

Dimorfisme Tulang Panggul dan Perkiraan Jenis Kelamin pada Kerangka: Arah Masa Depan dalam Literatur Antropologi Forensik: Sebuah Tinjauan Pustaka

Ayodya Heristyorini^{1*}

¹Departemen Anatomi, UPN Veteran Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia

*Korespondensi Penulis:	Riwayat Artikel:	
ayodyaeristyorini@upnvj.ac.id	Dikirim:	2 Juni 2025
	Diterima:	31 Januari 2026
	Terbit:	31 Januari 2026

Tinjauan Pustaka

Abstrak

Tulang panggul memiliki fungsi fisiologis yang memberikan perbedaan morfologi antara laki-laki dan perempuan, yang disebut sebagai dimorfisme seksual. Dalam antropologi forensik, dimorfisme tulang panggul merupakan aspek penting dalam melakukan diagnosis untuk jenis kelamin. Pengamatan fitur dimorfis panggul biasanya menggunakan metode non-metris dengan identifikasi langsung morfologi panggul secara makroskopis, dan kini mengalami pergeseran menjadi ke arah metode metris. Penggunaan metode non-metris dengan algoritma *machine learning* juga mulai lazim digunakan untuk mencapai akurasi perkiraan jenis kelamin yang lebih baik. Artikel *review* ini mengulas fitur-fitur anatomis pada tulang panggul yang menunjukkan dimorfisme, peran fitur tersebut dalam perkiraan jenis kelamin, arah perkembangan penelitian tentang dimorfisme panggul, dan implikasinya untuk bidang ilmu antropologi forensik.

Kata kunci: dimorfisme panggul, perkiraan jenis kelamin, forensik antropologi

Abstract

The human pelvis exhibits distinct physiological functions that result in significant morphological variation between males and females, a phenomenon characterized as sexual dimorphism. Within the scope of forensic anthropology, these dimorphic characteristics constitute a fundamental aspect of biological sex estimation. Conventionally, the evaluation of dimorphic traits has been conducted using non-metric methods via direct macroscopic observation; however, a research paradigm shift is currently underway towards more objective metric methodologies. Furthermore, the integration of machine learning algorithms into non-metric assessments is becoming increasingly prevalent to achieve higher precision in estimation accuracy. This article reviews the anatomical pelvic features exhibiting dimorphism, the methodological transition from qualitative to quantitative approaches, and the future directions of research implicating modern forensic anthropological practice.

Keywords: sexual dimorphism; pelvic bone; sex estimation; forensic anthropology; machine learning; metric methods.

PENDAHULUAN

Tulang panggul merupakan struktur anatomis yang terletak antara tulang belakang dan tungkai bawah yang meliputi tulang *sacrum*, tulang *coccygeus*, dan dua tulang *coxae*.^{1,2} Tulang panggul memiliki fungsi fisiologis penting, termasuk untuk pergerakan, persalinan, menyokong tulang belakang, dan organ-organ abdomen.^{3,4} Fungsi pada persalinan dan pergerakan memberikan perbedaan morfologi panggul antara laki-laki dan perempuan, yang kemudian disebut sebagai dimorfisme seksual.⁵⁻⁷ Dalam antropologi forensik, dimorfisme tulang panggul merupakan aspek penting dalam melakukan diagnosis untuk jenis kelamin, dan topik ini menjadi fokus penelitian dalam berbagai bidang terkait seperti arkeologi, kedokteran, dan embriologi.^{6,8-11}

Penentuan jenis kelamin merupakan bagian krusial untuk mendapatkan profil biologis dalam identifikasi forensik.^{10,12} Perkiraan informasi biologis penting lainnya pada kerangka, seperti usia dan tinggi badan, tidak dapat dilakukan tanpa diagnosis jenis kelamin.¹³ Pengamatan fitur dimorfis panggul biasanya menggunakan metode non-metris dengan identifikasi langsung morfologi panggul secara makroskopis, dan kini mengalami pergeseran menjadi ke arah metode metris dengan morfometri geometris menggunakan radiologi, rekonstruksi, dan *surface scanning* tiga dimensi.¹⁴⁻¹⁹ Penggunaan metode non-metris dengan algoritma *machine learning* juga mulai lazim digunakan untuk mencapai akurasi perkiraan jenis kelamin yang lebih baik.²⁰ Perangkat lunak seperti CADOES dan *Diagnose Sexuelle Probabiliste* atau DSP dapat memberi hasil akurasi yang lebih tinggi dari metode non-metris.^{21,22} DSP bahkan memiliki versi baru yang disebut DSP2 atau DSP V2 dengan tingkat akurasi yang reliabel.^{23,24}

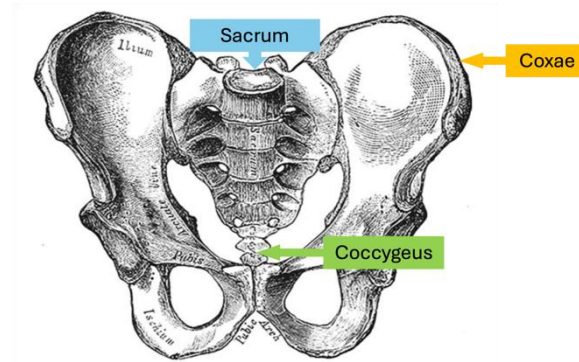
Meskipun *gold standard* penentuan jenis kelamin adalah analisis DNA, metode ini membutuhkan waktu, biaya, dan memiliki keterbatasan seperti pada kerangka yang tidak utuh dan jumlah DNA yang tersedia untuk diekstrak. Karena itu, metode non-morfis dengan pengamatan anatomis panggul masih sering digunakan dalam praktek di lapangan karena cepat, dapat digunakan pada kerangka tidak utuh, dan memiliki tingkat akurasi yang cukup reliabel hingga 90%.¹⁸ Artikel *review* ini mengulas fitur-fitur anatomis pada tulang panggul yang menunjukkan dimorfisme, peran fitur tersebut dalam perkiraan jenis kelamin, arah perkembangan penelitian tentang dimorfisme panggul, dan implikasinya untuk bidang ilmu antropologi forensik.

METODE

Sumber data didapatkan dari artikel-artikel jurnal dalam kepustakaan PubMed dengan kata kunci "*pelvic dimorphism*" dan didapatkan penjangkaran sebanyak 323 artikel. Dari 323 kemudian dibatasi untuk relevansi dan didapatkan 34 artikel yang memenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panggul manusia mulai terbentuk di hari ke-28 fase embrionik dari jaringan ikat longgar bernama mesenkim yang berevolusi melalui kondrifikasi menjadi kartilago, kemudian melalui ossifikasi progresif menjadi tulang.²⁵ Panggul terdiri dari empat tulang: *sacrum*, *coccygeus*, dan dua *coxae* di tiap sisi lateral, seperti pada Gambar 1.^{1,2}



Gambar 1. Diagram tulang panggul. Modifikasi gambar dari.²

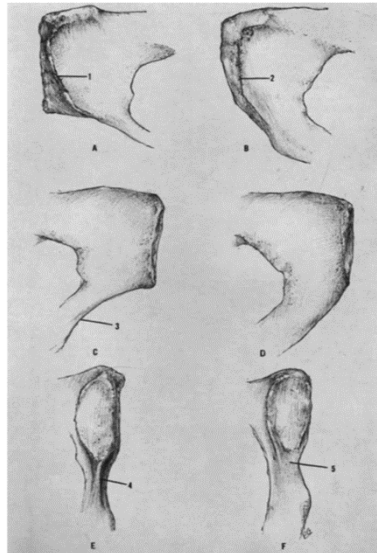
Sacrum adalah tulang berbentuk triangular, terletak antara kedua *coxae* dan membentuk dinding belakang panggul. Bagian *basis* atau porsi teratas bersendi dengan *vertebra* ruas terakhir, dan bagian terbawah bersendi dengan tulang *coccygeus*. Tulang *coccygeus* juga berbentuk triangularis.² Kedua *coxae* masing-masing terdiri dari tiga bagian: *ilium*, *ischium*, dan *pubis*.¹

Ilium adalah bagian paling atas dari tulang *coxae*, membentang naik dari *acetabulum* hingga membentuk tonjolan panggul. *Ischium* adalah bagian bawah yang turun dari *acetabulum* hingga ke tonjolan besar bernama *tuber ischiadicum* dan membelok naik bergabung dengan *ramus descendens* dari bagian *pubis*. *Pubis* adalah bagian yang berjalan horizontal dari sisi dalam *acetabulum*, membentuk bagian depan dari panggul.²

Garis bernama *linea terminalis* membagi panggul menjadi dua: *false pelvis* di atas dari *linea* dan *true pelvis* atau *pelvic inlet* di bawahnya. *Pelvic inlet* memiliki 3 diameter: antero-posterior atau *sacro-pubis*, transversa dan oblique.² Diameter transversa dari *true pelvis* adalah jalur keluarnya janin saat proses persalinan.¹⁴

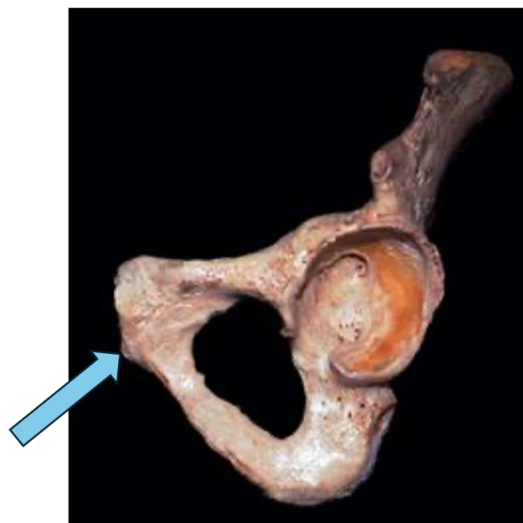
Pada proses persalinan per vaginam, kepala dan bahu fetus akan melewati rongga panggul.²⁶ Kebutuhan obstetri ini membuat perbedaan pada bentuk dan morfologi panggul antara laki-laki dan perempuan yang disebut fitur dimorfis.^{15,16,26} Dimorfisme seksual pada panggul diduga terjadi karena seleksi alami dan pertumbuhan untuk proses persalinan akibat proses hormonal saat pubertas.^{1,27} Karena itu, fitur dimorfis seksual kurang terdiferensiasi jelas sebelum pubertas, walaupun mulai berkembang dari fase janin.^{12,25,28} Dimorfisme seksual mencapai puncaknya pada usia dewasa muda dan menurun pada usia lanjut.²⁹

Tulang *coxae* secara umum diakui sebagai bagian kerangka yang paling dimorfis.¹⁶ Dibandingkan bagian kerangka lain, *coxae* tidak banyak terpengaruh oleh tren sekuler antar generasi dalam hal tinggi badan dan massa tubuh, sehingga *coxae* menjadi struktur utama yang digunakan untuk perkiraan jenis kelamin.⁵ Tiga karakteristik utama dari *coxae* yang paling umum digunakan untuk perkiraan jenis kelamin ditunjukkan pada Gambar 2 dan meliputi *arcus ventral*, cekungan *subpubis* dan sisi medial dari *ramus ischiopubis*.^{8,16}



Gambar 2. Fitur panggul perempuan pada sisi kiri, laki-laki pada sisi kanan. Dari atas ke bawah: *arcus ventral*, kecekungan *subpubis*, dan *ramus ischio-pubis*.¹⁶

Arcus ventral, seperti yang tampak pada Gambar 3, adalah tepi yang menonjol dari *crista pubis* dan secara inferior melintang permukaan ventral ke tepi medial dari *ramus ischiopubis*. *Arcus ventral* ditemukan pada *coxae* perempuan karena perlekatan otot-otot *gracilis*, *adductor brevis*, dan *adductor magnus* yang posisinya lebih inferior dibandingkan pada laki-laki.¹⁶



Gambar 3. *Arcus ventral* pada perempuan ditunjuk panah dari panggul tampak lateral. Modifikasi gambar.¹⁶

Adanya cekungan *subpubis* pada perempuan, seperti pada Gambar 4, dapat dilihat pada *ramus ischiopubis* yang inferior terhadap tulang *pubis* [30]. Cekungan ini memberikan kesan bentuk panggul yang lebih kecil dengan sudut *symphysis pubis* yang lebih besar.¹⁶



Gambar 4. Cekungan *subpubis* pada perempuan ditunjuk panah dari tampak postero-medial. Modifikasi gambar.¹⁶

Selain itu, sisi medial dari *ramus ischiopubis* juga menunjukkan dimorfisme seksual pada Gambar 5, yaitu penonjolan tajam pada perempuan dan permukaan yang luas di bawah *facies symphysis* pada laki-laki.¹⁶



Gambar 5. *Ramus ischio-pubis* ditunjuk panah dari tampak antero-medial. Modifikasi gambar.¹⁶

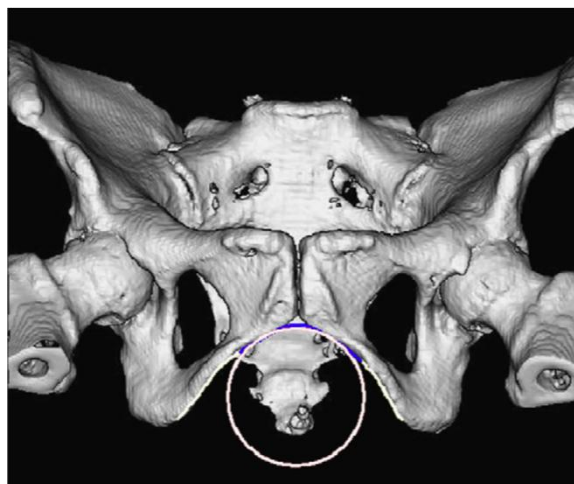
Fitur dimorfis lain meliputi *incisura ischiadica major*, *foramina obturator*, *arcus* atau *angulus subpubis*, proporsi *ischio-pubis*, orientasi *tuber ischiadicum*, *facies preauricular*, dan adanya *arcus composé*.^{10,12,28,30-32} Pada perempuan, *incisura ischadica major* terbuka lebar dan dangkal, seperti

yang tampak di Gambar 6, sedangkan pada laki-laki cenderung sempit dan dalam tapi lengkungannya lebih membulat seperti huruf U.^{10,28,33}



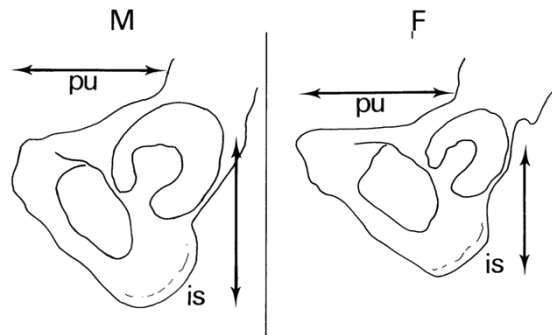
Gambar 6. *Incisura ischiadica major* ditandai lengkungan warna putih.³²

Foramina obturator pada perempuan lebih lebar dan triangular, sedangkan pada laki-laki *foramen* cenderung lebih tinggi, lebih besar, dan lebih bulat.^{2,28} *Angulus subpubis* dapat dilihat dari sisi dorsal tulang *pubis* dan *ramus ischiopubis*.³⁴ *Angulus* ini dideskripsikan sebagai lengkungan antara kedua *ramus ischiopubis*, seperti pada Gambar 7.¹ Pada perempuan *angulus subpubis* cembung atau cenderung berbentuk seperti huruf U, sedangkan pada laki-laki lebih cekung atau lurus seperti huruf V.³⁴ Sudutnya lebih lebar pada perempuan karena pertumbuhan lateral pada *ischium* lebih besar.³¹



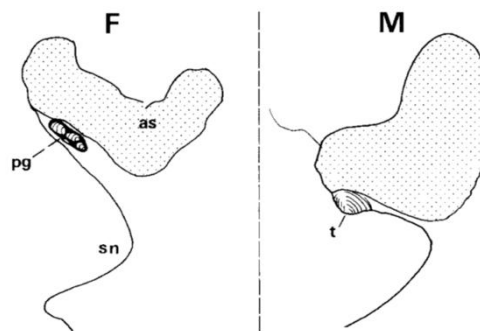
Gambar 7. *Angulus subpubis* perempuan ditandai bulatan warna putih.³²

Proporsi *ischiopubis* didefinisikan sebagai rasio antara panjang tulang *pubis* dengan *ischium*, seperti yang ditunjukkan di Gambar 8. Proporsi ini lebih besar pada perempuan karena terkait fungsi persalinan dan *remodelling* tulang saat pubertas.¹² Selain itu, tuber *ischiadicum* lebih latero-anterior pada perempuan dan lebih latero-posterior pada laki-laki, dilihat dari sisi ventral tulang *coxae* dengan *symphysis pubis* dalam posisi vertikal.³⁰



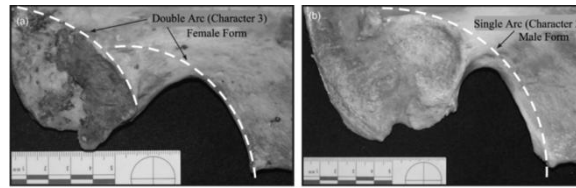
Gambar 8. Proporsi *ischio-pubis* pada laki-laki ditandai "M" dan perempuan ditandai "F" dengan panjang *pubis* ditandai "pu" dan panjang *ischium* ditandai "is".¹²

Pada tepi antero-inferior *facies auricular*, beberapa fitur yang ditunjukkan Gambar 9 diduga terjadi karena dimorfisme seksual. *Sulcus paraglenoid* berkaitan dengan perlekatan ligamen dan ketahanan tulang yang lebih sering ditemukan pada laki-laki.¹² *Sulcus preauricular* adalah celah tunggal atau multipel yang berkaitan dengan trauma persalinan pada perempuan.^{12,28} *Tuberculum musculi piriformis* berkaitan dengan aktivitas otot dan lebih sering ditemukan pada laki-laki.¹²



Gambar 9. *Facies auricular* ditandai "as" pada perempuan ditandai "F", laki-laki ditandai "M", *sulcus preauricular* ditandai "pg", *tuberculum piriformis* ditandai "t", dan *incisura ischiadica major* ditandai "sn".¹²

Composite arch atau *arcus composé* adalah istilah yang digunakan untuk kontinuitas antara kontur bagian anterior dari *facies auricula* dan *incisura ischiadica major*.^{12,28} Pada perempuan, *composite arch* ditemukan dengan kedua kontur membentuk dua lengkungan, sedangkan pada laki-laki tidak ditemukan dengan kedua kontur membentuk satu lengkungan, seperti yang ditunjukkan Gambar 10.¹²

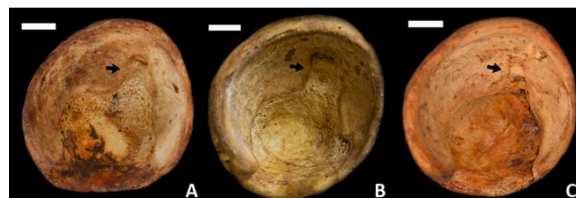


Gambar 10. *Arcus compositus* pada perempuan di sisi kiri, dibandingkan panggul laki-laki di sisi kanan.³⁵

Beberapa perbedaan ukuran dan bentuk dari panggul juga menunjukkan dimorfisme seksual. Rongga panggul perempuan lebih besar dan bulat dengan *sacrum* yang lebih pendek dan condong posterior daripada laki-laki.⁴ Sisi ventral dari tulang *pubis* cenderung lebih kotak pada perempuan dan lebih triangular pada laki-laki.³⁰ Pada *acetabulum* laki-laki ukurannya cenderung lebih besar.²⁸ Selain itu, morfologi *acetabulum* juga menunjukkan perbedaan dimorfis, seperti yang ditunjukkan Gambar 11 dan 12.³⁶



Gambar 11. *Fossa acetabular* berbentuk semanggi pada laki-laki usia 18 di A dan usia 44 tahun di B.³⁷



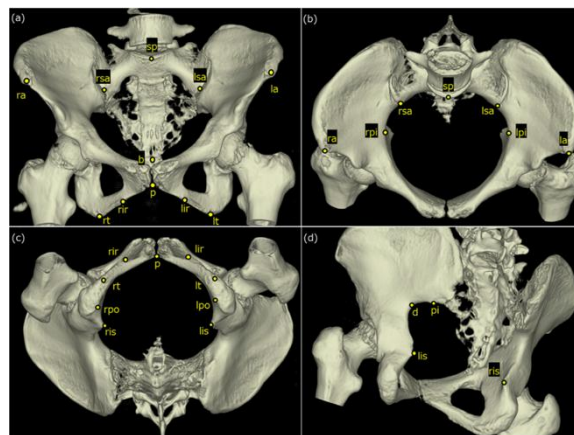
Gambar 12. *Fossa acetabular* dengan bentuk ujung yang memanjang pada perempuan usia 18 tahun di A, 26 tahun di B, dan 23 tahun di C.³⁷

Selain fitur morfologis, kuantifikasi dan analisis metris panggul juga menunjukkan dimorfisme seksual.^{9,31} Bagian *outlet* transversal panggul dari *true pelvis* yang merupakan jalan lahir fetus adalah pengukuran paling dimorfis.³¹ Pengukuran sudut *subpubis* oleh peneliti yang sama juga menunjukkan dimorfisme yang tinggi.³¹ Ukuran tulang panggul dan panjang *ischium* juga lebih besar pada laki-laki, sedangkan dimensi panggul dan panjang tulang *pubis* lebih besar pada perempuan.²⁷

Populasi yang berbeda dapat menunjukkan variasi pada karakteristik kerangka. Hal ini dibuktikan dengan penelitian dimorfisme panggul yang dilakukan pada populasi spesifik seperti Jepang, Thailand, Australia Barat, Yunani, dan Afrika Selatan menunjukkan kemungkinan pengaruh genetik dan geografis.^{5,6,8,9,14,30-32} Hanya beberapa penelitian berbasis populasi di negara-negara Asia Tenggara, terutama di Indonesia.^{5,38-40} Penting untuk meneruskan riset berbasis populasi mengenai

dimorfisme seksual pada panggul untuk mengembangkan metode perkiraan jenis kelamin dan formula yang lebih akurat untuk kepentingan penyelidikan forensik.

Radiografi banyak digunakan dalam kedokteran dan pencitraan postmortem mulai lazim digunakan untuk pemeriksaan forensik, termasuk perkiraan jenis kelamin.¹⁴ Rekonstruksi tiga-dimensi atau 3D dari pencitraan CT scan panggul memiliki resolusi yang cukup baik untuk mengidentifikasi struktur anatomis untuk perkiraan jenis kelamin.³² Hal ini menunjukkan potensi riset tentang anatomi panggul dan dimorfisme seksual menggunakan modalitas pencitraan dan rekonstruksi 3D. Beberapa fitur anatomis yang dapat diteliti ditunjukkan di rekonstruksi CT scan pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil rekonstruksi 3D panggul dari CT *scan* dapat menunjukkan fitur dimorfis dengan adekuat.¹⁴

Modalitas seperti rekonstruksi 3D dapat memberikan tampilan panggul yang lebih cepat dan baik pada korban hidup dan kerangka yang terfragmentasi dengan akurasi dan reproduksibilitas yang baik.¹⁴ Hasil rekonstruksi 3D dengan CT *scan* kemudian dapat digunakan untuk pengukuran metris seperti metode morfometri geometris dan 3D *surface scanning*.^{14,19} Meskipun ketika dibandingkan dengan metode non-metris konvensional, ternyata akurasinya tidak jauh berbeda karena adanya variasi anatomis antar populasi.¹⁸ Dalam penelitian mengenai *statistical shape modeling*, jumlah sampel yang dibutuhkan untuk mengurangi bias variasi anatomis dalam satu studi populasi dibutuhkan minimal 200 sampel.¹⁸ *Statistical shape modeling* jika dilakukan dalam satu populasi yang homogen diklaim dapat mencapai akurasi perkiraan jenis kelamin hingga 100%.¹⁸

Penggunaan perangkat lunak interaktif berbasis *machine learning* seperti CADOES memberikan hasil perkiraan jenis kelamin dengan tingkat akurasi 85-97%.²¹ Program *Diagnose Sexuelle Probabiliste* atau DSP diujicoba pada 108 kerangka manusia modern dan mencapai akurasi perkiraan jenis kelamin sebesar 92-97%.²² Hasil ujicoba pada versi terbaru perangkat lunak tersebut, yaitu DSP2 atau DSP V2, pada 103 kerangka panggul memberikan tingkat *error* yang cukup rendah 9-14%.²⁴ Ketika DSP2 diujikan pada 128 kerangka yang diduga ras campuran di Brasil, akurasi hanya

mencapai 64%.²³ Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan potensi penggunaan perangkat *machine learning* namun membutuhkan data populasi yang spesifik untuk mencapai akurasi lebih baik.

KESIMPULAN

Fitur dimorfis panggul erat kaitannya dengan fungsi fisiologis dan kondisi klinis sehingga dapat memberikan informasi biologis berharga untuk perkiraan jenis kelamin pada kerangka. Beberapa fitur penting yang sering digunakan secara reliabel untuk perkiraan jenis kelamin pada panggul antara lain *arcus ventral*, kecekungan *subpubis*, dan sisi medial *ramus ischio-pubis*. Berbagai fitur morfologis lain seperti *incisura ischiadica major*, *angulus subpubis*, dan *fossa acetabulum* juga dapat digunakan.

Perkembangan modalitas seperti rekonstruksi 3D dengan CT scan, *surface scanning*, *statistical shape modeling*, dan perangkat lunak seperti CADOES dan DSP memberikan tingkat akurasi yang menjanjikan untuk digunakan dalam perkiraan jenis kelamin, terutama pada kerangka yang tidak utuh. Mayoritas perangkat lunak ini menggunakan *database* kerangka populasi Barat, diperlukan lebih banyak penelitian pada populasi spesifik seperti di Indonesia agar lebih akurat dan aplikatif.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis ditujukan terutama kepada almarhum profesor Tony Waldron selaku pembimbing tesis penulis yang menjadi inspirasi dan telah memberikan masukan berharga untuk artikel ini sebelum beliau berpulang dan Departemen Anatomi UPN Veteran Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. C. L. Lewis, N. M. Laudicina, A. Khuu, and K. L. Loverro, "The Human Pelvis: Variation in Structure and Function During Gait," (in eng), *Anat Rec (Hoboken)*, vol. 300, no. 4, pp. 633-642, Apr 2017, doi: 10.1002/ar.23552.
2. H. Gray, *Gray's Anatomy: with original illustrations by Henry Carter*. London: Arcturus Publishing Limited, 2017.
3. J. M. DeSilva and K. R. Rosenberg, "Anatomy, Development, and Function of the Human Pelvis," (in eng), *Anat Rec (Hoboken)*, vol. 300, no. 4, pp. 628-632, Apr 2017, doi: 10.1002/ar.23561.
4. B. Fischer and P. Mitteroecker, "Allometry and Sexual Dimorphism in the Human Pelvis," (in eng), *Anat Rec (Hoboken)*, vol. 300, no. 4, pp. 698-705, Apr 2017, doi: 10.1002/ar.23549.
5. P. Mahakkanukrauh, S. Ruengdit, S. M. Tun, D. T. Case, and A. Sinthubua, "Osteometric sex estimation from the os coxa in a Thai population," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 271, pp. 127.e1-127.e7, Feb 2017, doi: 10.1016/j.forsciint.2016.11.043.

6. C. Papaloucas, A. Fiska, and T. Demetriou, "Sexual dimorphism of the hip joint in Greeks," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 179, no. 1, pp. 83.e1-3, Jul 18 2008, doi: 10.1016/j.forsciint.2008.03.007.
7. N. Candelas González, J. Rascón Pérez, B. Chamero, O. Cambra-Moo, and A. González Martín, "Geometric morphometrics reveals restrictions on the shape of the female os coxae," (in eng), *J Anat*, vol. 230, no. 1, pp. 66-74, Jan 2017, doi: 10.1111/joa.12528.
8. E. K. Oikonomopoulou, E. Valakos, and E. Nikita, "Population-specificity of sexual dimorphism in cranial and pelvic traits: evaluation of existing and proposal of new functions for sex assessment in a Greek assemblage," (in eng), *Int J Legal Med*, vol. 131, no. 6, pp. 1731-1738, Nov 2017, doi: 10.1007/s00414-017-1655-x.
9. M. Steyn and M. Y. Işcan, "Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 179, no. 1, pp. 86.e1-6, Jul 18 2008, doi: 10.1016/j.forsciint.2008.04.022.
10. J. A. Gómez-Valdés, M. Quinto-Sánchez, A. Menéndez Garmendia, J. Velemínska, G. Sánchez-Mejorada, and J. Bruzek, "Comparison of methods to determine sex by evaluating the greater sciatic notch: Visual, angular and geometric morphometrics," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 221, no. 1-3, pp. 156.e1-7, Sep 10 2012, doi: 10.1016/j.forsciint.2012.04.027.
11. P. Glanc, S. Umranikar, D. Koff, G. Tomlinson, and D. Chitayat, "Fetal sex assignment by sonographic evaluation of the pelvic organs in the second and third trimesters of pregnancy," (in eng), *J Ultrasound Med*, vol. 26, no. 5, pp. 563-9; quiz 570-1, May 2007, doi: 10.7863/jum.2007.26.5.563.
12. J. Bruzek, "A method for visual determination of sex, using the human hip bone," (in eng), *Am J Phys Anthropol*, vol. 117, no. 2, pp. 157-68, Feb 2002, doi: 10.1002/ajpa.10012.
13. Ž. Bašić, I. Kružić, I. Jerković, D. Anđelinović, and Š. Anđelinović, "Sex estimation standards for medieval and contemporary Croats," (in eng), *Croat Med J*, vol. 58, no. 3, pp. 222-230, Jun 14 2017, doi: 10.3325/cmj.2017.58.222.
14. S. Torimitsu *et al.*, "Morphometric analysis of sex differences in contemporary Japanese pelvises using multidetector computed tomography," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 257, pp. 530.e1-530.e7, Dec 2015, doi: 10.1016/j.forsciint.2015.10.018.
15. H. DelPrete, "Morphometric data and the size factor: examining the problem using the pelvis," (in eng), *Homo*, vol. 72, no. 4, pp. 317-326, Dec 21 2021, doi: 10.1127/homo/2021/1550.
16. A. R. Klates, S. D. Ousley, and J. M. Vollner, "A revised method of sexing the human innominate using Phenice's nonmetric traits and statistical methods," (in eng), *Am J Phys Anthropol*, vol. 149, no. 1, pp. 104-14, Sep 2012, doi: 10.1002/ajpa.22102.
17. D. Franklin, "Forensic age estimation in human skeletal remains: current concepts and future directions," (in eng), *Leg Med (Tokyo)*, vol. 12, no. 1, pp. 1-7, Jan 2010, doi: 10.1016/j.legalmed.2009.09.001.
18. E. A. Audenaert, C. Pattyn, G. Steenackers, J. De Roeck, D. Vandermeulen, and P. Claes, "Statistical Shape Modeling of Skeletal Anatomy for Sex Discrimination: Their Training Size, Sexual Dimorphism, and Asymmetry," (in eng), *Front Bioeng Biotechnol*, vol. 7, p. 302, 2019, doi: 10.3389/fbioe.2019.00302.

19. A. Kotěrová *et al.*, "Impact of 3D surface scanning protocols on the Os coxae digital data: Implications for sex and age-at-death assessment," (in eng), *J Forensic Leg Med*, vol. 68, p. 101866, Nov 2019, doi: 10.1016/j.jflm.2019.101866.
20. S. Knecht *et al.*, "Sex estimation from the greater sciatic notch: a comparison of classical statistical models and machine learning algorithms," (in eng), *Int J Legal Med*, vol. 135, no. 6, pp. 2603-2613, Nov 2021, doi: 10.1007/s00414-021-02700-1.
21. J. d'Oliveira Coelho and F. Curate, "CADOES: An interactive machine-learning approach for sex estimation with the pelvis," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 302, p. 109873, Sep 2019, doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109873.
22. S. Mestekova, J. Bruzek, J. Velemínska, and K. Chaumoitre, "A Test of the DSP Sexing Method on CT Images from a Modern French Sample," (in eng), *J Forensic Sci*, vol. 60, no. 5, pp. 1295-9, Sep 2015, doi: 10.1111/1556-4029.12817.
23. A. R. O. Lopes, E. M. L. Silva, M. M. D. S. Nascimento, M. C. Silva, C. P. Magalhães, and G. S. Cerqueira, "DSP2 for sex determination of miscegenated contemporary hip bones," (in eng), *Anat Histol Embryol*, vol. 53, no. 1, p. e12979, Jan 2024, doi: 10.1111/ahe.12979.
24. M. P. S. Machado *et al.*, "Application and validation of Diagnose Sexuelle Probabiliste V2 tool in a miscegenated population," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 290, pp. 351.e1-351.e5, Sep 2018, doi: 10.1016/j.forsciint.2018.06.043.
25. S. W. Verbruggen and N. C. Nowlan, "Ontogeny of the Human Pelvis," (in eng), *Anat Rec (Hoboken)*, vol. 300, no. 4, pp. 643-652, Apr 2017, doi: 10.1002/ar.23541.
26. A. M. Mallard, K. R. Savell, and B. M. Auerbach, "Morphological Integration of the Human Pelvis with Respect to Age and Sex," (in eng), *Anat Rec (Hoboken)*, vol. 300, no. 4, pp. 666-674, Apr 2017, doi: 10.1002/ar.23547.
27. H. K. Kurki, "Pelvic dimorphism in relation to body size and body size dimorphism in humans," (in eng), *J Hum Evol*, vol. 61, no. 6, pp. 631-43, Dec 2011, doi: 10.1016/j.jhevol.2011.07.006.
28. F. W. Rösing *et al.*, "Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons," (in eng), *Homo*, vol. 58, no. 1, pp. 75-89, 2007, doi: 10.1016/j.jchb.2005.07.002.
29. A. Huseynov *et al.*, "Developmental evidence for obstetric adaptation of the human female pelvis," (in eng), *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 113, no. 19, pp. 5227-32, May 2016, doi: 10.1073/pnas.1517085113.
30. M. L. Patriquin, S. R. Loth, and M. Steyn, "Sexually dimorphic pelvic morphology in South African whites and blacks," (in eng), *Homo*, vol. 53, no. 3, pp. 255-62, 2003, doi: 10.1078/0018-442x-00049.
31. D. Franklin, A. Cardini, A. Flavel, and M. K. Marks, "Morphometric analysis of pelvic sexual dimorphism in a contemporary Western Australian population," (in eng), *Int J Legal Med*, vol. 128, no. 5, pp. 861-72, Sep 2014, doi: 10.1007/s00414-014-0999-8.
32. H. Biwasaka *et al.*, "Analyses of sexual dimorphism of reconstructed pelvic computed tomography images of contemporary Japanese using curvature of the greater sciatic notch, pubic arch and greater pelvis," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 219, no. 1-3, pp. 288.e1-8, Jun 10 2012, doi: 10.1016/j.forsciint.2011.11.032.
33. M. Steyn, E. Pretorius, and L. Hutten, "Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans," (in eng), *Homo*, vol. 54, no. 3, pp. 197-206, 2004, doi: 10.1078/0018-442x-00076.

34. H. M. Karakas, A. Harma, and B. Alicioglu, "The subpubic angle in sex determination: anthropometric measurements and analyses on Anatolian Caucasians using multidetector computed tomography datasets," (in eng), *J Forensic Leg Med*, vol. 20, no. 8, pp. 1004-9, Nov 2013, doi: 10.1016/j.jflm.2013.08.013.
35. G. A. Listi and H. E. Bassett, "Test of an alternative method for determining sex from the os coxae: applications for modern Americans," (in eng), *J Forensic Sci*, vol. 51, no. 2, pp. 248-52, Mar 2006, doi: 10.1111/j.1556-4029.2006.00080.x.
36. M. San-Millán, C. Rissech, and D. Turbón, "New approach to age estimation of male and female adult skeletons based on the morphological characteristics of the acetabulum," (in eng), *Int J Legal Med*, vol. 131, no. 2, pp. 501-525, Mar 2017, doi: 10.1007/s00414-016-1406-4.
37. M. San-Millán, C. Rissech, and D. Turbón, "Shape variability of the adult human acetabulum and acetabular fossa related to sex and age by geometric morphometrics. Implications for adult age estimation," (in eng), *Forensic Sci Int*, vol. 272, pp. 50-63, Mar 2017, doi: 10.1016/j.forsciint.2017.01.005.
38. S. H. Mohd Ali, N. Omar, M. S. Shafie, N. A. Nik Ismail, H. Hadi, and F. M. Nor, "Sex estimation using subpubic angle from reconstructed three-dimensional computed tomography pelvic model in a contemporary Malaysian population," (in eng), *Anat Cell Biol*, vol. 53, no. 1, pp. 27-35, Mar 2020, doi: 10.5115/acb.19.135.
39. P. Intasuwan, P. Palee, A. Sinthubua, and P. Mahakkanukrauh, "Comparison of sex determination using three methods applied to the greater sciatic notch of os coxae in a Thai population: Dry bone morphology, 2-dimensional photograph morphometry, and deep learning artificial neural network," (in eng), *Med Sci Law*, vol. 62, no. 4, pp. 261-268, Oct 2022, doi: 10.1177/00258024221079092.
40. R. Setiawati, P. Rahardjo, I. Ruriana, and G. Guglielmi, "Anthropometric study using three-dimensional pelvic CT scan in sex determination among adult Indonesian population," (in eng), *Forensic Sci Med Pathol*, vol. 19, no. 1, pp. 24-33, Mar 2023, doi: 10.1007/s12024-022-00526-w.