

HUBUNGAN ANTARA KEDALAMAN SINUS FRONTALIS DAN MATURASI TULANG TANGAN

(CORRELATION BETWEEN FRONTAL SINUS DEPTH AND HAND WRIST MATURITY)

Harryanto Wijaya, Adi Hidayat, Irawati Gandadinata, Joko Kusnoto

Departmen Ortodonsia
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa, Grogol, Jakarta Barat
E-mail: harryantowijaya@yahoo.com

Abstract

The appropriate planning of orthodontic therapy with regard to appliance selection, information on the patient's stage of somatic maturity is needed. Hand wrist maturity has been shown to be closely related with the pubertal growth spurt; therefore hand wrist radiographs have been recommended for indirect assesment of somatic maturity. However, the routine use of hand wrist radiographs has lately been questioned from the radiation-hygiene, safety point of view. In a recent cephalometric investigation, it was found that the frontal sinus development showed a growth rhythm similar to the body height development. Furthermore, it has been proposed that frontal sinus enlargement follows general bone growth but little evidence has been shown. The objective of this study was to investigate the correlation between frontal sinus depth and hand wrist maturity in Deuteromalayid group aged 7 to 17 years. A cross sectional study was conducted in 138 subjects (69 males, 69 females). The frontal sinus depth and hand wrist maturation was determined using Ertürk's and Fishman's method, respectively. The result of this study showed that there was a moderate correlation between frontal sinus depth and hand wrist maturity in males ($r = 0.608$) and females ($r = 0.647$). From this study, it can be concluded that the usage of frontal sinus depth to substitute hand wrist maturity to assess the skeletal maturity is not appropriate enough.

Key words: frontal sinus depth, hand wrist maturity, Deuteromalayid

PENDAHULUAN

Pengetahuan tentang status maturasi somatik penting bagi klinisi untuk mengetahui laju pertumbuhan pubertal pasien yang berpengaruh dalam menentukan diagnosis, rencana, tujuan dan hasil perawatan ortodontik. Status maturasi somatik berguna secara klinik untuk memutuskan hal-hal seperti waktu yang tepat untuk menggunakan traksi ekstra oral, penggunaan alat fungsional, pencabutan atau tanpa pencabutan, penentuan jenis dan lama pemakaian *retainer*, serta waktu yang tepat untuk melakukan tindakan bedah ortognatik. Pemakaian traksi ekstra oral dan alat fungsional untuk memodifikasi pertumbuhan mempunyai hasil optimal bila dilakukan pada masa percepatan pertumbuhan. Tindakan pencabutan dan bedah ortognatik dilakukan pada pasien-pasien yang telah melewati masa percepatan pertumbuhan.¹⁻³ Untuk mengukur status maturasi somatik tidak cukup dengan menggunakan usia kronologis tetapi diperlukan usia biologis sebagai

indikator maturasi.⁴⁻⁶ Usia biologis ini ditentukan melalui maturasi morfologi, dental, seksual, dan skeletal.^{7,8}

Pengukuran status maturasi somatik melalui maturasi morfologi membutuhkan data longitudinal berupa pertumbuhan tinggi dan berat badan, namun data ini jarang ditemukan dalam klinik.² Penggunaan maturasi dental untuk menentukan maturasi somatik juga sulit dilakukan pada pasien-pasien yang mengalami kehilangan gigi secara kongenital dan merupakan usia biologi yang paling rendah korelasinya terhadap pertumbuhan.⁹ Demikian juga halnya dengan maturasi seksual yang sulit diaplikasikan karena memerlukan data yang menunjukkan masa awal pubertas seperti munculnya tanda seksual sekunder.

Maturasi skeletal dapat ditentukan melalui perkembangan tulang-tulang seperti tulang kaki, bahu, tangan dan vertebra servikalis.¹⁰ Meskipun secara teori terdapat beberapa bagian tulang dalam sistem skeletal yang dapat digunakan namun tulang tangan

paling umum dipakai sebagai suatu indikator baku maturasi skeletal.⁶ Tulang tangan sering digunakan dalam pengukuran tahap maturasi somatik karena cukup akurat dan terdapat banyak area tulang yang mengalami perkembangan dan osifikasi pada waktu yang sesuai dengan peningkatan maturasi somatik seseorang.¹¹ Meskipun cukup akurat, penggunaan radiograf tulang tangan dipertanyakan dari sudut pandang keamanan radiasi.²

Tulang vertebra servikalis tampak pada sefalograf lateral yang umumnya digunakan klinisi dalam rencana perawatan ortodontik.¹² Beberapa penelitian melaporkan bahwa terdapat korelasi yang tinggi antara maturasi tulang vertebra servikalis dan tulang tangan.^{13,14} Meskipun pengamatan maturasi tulang vertebra servikalis tidak membutuhkan radiograf tambahan dan dapat digunakan untuk evaluasi tahap pertumbuhan tetapi metode ini mempunyai tingkat subyektifitas yang tinggi dan kadang-kadang juga dipersulit dengan tidak jelasnya gambaran tulang servikal karena penggunaan pelindung tiroid pada saat prosedur pengambilan sefalograf lateral.¹² Selain itu juga terdapat variasi normal pada tulang vertebra servikalis yang mempersulit pengamatan.¹⁵

Pada sefalograf lateral juga tampak sinus frontalis yang merupakan bagian sinus-sinus paranasal dan terletak di belakang lengkung supersiliaris tulang frontal.^{15,16} Bersamaan dengan pertumbuhan kraniofasial, sinus frontalis membesar untuk mengisi ruangan yang tercipta akibat pertumbuhan kraniofasial tersebut. Pembesaran sinus tersebut bukan karena fungsi melainkan merupakan suatu proses adaptasi struktural terhadap pertumbuhan ke depan dan bawah wajah bagian tengah dan pertumbuhan ke depan lamina eksternal tulang frontal agar tetap berkontak dengan tulang nasal dan maksila.^{17,18} Proses pembesaran sinus lebih dipengaruhi oleh proses fisiologis dan tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti perawatan ortodontik dan pertumbuhan sinus frontalis dapat diukur secara mudah dan objektif berdasarkan kedalamannya menurut metode Ertürk.¹⁹

Beberapa penelitian yang menggunakan sefalograf lateral menunjukkan bahwa ritme pertumbuhan sinus frontalis sama dengan pertumbuhan tinggi badan.¹⁷ Lebih lanjut dikatakan bahwa pertumbuhan sinus frontalis berhubungan dengan pertumbuhan tulang dan dapat digunakan untuk memprediksi maturasi skeletal, tetapi belum banyak pembuktian tentang hal tersebut.^{17,19,20}

Pada perawatan ortodonti, seorang klinisi mutlak membutuhkan sebuah gambaran sefalograf lateral dan untuk perawatan kasus skeletal pada usia remaja diperlukan data tambahan tentang maturasi skeletal yang biasanya diperoleh dari gambaran radiograf

tulang tangan. Sinus frontalis dapat dilihat pada sefalograf lateral dengan jelas dan diukur kedalamannya secara objektif, sehingga bila terdapat hubungan yang kuat antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan maka indikator kedalaman sinus frontalis dapat digunakan sebagai prediktor maturasi skeletal. Bila metode ini memang dapat digunakan, maka akan menambah efisiensi karena tidak perlu lagi dilakukan pengambilan radiograf tulang tangan.

Pemilihan usia 7-17 tahun sebagai subjek penelitian karena sinus frontalis mulai kelihatan pada sefalograf lateral usia 8 tahun dan berhenti pertumbuhannya pada usia kira-kira 16 tahun.²⁰ Pemilihan kelompok Deuteromalayid sebagai subjek karena sampai saat ini belum berhasil diperoleh informasi tentang adanya hubungan antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan pada kelompok Deuteromalayid yang merupakan ras mayoritas di Indonesia. Kelompok Deuteromalayid adalah percampuran antara kelompok Protomalayid dengan ras Mongoloid yang sebagian besar tinggal di bagian barat Indonesia. Kelompok Deuteromalayid terdiri dari suku Aceh, Padang, Melayu (Sumatera pesisir), Rejang Lebong, Lampung, Jawa, Sunda, Madura, Bali, Makasar, Bugis, Menado, dan Minahasa.²¹ Beberapa penelitian menunjukkan bahwa usia skeletal laki-laki berbeda dengan usia skeletal perempuan, oleh karena itu dalam penelitian yang berhubungan dengan usia skeletal suatu kelompok masyarakat harus mengikutsertakan subyek penelitian laki-laki dan perempuan.^{22,23}

Tujuan penelitian adalah untuk menyelidiki hubungan antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan pada anak laki-laki dan perempuan usia 7-17 tahun kelompok Deuteromalayid.

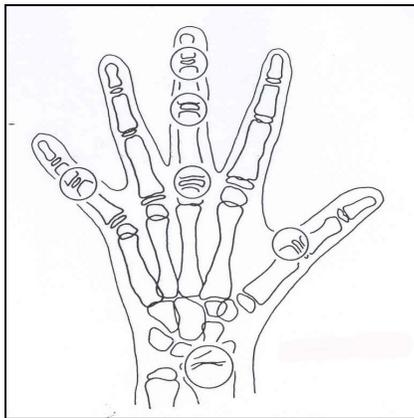
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan suatu penelitian observasional dengan rancangan potong silang. Subjek penelitian adalah anak sekolah laki-laki dan perempuan kelompok Deuteromalayid usia 7-17 tahun di Kecamatan Grogol Petamburan Jakarta Barat. Prosedur pengambilan sampel dengan cara *cluster and simple random sampling (two stages sampling)*. Besar sampel pada penelitian ini berjumlah 138 orang (69 orang laki-laki dan 69 orang perempuan).

Kriteria inklusi sampel penelitian ditetapkan sebagai berikut: kelompok Deuteromalayid dua keturunan, oklusi molar tetap Kelas I Angle, relasi gigi depan normal, berat dan tinggi badan sedang, tidak pernah atau sedang menjalani perawatan ortodontik, memahami serta mengisi formulir pernyataan kesediaan menjadi subyek penelitian. Kriteria

eksklusi adalah molar pertama tetap hilang dan belum mencapai tahap IMS 1.

Sistem pengukuran maturasi skeletal dilakukan pada radiograf tulang tangan menurut metode Fishman²⁴ (Gambar 1). Tahap maturasi tulang tangan tersebut dibagi menjadi 3 tahap yaitu peningkatan laju pertumbuhan (IMS 1-3), puncak laju pertumbuhan (IMS 4-7), dan penurunan laju pertumbuhan (IMS 8-11).

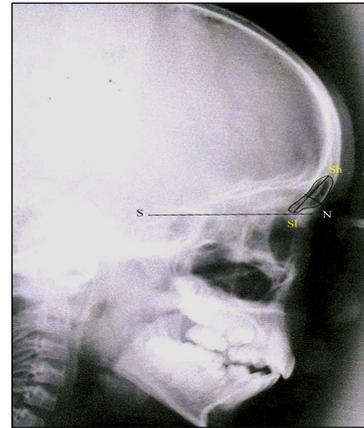


Gambar 1. Lokasi indikator maturasi skeletal menurut Fishman.

Tanda menunjukkan lokasi anatomi, DP3 (Distal *Phalanx* jari ke tiga), MP3 (Middle *Phalanx* jari ke tiga), PP3 (Proximal *Phalanx* jari ke tiga), MP5 (Middle *Phalanx* jari ke lima), S (Sesamoid), R (Radius).²⁴

Pertumbuhan sinus frontalis dapat diukur berdasarkan kedalamannya dengan menggunakan metode Ertürk^{2,17,19} (Gambar 3). Pengukuran dengan metode ini adalah garis sella-nasion (S-N) pada sefalograf lateral diarahkan secara horisontal, dinding-dinding sinus ditapak dan kemudian ditentukan titik tertinggi (Sh) dan terendah (SI) sinus tersebut. Setelah itu ditarik garis yang menghubungkan kedua titik tersebut (garis Sh-SI). Kedalaman sinus diukur berdasarkan garis terpanjang yang ditarik tegak lurus terhadap garis Sh-SI (Gambar 2).

Pengamatan dan pengukuran data dilakukan oleh peneliti sebanyak dua kali dengan selang waktu seminggu antara pengamatan dan pengukuran pertama dengan kedua, kemudian dilakukan uji reliabilitas untuk menghin-dari bias. Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dan analisis statistik untuk menguji normalitas data dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Untuk membuktikan hipotesis digunakan uji korelasi *Spearman's Rho* menggunakan piranti lunak komputer *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versi 11.0.



Gambar 2. Pengukuran kedalaman sinus frontalis menurut metode Ertürk

HASIL

Rerata usia laki-laki ($13,43 \pm 2,13$ tahun) lebih besar dibanding perempuan ($11,38 \pm 2,08$ tahun). Usia minimum sampel laki-laki mulai 9 tahun oleh karena pada umumnya sampel laki-laki baru mencapai tahap IMS 1 (lebar epifisis ruas jari proksimal jari ke tiga sama lebar dengan diafisisnya) dan perempuan sudah mencapai tahap tersebut pada usia 7 tahun. Tahap IMS 8-11 lebih dulu dicapai oleh perempuan sehingga usia kronologis maksimum sampel perempuan lebih muda dibanding laki-laki.

Tabel 1 menunjukkan nilai rerata, standar deviasi dan nilai minimum-maksimum kedalaman sinus frontalis untuk laki-laki dan perempuan.

Tabel 1. Nilai rerata, standar deviasi dan nilai minimum- maksimum kedalaman sinus frontalis

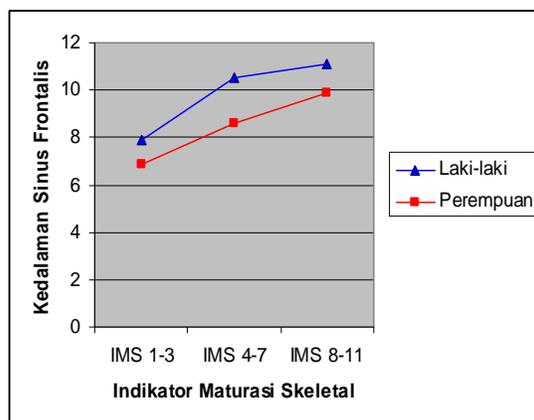
	Sinus Frontalis (mm)	Sinus Frontalis (mm)
	Laki-laki (n = 69)	Perempuan (n = 69)
Rerata	9,82	8,44
Standar Deviasi	2,18	1,96
Minimum	5,42	4,16
Maksimum	14,71	13,29

Tabel 2 menunjukkan rerata usia kronologis dan kedalaman sinus frontalis untuk laki-laki dan perempuan berdasarkan tahap maturasi tulang tangan. Terlihat bahwa kedalaman sinus frontalis baik pada laki-laki maupun perempuan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya tahap maturasi tulang tangan dan usia. Peningkatan tajam terutama terlihat antara tahap peningkatan laju

pertumbuhan (IMS 1-3) dan puncak laju pertumbuhan (IMS 4-7). Antara tahap puncak laju pertumbuhan (IMS 4-7) dengan penurunan laju pertumbuhan (IMS 8-11) tetap terjadi peningkatan walaupun peningkatannya tidak besar (Gambar 3). Selain itu juga terlihat bahwa pencapaian tahap maturasi tulang tangan lebih cepat pada perempuan dibanding laki-laki bila ditinjau dari usia kronologis. Perempuan mencapai tahap maturasi tulang tangan lebih cepat kira-kira 2 tahun dibanding laki-laki.

Tabel 2. Nilai rerata usia kronologis dan kedalaman sinus frontalis berdasarkan indikator maturasi skeletal (IMS)

Variabel	Jenis kelamin	IMS 1-3 (n = 46)	IMS 4-7 (n = 46)	IMS 8-11 (n = 46)
Usia Kronologis (tahun)	Laki-laki	11,21 ± 1,24	13,56 ± 1,19	15,52 ± 1,16
	Perempuan	9,21 ± 1,56	11,56 ± 1,07	13,34 ± 0,93
Sinus Frontalis (mm)	Laki-laki	7,87 ± 1,49	10,54 ± 1,61	11,07 ± 1,93
	Perempuan	6,88 ± 1,31	8,57 ± 1,79	9,88 ± 1,50



Gambar 3. Diagram nilai rerata kedalaman sinus frontalis (mm) berdasarkan indikator maturasi skeletal (IMS) pada laki-laki dan perempuan

Hasil uji korelasi *Spearman's Rho* antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan menunjukkan adanya korelasi yang moderat untuk laki-laki ($r = 0,608$; $p = 0,000$) dan perempuan ($r = 0,647$; $p = 0,000$). Hasil ini mendukung hipotesis yang menyatakan ada hubungan antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kedalaman sinus frontalis cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya usia kronologis. Hal

ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa sinus frontalis mulai tampak pada gambaran sefalograf lateral pada usia 8 tahun dan berhenti pertumbuhannya pada 16 tahun.^{20, 25}

Bila dibandingkan dengan penelitian Ruf dan Pancherz, kedalaman sinus frontalis pada kelompok Deuteromalayid lebih kecil. Pada penelitian tersebut diperoleh rerata kedalaman sinus frontalis adalah 15,4 mm sedangkan pada penelitian ini reratanya paling besar adalah 11,07 mm pada laki-laki dan 9,88 mm pada perempuan. Hal ini mungkin akibat subjek penelitian Ruf dan Pancherz terdiri atas pasien dengan maloklusi kelas II sedangkan pada penelitian ini subjeknya terdiri atas oklusi normal. Nilai minimum-maksimum kedalaman sinus frontalis penelitian ini (laki-laki: 5,45-14,71 mm dan perempuan: 4,16-13,29 mm) tidak banyak berbeda dengan yang tercantum dalam literatur yaitu 6-15 mm.

Bila dibandingkan dengan penelitian Krailassiri, dkk.¹⁰ yang dilakukan pada subjek orang Thailand, rata-rata usia kronologis pencapaian tahap maturasi tulang pada penelitian tersebut hampir sama dengan hasil penelitian ini. Hal ini mungkin disebabkan oleh letak geografis yang berdekatan, sosial budaya yang tidak jauh berbeda dan berasal dari ras utama yang sama yaitu ras Mongoloid.

Rerata usia untuk setiap tahap maturasi tulang tangan (Tabel 2) mengindikasikan bahwa perempuan lebih cepat matur dibandingkan laki-laki, hal ini sesuai dengan penelitian Krailassiri, dkk.¹⁰ Dalam penelitian ini juga dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kira-kira 2 tahun antara perempuan dan laki-laki dalam hal pencapaian tahap maturasi, hasil ini sesuai dengan penelitian Haag dan Taranger.²²

Uji korelasi *Spearman's Rho* antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan menunjukkan korelasi yang moderat ($r = 0,608$ dan $p = 0,000$ untuk laki-laki dan $r = 0,647$ dan $p = 0,000$ untuk perempuan). Hal ini sesuai dengan pernyataan Ruf dan Pancherz yang menyatakan bahwa terdapat korelasi yang moderat antara pertumbuhan sinus frontalis dan maturasi somatik.^{2,17,19}

Dalam teori dinyatakan bahwa maturasi skeletal berkaitan erat dengan pertumbuhan dan perkembangan tulang badan secara keseluruhan^{2,22} namun hubungan antara maturasi skeletal dengan tulang wajah masih kontroversi.²⁶⁻²⁸ Menurut meta-analisis yang dilakukan oleh Flores-Mir dkk. diperoleh kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang kurang kuat antara maturasi skeletal dengan tulang-tulang wajah. Hal ini dimungkinkan oleh karena bedanya proses pertumbuhan antara kebanyakan tulang panjang dengan tulang wajah. Tulang panjang terbentuk dari kartilago dan berkembang dengan cara

penulangan endokondral sedangkan tulang wajah terbentuk dengan cara penulangan intra-membran tanpa adanya prekursor kartilago. Di samping itu pertumbuhan dan perkembangan tulang wajah dipengaruhi tidak hanya oleh faktor-faktor yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tulang panjang melainkan dipengaruhi juga oleh kondisi lokal seperti fungsi otot rongga mulut.²⁹

Pertumbuhan dan perkembangan sinus frontalis merupakan suatu proses adaptasi struktural terhadap pertumbuhan dan perkembangan wajah bagian tengah ke arah depan dan bawah agar lamina eksternal tulang frontal tetap berkontak dengan tulang nasal dan maksila.¹⁷ Berdasarkan pernyataan tersebut maka dapat diasumsikan bahwa pertumbuhan dan perkembangan sinus frontalis sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan tulang-tulang wajah umumnya dan maksila khususnya. Hasil uji korelasi antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan pada penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak kuat, hal ini sesuai dengan hasil meta-analisis yang dilakukan oleh Flores-Mir, dkk. yang menyatakan bahwa korelasi antara maturasi skeletal dan tulang wajah tidak kuat.²⁹

Berdasarkan literatur dikatakan bahwa pertumbuhan sinus frontalis merupakan adaptasi struktural terhadap pertumbuhan tulang-tulang wajah bagian tengah, sehingga dapat diasumsikan bila terjadi pertumbuhan yang berlebihan tulang wajah bagian tengah seperti yang terjadi pada sebagian pasien skeletal kelas II (*overgrowth* maksila) maka pertumbuhan sinus frontalis juga berlebihan, sama halnya seperti sinus maksilaris yang juga mempunyai ukuran yang lebih besar pada maloklusi kelas II.³⁰

Penelitian lain menemukan hal bertentangan yaitu penonjolan sinus frontalis berhubungan dengan pertumbuhan mandibula yang berlebihan seperti dijumpai pada skeletal kelas III.²⁰ Penelitian ini hanya terbatas pada sampel skeletal kelas I jadi tidak dapat membuktikan pendapat mana yang lebih tepat sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang gambaran kedalaman sinus frontalis pada kasus skeletal kelas II dan III.

Dalam beberapa penelitian yang dilakukan tentang hubungan sinus frontalis dengan maturasi skeletal dikatakan bahwa sinus frontalis dapat digunakan sebagai prediktor maturasi skeletal.^{17,19} Cara prediksi ini membutuhkan dua lembar sefalograf lateral yang diambil dengan interval paling sedikit satu tahun untuk mengetahui laju pertumbuhan sinus frontalis (*frontal sinus velocity*) pertahun. Selain itu diperlukan data tentang rata-rata usia dan tahap maturasi yang terjadi pada saat puncak pertumbuhan sinus frontalis. Dua lembar sefalograf la-

teral jarang dimiliki oleh pasien yang ingin dirawat ortodontik tetapi biasanya dimiliki pada masa perawatan aktif.

Hasil studi ini menunjukkan nilai korelasi antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi skeletal yang moderat ($r = 0,6$) sehingga penggunaan kedalaman sinus frontalis untuk memprediksi maturasi skeletal masih dipertanyakan. Minimal dibutuhkan nilai r sebesar 0,75 agar suatu indikator sah untuk digunakan sebagai alat ukur.³¹ Namun demikian, penelitian ini mengkonfirmasi penemuan Ruf dan Pancherz bahwa memang terdapat hubungan yang moderat antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi somatik.¹⁹ Untuk menggunakan sinus frontalis sebagai prediktor maturasi skeletal, perlu diketahui laju pertumbuhan sinus frontalis pertahun, usia kronologis dan tahap maturasi yang terjadi pada saat puncak pertumbuhan sinus frontalis. Laju pertumbuhan sinus frontalis dalam penelitian mereka sebesar 1,3 mm/tahun dan digunakan sebagai nilai *threshold*. Bila laju pertumbuhan sinus frontalis seseorang lebih besar atau sama dengan nilai *threshold* maka tahap maturasi tulang tangan yang terjadi pada orang tersebut adalah tahap MP3 *cap*. Sedangkan bila laju pertumbuhan sinus frontalis lebih rendah daripada nilai *threshold* maka dilihat usia kronologisnya, jika lebih rendah daripada rata-rata usia pada saat puncak pertumbuhan sinus frontalis (15,1 tahun) maka tahap maturasi tulang tangan yang sedang terjadi merupakan tahap sebelum MP3 *cap*. Jika sebaliknya maka tahap maturasi tulang tangan adalah tahap sesudah MP3 *cap*.

Data yang digunakan metode prediksi ini merupakan data penelitian pada ras Kaukasoid dan belum tentu dapat diaplikasikan pada kelompok Deuteromalayid. Oleh karena itu, untuk mengaplikasikannya perlu penelitian longitudinal untuk mengetahui nilai *threshold* laju pertumbuhan sinus frontalis pertahun, usia kronologis dan tahapan maturasi tulang tangan pada saat puncak pertumbuhan sinus frontalis pada kelompok Deuteromalayid.

Berdasarkan hasil penelitian tentang hubungan antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi skeletal yang dilakukan pada sampel penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara kedalaman sinus frontalis dan maturasi tulang tangan pada anak laki-laki dan perempuan usia 7-17 tahun kelompok Deuteromalayid.

Perlu dilakukan penelitian longitudinal untuk mengetahui laju pertumbuhan sinus frontalis pertahun, usia rata-rata dan tahap maturasi saat puncak pertumbuhan sinus frontalis pada kelompok Deuteromalayid sehingga penggunaan parameter kedalaman sinus frontalis sebagai alternatif prediktor status maturasi skeletal dapat diterapkan dan perlu dilaku-

kan penelitian lebih lanjut tentang gambaran sinus frontalis pada sampel skeletal kelas II dan III untuk membuktikan bahwa kedalaman sinus frontalis berhubungan dengan pola pertumbuhan skeletal tertentu.

Daftar Pustaka

1. Moore RN, Moyer BA, DuBois LM. Skeletal maturation and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 98: 33-40.
2. Ruf S, Pancherz H. Frontal sinus development as an indicator for somatic maturity at puberty? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110: 476-82.
3. Nanda RS. The contribution of craniofacial growth to clinical orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000; 117:553-5.
4. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976; 69: 6: 611-8.
5. Rakosi T, Jonas I, Graber MT. Color atlas of dental medicine orthodontics diagnosis. New York: Thieme Medical Publisher, 1993: 22-6, 102-7.
6. Proffit WR. Contemporary orthodontics. Ed. ke-3. St. Louis: CV Mosby Co, 2000: 91-2.
7. Van der Linden FPGM. Facial growth and facial orthopedics. Chicago: Quintessence Publishing Co, Ltd, 1989: 27-9.
8. Staley RN. Summary of human postnatal growth. Dalam: Bishara SE, ed. Text Book of Orthodontics. Philadelphia: WB Saunders Co, 2001: 37-42.
9. Filipsson R, Hall K. Correlation between dental maturity, height development, and sexual maturation in normal girls. *Ann Hum Biol* 1976; 3:205-10.
10. Kraiassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *J Angle Orthod* 2002; 72: 155-66.
11. Leite HR, O'Reilly MT, Close JM. Skeletal age assessment using the first, second, and third finger of the hand. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 92: 492-8.
12. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122: 380-5.
13. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107: 58-66.
14. Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicator. *J Clin Orthod* 1998; 32: 221-5.
15. Ballantyne J, Groves J. Scott-Brown's diseases of the ear, nose and throat. Ed. ke-4. London: Butterworths, 1979: 154.
16. Liebgott B. The Anatomical basis of dentistry. Philadelphia: WB Saunders Co, 1982: 325-6.
17. Ruf S, Pancherz H. Development of the frontal sinus in relation to somatic and skeletal maturity. A cephalometric roentgenographic study at puberty. *Eur J Orthod* 1996; 18: 491-97.
18. Enlow DH, Hans MG. Essentials of facial growth. Philadelphia: WB Saunders Co, 1996: 143.
19. Ruf S, Pancherz H. Can frontal sinus development be used for the prediction of skeletal maturity at puberty? *Acta Odontol Scand* 1996; 54:229-34.
20. Rossouw PE, Lombard CJ, Harris AMP. The frontal sinus and mandibular growth prediction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 100: 542-6.
21. Kusnoto H. Studi morfologi pertumbuhan kraniofasial orang Indonesia kelompok etnik Deutero-Melayu umur 6-15 tahun di Jakarta dengan metode radiograf sefalometri. Disertasi. Bandung: Universitas Padjajaran, 1988.
22. Hagg U, Taranger I. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1982; 82: 299-306.
23. Salzman JA. Practice of Orthodontics. Philadelphia: JB Lippencott Co, 1966: 43-57.
24. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation, a clinically oriented method based on hand wrist film. *J Angle Orthod* 1982; 52:88-111.
25. Dobromylsky F, Shcherbatov I. Paranasal Sinuses and Diseases of the Orbit. Moscow: Peace Publishers, 1952: 23-4.
26. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1955; 41: 658-73.
27. Bambha JK, Van Natta MA. Longitudinal study of facial growth in relation to skeletal maturation during adolescence. *Am J Orthod* 1963; 39: 481-93.
28. Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *J Angle Orthod* 1979; 49: 181-9.
29. Flores-Mir C, Nebbe B, Major PW. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: A systematic review. *J Angle Orthod* 2003; 74: 188-24.
30. Oktay H. The study of the maxillary sinus area in different orthodontic malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 102: 143-5.
31. Streiner DL, Norman GR. Health measurement scales. A practical guide to their development and use. Ed. ke-2. New York: Oxford University Press Inc, 2000: 122.