meliputi QCT (*Quantitative Computerised Tomography*), MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), QUS (*Quantitative Ultrasound*), Densitometer (*X-ray absorpmetry*) dan marker biokimia.¹⁹

MRI untuk pengukuran transient steoporosis

Keuntungan dan kerugian dari masing-masing alat pengukuran dapat dilihat pada **Tabel. 3**. Sedangkan perbedaan secara umum diantara berbagai alat non-invasif untuk pengukuran densitas tulang terletak pada jenis dan sumber radiasi, tempat pengukuran, unit ukuran, waktu pemeriksaan, dan *precision* serta *accuracy* pengukuran.¹⁶ (dapat dilihat pada **Tabel. 4**)

Table 3. Keuntungan dan kerugian teknik pengukuran densitas tulang dan laboratorium¹⁹

| Metode | Keuntungan | Kerugian |
|----------------------|--|---|
| SPA dan SXA | <ul style="list-style-type: none"> - Akurasi 95-98% untuk SXA pada tumit dan lengan bawah. - Waktu scanning 5-15 menit. - Dosis radiasi rendah (2-5 mrem) | <ul style="list-style-type: none"> - Precision error 1-2% untuk tumit dan lengan bawah. - Tidak akurat untuk pengukuran densitas masa tulang pada tulang belakang dan panggul. - Tidak sensitif untuk perubahan pada tulang trabekular. |
| DPA | <ul style="list-style-type: none"> - Akurasi 90-97% utk tulang belakang. - Dosis radiasi rendah (5-10 mrem). - Dapat mengukur dibanyak tempat. | <ul style="list-style-type: none"> - Waktu skaning 20-45 menit. - Precision error 1,1-3,7%. - Menggunakan isotop radioaktif - No longer being manufactured |
| DXA dan DEXA | <ul style="list-style-type: none"> - Metode yang paling banyak digunakan. - Efikasi klinis established. - Akurasi bervariasi antara 90-99% untuk DXA di panggul, tulang belakang dan lengan bawah. - Precision error untuk tulang belakang kecil, bervariasi antara 0,6%-1,5%. - Dosis radiasi rendah (<5 mrem) - Sensitivitas lateral DXA mendekati QCT. | <ul style="list-style-type: none"> - Precision error bervariasi antara 1,2%-2,05 untuk panggul. |
| QCT | <ul style="list-style-type: none"> - Mengukur volume densitas tulang sebenarnya, tidak hanya densitas masa tulang per unit area - Mengukur secara terpisah tulang kortikal dan trabekular. - Akurasi antara 85-97% untuk QCT pada tulang belakang. - Memberikan gambaran 3 dimensi | <ul style="list-style-type: none"> - Dosis radiasi tinggi (100-1000 mrem) dibanding metode lain - Lebih mahal dibanding metode lain. - Precision error bervariasi antara 1-3% (single energy) sampai 3-5% (dual energy). - Kegunaan klinis untuk panggul belum nyata. |
| Broadband Ultrasound | <ul style="list-style-type: none"> - Mengukur integritas tulang trabekular - Biaya rendah | <ul style="list-style-type: none"> - Tidak diakui FDA untuk digunakan sebagai alat |

| | | |
|-------------------|--|--|
| Attenuation (BUA) | <ul style="list-style-type: none"> - Menghindarkan radiasi ionisasi - Dapat efektif untuk prediksi risiko fraktur pada panggul independent of BMD. | pengukuran densitas tulang. |
| Markers Biokimia | <ul style="list-style-type: none"> - Digunakan untuk menilai kecepatan turnover tulang trabekular - Efisiensi 50% dalam memprediksi kehilangan masa tulang saat menopause - Diakui FDA - <i>American college of Obstetrics & Gynecology</i> merekomendasikan untuk identifikasi penyebab kehilangan densitas mineral tulang - Tidak mahal | - Tidak terbukti efektif untuk memprediksi risiko fraktur. |

Dari berbagai metode pengukuran densitas tulang yang digunakan saat ini, metode yang berdasarkan x-ray (khususnya dual energy x-ray absorptiometry (DXA)) terbanyak digunakan.^{12,13,16} Teknik ini secara bertahap menggantikan teknik ionisasi lain yang menggunakan radiasi gamma.¹⁶

Karakteristik terpenting yang menjadikan suatu alat ukur sebagai pilihan untuk menegakkan diagnosis adalah akurasi dari alat tersebut. Studi yang menggambarkan akurasi masing-masing alat pengukuran dapat dilihat pada **Tabel. 4**. DXA memiliki akurasi 3-6%, hal ini sedikit lebih tinggi pada akurasi dari QCT dan pQCT yaitu 8-15%.^{12,13} Selain itu presisi (pemeriksaan ulang) merupakan variabel penting untuk memonitor hasil terapi suatu penyakit. DXA memiliki presisi 1-3%.^{16,17,18} Peralatan untuk pemeriksaan klinis massa tulang atau risiko fraktur umumnya memiliki sensitifitas moderat sampai tinggi dan spesifisitas rendah.

Studi kohort dari NORA, pada 200.000 wanita di USA variasi pengukuran, menunjukkan hubungan yang signifikan antara densitas tulang dengan menggunakan SXA, pDXA, DXA terhadap risiko terjadinya fraktur.¹⁹

DXA terbukti merupakan teknologi yang paling luas diterima untuk mengetahui hubungan antara densitas tulang dengan risiko fraktur dan telah divalidasi pada studi longitudinal kohort. DXA juga merupakan teknik dengan akurasi dan presisi baik serta paparan radiasi yang rendah. Sehingga alat ini dijadikan sebagai gold standard pemeriksaan massa tulang oleh WHO karena merupakan pemeriksaan yang validasinya paling luas dalam menilai fraktur.

Table 4. Karakteristik teknik pengukuran densitas tulang^{16,17}

| Teknik | Jenis Radiasi | Status Perkembangan | Accuracy CV (%) | Precision CV (%) | Waktu Scan (menit) | Keterangan |
|---|---|---|-----------------|------------------|--------------------|---|
| Radiogrametry dan photodensitometry | Radiasi ionisasi x-ray | Mulai ditinggalkan | | | | |
| Single-energy photon absorptiometry (SPA) | Radiasi ionisasi single-energy gamma | Established. Saat ini mulai digantikan oleh teknik x-ray. | 2-8 | 2-5 | 5-15 | Sederhana, relatif tidak mahal, paparan radiasi rendah. Sumber yang rusak mempengaruhi tampilan |
| Dual-energy photon absorptiometry (DPA) | Radiasi ionisasi gamma, dengan 2 energi berbeda | Established. Saat ini mulai digantikan oleh teknik x-ray. | 3-10 | 2-6 | 20-45 | Biasanya digunakan untuk pengukuran di tulang belakang dan panggul. Sumber yang rusak mempengaruhi tampilan. |
| Single-energy x-ray absorptiometry (SXA) | Radiasi ionisasi single-energy x-ray | Established | 5 | 1 | 10-20 | X-ray equivalent of SPA |
| Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) | Radiasi ionisasi x-ray dengan 2 energi berbeda | Established (saat ini paling banyak digunakan) | 3-6 | 1-3 | 3-10 | Sumber Single X-ray dengan 2 energi. Flux photon lebih tinggi dibanding sumber radionuklida, meningkatkan konfigurasi detektor. |
| Quantitative Computed Tomography (QCT) | Radiasi ionisasi x-ray | Established - Simple - Dual | 5-15 | 2-5 | 10-15 | Dapat menilai struktur tulang. Memerlukan pengukuran standar kalibrasi simultan dengan pasien |
| Ultrasounds (QUS) | Non ionisasi | First stages of clinical introduction.* | 20 | 2-4 | 5 | Potensial untuk mengukur struktur tulang |
| Magnetic resonance | Non ionisasi | Eksperimental** | | | | |
| Compton scattering | Radiasi ionisasi gamma | Eksperimental** | | | | |
| Neutron Activation analysis (NAA) | Radiasi ionisasi gamma | Eksperimental** | | | | |

CV= Coefficient of variation

* Keamanan atau efektivitas teknologi baru ini mungkin adekuat untuk beberapa indikasi pada pasien khusus, berdasarkan pengetahuan terbaru yang ada.

** Tidak ada evidence yang cukup untuk menerangkan keamanan dan efektivitas teknologi ini, oleh karena itu penggunaannya harus dibawah protocol penelitian.

Precision: hasil pengukuran ulang keadaan yang relatif stabil mendekati satu sama lain (tidak ada *random error*); merupakan gambaran paling penting bila variasi selama perjalanan waktu di pelajari, dan ditunjukkan sebagai *coefficient of variation*.

Accuracy: hasil pengukuran sesuai dengan ukuran kejadian sebenarnya (tidak ada *systematic error*); biasanya ditunjukkan dengan persentase kesalahan, dan merupakan kualitas yang paling relevan untuk diagnosis.

1. LOKASI DAN JUMLAH TEMPAT PENGUKURAN

A. LOKASI

Telah diketahui secara umum tentang hubungan antara densitas tulang dengan risiko fraktur adalah berbanding terbalik; rendahnya densitas tulang akan meningkatkan risiko fraktur. Ditunjukkan untuk tiap penurunan SD pada densitas tulang, risiko fraktur meningkat sebesar 1,5-2,8 folds. Kisaran ini disebabkan oleh variasi tempat pemeriksaan untuk menduga risiko fraktur (L2-L4, panggul, lengan, dll) dan fraktur spesifik di mana risiko diperkirakan (fraktur pergelangan tangan, panggul atau tulang belakang).

Global risk of fracture : Beberapa studi menyatakan bahwa global relative risk of fracture, risiko relatif terjadinya fraktur osteoporosis di tiap tulang adalah sama 1,4-1,6/SD menurun pada densitas tulang pada pengukuran di tiap tulang.^{17,18}

Risiko fraktur pada tempat tertentu : meskipun fraktur pada tempat spesifik dapat diduga dengan pengukuran densitas tulang dimana pun, nilai perkiraan (predictive value) lebih tinggi jika pemeriksaan dilakukan pada tempat yang spesifik yang diduga. Misalnya: pengukuran pada tulang belakang, panggul dan lengan menduga risiko fraktur pada tulang belakang dan panggul. Namun densitas tulang panggul adalah prediktor terbaik terjadinya fraktur panggul dan densitas tulang pada tulang belakang merupakan prediktor fraktur tulang belakang.^{17, 18}

DEXA :RR/SD menurun pada densitas tulang dari meta-analisis 11 prospektif kohort studi, 1985-1994²³

RR/SD menurun pada densitas tulang:

| | |
|--|-----------------|
| Densitas tulang belakan untuk fraktur vertebra | : 2.3 [1.9-2.8] |
| Densitas leher femur untuk fraktur panggul | : 2.6 [2.0-3.5] |
| Densitas radiur untuk fraktur pergelangan tangan | : 1.7 [1.4-2.0] |

B. JUMLAH TEMPAT PENGUKURAN

Terdapat perbedaan nilai densitas tulang pada tiap tempat pengukuran di tubuh dan hanya terdapat korelasi moderat antara densitas tulang pada tempat yang berbeda-beda tersebut.⁶ Densitas tulang pada tempat tertentu merupakan prediktor utama fraktur pada tempat tersebut.⁶ Teknik pengukuran densitas tulang dan tempat pengukuran ditunjukkan pada **Tabel.5**

Meskipun terdapat korelasi pada densitas tulang antara satu tempat dengan lainnya ($r=0.4-0.6$), namun tidak sempurna. Sehingga pengukuran hanya pada satu tempat akan underestimate pasien dengan risiko osteoporosis.¹⁸

2. Densitas tulang panggul merupakan prediktor terbaik untuk fraktur panggul, densitas tulang belakang adalah prediktor terbaik fraktur vertebra, seperti telah dibahas sebelumnya.
3. Pada menopause, peningkatan bone loss pada tulang belakang lebih besar dibandingkan pada panggul. Sehingga pemeriksaan densitas tulang hanya pada panggul menyebabkan miss rendahnya densitas tulang pada vertebra.¹⁸(102)
4. Perubahan degeneratif pada tulang belakang sebagai efek penuaan mungkin meningkatkan false densitas tulang pada 0.5-1SD.¹⁸ Sehingga adalah penting untuk melakukan pengukuran panggul pada usia tua.

5. Tulang belakang adalah merupakan tempat yang paling responsif terhadap intervensi obat dan menjadi penting untuk monitoring pada pasien.¹⁸
6. Lengan: Beberapa keadaan klinik seperti hiperparatiroid primer dan sekunder biasanya kebanyakan memiliki densitas tulang rendah. Sehingga diindikasikan pengukuran lengan pada keadaan tersebut. Pengukuran pada lengan juga diindikasikan pada pasien yang obese dimana tidak dapat dilakukan pemeriksaan pada tulang belakang atau panggul karena terlalu besar.
7. IOF : menyarankan pengukuran hanya pada satu tempat untuk pasien muda (tulang belakang, panggul atau lengan) dan panggul hanya pada usia tua karena merupakan prediktor terbaik terjadinya fraktur.¹³
8. ISCD : pengukuran pada tulang belakang dan panggul untuk semua pasien, pengukuran lengan-non dominan sebagai tambahan jika kedua pemeriksaan sebelumnya tidak dapat dilakukan, jika pasien dicurigai hiperparatiroid atau obese. Pemeriksaan densitas tulang total body direkomendasikan pada anak.
9. NOF : menganalisa berdasarkan cost effectiveness adalah pemeriksaan densitas tulang pada panggul.

Studi yang telah dipublikasikan konsisten menunjukkan bahwa probabilitas untuk mendiagnosis osteoporosis tergantung pada pilihan alat dan lokasi pemeriksaan. Pada satu studi analitik, contohnya, ditemukan bahwa 6% wanita >60 tahun akan didiagnosis osteoporosis bila dilakukan pemeriksaan dengan DXA pada panggul saja, dibandingkan dengan 14% dengan pemeriksaan DXA pada lumbal, 3% dengan *quantitative ultrasonography*, dan 50% dengan *quantitative computed tomography*. Kemungkinan didiagnosis osteoporosis juga tergantung pada jumlah lokasi pemeriksaan. Contohnya, tidak dapat dinyatakan seorang pasien bebas osteoporosis hanya berdasarkan pemeriksaan di lengan bawah saja, sebaliknya, meskipun hasil pemeriksaan pada tiap tempat berhubungan dengan beberapa tingkat fraktur di tempat lain, mungkin tidak dapat dinilai apakah pasien dengan low T-skor pada tangan atau lengan bawah juga memiliki kehilangan masa tulang pada tempat lain.¹⁴

Kami merekomendasikan pemilihan tempat untuk pemeriksaan densitas tulang berdasarkan ISCD :

- *Tulang belakang dan panggul pada semua pasien*
- *Non-dominan forearm ditambahkan pada keadaan : salah satu tempat tidak dapat digunakan (arthritis, terdapat prostetis), curiga hiperparatiroid, obese.*
- *Pada tulang belakang direkomendasikan pada Li-L4 dan ISCD menyarankan penggunaan T-skor terendah dari tiga tempat pemeriksaan pada panggul yaitu total, leher femur dan trochanter.*

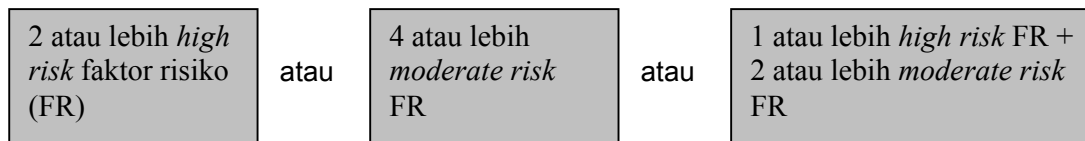
Tabel. 5 Teknik pengukuran densitas massa tulang

| No. | Teknik Pengukuran | Tempat Pengukuran |
|-----|--|---|
| 1. | Dual-energy X-ray Absorptiometry (DEXA atau DEXA) | Tulang belakang Anteroposterior (AP) dan lateral, femur proximal, total body, lengan, tumit |
| 2. | Quantitative Computed Tomography (QCT) | Tulang belakang |
| 3. | Peripheral Dual-energy X-ray Absorptiometry (pDXA) | Lengan |
| 4. | Peripheral Quantitative Computed Tomography (pQCT) | Lengan |
| 5. | Single Photon Absorptiometry (SPA) | Lengan |
| 6. | Single-energy X-ray Absorptiometry (SEXA atau SXA) | Lengan |
| 7. | Radiographic Absorptiometry (RA) | Phalanges |

4. Indikasi *Bone densitometry*

Densitas tulang saja tidak cukup untuk menjelaskan peningkatan insidens fraktur panggul yang muncul dengan semakin meningkatnya usia. Faktor lain, seperti elastisitas dan struktur tulang diperlukan dalam kombinasi dengan densitas tulang untuk identifikasi wanita yang berisiko tinggi untuk fraktur.¹⁵

Guideline indikasi *bone densitometry* dalam penilaian risiko fraktur yang dikeluarkan oleh *Catalan Agency for Health Technology Assessment*, Barcelona, menyatakan bahwa *bone densitometry* diindikasikan pada pasien dengan:¹⁶



High risk: faktor risiko memiliki hubungan dengan RR fraktur ≥ 2 ; *Moderate risk*: faktor risiko memiliki hubungan dengan RR fraktur antara 1 dan 2 kali lebih tinggi ($1 < RR < 2$); *No risk*: faktor risiko memiliki *risk value* mendekati 1 (*null value 1*), dan faktor risiko dengan efek protektif ($RR < 1$); Tidak dapat diklasifikasikan: faktor risiko dimana hubungan dengan fraktur tidak dapat dijelaskan, baik karena kurangnya informasi atau pertentangan.

- Bila tidak terdapat faktor risiko, atau faktor yang ada tidak terdapat dalam tabel berikut, atau bila pasien tidak akan mendapatkan pencegahan atau pengobatan untuk menghindarkan insiden fraktur, *bone densitometry* tidak dikerjakan.
- Umumnya, interval minimum diantara pengukuran bone mass harus lebih dari 2 tahun. Interval ini dapat lebih pendek bila obat yang dapat meningkatkan massa tulang digunakan dan bila densitas tulang dinilai di lumbal.

Table 6. Klasifikasi faktor risiko fraktur dihubungkan dengan penurunan masa tulang¹⁶

| High Risk | Moderate risk | No risk | Not classifiable |
|--|---|-------------------------|--|
| Usia lanjut (>70-80 thn) | Jenis kelamin (perempuan) | Konsumsi kafein | Peminum alkohol |
| Indeks Masa Tubuh rendah ¹ (IMT < 20-25 Kg/m ²) | Merokok (perokok aktif) | Konsumsi teh | Imobilisasi lama |
| Kehilangan berat badan ² | Kurangnya paparan terhadap sinar matahari (tidak ada atau kurang) | Menopause ⁹ | Jenis menopause ¹⁰ |
| Inaktivitas fisik ³ | Riwayat keluarga dengan fraktur osteoporotik. ⁶ | Nulliparitas | Rasa tidak nyaman saat menopause |
| Kortikoid (kecuali inhalasi atau dermik) | Menopause iatrogenik ⁷ | Minum fluoridated water | Atlit |
| Antikonvulsivan | Menopause dini (<45 tahun) | Diuretik tiazid | Memiliki banyak anak |
| Hiperparatiroid primer ⁴ | Periode fertile pendek (< 30 tahun) | | Paritas usia tua |
| Diabetes mellitus tipe 1 ⁴ | Menarche terlambat (>15 tahun) | | Faktor reproduktif lain ¹¹ |
| Anoreksia nervosa ⁴ | Tidak menyusui | | Hipogonadism pada pria |
| Gastrektomi ⁴ | Konsumsi kalsium rendah (<500-850 mg/day) ⁸ | | Faktor hormonal lain pada pria |
| Anemia pernisiiosa ⁴ | Hiperparatiroid (N/S) | | Konsumsi nutrien mineral |
| Fraktur osteoporotik sebelumnya ⁵ | Hipertiroid | | Kurang diet vitamin D |
| | Diabetes mellitus (tipe II o N/S) | | Kurang diet vitamin C |
| | Rheumatoid arthritis | | Diet tinggi protein |
| | | | Indicator diet kurang |
| | | | Kebiasaan diet lain |
| | | | Penghambat prostaglandin ¹² |
| | | | Tiroidal hormone replacement therapy |
| | | | Diuretik non tiazid |
| | | | Tamoxiphen |
| | | | Obat anti-ulcer |
| | | | Kelainan metabolisme dan absorpsi intestinal ¹³ |
| | | | Penyakit kelenjar tiroid lain ¹⁴ |
| | | | Penyakit saluran nafas ¹⁵ |
| | | | Neoplasma ¹⁶ |
| | | | Paget's disease |
| | | | Ulkus peptic |
| | | | Thalasemia |
| | | | Lithiasis |

N/S Type note stated

1. IMT dibawah 20-25 kg/m² atau berat badan (BB) dibawah 40 kg
2. Lebih dari 10% (relatif terhadap BB usia muda atau dewasa, atau kehilangan BB in recent year)

3. Tidak ada aktivitas fisik rutin yang dilakukan (berjalan, memanjat tangga, lifting weights, pekerjaan rumah tangga atau berkebun dan lainnya)
4. Jarang, tapi dimasukkan kedalam kelompok ini karena risiko yang disebabkan penting dan konsisten.
5. Fraktur terdahulu tidak termasuk kedalam BM decrease-related Rfs, karena tidak diidentifikasi apakah mereka adalah fraktur osteoporotik atau tidak. Sedangkan fraktur osteoporotik terdahulu berhubungan dengan risiko tinggi fraktur dengan trauma ringan.
6. Fraktur sendi panggul derajat satu merupakan faktor risiko terbanyak yang dipelajari.
7. Setelah ooforektomi bilateral, radioterapi, sitostatik atau bloking hormonal
8. Kurang dari 500-850 mg/hari, atau konsumsi produk susu rendah (<1 gelas susu/hari; keju)
9. Menopause, penyebab tidak disebutkan, atau ooforektomi, uni atau bilateral tidak disebutkan.
10. Surgikal vs. natural
11. Yang berhubungan dengan siklus menstruasi, miscarriage, histerektomi dan ligasi tuba.
12. Meliputi aspirin dan obat antiinflamasi nonsteroid lain.
13. Meliputi sirosis hepatitis, gagal ginjal kronik, inflammatory bowel disease dan reseksi gastrointestinal
14. Meliputi goiter, adenoma, dan penyakit glandular yang tidak dinyatakan
15. Meliputi asma, bronkitis kronik dan emfisema
16. Meliputi karsinoma endometrial, kanker payudara dan neoplasma tipe apapun.

Hanya 40% dari semua faktor risiko fraktur berhubungan dengan masa tulang rendah. Densitas tulang rendah hanya satu dari sejumlah faktor risiko untuk terjadinya fraktur pada wanita menopause dan postmenopause.

Scientific evidence yang ada (studi kohort), memperlihatkan bahwa terdapat faktor risiko lain pada wanita menopause yang memiliki kemampuan prediktif yang sama untuk fraktur seperti densitas mineral tulang.^{13,16} Faktor lain yang tidak berhubungan dengan penurunan masa tulang, dan berhubungan dengan munculnya fraktur perlu diperhatikan dalam menilai faktor risiko pada individu. Faktor risiko tersebut meliputi: faktor sosiodemografik (tinggal jauh dari rumah, tingkat pendidikan rendah); epilepsi dan stroke; *high energy falls*, *hip impacts* atau melakukan aktivitas berisiko (faktor ini belum dipelajari dengan baik, tapi memiliki risiko tinggi konsisten); menggunakan psikotropika; indikator yang berhubungan dengan status kesehatan, kapasitas fungsional dan morbidity (semakin jelek disfungsi, semakin besar risiko fraktur); dan fraktur sebelumnya (dimasukkan kesini karena perjalanan fraktur pada kebanyakan studi yang menganalisa tidak dinyatakan apakah osteoporotik atau tidak), beberapa dari faktor risiko ini menunjukkan risiko tinggi untuk fraktur¹⁶

Beberapa studi menemukan bahwa semakin banyak jumlah faktor risiko fraktur (baik yang berhubungan ataupun tidak dengan penurunan massa tulang) semakin tinggi risiko untuk mendapat fraktur, terutama fraktur panggul. Terdapatnya berbagai faktor risiko secara bersamaan dapat merupakan indikasi yang tepat untuk pemeriksaan *bone densitometry*.¹⁶

Studi oleh Cummings dkk memperlihatkan peningkatan risiko fraktur setara dengan peningkatan jumlah faktor risiko yang ada tanpa memandang nilai masa tulang sebenarnya, dan tidak hanya terjadi pada wanita dengan masa tulang rendah. Persentase kelompok yang memiliki faktor risiko multiple hanya kecil, tapi nyata bahwa kelompok ini memiliki angka fraktur yang tinggi. Tidak ada studi yang menganalisa kegunaan klinis *bone densitometry* pada subgrup populasi khusus yang memiliki faktor risiko tinggi.¹⁶

Study of Osteoporotic Fractures (prospective study dengan kualitas bagus) yang melibatkan 9516 wanita usia ≥ 65 tahun, diidentifikasi faktor risiko independent untuk fraktur: riwayat fraktur panggul pada ibu (RR=2,0; CI 95% 1,4-2,9); riwayat fraktur setelah usia 50 th ((RR=1,5; CI 95% 1,1-2,0); kesehatan pribadi (RR=1,7; CI 95% 1,3-2,2); riwayat hipertiroid sebelumnya ((RR=1,8; CI 95% 1,2-2,6). Keadaan lain yang diamati

pada pemeriksaan fisik sebagai faktor risiko meliputi: ketidakmampuan untuk bangkit dari bangku tanpa menggunakan satu tangan (RR=2,1; CI 95% 1,3-3,2), denyut nadi istirahat (RR=1,8; CI 95% 1,3-2,5), persepsi mendalam (RR=1,5; CI 95% 1,1-2,0). Adanya 5 atau lebih faktor risiko meningkatkan insidens fraktur 18 kali dibanding wanita dengan 2 atau kurang faktor risiko.^{13,14}

Dibandingkan dengan pemeriksaan *bone densitometry*, banyak dari faktor risiko ini lebih mudah diukur dan lebih murah. Yang menjadi pertanyaan adalah seberapa besar nilai tambah yang dapat diberikan oleh pemeriksaan *bone densitometry*. Tidak ada kesepakatan tentang pemakaian yang tepat dari densitas mineral tulang diantara organisasi yang telah mengeluarkan laporan tentang topik ini.¹³

National Osteoporosis Foundation (NOF) merekomendasikan pengukuran densitas mineral tulang pada 4 keadaan:

1. Wanita dengan defisiensi estrogen (hipoestrogenia), untuk diagnosis pasti masa tulang rendah sehingga dapat diambil keputusan tentang penggunaan terapi sulih hormon.
2. Pasien dengan kelainan vertebra atau masa tulang rendah berdasarkan pemeriksaan x-ray (*roentgenographic osteopenia*), untuk diagnosis osteoporosis tulang belakang sehingga dapat diambil keputusan untuk evaluasi diagnostik selanjutnya dan terapi.
3. Pasien yang mendapatkan kortikosteroid jangka lama, untuk diagnosis masa tulang rendah sehingga dapat diberikan terapi yang sesuai.
4. Pasien dengan hiperparatiroid primer asimtomatik, untuk diagnosis masa tulang rendah sehingga dapat diidentifikasi mereka yang berisiko untuk mendapat penyakit skeletal berat yang merupakan kandidat untuk intervensi bedah.

U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF) menyimpulkan bahwa:

1. *Bone densitometry* rutin tidak direkomendasikan karena tidak diindikasikan, memakan biaya besar dan tidak ada kriteria yang dapat diterima secara universal untuk memulai pengobatan berdasarkan pengukuran densitas tulang.
2. Evidence langsung tentang keuntungannya masih belum terbukti. Skrining selektif dapat dilakukan pada wanita berisiko tinggi yang akan menggunakan terapi sulih hormon hanya jika mereka mengetahui bahwa mereka berisiko tinggi untuk mendapat osteoporosis atau fraktur.
3. Upaya pencegahan seperti asupan kalsium dan vitamin D, aktivitas dengan beban, menghentikan merokok dan edukasi untuk menurunkan risiko terjatuh dan terjadinya kecelakaan direkomendasikan.

American Association of Clinical Endocrinologists (AACE) merekomendasikan *bone densitometry* pada kasus berikut:

1. Untuk penilaian risiko pada wanita perimenopause dan postmenopause yang peduli terhadap osteoporosis dan berkeinginan untuk mendapat intervensi.
2. Pada wanita dengan pemeriksaan x-ray terlihat adanya osteoporosis.
3. Pada wanita yang memulai atau mendapatkan terapi glukokortikoid jangka lama, pemberian intervensi adalah pilihan.
4. Pada wanita perimenopause atau postmenopause dengan hiperparatiroid primer asimtomatik, dimana *skeletal loss* merupakan akibat paratiroidektomi
5. Pada wanita dengan terapi osteoporosis, sebagai alat untuk monitoring respon pengobatan.

Catalan Agency for Health Technology Assessment mengeluarkan rekomendasi:

1. Untuk praktek klinik
 - Strategi yang lebih tepat adalah penggunaan *bone densitometry* secara selektif, setelah mengidentifikasi individu yang memiliki risiko tinggi fraktur.
 - Asal mula fraktur yang multifaktorial, dimana baik faktor risiko yang berhubungan dengan penurunan masa tulang maupun faktor risiko yang tidak berhubungan terlibat, terutama pada fraktur sendi panggul, penting untuk:
 - 1) Melakukan pendekatan pelayanan menyeluruh pada pasien berisiko:
 - Upaya preventif dengan memberitahu untuk mengghindarkan atau memodifikasi faktor risiko terutama yang berhubungan dengan gaya hidup (meningkatkan aktivitas fisik, berhenti merokok dan meningkatkan asupan kalsium)
 - Tenaga ahli kesehatan harus menginformasikan kepada pasien tentang hubungan risiko fraktur dengan berbagai penyakit (penyakit neurology, penggunaan psikotropika, gangguan penglihatan, status kesehatan buruk) atau keadaan (tinggal jauh dari rumah).
 - 2) Melakukan pengukuran intersektorial untuk menurunkan insidens fraktur pada usia tua (contoh, menurunkan sumber risiko potensial untuk jatuh di rumah)

5. *Bone densitometry* untuk Prediksi Fraktur

Suatu meta-analisa 23 publikasi dari 11 prospective cohort studies terpisah yang dipublikasikan sebelum tahun 1996, menunjukkan bahwa DXA pada leher femur memprediksi fraktur panggul lebih baik dibandingkan pemeriksaan pada tempat lain, dan dibandingkan dengan pemeriksaan lengan bawah untuk prediksi fraktur pada tempat lain. Semua data berasal dari wanita usia 60 akhir atau lebih. Untuk pengukuran densitas tulang pada leher femur, relative risk untuk penurunan densitas tulang 1 SD adalah 2,6 (CI, 2,0-3,5). Pada perbandingan langsung, ultrasonography pada tumit sedikit lebih jelek, tapi sebanding dengan DXA pada panggul pada wanita diatas 65 tahun. Tidak ada data yang membandingkan antara DXA dengan ultrasonography untuk prediksi fraktur pada usia < 65 tahun.¹⁴

The National Osteoporosis Risk Assessment study melakukan prospective study untuk mengevaluasi kegunaan densitometry perifer untuk prediksi fraktur. Studi ini melibatkan 200.160 wanita berusia 50 tahun atau lebih tanpa diagnosis osteoporosis. Nilai awal T-scores didapat dengan mengukur densitas tulang pada tumit (single-energy x-ray absorptiometry atau quantitative ultrasonography), lengan bawah (peripheral dual-energy x-ray absorptiometry), atau jari (peripheral dual-energy x-ray absorptiometry). Setelah 12 bulan follow up, wanita dengan T-score $\leq -2,5$ memiliki risiko yang hampir sama untuk semua fraktur yaitu 2,74 (CI 2,4-3,13) kali lebih tinggi dibanding wanita dengan T-score normal. Hasil bervariasi tergantung jenis pemeriksaan dan tempat, yang diidentifikasi osteoporotik oleh DXA memiliki angka fraktur yang lebih tinggi.¹⁴

Terdapat bukti ilmiah berderajat cukup baik yang menyatakan bahwa pengukuran densitas tulang dapat memprediksi risiko fraktur pada wanita menopause.¹⁴

Dari 3 systematic review, khususnya meta-analisa prospective cohort studies oleh Espallargues M dkk menunjukkan bahwa meskipun masa tulang rendah yang ditemukan dengan *bone densitometry* berhubungan dengan risiko tinggi fraktur (RR antara 1,5-2,6, tergantung tempat pengukuran *bone densitometry* dan tempat fraktur; $p < 0,05$), tidak berarti bahwa dapat dibedakan dengan tepat mana subyek yang akan mendapat fraktur dan mana yang tidak. Hal ini disebabkan karena adanya overlap yang besar dari nilai

awal masa tulang diantara subyek yang akhirnya mendapat fraktur dan yang tidak (beberapa subyek dengan nilai normal mendapat fraktur, sedangkan yang memiliki nilai rendah dapat tidak menderita fraktur selama follow-up).^{13,16} Hal ini menurunkan probabilitas kegunaan klinis *bone densitometry* untuk memprediksi fraktur. Hanya bila seorang individu memiliki masa tulang dibawah -2 SD dari nilai normal (rata-rata pada usia yang sama), informasi yang diberikan oleh *bone densitometry* menjadi luas, tidak jarang perubahan meyakinkan dari pre-test probability (yakni, risiko fraktur sebelum dilakukan *bone densitometry*, dengan melihat adanya faktor risiko fraktur yang berhubungan dengan massa tulang) ke post-test probability (yakni, risiko fraktur sekali *bone densitometry* dilakukan, saat pertama diketahui massa tulang individu) memberikan informasi yang berguna untuk penatalaksanaan pasien. Penurunan masa tulang dibawah -2 SD jarang terjadi pada populasi asimtomatik, sehingga test's yield is low.¹⁶

Marshall D et.al. melakukan studi untuk menerangkan apakah pengukuran densitas tulang pada wanita dapat memprediksi terjadinya semua jenis fraktur, melalui review sistematis dari studi-studi kohort prospektif. Sumber utama literature didapat dari Medline, EMBASE, dan SweMed dan dilengkapi dengan daftar referensi dari literature terpilih, referensi dari universitas, known grey literature pada topik ini, pencarian dibatasi pada artikel yang diterbitkan dari 1985-1994. Untuk perbandingan juga dilakukan review case-control studies fraktur panggul, yang dipublikasikan antara tahun 1990-1994. Subyek studi ini adalah 11 populasi studi yang terdiri dari 90.000 orang dengan jumlah fraktur lebih dari 2000. Dilakukan penilaian hubungan relative risk fraktur dengan penurunan densitas tulang 1 SD dari nilai normal pada kelompok usia yang sama (membandingkan 2 wanita dengan usia yang sama dengan perbedaan densitas tulang 1 SD). Pada studi kohort prospektif, follow up bervariasi dari 1,8-24 tahun. Tidak ada hubungan antara relative risk untuk penurunan densitas tulang 1 SD dan lamanya follow up. We divided the pooled estimates from meta-analysis berdasarkan tipe fraktur (lengan bawah atau distal radius, panggul, vertebral, dan semua tipe); tempat pengukuran (radius proksimal, radius distal, panggul, lumbal, kalkaneus, dan semua lokasi). Hasil dari analisa ini menunjukkan bahwa sebagian besar tempat pengukuran pada dasarnya memiliki kemampuan prediksi yang sama untuk penurunan densitas tulang 1 SD yaitu RR 1,5 (95% CI 1,4 to 1,6). Ada 2 pengecualian, dimana pengukuran di tulang belakang terlihat memiliki nilai prediktif yang lebih baik untuk fraktur tulang belakang (RR 2,3 CI 95% 1,9-2,8), dan pengukuran pada panggul lebih baik dalam memprediksi fraktur panggul (RR 2,6 CI 95% 2,0-3,5). A cut-off value of 1 SD yields a sensitivity of 38%, a specificity of 88%, and positive predictive value of 36%. Hasil ini sesuai dengan hasil yang ditemukan pada case-control studies. Bila dibandingkan kemampuan pengukuran densitas tulang untuk prediksi fraktur dengan kemampuan tekanan darah untuk prediksi stroke dan merokok serta kadar kolesterol untuk prediksi penyakit jantung, didapatkan bahwa penurunan 1 SD masa tulang sama dengan kemampuan prediksi peningkatan tekanan darah 1 SD untuk prediksi stroke dan lebih baik dibandingkan peningkatan 1 SD kadar kolesterol untuk penyakit jantung.^{13,17}

Kebanyakan dari studi ini memiliki waktu follow up yang relatif pendek (rata-rata 5,8 tahun), dan seberapa besar hasil tersebut dapat memperkirakan terjadinya fraktur pada 20-30 tahun mendatang tidak diketahui.¹³ Follow up paling lama adalah 24 tahun, dan relative risk penurunan densitas tulang 1,7 (95% CI 1,1-2,6). However the study cohort was only 191 woman.¹⁷

Dua studi tambahan pada wanita menopause setelah studi tersebut diatas, memberikan kesimpulan yang sama. Untuk semua fraktur, RR 1,50;CI 95% 1,27-1,76 untuk penurunan 1 SD densitas mineral tulang pada tulang belakang dan RR 1,41;CI 95% 1,21-1,64 untuk penurunan 1 SD densitas mineral tulang pada leher femur. Studi ini juga memiliki periode follow up yang pendek.¹³

Kemampuan pengukuran densitas tulang untuk memprediksi risiko fraktur tidak sama pada semua kelompok usia karena adanya peningkatan faktor risiko skeletal dan ekstraskeletal dengan meningkatnya usia. Tidak ada nilai ambang densitas tulang dimana dibawah nilai tersebut fraktur muncul, hubungan risiko dengan densitas tulang bersifat kontinue.¹³

Meskipun *bone densitometry* merupakan teknik paling akurat dan memiliki presisi tinggi, saat ini belum ada bukti ilmiah yang menunjukkan kegunaannya untuk prediksi fraktur pada populasi yang asimtomatik atau tanpa risiko tinggi fraktur. Literatur menyatakan bahwa kegunaan klinis *bone densitometry* meningkat bila masa tulang diukur pada orang yang memiliki berbagai faktor risiko fraktur secara bersamaan. Jadi, seleksi awal kelompok populasi dengan risiko tinggi fraktur (individu dengan berbagai faktor risiko fraktur), terutama faktor osteoporotik (faktor risiko yang berhubungan dengan penurunan densitas tulang), dapat meningkatkan kegunaan klinis atau hasil *bone densitometry* untuk prediksi fraktur. Namun,, belum ada studi yang menganalisa kegunaan klinis *bone densitometry* pada populasi yang lebih spesifik dengan risiko tinggi fraktur.¹⁶

Kemampuan analitik teknologi pengukuran densitas tulang pada praktek klinik rutin belum dikaji secara adekuat. Suatu studi kohort prospektif menyatakan bahwa pengukuran densitas tulang dapat memprediksi risiko fraktur, tapi dengan akurasi rendah.¹³

6. *Bone densitometry* untuk Skrining Osteoporosis

Meskipun fraktur osteoporotik menyebabkan masalah kesehatan yang berat, masih belum jelas apakah skrining untuk mengidentifikasi mereka yang berisiko tinggi tepat dilakukan.

Tidak ada uji klinis acak terkontrol yang mengevaluasi efikasi penggunaan pengukuran densitas tulang untuk skrining wanita menopause dan mencegah fraktur. Idealnya, dilakukan uji klinis acak pada wanita menopause untuk mengikuti program skrining dan tidak, kemudian diikuti selama 20-30 th (pada usia dimana kebanyakan fraktur muncul) untuk menerangkan berapa jumlah individu yang dapat dicegah menderita fraktur. Tidak ada data dari studi level 1-5 (meta-analisa RCT, RCT sample besar, RCT sampel kecil, uji klinis prospektif tidak acak) yang tersedia saat ini, meskipun program skrining densitas massa tulang telah dimulai di Inggris.¹³ Tidak ada penelitian yang mengevaluasi tentang efektivitas skrining dalam menurunkan fraktur osteoporotik.

Melihat bahwa bukti ilmiah yang ada sejauh ini tidak membenarkan penggunaan *bone densitometry* untuk populasi dan *opportunistic screening* populasi yang asimtomatik (tanpa fraktur osteoporosis sebelumnya), bersama dengan keterbatasan sumber pelayanan kesehatan dan *cost-opportunity* dari tiap pelayanan kesehatan, maka penggunaan *bone densitometry* dilakukan dengan pendekatan yang lebih selektif, yakni dilakukan pada orang-orang yang mungkin mendapat keuntungan dari itu. Dari data yang ada disarankan bahwa pengukuran masa tulang dapat lebih berguna pada orang-orang yang rentan terhadap fraktur, yakni mereka yang memiliki risiko tinggi untuk fraktur karena memiliki beberapa faktor risiko fraktur secara bersamaan, khususnya faktor-faktor yang berhubungan dengan efek penurunan masa tulang.¹⁶

Disamping itu, potensial efek psikologis yang timbul akibat hasil densitas mineral tulang yang rendah perlu diperhatikan sebelum *bone densitometry* digunakan secara luas untuk skrining yang tidak selektif. Karena dari suatu studi, 38 % wanita yang mengetahui mereka memiliki densitas mineral tulang lebih rendah dari normal dilaporkan memulai terapi sulih hormon dibandingkan 10% wanita dengan densitas mineral tulang normal. Mereka juga menjadi terlalu takut untuk jatuh dan 24%nya membatasi aktivitas fisiknya untuk menghindari jatuh, dengan menghindari exercise atau membatasi aktivitas

harian, peneliti mencatat bahwa pada wanita tersebut, risiko mereka untuk fraktur meningkat secara nyata.¹⁵

Pelaksanaan program intervensi atau skrining osteoporosis harus berdasarkan evidence kegunaan klinisnya, baik sebagai alat diagnostik (memberikan informasi tentang jumlah masa tulang pada tempat yang diukur) maupun sebagai alat prognostik (kemampuan memprediksi fraktur osteoporotik/non traumatik).

Berdasarkan skenario hipotetik dengan melihat data dari literatur, penting dicatat bahwa efektivitas potensial skrining menggunakan *bone densitometry* ditambah penggunaan obat (HRT) hanya mencegah 1-7% fraktur pada wanita yang baru saja menopause. Bukti ilmiah mutakhir menyatakan tidak mendukung penggunaan skrining *bone densitometry* yang dikombinasikan dengan terapi.¹²

Namun, *World Health Organization* (WHO), merekomendasikan skrining untuk wanita yang berada dalam 5 tahun menopause untuk menentukan risiko dan pemberian intervensi. Pemeriksaan tidak perlu dilakukan untuk wanita yang menggunakan terapi sulih hormon jangka panjang maupun untuk skrining bila hasil dari pemeriksaan tidak akan merubah keputusan (menerima atau menolak) pengobatan. Untuk wanita yang diidentifikasi memiliki risiko sedang, diperlukan pemeriksaan lain beberapa tahun kemudian dapat berguna.

7. MONITORING TERAPI OSTEOPOROSIS

Tujuan diskusi ini tidak untuk merekomendasikan pasien (dengan atau tanpa terapi) untuk melakukan pengukuran densitas tulang serial. Tapi jika dilakukan pemeriksaan ulang hendaknya mempertimbangkan pilihan tempat dan waktu melakukan *follow-up*.

Kondisi yang sebaiknya disiapkan untuk monitoring terapi:

1. Tempat dan jenis alat pengukuran yang sama, bukan hanya modelnya yang sama. Kalaupun terjadi perubahan pada alat, sebaiknya dilakukan kalibrasi silang.
2. Menggunakan pengukuran densitas tulang yang absolut selain T-skor.
3. Tempat pemeriksaan yang dipilih untuk monitoring adalah tempat dengan presisi tertinggi ($\leq 1\%$), yang paling responsif oleh terapi, dan yang paling sedikit dipengaruhi artifak. Tulang belakang memenuhi dua kriteria pertama.(81-82). Pada keadaan DJD pada tulang belakang, total panggul (dibandingkan leher femur, memiliki presisi lebih baik dan sedikit terpengaruh oleh rotasi) merupakan pilihan lain. Sedangkan pada lengan tidak menunjukkan perubahan disebabkan rendahnya *turnover* tulang pada tempat itu.^{t,7}
4. Pemeriksaan dengan marker biokimia dari *turnover* tulang disarankan untuk memonitor respon terapi, namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut.⁷

Meskipun efek terapi terbesar sering diobservasi pada tulang belakang, monitoring perubahan densitas tulang pada panggul dapat dilakukan karena pengukuran pada tulang belakang mungkin dipengaruhi oleh artefak. (SIGN)

Interval waktu pengukuran densitas tulang ulang untuk mengetahui respon terapi dipengaruhi oleh perubahan yang diharapkan terjadi (selain juga tergantung tipe terapi dan tempat tulang spesifik). Tidak diindikasikan pengulangan sebelum 1.5-2 tahun. Hal ini disebabkan karena perubahan masa tulang berlangsung lambat dari waktu ke waktu, baik fisiologis maupun bila diberikan pengobatan osteoporosis sehingga perbedaan densitas tulang (1%) tidak dapat ditunjukkan dengan nyata dalam waktu singkat. misslw wast, 12, SIGN

Interval waktu menjadi cepat hanya untuk mengantisipasi peningkatan dan atau penurunan cepat densitas tulang (seperti pada paska-oophorectomi, paska terapi GnRH, terapi korikosteroid dosis tinggi jangka lama atau terapi anabolik) dengan interval enam bulan sampai satu tahun.

Laporan dari FIT, menunjukkan rata-rata wanita yang diterapi alendronate dua tahun, mengalami peningkatan (3% atau lebih) pada total densitas tulang. Pada kondisi ini mereka memiliki risiko fraktur tulang belakang lebih rendah dibandingkan wanita yang tidak terdapat perubahan atau kehilangan densitas tulang. Perbedaan antara pasien dengan peningkatan kecil (3% atau kurang) dan yang kehilangan densitas tulang tidak signifikan.(AHRQ)

Kami merekomendasikan:

1. *monitoring pasien idealnya dilakukan dengan menggunakan alat yang sama, tidak hanya modelnya yang sama, dengan quality assurance untuk akuisisi dan analisis alat.*
2. *tempat pengukuran untuk monitoring adalah tulang belakang, panggul dapat digunakan untuk keadaan tertentu atau tambahan.*
3. *follow-up sebaiknya tidak dilakukan sebelum 1.5-2 tahun.*

8. KOMPETENSI AHLI dan ALAT

KUALIFIKASI DAN TANGGUNG TENAGA KESEHATAN¹⁸

A. Tenaga Dokter

1. Pemeriksaan harus di bawah pengawasan dan interpretasi dari dokter yang bersertifikasi dengan kualifikasi:
 - a. Pengetahuan dan pengertian tentang struktur tulang, metabolisme dan osteoporosis
 - b. Sertifikat pelatihan dan mengerti tentang X-ray dan proteksi radiasi, meliputi bahaya paparan radiasi pada pasien dan operator serta monitoringnya.
 - c. Mengetahui dan mengerti tentang proses data absorptiometry dan akuisisi pencitraan, meliputi posisi pasien dan penempatan regio dan artefak dan abnormalitas anatomi yang menyebabkan false meningkat atau menurunkan densitas mineral tulang.
 - d. Mengetahui dan mengerti parameter laporan, terdiri atas tapi tidak dibatasi pada pemeriksaan densitas tulang, rerata, T-skor, Z-skor, risiko fraktur dan sistim klasifikasi WHO.
 - e. Mengetahui dan mengerti kriteria akurasi dan presisi dari pemeriksaan serial, meliputi batasan perbandingan pengukuran dari teknik dan divisi yang berbeda
 - f. Mengetahui dan mengerti penggunaan spektrum teknik densitas tulang, seperti pDXA, DXA, SXA, QCT, *radiographic absorptiometry* (RA), dan *quantitative ultrasound* (QUS), untuk melengkapi aturan konsul, pemeriksaan serial atau prosedur diagnostik untuk konfirmasi kecurigaan abnormalitas yang tampak pada pencitraan.
2. Pengawasan dokter, bertanggung jawab pada fasilitas *absorptiometry* dan *quality control* peralatan. Dokter bertanggung jawab pada kualitas pemeriksaan yang digunakan dalam pelaporan.¹⁸

B. Operator

1. Bertanggung jawab pada keamanan dan kenyamanan pasien, menyiapkan posisi pasien dan menempatkan wilayah pengukuran *bone densitometry*, memonitor pasien selama pemeriksaan di bawah pengawasan dokter.
2. Sertifikasi resmi dari penggunaan alat absorptiometry, meliputi semua alat—terutama mengenai prosedur *quality assurance* (QA).
3. Dapat mengoperasikan secara manual.
4. Lisensi atau sertifikasi dari *American Registry of Radiologic Technologists* (ARRT) atau *Nuclear Medicine Technology Certification Board* (NMTCB)

QUALITY CONTROL ALAT¹⁸

Pengawasan alat *X-ray absorptiometry* adalah penting untuk monitoring jangka panjang dari efektifitas terapi atau progresifitas penyakit.

1. Prosedur pengawasan sebaiknya dilakukan oleh teknolog terlatih. Prosedur ini dilakukan minimal tiga hari seminggu sebelum pemeriksaan pasien pertama tiap harinya. Prosedur ini harus sesuai dengan panduan pembuat alat untuk meyakinkan kinerja sistem.
2. Tiap fasilitas pencitraan sebaiknya memiliki dokumen kebijakan dan operasional untuk memonitor dan mengevaluasi efektifitas, keamanan dan pengoperasian alat pencitraan. Program *Quality Control* bertujuan untuk meminimalisasi resiko radiasi pada pasien, operator dan masyarakat umum dan untuk memaksimalkan kualitas diagnostik.
3. Pemeriksaan radiasi pada kulit pasien dan keamanan radiasi lingkungan di intalasi sebaiknya dilakukan oleh dokter.¹⁸

Pengukuran densitas tulang perlu diikuti dengan kontrol kualitas secara cermat. Kalibrasi dan standarisasi untuk bone densitometers merupakan hal yang kompleks yang memerlukan perhatian khusus. Kontrol kualitas yang baik penting dan harus meliputi prosedur kalibrasi dan standarisasi harian, maintenance teratur, perhatian khusus pada posisi pasien, dan mungkin akreditasi unit. Saat ini tidak ada industri-wide maupun standar klinik untuk teknik pengukuran densitas tulang, meskipun di Eropa phantom tulang belakang sekarang digunakan untuk alat kalibrasi.¹⁴

BAB V ANALISIS BIAYA

Suatu jenis terapi atau alat diagnostik untuk dapat diterima baik oleh pemberi layanan kesehatan, perencana pelayanan kesehatan maupun oleh pihak ke tiga, harus terbukti efektif secara klinis dan *cost-effective* dalam penanganan suatu penyakit.

Ketersediaan DXA yang terbatas mengakibatkan tidak semua pasien yang dicurigai osteoporosis dilakukan pengukuran. Pasien mungkin akan mendapat terapi yang tidak sesuai atau tidak sama sekali tanpa dilakukan pengukuran sebelumnya. Namun belum adanya cukup *evidence* yang menggambarkan hubungan DXA dengan biaya terapi, atau efek penggantian biaya kesehatan dari pengurangan insidensi fraktur.

Pemeriksaan DXA lengkap meliputi persiapan pasien, akuisisi pencitraan, analisis, print out hasil dan laporan membutuhkan waktu kurang lebih 20-25 menit, menggambarkan kemampuan sistim DXA memeriksa 4000 pasien tiap tahun.(SIGN) Dengan meningkatnya usia harapan hidup dan risiko fraktur osteoporosi di Indonesia. Serta mengingat baru terdapatnya *bone densitometry* pada Jakarta (11 rumah sakit), Makasar (1 alat), Banjarmasin (1 alat) dan Bandung (1 alat). Sehingga masih perlu diperjuangkan lagi pengadaan alat-alat densitometer radiologik di daerah lain. Selain itu, teknisi radiologi dan dokter yang akan mengoperasikan alat tersebut akan dididik oleh PB PEROSI bekerja sama dengan organisasi Internasional seperti IOF (*International Osteoporosis Fondation*), ISCD.

Pada kajian ini baru dapat disajikan data mengenai tarif bone densitometry di rumah sakit pemerintah ataupun swasta di Jakarta. Data yang ada diwakili oleh dua rumah sakit pemerintah dan sebelas rumah sakit swasta di Jakarta. Dari data tersebut didapatkan bahwa untuk pemeriksaan bone densitometry, total biaya yang harus dikeluarkan oleh pasien bervariasi. Besarnya biaya ini tergantung pada posisi atau tempat yang akan diperiksa disesuaikan pada pilihan pasien.

Tabel. Daftar biaya pemeriksaan Bone densitometry pada Rumah Sakit di Jakarta

| No | Nama Rumah Sakit | 2 posisi (Rp) | 3 posisi (Rp) |
|-----|------------------------|---------------|---------------|
| 1. | Klinik Teratai- RSCM | 310.000 | 410.000 |
| 2. | Klinik Yasmin-RSCM* | | 400.000 |
| 3. | RSPAD Gatot Subroto | | |
| 4. | RS. Pantai Indah Kapuk | 400.000 | |
| 5. | RS. Graha Medika | 480.000 | |
| 6. | RS. Mitra Kemayoran | | 500.000 |
| 7. | RS. Medistra | 480.000 | 580.000 |
| 8. | RS. Pondok Indah | | 600.000 |
| 9. | RS. Islam Jakarta | 275.000 | 350.000 |
| 10. | Klinik Menox | | |
| 11. | RS. Siaga | | |
| 12. | RS. Pusat Pertamina | | |
| 13. | RS. Budhi Jaya | 200.000 | 250.000 |

* Klinik Yasmin-RSCM untuk : 1 posisi Lumbal Rp. 180.000
1 posisi Femur Rp. 120.000
1 posisi Sakrum Rp. 120.000

BAB VI REKOMENDASI

1. *Bone densitometry DXA* merupakan alat yang paling akurat untuk diagnosis dan monitoring osteoporosis (Derajat Rekomendasi B)
2. Indikasi pemeriksaan *bone densitometry DXA* pada pasien dengan faktor risiko yang meningkat. (Derajat Rekomendasi B)
3. Penggunaan *bone densitometry DXA* sebagai alat monitoring terapi osteoporosis sebaiknya dilakukan dengan interval pemeriksaan setelah 2 tahun terapi.(Derajat Rekomendasi C)
4. Tidak dianjurkan penggunaan *bone densitometry* sebagai alat untuk skrining rutin osteoporosis.
5. Penggunaan *bone densitometry DXA* perlu diikuti dengan kontrol kualitas secara baik serta dilakukan kalibrasi dan standardisasi secara periodik oleh institusi yang berwenang (BAPETEN, BPFK)
6. Kompetensi dokter untuk menginterpretasi hasil pemeriksaan *bone densitometry* dan operator densitometer diwajibkan mengikuti pelatihan dan memiliki sertifikasi dari PEROSI (Persatuan Osteoporosis Indonesia) atau badan internasional seperti *Internasional Osteoporosis Fondation (IOF)*, *International Society for Clinical Densitometry (ISCD)*.(Derajat Rekomendasi C)
7. Agar penggunaan *bone densitometry DXA* sesuai dengan indikasi, maka perlu dibuat peraturan tentang penggunaan DXA sedangkan pembuatan protap diserahkan pada profesi terkait.
8. Perlu adanya standardisasi nilai massa tulang orang Indonesia yang dapat dipakai sebagai acuan dalam pengukuran massa tulang dengan *bone densitometry DXA*,
9. Mengingat mahalnya biaya pemeriksaan densitometer, perlu dipikirkan untuk membuat alat densitometer sendiri di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993;94:646-50.
2. Rahman I. Pidato pengukuhan guru besar tetap Ilmu Obstetri dan ginekologi. Jakarta 5 Juni 2004.
3. Roeshadi J. Angka kejadian fraktur hip, vertebrae dan wrist di RSUD Dr. Soetomo Surabaya tahun 2001-2005.
4. Guidelines for preclinical evaluation and clinical trials in osteoporosis. Geneva: WHO; 1998:59.
5. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO Study Group. Geneva: WHO;1994. Tech. rep. series.
6. Scottish Intercollegiate Guideline Network. Management of osteoporosis, a national clinical guideline. June 2003
7. UMHS Osteoporosis guideline. March, 2002
8. Densitometry as a diagnostic tool for the identification and treatment of osteoporosis in women: ICSI Report, Jan2000
9. American College of Rheumatology. Osteoporosis, etiology and Pathogenesis. <http://www.rheumatology.org>
10. Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ):
11. AACE guideline
12. Royal College of Physicians
13. National Osteoporosis foundation. Physician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Washington (DC): National osteoporosis Foundation;2003
14. Delman PD, Erstel R, Garner P et al. The use of biomedical marker of bone turn-over, *Osteoporosis Int*, 2000;(Suppl 6):
15. 2002 Clinical practice guidelines 4 the dx and management of osteopor in canada, CMAJ
16. Espallargues M, Estrada MD, Solà M, Sampietro-Colom L, Rio LD, Granados A. Bone densitometry in Catalonia, diffusion and practice. Catalan Agency for Health Technology Assessment, Barcelona 1999.
17. Hailey D, Sampietro-Colom L, Marshall D, Rico R, Granados A, Asua J, et al. INAHTA project on the effectiveness of bone density measurement and associated treatments for prevention of fractures, Statement of findings. Alberta Heritage Foundation for Medical Research 1996.
18. consensus report from Middle east densitometry workshop. Practice guidelines on the use of bone mineral density . *Lebanese Medical Journal*;50(3):89-104
19. Result from the National Osteoporosis Risk Assessment. Identification and fracture outcomes. *JAMA* 2001;286:2815-2822
20. Nelson HD, Helfand M, Woolf SH, Allan JD. Screening for postmenopausal osteoporosis: A review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2002;137:529-41.
21. Bone densitometry as a screening tool for osteoporosis in postmenopausal women. 1997. Available at <http://www.health.state.mn.us/htac/bone.htm>
22. Espallargues M, Estrada MD, Solà M, Sampietro-Colom L, Rio LD, Granados A. Guidelines for the indication of bone densitometry in the assessment of fracture risk. Catalan Agency for Health Technology Assessment, Barcelona 1999.
23. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 1996;312:1254-9
24. ACR practice guideline 4 the performance of adult dual or single x-ray absorptiometry (DXA/pDXA/SXA)

PANEL AHLI

Prof.DR.dr. Ichramsyah A.R, Sp.OG(K)
FKUI / RSCM

Dr. Bambang Setyohadi, Sp.PD
FKUI / RSCM

Dr. Kahar Kusumawijaya, Sp.Rad
FKUI / RSCM

Dr. S.A. Nuhoni M. Jatim, Sp.RM
FKUI / RSCM

Dr. Suharti, Sp.FK
FKUI / RSCM

Dr. Muharram, Sp.OG
FKUI / RSCM

Dr. Marly Susanti, Sp.OG
FKUI / RSCM

Prof.DR.Dr. Samsuridjal D, Sp.PD
FKUI / RSCM

Dr. Pradana Soewondo, Sp.PD
FKUI / RSCM

Prof.DR.Dr. Djoko Roesadi
RSU Dr. Soetomo, Surabaya

Dr. Suwandi Makmur, MM
Litbangkes Surabaya

Dr. Nikovita Kasma
Dinkes Prop. Sumbar

Jasmarizal, SKp, MARS
Dinkes Prop. Sumbar

TIM TEKNIS

Ketua : Prof.Dr.dr. Sudigdo Sastroasmoro, SpA(K)
Anggota : dr. Untung Suseno, MKes
 dr. N. Soebijanto, SpPD
 dr. Ratna Mardiaty, SpKJ
 dr. Wuwuh Utami N., MKes
 Drg. Rarit Gempari, MARS
 dr. Klara Yuliarti
 dr. Desy Dewi Saraswati