

ANALISIS MIKRO-CT SEBAGAI METODE PILIHAN TERHADAP PENELITIAN PERTUMBUHAN TULANG KRANIOFASIAL

Wahyuni Dyah Parmasari^{1,3*}, I Gusti Wahyu Ardani², Ida Bagus Narmada², Kuntaman³, Fourier Dzar Eljabbar Latief⁴, Fahrishah Nurfadeliah Bahraini⁴, Nafansya Regita Cahyani³

¹Program Studi Doktor, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga, Surabaya

²Departemen Ortodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga Surabaya

³Fakultas Kedokteran, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

⁴Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

^{1,2}Jln. Prof. DR. Moestopo No.47, Mojo, Kec. Tambaksari, Surabaya

³Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Dukuh Kupang, Kec. Dukuhpakis, Surabaya

⁴Jl. Ganesha No. 10, Lb. Siliwangi, Kec. Coblong, Kota Bandung

*Email: wd.parmasari@uwks.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Micro-CT adalah metode pencitraan 3D yang masih jarang ditemui di Indonesia. Analisis ini bermanfaat untuk penelitian untuk mengetahui titik anatomis yang sulit ditentukan secara manual, anomali dan malformasi dari cranium serta dapat mengetahui kepadatan tulang kraniofasial. Dalam pertumbuhan tulang dapat dideteksi secara kuantitatif yaitu pengukuran antropometri, maupun kualitatif yaitu kualitas pertumbuhan tulang. Tujuan: mengukur dimensi transversal dan sagital dengan analisis Mikro-CT sebagai parameter pertumbuhan tulang kraniofasial. Metode: Sampel menggunakan calvaria tikus betina dewasa dengan menganalisis daerah dasar calvaria yaitu basisphenoid dan concha nasalis. Analisis sampel dilakukan dan diukur dengan Aplikasi DataViewer versi 1.6.0.0 64-bit. CTVox versi-3.3.1 64-bit digunakan untuk menampilkan visual 3D. Mesin mikro-CT yang digunakan adalah Bruker SkyScan-1173 High Energy Micro-CT. Hasil: Menentukan titik landmark terlatera dari calvaria, kemudian dihubungkan menjadi garis ukur, untuk mendapatkan jarak yang dapat diukur sebelum dan sesudah perlakuan. Didapatkan MXHR yaitu 9.366 mm dan Interinsisifus (I) dengan titik paling atas cranium yaitu 17.914 mm. Pada concha nasalis, ditentukan titik paling superfisial dan caudal kemudian diukur untuk mengetahui tinggi concha nasalis dalam kurun waktu tertentu. Kesimpulan: Mikro-CT dapat menjadi metode pilihan untuk pengukuran tulang kraniofasial dari aspek anterior-posterior maupun sagital dan dapat menyelidiki kualitas dari tulang dengan satuan grey-scale value.

Kata kunci: Analisis, Kraniofasial, Micro-CT, Pertumbuhan, Tulang

PENDAHULUAN

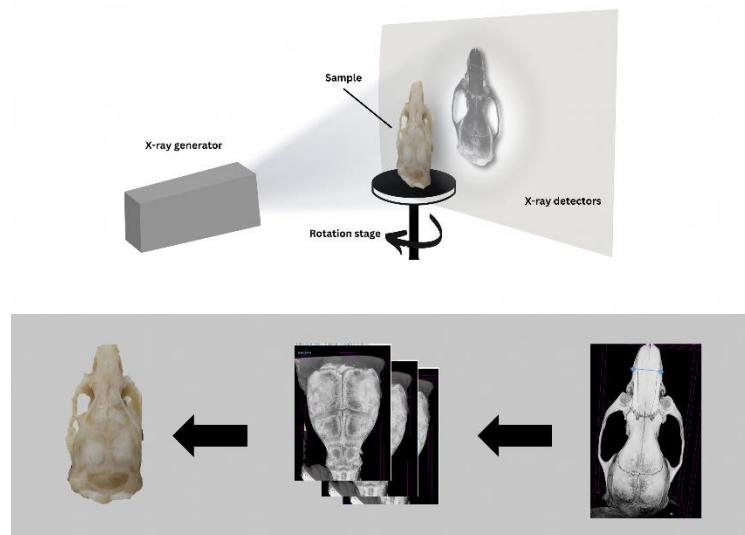
Pertumbuhan tulang kraniofasial memainkan peran penting dalam perkembangan struktural dan fungsi sistem skeletal kepala, wajah, serta rahang. Penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan tulang kraniofasial menjadi krusial untuk memahami berbagai kondisi klinis yang melibatkan deformitas tulang, kelainan pertumbuhan, hingga rekonstruksi pasca-trauma atau bedah (Medicine, 2024). Salah satu metode yang semakin populer dalam studi tulang adalah Micro-Computed Tomography (Mikro-CT), yang menawarkan resolusi tinggi dan kemampuan untuk mengamati struktur internal tulang tanpa merusaknya (Janson et al., 2011).

Metode Mikro-CT memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan dan mengukur komponen tulang dengan detail yang sangat baik, memungkinkan peneliti untuk menganalisis aspek-aspek penting seperti ketebalan kortikal, volume trabekular, dan kepadatan mineral tulang. Dalam konteks pertumbuhan tulang kraniofasial, Mikro-CT dapat memberikan informasi yang mendalam

tentang perubahan morfologi, kualitas jaringan tulang, serta mendukung evaluasi dari berbagai pengaruh lingkungan atau terapi pada proses osteogenesis (Sofyanti *et al.*, 2021). Dengan adanya metode non-destruktif ini, perkembangan tulang dapat diamati secara longitudinal pada subjek yang sama, mengurangi variasi antar-sampel yang biasanya ditemukan pada metode invasif (Shim *et al.*, 2022). Oleh karena itu, Mikro-CT dianggap sebagai metode pilihan dalam penelitian tulang kraniofasial, karena kemampuannya dalam memberikan analisis yang komprehensif dan kuantitatif terhadap struktur tulang (Niani, 2021).

METODE

Metode yang digunakan dengan mengumpulkan sampel tulang kraniofasial yang akan dianalisis. Sampel ini dapat berupa tulang kraniofasial dari *rattus novergicus* betina dewasa. Sampel dikuliti tinggal tersisa tulang kraniumnya saja, dibebaskan dari jaringan lunak seperti otot dan kulit. Kemudian sampel direndam dalam larutan fiksatif (misalnya formalin 10%) dalam 1x24 jam untuk mengawetkan struktur tulang. Perlakuan Sampel dipersiapkan diatas setroform disesuaikan dengan ukuran untuk dimasukkan ke dalam ruang pemindaian mikro-CT. Diperlukan fiksasi guna meredam sampel jadi jika dilakukan scanning yang dilakukan rotasi, maka sampel tidak goyang atau stabil. Jika diperlukan, dehidrasi sampel dengan larutan etanol bertingkat untuk meningkatkan kualitas pemindaian (Tsolakis *et all.*, 2023).



Gambar 1. Proses pemindaian Scan Micro-CT

Pengukuran Morfometrik menggunakan perangkat lunak analisis (ImageJ) untuk melakukan pengukuran parameter morfometrik seperti ketebalan tulang kortikal, volume trabekular, kepadatan mineral tulang (BMD), dan volume total tulang. Analisis Struktural dilakukan dengan analisis parameter struktural seperti porositas, jaringan trabekular, dan integritas kortikal, yang relevan untuk menilai pertumbuhan dan kualitas tulang. Dan analisis Analisis Temporal Jika penelitian melibatkan pertumbuhan tulang dari waktu ke waktu, lakukan pemindaian mikro-CT secara berulang untuk mengamati perubahan pertumbuhan, perbaikan, atau rekonstruksi tulang. Susun hasil dalam bentuk laporan yang mencakup semua data morfometrik dan visual yang didapatkan dari analisis mikro-CT. Dokumentasikan setiap langkah pemindaian, rekonstruksi, dan analisis yang dilakukan untuk memudahkan replikasi studi (Niani, 2021), (Pramusita *et all.*, 2022).

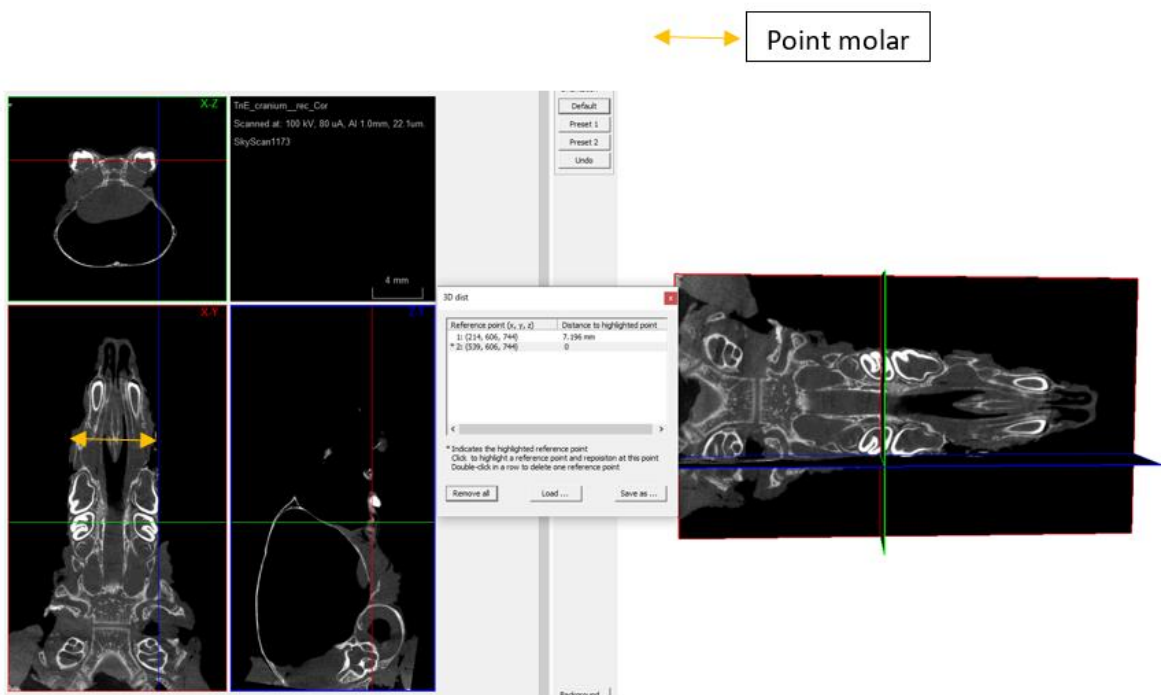


Gambar 2. Mesin Micro-CT di Lab Micro-CT scan FMIPA ITB

Metode ini menganalisis sampel dilakukan dan diukur dengan Aplikasi DataViewer versi 1.6.0.0 64-bit. CTVOx versi-3.3.1 64-bit digunakan untuk menampilkan visual 3D. Mesin mikro-CT yang digunakan adalah Bruker SkyScan-1173 High Energy Micro-CT. Hal ini juga memberikan panduan yang lengkap untuk menggunakan mikro-CT dalam menganalisis pertumbuhan tulang kraniofasial secara non-destruktif dan komprehensif, dengan resolusi tinggi dan ketelitian yang memungkinkan deteksi perubahan mikro pada struktur tulang (Boo Gordillo et al., 2024).

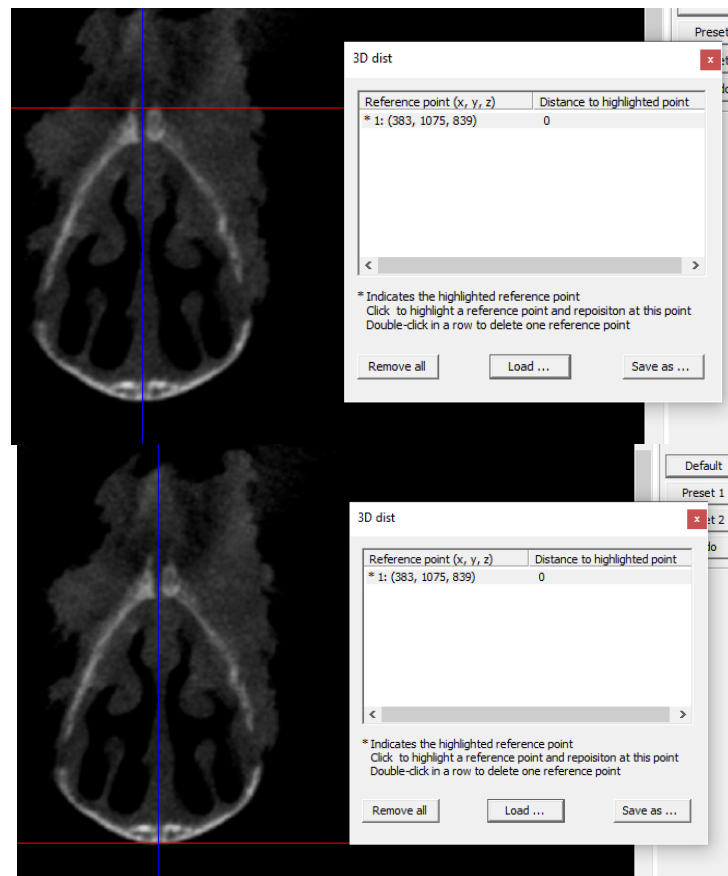
HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan titik landmark terlateral dari calvaria, kemudian dihubungkan menjadi garis ukur, untuk mendapatkan jarak yang dapat diukur sebelum dan sesudah perlakuan. Didapatkan MXHR yaitu 9.366 mm dan Interinsisifus (I) dengan titik paling atas cranium yaitu 17.914 mm. Pada concha nasalis, ditentukan titik paling superfisial dan caudal kemudian diukur untuk mengetahui tinggi concha nasalis dalam kurun waktu tertentu (Dental *et al.*, 2021).



Gambar 3. Ilustrasi basasphenoid untuk mengukur titik paling lateral dari tulang.

Mikro-CT merupakan metode yang sangat unggul dan relevan untuk penelitian pertumbuhan tulang kraniofasial. Dengan ketepatan analisis struktural, kemampuan non-destruktif, serta penyediaan parameter kuantitatif dan visualisasi 3D, mikro-CT menjadi alat yang penting untuk memahami pertumbuhan tulang secara mendetail. Meskipun ada beberapa tantangan, kelebihan yang ditawarkan oleh mikro-CT menjadikannya pilihan yang ideal, terutama dalam penelitian yang memerlukan analisis mendalam dari perubahan mikrostruktural tulang (Clark dan Badea, 2014), (Tu et al., 2019).



Gambar 4. Ilustrasi scan concha nasalis titik landmark paling caudal dan paling inferior.

KESIMPULAN

Mikro-CT dapat menjadi metode pilihan untuk pengukuran tulang kraniofasial dari aspek anterior-posterior maupun sagital dan dapat menyelidiki kualitas dari tulang dengan satuan grey-scale value.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma dan FMIPA Institut Teknologi Bandung (ITB), dan seluruh pihak yang telah membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Boo Gordillo, P., Marqués Martínez, L., Borrell García, C., & García Miralles, E. (2024). Relationship between Nutrition and Development of the Jaws in Children: A Pilot Study. *Children*, 11(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/children11020201>
- Clark, D. P., & Badea, C. T. (2014). Micro-CT of rodents: State-of-the-art and future perspectives. *Physica Medica*, 30(6), 619–634. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2014.05.011>

- Dental, I., Morphology, S., Gonz, D. B.-, Sciences, B., Student, P., Sciences, B., & Sciences, B. (2021). Journal of International Dental and Medical Research ISSN 1309-100X <http://www.jidmr.com> Effects of Obesity on Skull Morphology Daniela Botero- González and et al. 5–11.
- Janson, G., Goizueta, O. E. F. M., Garib, D. G., & Janson, M. (2011). Relationship between maxillary and mandibular base lengths and dental crowding in patients with complete Class II malocclusions. *Angle Orthodontist*, 81(2), 217–221. <https://doi.org/10.2319/062110-338.1>
- Medicine, O. (2024). The Relationship Between Malnutrition And Malocclusion: Literature Review Wahyuni Dyah Parmasari 1* 1 *. *5(1)*, 27–38.
- Naini, A. (2021). The comparative Micro-CT analysis on trabecular bone density between hydroxyapatite gypsum puger scaffold application and bovine hydroxyapatite scaffold application. *Dental Journal*, 54(1), 11–15. <https://doi.org/10.20473/j.djmk.v54.i1.p11-15>
- Pramusita, A., Kitaura, H., Ohori, F., Noguchi, T., Marahleh, A., Nara, Y., Kinjo, R., Ma, J., Kanou, K., Tanaka, Y., & Mizoguchi, I. (2022). Salt-Sensitive Hypertension Induces Osteoclastogenesis and Bone Resorption via Upregulation of Angiotensin II Type 1 Receptor Expression in Osteoblasts. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 10(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.816764>
- Shim, J., Iwaya, C., Ambrose, C. G., Suzuki, A., & Iwata, J. (2022). Micro-computed tomography assessment of bone structure in aging mice. *Scientific Reports*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11965-4>
- Sofyanti, E., Boel, T., & Sihombing, A. R. N. (2021). The correlation between back posture and sagittal jaw position in adult orthodontic patients. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 16(1), 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2020.10.009>
- Tsolakis, I. A., Verikokos, C., Perrea, D., Perlea, P., Alexiou, K. E., Yfanti, Z., Lyros, I., Georgaki, M., Papadopoulou, E., & Tsolakis, A. I. (2023). Effects of Diet Consistency on Rat Maxillary and Mandibular Growth within Three Generations—A Longitudinal CBCT Study. *Biology*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/biology12091260>
- Tu, S. J., Wang, S. P., Cheng, F. C., & Chen, Y. J. (2019). Extraction of gray-scale intensity distributions from micro computed tomography imaging for femoral cortical bone differentiation between low-magnesium and normal diets in a laboratory mouse model. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44610-8>