

**Penentuan Jenis Kelamin Menggunakan Metode Pengukuran Tulang
Calcaneus di Berbagai Negara: *Systematic Review***

Dwi Putri Anggraini¹; Umi Salsabillah²

Mahasiswa Program Ilmu Forensik, Sekolah Pascasarjana, Universitas Airlangga
Jawa Timur, Indonesia, 60286¹²

dwi.putri.anggraini-2022@pasca.unair.ac.id¹ ; umi.salsabillah-2022@pasca.unair.ac.id²

ABSTRACT

The research aims to systematically review scientific journals that discuss sex determination using the calcaneus bone measurement method with the Systematic Literature Review method prepared based on the Preferred Reporting System for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines which have been registered in PROSPERO (CRD42020136170). There are three scientific databases used as primary data search sources (PubMed, Science Direct and Google Scholar). Scientific articles that meet the criteria will be analyzed based on instruments that are often used in determining gender using measurements of the calcaneus bone. The search results produced 286 studies and only 17 scientific articles met the criteria. The population is different countries mentioned in 13 journals, where the other 3 journals mention the same location or country using the same tools or instruments, so that explanations will be represented per country, such as Greece and Ecuador. Meanwhile, Portugal has 1 other journal from the same country but has a different instrument so it will be included separately. Measuring tools or instruments that are often used to measure the calcaneus bone in determining gender are digital caliper, morphometric, GLM, BMD, X-ray, CT, Volume Analyze Synapse Vincent, Sahara, Specialized mini-osteometric and MRI. In conclusion, Digital Caliper and Morphometric are the tools or instruments most widely used in various countries in determining gender based on measurements of the calcaneus bone based on three categories of analysis, namely length measurements (MAXL, LAL, DAFL), width measurements (MAXB, MINB, DAFB), and height measurements (MAXH, BH, CFH).

Keywords: *Calcaneus, sex determination, bone measurement methods, Systematic Literature Review, PRISMA, Anthropology*

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk me-review secara sistematis jurnal-jurnal ilmiah yang membahas tentang penentuan jenis kelamin menggunakan metode pengukuran tulang calcaneus dengan metode *Systematic Literature Review* disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting System for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) yang telah teregistrasi dalam PROSPERO (CRD42020136170). Terdapat sebanyak tiga *database* ilmiah yang digunakan sebagai sumber pencarian data primer (PubMed, Science Direct dan Google Scholar). Artikel ilmiah yang memenuhi kriteria akan dianalisis berdasarkan instrumen yang sering digunakan dalam penentuan jenis kelamin menggunakan pengukuran tulang calcaneus. Hasilnya pencarian menghasilkan 286 studi dan hanya 17 artikel ilmiah yang masuk dalam kriteria. Populasi merupakan negara-negara berbeda yang disebutkan dalam 13 jurnal, dimana 3 jurnal lainnya menyebutkan lokasi atau negara yang sama dengan penggunaan alat atau instrumen yang sama, sehingga penjelasan akan diwakilkan per negara seperti halnya Greece dan Ekuador. Sedangkan Portugal memiliki 1 jurnal lainnya dari negara yang sama tetapi memiliki instrumen berbeda sehingga Akan dimasukkan tersendiri. Alat ukur atau

instrumen yang sering digunakan untuk mengukur tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin yakni digital caliper, morphometric, GLM, BMD, X-Ray, CT, Volume Analyze Synapse Vincent, Sahara, Specialized mini-osteometric dan MRI. Kesimpulannya Digital Caliper dan Morphometric merupakan alat atau instrumen yang paling banyak digunakan di berbagai negara dalam penentuan jenis kelamin berdasarkan pengukuran tulang calcaneus dengan berpatokan dalam tiga kategori analisis yakni pengukuran panjang (MAXL, LAL, DAFL), pengukuran lebar (MAXB, MINB, DAFB), dan pengukuran tinggi (MAXH, BH, CFH).

Kata kunci: Calcaneus, penentuan jenis kelamin, metode pengukuran tulang, *Systematic Literature Review*, PRISMA, Antropologi

PENDAHULUAN

Antropologi forensik merupakan salah satu cabang antropologi fisik yang berfokus secara khusus pada identifikasi orang dengan menganalisis sisa-sisa atau mayat dalam konteks penyelidikan forensik. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi individu, menentukan penyebab kematian dan memberikan informasi yang relevan dengan penyelidikan atau persidangan pidana. Dalam perkembangannya, ilmu ini juga sering digunakan untuk mengidentifikasi orang yang masih hidup, misalnya untuk mengetahui apakah seseorang telah mencapai pertanggungjawaban pidana. Memperkirakan jenis kelamin, usia, ras dan tinggi badan merupakan bagian integral dari profil biologis yang digunakan antropologi forensik untuk mengidentifikasi kerangka yang tidak diketahui.

Identifikasi sebuah penemuan tulang bisa dilakukan menggunakan sejumlah pengukuran, yaitu identifikasi umur, ras, dan jenis kelamin. Identifikasi jenis kelamin merupakan proses perdana yang penting dilakukan bagian dalam jalannya penyidikan forensik karena bisa menemukan peluang dalam identifikasi individu dan dapat mempengaruhi metode pemeriksaan lainnya. Penelitian Peckmann, *et al* (2015) mengatakan bahwa sisa-sisa kerangka dalam kasus forensik sering kali tidak terawatkan dengan baik dan terfragmentasi sehingga membuat analisis menjadi rumit atau tidak mungkin dilakukan. Saat mengidentifikasi jenazah manusia, penentuan jenis kelamin merupakan hal yang sangat penting karena penentuan tinggi badan dan usia saat kematian bergantung pada jenis kelamin.

Calcaneus adalah tulang kaki terbesar dan telah terbukti berguna untuk identifikasi manusia karena sering kali terawatkan dengan baik selama penggalian yang disebabkan oleh peningkatan kekuatan dan kepadatan trabekula tulang dan karena trabekula tulang sering terbungkus dalam sepatu atau kaus kaki yang berfungsi sebagai perlindungan tulang dari paparan peristiwa Taphonomic (Scott *et al*, 2017). Secara keseluruhan, akurasi penentuan jenis kelamin menggunakan titik penandaan untuk variabel individu pada kelompok yang divalidasi silang (70,0% hingga 90,0%) serupa dengan akurasi untuk orang kulit putih Afrika Selatan (73% hingga 86%), dan lebih tinggi dibandingkan akurasi untuk penentuan jenis kelamin orang kulit hitam Afrika Selatan (63,8% hingga 79,3%) dan orang Italia bagian selatan (66,25% hingga 83,75%), adapun penyebab perbedaan-perbedaan ini mungkin disebabkan oleh genetika, perilaku kebiasaan, dan variabilitas tinggi badan (Peckmann *et al*, 2015).

Adapun tujuan dalam artikel ini adalah mengetahui berbagai metode dalam mengestimasi jenis kelamin pada tulang calcaneus, guna kepentingan identifikasi forensik.

METODE PENELITIAN

Desain Studi dan Aspek Etik

Systematic Literature Review disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting System for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Protokol dari *systematic review* telah teregistrasi dalam *Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) pada April 2019 di bawah nomor registrasi CRD42020136170.

Pertanyaan Riset dan Kriteria Kelayakan

Pertanyaan riset disusun berdasarkan *Population* (P), *Intervention* (I), dan *Outcome* (O) sebagai berikut:

- (P) penentuan jenis kelamin
- (I) tulang calcaneus
- (O) instrumen

“Instrumen (O) apa yang banyak digunakan dalam Penentuan Jenis Kelamin (P) menggunakan Metode Pengukuran Tulang Calcaneus (I) diberbagai Negara?”

Kriteria pencantuman yaitu penelitian mengenai metode pengukuran tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin pada literatur ilmiah berbahasa Inggris yang diterbitkan pada tahun 2013-2023 serta mencantumkan penggunaan instrumen tertentu pada populasi negara. Kriteria pengecualian adalah studi yang tidak menyebutkan instrumen yang digunakan untuk mengukur tulang calcaneus, populasi negara, jenis kelamin, studi yang membahas *clinical treatment* pada suatu penyakit dan artikel yang tidak dapat diakses.

Sumber Informasi dan Pencarian

Sumber data primer didapatkan dari *database* PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Kata kunci disusun menggunakan operator Boolean “AND” dan “OR” (tabel 1). Artikel ilmiah merupakan artikel yang diterbitkan pada tahun 2013 hingga 2023.

Tabel 1. Kata Kunci Pada Pencarian Database

Database	Kata Kunci	Hasil
PubMed https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/	“calcaneus” and “anthropology” and “measurement sex” and “region” and “case report without injury”	26
Science Direct https://www.sciencedirect.com/		252
Google Scholar https://scholar.google.com/		8

Pemilihan Studi

Seleksi literatur dilakukan dalam tiga tahapan yaitu:

1. *Identification*

Identifikasi studi dilakukan setelah pencarian literatur dari *database*. Hasil yang diperoleh selanjutnya disimpan di dalam aplikasi pengolah data *men-delay* desktop. Kemudian data yang teridentifikasi oleh sistem terdapat duplikat akan dihapus. Selain itu literatur yang berupa buku juga akan dihapus.

2. *Screening*

Screening judul literatur yang tidak termasuk penelitian mengenai metode pengukuran tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin. Selanjutnya literatur yang tidak membahas penggunaan instrumen tertentu pada populasi negara akan dihapus.

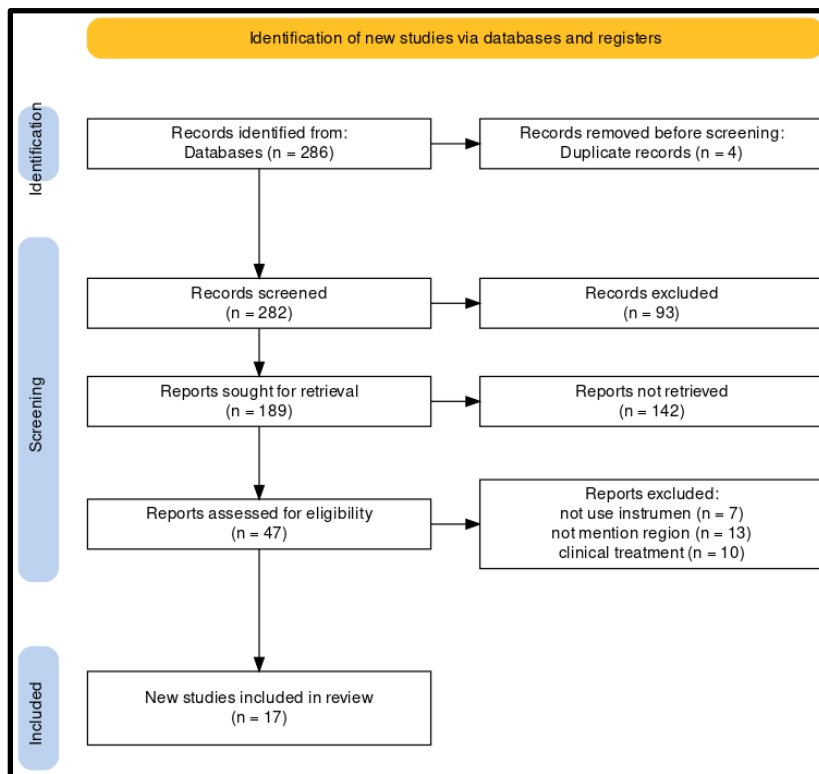
3. *Included*

Studi yang dipilih merupakan penelitian mengenai metode pengukuran tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin pada literatur ilmiah berbahasa Inggris yang diterbitkan pada tahun 2013-2023 serta mencantumkan penggunaan instrumen tertentu pada populasi negara yang dapat diakses dan dikaji lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemilihan Studi

Hasil analisis pemilihan studi menghasilkan sebanyak 286 literatur ilmiah dari tiga *database*. Ditemukan adanya artikel ilmiah yang sama sebanyak 4 kemudian dihapus dan tersisa sebanyak 282. Kemudian ditemukan adanya artikel yang berupa buku sebanyak 93 kemudian dihapus dan tersisa sebanyak 189 untuk masuk ke dalam tahap *screening*. Setelah itu artikel yang tidak termasuk penelitian mengenai metode pengukuran tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin dihapus dan tersisa sebanyak 47 artikel. Dari 47 artikel tersebut didapatkan artikel yang tidak membahas instrumen yang digunakan sebanyak 7, tidak menyebutkan suatu wilayah negara sebanyak 13 artikel serta berfokus pada *clinical treatment* sebanyak 10 artikel kemudian dihapus. Sehingga didapatkan hasil akhir *Database* Kata Kunci Hasil PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> “calcaneus” and “anthropology” and “measurement sex” and “region” and “case report without injury” berjumlah 12, Science Direct <https://www.sciencedirect.com/> berjumlah 4 dan Google Scholar <https://scholar.google.com/> berjumlah 1, dengan total sebanyak 17 artikel untuk dianalisis. Proses pemilihan studi diilustrasikan dalam diagram alir (gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Pemilihan Literatur.

Ekstraksi Data

Studi ini menjabarkan beberapa laporan instrumen yang digunakan untuk mengukur calcaneus untuk menentukan jenis kelamin dengan menentukan instrumen yang paling banyak digunakan di beberapa negara. Laporan tersebut disusun dalam tabel 2 yang terdiri dari referensi jurnal dan tahun terbit, desain studi, populasi, jenis kelamin, dan instrumen yang digunakan. Dari hasil tersebut dapat dianalisis bahwa untuk menentukan jenis kelamin dapat melalui ukuran calcaneus. Berdasarkan dari studi literatur yang diperoleh, sebagian besar negara menggunakan instrumen Digital Caliper dan Morphometric dalam mengukur tulang calcaneus agar dapat menentukan jenis kelamin, seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Studi Mengenai Instrumen yang Digunakan untuk Menentukan Jenis Kelamin dari Tulang Calcaneus

Referensi, tahun	Desain Studi	Populasi	Jenis Kelamin	Instrumen
Anastasopoulou et al., 2017	Observasi	Athens, Greece	105 Laki-laki dan 92 Perempuan	Digital Caliper
Hoover et al., 2018	Observasi	Florida,	27 Laki-laki dan	Multivariate GLM

		USA	17 Perempuan	
Cermak, C., & Kirchengast, S. 2015	Observasi	Austria	Perempuan	Digital Caliper
Nathena et al., 2017	Observasi	Greece	68 Laki-laki dan 76 Perempuan	Digital Caliper
Stieglitz et al., 2014	Kuantitatif Ultrasonografi	Bolivia	Perempuan	Bone Mineral Density (BMD)
Faress et al., 2021	Observasi	Iran	100 Laki-laki dan 100 perempuan	X-Ray, PACS
Madimenos et al., 2015	Observasi	Ecuador	Laki-laki dan perempuan	Sahara V R Calcaneal Ultrasonometer
Peckmann et al., 2015	Observational study with a cross-sectional design	Greece	103 laki-laki dan 95 Perempuan	Digital Vernier Caliper
Ekizoglu et al., 2017	Retrospective study	Turkey	Laki-laki dan Perempuan	Computed tomography (CT)
Navega et al., 2015	Observasi	Portugal	Laki-laki dan Perempuan	Specialized mini-osteometric
Kawamoto et al., 2016	Observasi	Japan	Laki-laki dan Perempuan	Volume Analyzer SYNAPSE VINCENT
Lee et al., 2015	Observasi	South Korea	Laki-laki dan Perempuan	Computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) technology.
Scott et al., 2017	Observasi	Thailand	Laki-laki dan Perempuan	Digital Caliper
Madimenos et al., 2020	Observasi	Ecuador	Laki-laki dan Perempuan	Sahara Clinical Bone Sonometer
Atapuera et al., 2013	Observasi	Spain	Laki-laki dan Perempuan	Morphometric
Rodrigues et al., 2020	Observasi	Portugal	Laki-laki dan Perempuan	Morphometric
Cekdemir et al., 2021	Retrospective	Italy	286 Laki-laki	Morphometric

study

dan 203

Perempuan

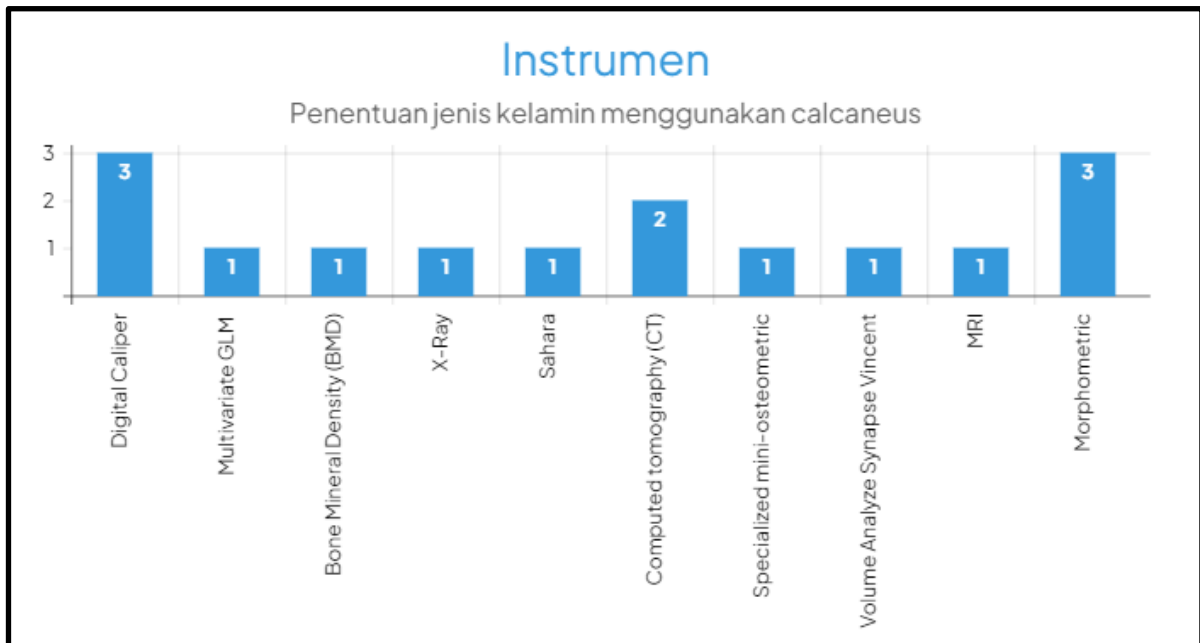
Pembahasan

Berdasarkan hasil pemilihan studi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, didapatkan sebanyak 17 jurnal. Terdapat 13 jurnal yang menyebutkan lokasi atau negara berbeda yang menggunakan alat atau instrumen pengukuran tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin, dimana 3 jurnal lainnya menyebutkan lokasi atau negara yang sama dengan penggunaan alat atau instrumen yang sama, sehingga penjelasan akan diwakilkan per negara seperti halnya Greece, dan Ekuador (tabel 3). Sedangkan Portugal memiliki 1 jurnal lainnya dari negara yang sama tetapi memiliki instrumen berbeda sehingga akan dimasukkan tersendiri (tabel 3).

Tabel 3. Pemilahan Instrumen dan Negara

Negara	Instrumen	Refrensi, Tahun	Perwakilan
Greece	Digital caliper	Anastasopoulou et al., 2017	Diwakilkan pembahasan salah satu, karena negara dan instrumen sama
Greece	Digital caliper	Nathena et al., 2017	
Greece	Digital caliper	Peckmann et al., 2015	
Equador	Sahara	Madimenos et al., 2015	Diwakilkan pembahasan salah satu, karena negara dan instrumen sama
Equador	Sahara	Madimenos et al., 2020	
Portugal	Specialize mini osteometric	Navega et al., 2015	Sendiri-sendiri, karena negara sama tetapi memiliki instrumen yang berbeda
Portugal	Morphometric	Rodrigues et al., 2020	

Alat ukur atau instrumen yang sering digunakan untuk mengukur tulang calcaneus dalam penentuan jenis kelamin yakni digital caliper, morphometric, GLM, BMD, X-ray, CT, Volume Analyze Synapse Vincent, Sahara, Specialized mini-osteometric dan MRI, seperti pada gambar 2.



*Negara yang menggunakan instrumen yang sama dicantumkan dalam bentuk angka

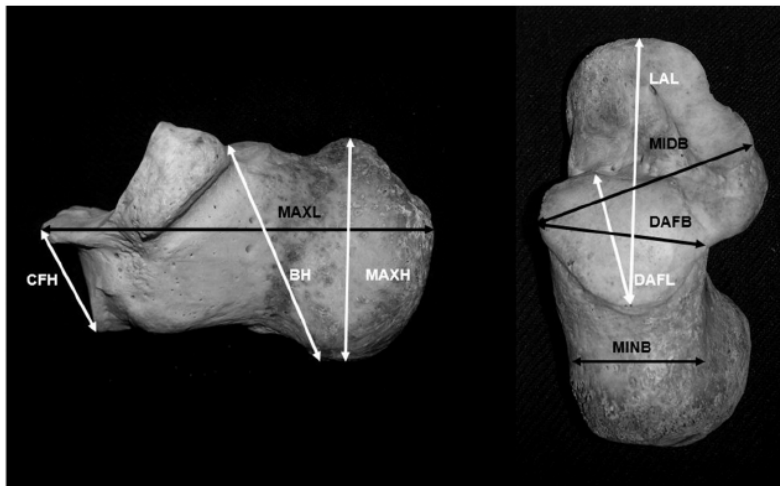
Gambar 2. Instrumen Penentuan Jenis Kelamin Menggunakan Pengukuran Tulang Calcaneus

Instrumen yang menggunakan digital caliper terdapat di tiga negara antara lain Greece, Austria, dan Thailand. Digital caliper memiliki ketelitian 0,01 mm dan dicatat dalam satuan milimeter dengan kalibrasi 0,01 mm, kemudian data yang dihitung dan dianalisis menggunakan SPSS (Anastopoulou et al., 2017). Kemudian negara yang menggunakan morphometric seperti Spanyol, Portugal dan Italia. Bidang ini mencakup penggunaan metode matematika dan statistik untuk mengukur, membandingkan, dan menganalisis variasi struktural dalam objek yang diamati. Sementara instrumen lainnya, GLM digunakan USA, BMD digunakan Austria, X-ray digunakan Iran, CT Scan digunakan Turkey dan South Korea, Volume Analyze Synapse Vincent digunakan Japan, Sahara digunakan Ecuador, Specialized mini-osteometric digunakan portugal dan MRI digunakan South Korea (gambar 2).

Pengukuran tulang calcaneus dengan berbagai macam instrumen di atas pada umumnya berpatokan dalam tiga kategori analisis yakni pengukuran panjang (MAXL, LAL, DAFL), pengukuran lebar (MAXB, MINB, DAFB), dan pengukuran tinggi (MAXH, BH, CFH) (Peckmann et al., 2015; Anastopoulou et al., 2017; Cekdemir et al., 2021; Faress et al., 2021). Seperti yang tertera pada gambar 3.

- Panjang maksimum (MAXL): Jarak linier antara titik paling anterior kalkaneus dan titik paling posterior pada tuberositas kalkaneus.
- Panjang lengan beban (LAL): Jarak linier antara titik paling anterior pada kalkaneus dan titik paling posterior pada sisi artikular posterior.
- Lebar minimum (MINB): Jarak minimum antara permukaan medial dan lateral korpus kalkaneus.

- Lebar tengah (MIDB): Jarak linier antara titik paling lateral pada sisi artikular posterior dan titik paling medial pada sustentaculum tali.
- Tinggi badan (BH): Jarak linier antara permukaan superior dan inferior korpus kalkaneus yang diambil pada bidang koronal, pada titik tengah antara titik paling posterior dari sisi artikular posterior dan titik paling anterior. titik tuberositas kalkanealis.
- Tinggi maksimum (MAXH): Jarak antara titik paling superior dan paling inferior pada tuberositas kalkanealis.
- Panjang sisi artikular punggung (DAFL): Jarak linier antara titik paling posterior dan paling anterior pada sisi artikular posterior kalkaneus.
- Lebar faset artikular dorsal (DAFB): Titik paling medial hingga paling lateral pada faset artikular posterior.
- Tinggi segi kuboid (CFH): Jarak linier antara titik paling superior dan paling inferior pada segi artikular kuboid.



Gambar 3. Pengukuran MAXL, LAL, DAFL), MAXB, MINB, DAFB, MAXH, BH, CFH
(Peckmann et al., 2015)

Titik demarkasi (nilai ambang/batas untuk membedakan laki-laki dan perempuan) dihitung dari analisis univariat sebagai cara menentukan jenis kelamin dari pengukuran individu. Poin-poin ini adalah rata-rata dari rata-rata kedua jenis kelamin untuk setiap variabel. Nilai terukur yang lebih tinggi dari titik demarkasi mengklasifikasikan seseorang sebagai laki-laki dan nilai yang lebih rendah menunjukkan perempuan. Analisis univariat memberikan titik demarkasi yang memungkinkan untuk menentukan jenis kelamin dari satu nilai numerik. Selanjutnya data dapat dihitung menggunakan analisis fungsi diskriminan bertahap dengan menggunakan rumus *Discriminant Function equation* = $(0.176 \times \text{MAXL}) + (-0.130 \times \text{LAL}) + (0.100 \times \text{DAFL}) + (0.068 \times \text{MINB}) + (0.034 \times \text{MIDB}) + (0.054 \times \text{DAFB}) + (0.131 \times \text{BH}) + (0.007 \times \text{MAXH}) + (0.085 \times \text{CFH}) - 21.865$, dengan hasil skor fungsi diskriminan yang lebih besar dari 0,000 berarti menunjukkan laki-laki dan kurang dari 0,000 menunjukkan perempuan (Peckmann et al., 2015).

KESIMPULAN

Digital Caliper dan Morphometric merupakan alat atau instrumen yang paling banyak digunakan di berbagai negara dalam penentuan jenis kelamin berdasarkan pengukuran tulang calcaneus dengan berpatokan dalam tiga kategori analisis yakni pengukuran panjang (MAXL, LAL, DAFL), pengukuran lebar (MAXB, MINB, DAFB), dan pengukuran tinggi (MAXH, BH, CFH).

DAFTAR PUSTAKA

- Anastopoulou, I., Karakostis, F. A., Borrini, M., & Moraitis, K. (2018). A Statistical Method for Reassociating Human Tali and Calcanei from a Commingled Context. *Journal of Forensic Sciences*, 63(2), 381–385. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13571>
- Caroline, C., & Kirchengast, S. (2015). Calcaneal spurs among San and Khoi skeletons. *Anthropologischer Anzeiger; Bericht Uber Die Biologisch-Anthropologische Literatur*, 72(1), 107–115. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2014/0403>
- Cekdemir, Y. E., Mutlu, U., Karaman, G., & Balci, A. (2021). Evaluation of computed tomography images of calcaneus for estimation of sex. *La Radiologia Medica*, 126(8), 1064–1073. <https://doi.org/10.1007/s11547-021-01363-7>
- Ekizoglu, O., Inci, E., Palabiyik, F. B., Can, I. O., Er, A., Bozdog, M., Kacmaz, I. E., & Kranioti, E. F. (2017). Sex estimation in a contemporary Turkish population based on CT scans of the calcaneus. *Forensic Science International*, 279, 310.e1-310.e6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.038>
- Faress, F., Ameri, M., Azizi, H., Saboori Shekofte, H., & Hosseini, R. (2021). Gender determination in adults using calcaneal diameters from lateral foot X-ray images in the Iranian population. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 35, 76. <https://doi.org/10.47176/mjiri.35.76>
- Hoover, K. C., & Berbesque, J. C. (2018). Early Holocene morphological variation in hunter-gatherer hands and feet. *PeerJ*, 6, e5564. <https://doi.org/10.7717/peerj.5564>
- Inamori-Kawamoto, O., Ishikawa, T., Michiue, T., Mustafa, A. M. H., Sogawa, N., Kanou, T., Oritani, S., & Maeda, H. (2016). Possible application of CT morphometry of the calcaneus and talus in forensic anthropological identification. *International Journal of Legal Medicine*, 130(2), 575–585. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1258-3>
- Lee, U.-Y., Kim, I.-B., & Kwak, D.-S. (2015). Sex determination using discriminant analysis of upper and lower extremity bones: New approach using the volume and surface area of digital model. *Forensic Science International*, 253, 135.e1-135.e4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.05.017>
- Madimenos, F. C., Liebert, M. A., Cepon-Robins, T. J., Snodgrass, J. J., & Sugiyama, L. S. (2015). Determining osteoporosis risk in older Colono adults from rural Amazonian Ecuador using calcaneal ultrasonometry. *American Journal of Human Biology: The*

Official Journal of the Human Biology Council, 27(1), 139–142.
<https://doi.org/10.1002/ajhb.22626>

- Madimenos, F. C., Liebert, M. A., Cepon-Robins, T. J., Urlacher, S. S., Josh Snodgrass, J., Sugiyama, L. S., & Stieglitz, J. (2020). Disparities in bone density across contemporary Amazonian forager-horticulturalists: Cross-population comparison of the Tsimane and Shuar. *American Journal of Physical Anthropology*, 171(1), 50–64. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23949>
- Nathena, D., Michopoulou, E., & Kranioti, E. F. (2017). Sexual dimorphism of the calcaneus in contemporary Cretans. *Forensic Science International*, 277, 260.e1-260.e8. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.04.005>
- Navega, D., Vicente, R., Vieira, D. N., Ross, A. H., & Cunha, E. (2015). Sex estimation from the tarsal bones in a Portuguese sample: a machine learning approach. *International Journal of Legal Medicine*, 129(3), 651–659. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1070-5>
- Pablos, A., Martínez, I., Lorenzo, C., Sala, N., Gracia-Télez, A., & Arsuaga, J. L. (2014). Human calcanei from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 76, 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.05.005>
- Peckmann, T. R., Orr, K., Meek, S., & Manolis, S.K. (2015). Sex determination from the calcaneus in a 20th century Greek population using discriminant function analysis. *Science and Justice*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2015.04.009>.
- Rodrigues, C., Ferreira, M. T., Matos, V., & Gonçalves, D. (2021). “Sex change” in skeletal remains: Assessing how heat-induced changes interfere with sex estimation. *Science & Justice: Journal of the Forensic Science Society*, 61(1), 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.09.007>
- Scott, S., Reungdit, S., Peckmann, T. R., Mahakkanukrauh, P. (2017). Sex estimation from measurements of the calcaneus: Applications for personal identification in Thailand. *Forensic Science International*. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.forsciint.2017.06.035>
- Stieglitz, J., Beheim, B. A., Trumble, B. C., Madimenos, F. C., Kaplan, H., & Gurven, M. (2015). Low mineral density of a weight-bearing bone among adult women in a high fertility population. *American Journal of Physical Anthropology*, 156(4), 637–648. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22681>