

KAJIAN PUSTAKA: ESTIMASI TINGGI BADAN MELALUI PANJANG TIBIA DENGAN METODE PARKUTANEUS DAN RADIOGRAFI DI BERBAGAI POPULASI DI DUNIA

Desprika Youhana Sitio

Program Studi Magister Ilmu Forensik, Sekolah Pascasarjana, Universitas Airlangga

*)Email Korespondensi: sitiodesprika@gmail.com

Abstract: Estimation of Tibia Length by Parkutaneus and Radiographic Methods in Different World Populations: A Literature Review. Height estimation is an important aspect of profile building in forensic investigations. Height estimation using the tibia is one of the interesting applications of forensic anthropology because the tibia is one type of long bone that can be reached quickly, and its length accounts for 22% of body height. This study aims to determine the accuracy of using the percutaneous and radiographic methods in various populations worldwide. The approach used in this research is a literature review study design compiled based on the Preferred Reporting System for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines from several articles with a period from 2014-2024. Of the specified articles, 3723 studies were searched, and only 15 scientific articles were included in the criteria. The population was countries from various countries. Measurements were made on adults of both male and female gender. The results showed that the percutaneous and radiographic methods could accurately estimate a person's height in various countries. There are some differences in accuracy between countries when using these methods.

Keywords: Estimation, Height, Percutaneous, Radiograph, Tibia

Abstrak: Kajian Pustaka: Estimasi Tinggi Badan Melalui Panjang Tibia Dengan Metode Parkutaneus Dan Radiografi Di Berbagai Populasi Di Dunia.

Estimasi tinggi badan merupakan aspek penting dalam membangun profil dalam investigasi forensik. Estimasi tinggi badan dengan menggunakan tibia adalah salah satu aplikasi menarik dari antropologi forensik karena tibia merupakan salah satu jenis tulang panjang yang dapat dijangkau dengan mudah dan panjangnya menyumbang 22% dari tinggi badan. Adapun untuk tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui keakuratan menggunakan metode parkutaneus dan radiografi di berbagai populasi di dunia. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain studi literature review yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting System for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* dari beberapa artikel dengan rentang waktu dari tahun 2014- 2024. Dari artikel yang ditetapkan, diperoleh hasil pencarian sebanyak 3723 studi dan hanya 15 artikel ilmiah yang masuk dalam kriteria. Populasi merupakan negara-negara dari berbagai negara. Pengukuran dilakukan pada orang dewasa dengan jenis kelamin laki laki dan perempuan. Hasil penelitian menunjukkan metode parkutaneus maupun metode radiografi dapat dipergunakan untuk memperkirakan tinggi badan seseorang dengan cukup akurat di berbagai negara. Namun, terdapat beberapa perbedaan dalam akurasi antara negara-negara saat menggunakan metode ini.

Kata Kunci: Estimasi, Parkutaneus, Radiografi, Tibia, Tinggi Badan

PENDAHULUAN

Identifikasi individu adalah hak asasi manusia yang mendasar yang bertujuan untuk menetapkan identitas unik mereka. Identifikasi identitas seseorang pada awalnya muncul dari

kebutuhan untuk menetapkan identitas mereka selama investigasi kriminal, terutama dalam konteks penyelesaian masalah kriminal. Identifikasi sangat penting untuk orang yang masih hidup dan yang baru saja meninggal, termasuk

mereka yang berada dalam kondisi membusuk. Identifikasi juga penting untuk analisis sisa-sisa kerangka. Identifikasi merupakan hal yang wajib dilakukan dalam proses perdata dan pidana (Arif *et al.*, 2018). Antropologi forensik merupakan bidang spesialisasi dalam disiplin antropologi fisik yang lebih luas. Bidang ini menggunakan teknik identifikasi osteologi dan kerangka untuk tujuan investigasi hukum. Proses identifikasi dapat dilakukan melalui berbagai metode, termasuk menentukan tinggi badan seseorang (Tomuka *et al.*, 2016). Dalam antropologi forensik, forensik, dan investigasi TKP, tinggi badan merupakan ciri biometrik yang penting di samping karakteristik demografis lainnya seperti usia, jenis kelamin, etnis, dan individualisasi. Penilaiannya melibatkan pengukuran jarak vertikal, dalam sentimeter atau milimeter, antara titik paling atas tengkorak dan permukaan plantar (permukaan tanah) (Moitra, 2019). Mengingat korelasinya yang mapan, salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur tinggi badan adalah dengan menggunakan panjang tulang panjang. Tibia, salah satu jenis tulang panjang, mudah diakses dan berkontribusi terhadap 22% dari total tinggi tubuh. Kegunaan tibia meluas ke berbagai elemen profil biologis, berfungsi sebagai sampel primer tambahan dalam keadaan kering. Kegunaan tibia tidak hanya untuk manusia, tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan studi untuk makhluk hidup karena zona pemanfaatan yang berbeda (Monteiro *et al.*, 2022).

Estimasi tinggi badan bergantung pada dua metodologi utama: pendekatan anatomi, yang membutuhkan kerangka yang utuh, dan pendekatan matematis, yang membutuhkan keberadaan tulang panjang yang utuh untuk memfasilitasi penerapan faktor perkalian atau rumus regresi. Metode matematis ini memperkirakan ukuran tubuh dengan menganalisis korelasi antara pengukuran tulang dan tinggi badan manusia. Penelitian mengenai hubungan

antara panjang tulang tibia dan tinggi badan telah banyak dilakukan baik di dalam maupun luar negeri. Penelitian oleh Sume (2019) menunjukkan korelasi yang signifikan antara panjang tibialis percutan kanan dan kiri dan tinggi badan pada kedua jenis kelamin, dengan korelasi yang lebih kuat yang diamati pada pria dibandingkan pada wanita (Sume, 2019) (Sume, 2019). Rata-rata panjang tibialis percutan juga lebih besar pada laki-laki, sebuah temuan yang mencapai signifikansi statistik. Studi Lubis (2023) juga mengungkapkan korelasi yang kuat antara panjang tibialis dan tinggi badan di antara mahasiswa FK UISU 2018 (Lubis & Siregar, 2022).

Pengukuran panjang tulang tidak hanya dilakukan dengan metode percutan tetapi juga dapat dilakukan dengan teknologi modern menggunakan metode sinar-X. Sarajlić mengembangkan metode ini dalam penelitiannya, yang bertujuan untuk mengukur panjang tulang panjang dengan menggunakan sinar-X. Dengan menggunakan persamaan regresi, penelitian tersebut menghitung tinggi badan dari panjang femur, tibia, dan fibula dari 50 mayat laki-laki Bosnia (Sarajlić *et al.*, 2006). Namun, persamaan yang dihasilkan untuk satu populasi tidak selalu memberikan hasil yang konsisten untuk populasi lain, dan terdapat perbedaan nilai akhir untuk prediksi ukuran tubuh. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan pola makan, lingkungan, dan gaya hidup antar populasi. Oleh karena itu, faktor korelasi yang berlaku di satu wilayah mungkin tidak dapat diterapkan di wilayah lain, dan diperlukan penelitian lebih lanjut untuk populasi tertentu.

METODE

Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) berdasarkan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) dimana pertanyaan riset disusun berdasarkan Population (P), Intervention (I), dan Outcome (O) sebagai berikut: "Apakah estimasi tinggi badan pada

orang dewasa diberbagai negara (P) menggunakan metode parkutaneus dan radiografi (I) akurat? (O). Berikut kriteria inklusi dalam penelitian ini, yaitu open access, artikel bahasa Inggris dan bahasa indonesia yang berasal dari berbagai negara, *full text*, data yang digunakan dalam rentang waktu 2014-2024 serta mencantumkan rumus regresi laki laki ataupun perempuan. Kriteria eklusi adalah studi mengenai

systematic review dan Meta Analisis. Sumber data yang digunakan diperoleh dari database Science Direct, Scopus, dan Google Scholar dengan software Publish or Perish (PoP). Kata kunci pencarian menggunakan kata bantu "OR" Kemudian mencari jurnal dengan memasukan kata kunci: *Estimation* OR Prediction* of Stature* OR Body Height* from Tibia Using Radiography*.

Tabel 1. Kata Kunci Pencarian di Database

Basis Data	Kata Kunci	Hasil
Google Scholar https://scholar.google.com/		2570
Science Direct https://www.sciencedirect.com/	<i>Estimation* OR Prediction* of Stature* OR Body Height* from Tibia Using Radiography</i>	953
Scopus https://www.scopus.com/		200

Pada pemilihan studi, langkah pertama adalah identifikasi literatur dari database, yang kemudian disimpan dalam aplikasi Zotero. Duplikasi data dan literatur berbentuk buku akan dihapus. Selanjutnya, dilakukan penyaringan untuk mengeluarkan literatur yang tidak memenuhi kriteria inklusi, seperti yang tidak membahas estimasi tinggi badan dari tibia menggunakan metode perkutan dan radiografi, atau tidak menyertakan rumus untuk laki-laki dan perempuan. Tahap terakhir adalah penyertaan, di mana literatur yang dipilih harus membahas estimasi tinggi tibia dengan metode perkutan dan radiografi, menyertakan rumus untuk pria dan wanita, dan ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia.

HASIL

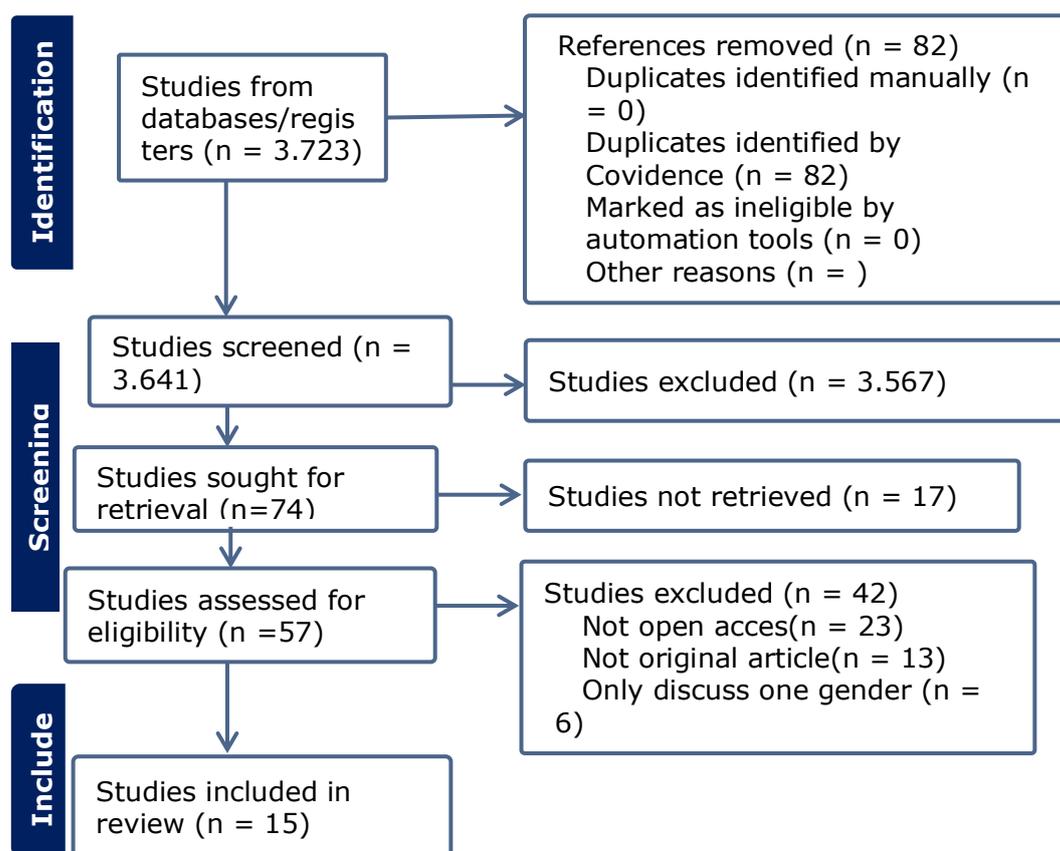
Proses seleksi literatur pada studi ini dilakukan berdasarkan pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) guna menjamin keterbukaan dan ketertelusuran dalam tahapan tinjauan. Tahapan yang digunakan mencakup

proses identifikasi artikel melalui penelusuran basis data, dilanjutkan dengan penyaringan serta evaluasi kelayakan sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan sebelumnya. Rincian jumlah artikel yang dikeluarkan pada setiap tahap, beserta alasan eksklusi, disajikan secara sistematis dalam diagram alur pada Gambar 1. Hasil seleksi literatur menghasilkan total 3.723 studi dari tiga database. Namun, 82 artikel ilmiah duplikat diidentifikasi dan dihapus, sehingga menghasilkan 3.641 artikel. Setelah itu, 3.567 artikel dianggap tidak memenuhi syarat dan kemudian dihapus, sehingga menyisakan 57 artikel untuk tahap penyaringan.

Dari 57 artikel tersebut, 42 artikel dianggap tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, yang terdiri dari 23 artikel yang tidak *open access*, 13 artikel yang tidak orisinil, dan 6 artikel yang hanya membahas satu jenis kelamin. Oleh karena itu, artikel-artikel tersebut tidak diikutsertakan dalam pertimbangan lebih lanjut, sehingga total artikel yang akan dianalisis berjumlah 15 artikel.

Proses pemilihan artikel dapat digambarkan sebagai berikut dalam bentuk diagram alir (Gambar 1). Penelitian ini membandingkan akurasi metode radiografi perkutan dan pada berbagai populasi di seluruh dunia. Temuan-temuannya disajikan pada Tabel 1, yang mencakup informasi mengenai penulis dan tahun publikasi, judul artikel, metode yang digunakan,

serta hasil dan kesimpulan. Analisis menyeluruh terhadap hasil dan kesimpulan ini memungkinkan evaluasi yang komprehensif terhadap efektivitas metode perkutan dan radiografi pada berbagai populasi di seluruh dunia. memungkinkan evaluasi yang komprehensif terhadap efektivitas metode perkutan dan radiografi pada beragam populasi di seluruh dunia.



Gambar 1. Diagram Alur Analisis Pemilihan Literatur

Tabel 2. Tinjauan Literatur Mengenai Estimasi Tinggi Badan Menggunakan Metode Parkutaneus dan Metode Radiografi pada Berbagai Populasi

Penulis/ Tahun	Judul	Metode	Hasil	Kesimpulan
Algotar et al., 2020	<i>Estimation of Stature from Percutaneous Length of Tibia in Natives of Gujarat</i>	Parkutaneus	Pria : $TB = 108.99 + 1.562 \times \text{tibia kanan} \pm 1.68$ $TB = 109.49 + 1.557 \times \text{(tibia kiri)} \pm 1.71$ Wanita : $TB = 79.00 + 2.256 \times \text{(tibia kanan)} \pm 2.79$	Variabel-variabel ini dapat dianggap sebagai indikator yang dapat diandalkan untuk perawakan sub-dewasa, sebagaimana dibuktikan oleh korelasi yang kuat dan kesalahan standar yang rendah, yang sebanding dengan

			$TB = 79.79 + 1.594 \times (\text{tibia kiri}) \pm 2.80$	yang diamati pada model estimasi perawakan untuk orang dewasa berkulit hitam di Afrika Selatan.
Diac et al., 2021	<i>Estimation of stature from tibia length for Romanian adult population</i>	Parkutaneus	Pria : $TB = 52.661 + 3.07 \times \text{Panjang tibia} \pm 2.595 \times 1$ Female: $TB = 52.661 + 3.07 \times \text{Panjang tibia} \pm 2.595 \times 0$	Data yang digunakan dalam penelitian ini menawarkan hasil yang dapat diandalkan dengan penerapan yang signifikan di masa depan untuk memperkirakan perawakan dari panjang tibia untuk populasi orang dewasa Rumania
Brits et al., 2017	<i>Stature estimation from the femur and tibia in Black South African sub-adult</i>	Radiografi	Pria : $TB = 2.800 + 3.632 \times \text{panjang tibia} \pm 2.800$ Wanita: $TB = 52.464 + 3.041 \times \text{Panjang tibia} \pm 3.600$	Korelasi yang kuat dan kesalahan standar yang rendah dari estimasi ini menyerupai model estimasi tinggi badan untuk orang dewasa berkulit hitam di Afrika Selatan. Oleh karena itu, variabel-variabel ini dapat dipandang sebagai indikator yang dapat diandalkan untuk perawakan subdewasa
Gualdi Russo et al., 2018	<i>Stature estimation from tibia percutaneous length: New equations derived from a Mediterranean population</i>	Parkutaneus	Pria : $TB = 111.39 + 1.663 \times \text{Panjang tibia} \pm 5.01$ Wanita: $TB = 94.45 + 1.899 \times \text{Panjang tibia} \pm 4.62$	Formula baru yang diusulkan memberikan perkiraan tinggi badan yang paling akurat dan dapat diandalkan
Moitra, 2019	<i>Estimation of height measurement of percutaneous tibial length in Southern parts of West Bengal</i>	Parkutaneus	Pria: $TB = 123 + 1.24 \times \text{Panjang tibia}$ Wanita: $TB = 146 + 0.341 \times \text{Panjang tibia}$	Temuan dari penelitian ini mengungkapkan koefisien korelasi positif yang signifikan antara perawakan dan pengukuran panjang tibia pada populasi pria dan wanita, sehingga memberikan bukti empiris yang kuat untuk hipotesis bahwa perawakan berhubungan positif dengan panjang tibia. Persamaan regresi yang sesuai untuk kedua jenis kelamin juga diperoleh

Ghosh, 2019	<i>Estimation of stature from percutaneous length of tibia amongst Bengalee population-an observational study in a teaching institution in West Bengal, India</i>	Parkutaneus	Pria: TB: $77.77+2.38(\text{Panjang tibia}) \pm 0.19$ Wanita: TB: $69.11+2.69(\text{Panjang tibia}) \pm 0.18$	Persamaan regresi baru yang dikembangkan dari penelitian ini dapat digunakan untuk estimasi tinggi yang tepat
Ramezani et al., 2019	<i>Stature estimation in Iranian population from x-ray measurements of femur and tibia bones</i>	Radiografi	Pria: TB= $67.56 + 2.46(\text{Panjang tibia}) \pm 5.96$ Wanita: TB= $107.54 + 1.22(\text{Panjang tibia}) \pm 6.3$	Data menunjukkan bahwa panjang tibia laki-laki memberikan hasil yang paling akurat untuk estimasi tinggi badan pada populasi Iran.
Farsinejad et al., 2014	<i>Relationship between the stature and the length of long bones measured from the X-rays; modified trotter and gleser formulae in iranian population: A preliminary report</i>	Radiografi	Pria: TB: = Panjang tibia (16.98)- 574.1 Wanita: TB: Panjang tibia (1.798)+87.36	Pengukuran Tibia melalui sinar-X telah diidentifikasi sebagai teknik yang bermanfaat untuk kasus identifikasi forensik
Mittino et al., 2024	<i>Sex and stature estimation on the tibia: a virtual pilot study on a contemporary Hispanic population</i>	Radiografi	Pria: TB: $167.45+174.32 \times \text{Panjang tibia} \pm 1.24$ Wanita: TB: $167.45+160.27 \times \text{Panjang tibia} \pm 0.86$	Penggunaan metode virtual telah terbukti mendorong kemajuan teknik baru dalam metode estimasi tinggi badan
Sume, 2019	<i>Estimation of body height from percutaneous length of tibia in Debre Markos University students, North West Ethiopia</i>	Parkutaneus	Pria: TB: $125.93 + 1.15(\text{tibia kanan}) \pm 4.56$ TB: $125.93 + 1.14(\text{tibia kiri}) \pm 4.57$ Wanita: TB= $154.48 + 0.31(\text{tibia kanan}) \pm 3.88$ TB= $154.49 + 0.31(\text{tibia kiri}) \pm 3.89$	Panjang tibialis telah terbukti menunjukkan korelasi substansial dengan tinggi badan pada kedua jenis kelamin. Oleh karena itu, panjang tibialis dapat menjadi prediktor tinggi badan pada kedua jenis kelamin.
Ravikanth et al., 2017	<i>Stature Estimation Using Anthropometric</i>	Radiografi	Pria: TB: Panjang tibia (16.98) – 574.1 Wanita:	Temuan ini menunjukkan bahwa mengukur panjang tibia pada radiografi

	<i>Measurements on X-rays of Long Bones in Living Individuals of Indian Population</i>		TB: Panjang tibia (1.798) + 87.36	dapat menjadi metode yang sederhana, dapat diandalkan, dan praktis untuk memperkirakan tinggi badan pada populasi India dalam praktik forensik.
Ritonga & Sutysna, 2018	Korelasi Panjang Tulang Tibia Terhadap Tinggi Badan Pada Mahasiswa FK UMSU	Parkutaneus	Pria: TB: 122.797 +1.214(tibia kanan) TB: 123.583 +1.192 (tibia kiri) Wanita: TB: 79.910+2. 185 (tibia kanan) TB: 84.907+2.o47 (tibia kiri)	Hubungan yang substansial ditunjukkan antara panjang tibia dan tinggi badan di antara mahasiswa yang terdaftar di Fakultas Kedokteran di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Koefisien korelasi menunjukkan hubungan yang kuat, sehingga memungkinkan estimasi tinggi badan melalui pengukuran panjang tibia dengan menggunakan persamaan regresi linier
Lubis, 2023	Hubungan Panjang tulang tibia terhadap tinggi badan pada mahasiswa dan mahasiswi FK UISU angkatan 2018	Parkutaneus	Pria: TB: = 108,899 + 1,597 x tibia kanan TB: 108,481 + 1,634 x tibia kiri Wanita: TB: = 94,742 + 1,754 x tibia kanan TB: 90,718 + 1,898 x tibia kiri	Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang substansial antara panjang tibia dan tinggi badan di antara mahasiswa FK UISU angkatan 2018
Vibhute et al., 2021	<i>Estimation os stature height through measurement of individuals tibia length</i>	Parkutaneus	Pria : TB: 86.93 + (2.11 x tibia kanan ± 4.53) TB: 88.26 + (2.08 x tibia kiri ± 4.45) Wanita: TB: 61.05 + (2.65 x tibia kanan ± 3.59) TB: 62.53 + (2.63 x tibia kiri ± 3.81)	Panjang Tibia telah terbukti memberikan estimasi tinggi badan yang dapat diandalkan dalam pemeriksaan forensik.
Gardašević, 2019	<i>Body height in Kosovo population and its estimation from tibia length: National survey</i>	Parkutaneus	Pria: TB: 179,52+ 40,19(Panjang tibia) Wanita : TB:1 65,72+36,48(Panjang tibia)	Analisis menunjukkan bahwa panjang tibia cukup dapat diandalkan dalam memprediksi tinggi badan pada sampel pria dan wanita dari Kosovo.

PEMBAHASAN

Hubungan Antara Tinggi Badan dan Tibia

Pengukuran panjang tulang dapat dilakukan pada tulang panjang yang terletak di dalam ekstremitas atas atau bawah, karena ada hubungan yang erat antara elemen kerangka dan ukuran tubuh. Tulang panjang pada tungkai bawah dianggap sebagai faktor penting dalam menentukan ukuran tubuh, dan mengukur panjang tibia memberikan perkiraan ukuran tubuh yang lebih akurat daripada tulang panjang lainnya. Tibia dianggap sebagai tulang panjang yang patut dicontoh untuk penentuan ukuran tubuh karena ketahanannya terhadap kekuatan erosi dan kemampuannya untuk tetap tidak terpengaruh bahkan setelah penguburan. Selain itu, tibia umumnya mudah diakses, dan panjangnya menyumbang sekitar 22% dari total tinggi badan seseorang (Dhurve & Dhurve, 2013). Terdapat korelasi yang substansial antara panjang tulang kering dan tinggi badan, yang dapat diperiksa melalui analisis statistik. Jika dipertimbangkan secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan hubungan yang substansial antara panjang tibia dan tinggi badan. Panjang tibia maksimum dicatat untuk memahami pertumbuhan populasi di Finlandia. Telkka mengusulkan penggunaan rumus yang berbeda untuk memperkirakan pertumbuhan pada populasi yang beragam secara ras (Menezes *et al.*, 2009). Temuan Dupertius dan Hadden mengindikasikan bahwa tulang panjang tungkai bawah cenderung memberikan estimasi pertumbuhan yang lebih akurat dibandingkan dengan tulang panjang tungkai atas. Lundy menyimpulkan bahwa panjang tungkai bawah merupakan indikator yang paling efektif untuk mengukur pertumbuhan individu. Panjang tulang panjang dianggap sebagai indikator optimal untuk pertumbuhan (Wirani *et al.*, 2010).

Pertumbuhan memanjang tulang panjang, seperti tibia, mengalami pola umum selama fase awal masa bayi. Selama dua tahun pertama kehidupan, pertumbuhan tinggi badan semakin

cepat, dengan peningkatan sekitar 20 sentimeter (cm) pada usia satu tahun dan 10 cm pada usia dua tahun. Akibatnya, tinggi badan anak berusia dua tahun kira-kira setengah dari tinggi badan orang dewasa. Pada awal masuk sekolah, penambahan tinggi badan tahunan adalah sekitar 6 cm, yang mengindikasikan penurunan laju pertumbuhan yang akan terus berlanjut hingga masa remaja sekitar usia dua belas tahun. Selama masa pubertas, pertumbuhan tinggi badan berlanjut dan terus berlanjut hingga sekitar usia enam belas tahun, setelah itu pertumbuhan melambat dan berhenti sekitar usia delapan belas hingga dua puluh tahun (Hanom, 2012). Fase akhir penghentian pertumbuhan ini dapat dikaitkan dengan penutupan lempeng epifisis, yang terjadi pada sekitar usia 16 sampai 18 tahun untuk perempuan dan 18 sampai 21 tahun untuk laki-laki (Rahayu, 2012).

Perbedaan Rumus Regresi

Menurut perspektif teori yang berlaku, orang dewasa berjenis kelamin pria umumnya lebih tinggi daripada orang dewasa berjenis kelamin wanita. Selain itu, pria dewasa ditandai dengan peningkatan proporsi tungkai, tulang yang lebih besar yang lebih padat dan lebih berat, dan otot yang lebih berkembang. Sebaliknya, betina dewasa cenderung menunjukkan perawakan yang lebih pendek, disebabkan oleh dimensi tulang yang relatif lebih kecil dan berkurangnya otot (Snell, 2012). Namun, harus diakui bahwa perbedaan individu dalam karakteristik seperti genetika, jenis kelamin, usia, iklim, dan status gizi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan manusia. Rumus estimasi tinggi badan yang diperoleh bersifat spesifik untuk populasi tertentu; oleh karena itu, persamaan estimasi tinggi badan tidak dapat diterapkan secara universal pada populasi yang berbeda. Akibatnya, relevansi rumus regresi linier yang diperoleh untuk satu populasi tidak secara otomatis dijamin untuk populasi lain (Lubis & Siregar, 2022).

Perbedaan yang diamati pada hasil akhir atau perbedaan antara tinggi badan aktual dan tinggi badan yang

dihitung menggunakan rumus regresi dapat dikaitkan dengan berbagai faktor yang tidak dapat dikontrol dalam setiap penelitian. Faktor-faktor ini mencakup variasi postur tubuh dan tinggi badan di antara individu, termasuk tinggi badan subjek yang menjadi sampel penelitian untuk mendapatkan rumus regresi. Faktor-faktor yang mempengaruhi dapat dibagi menjadi dua kategori utama: internal dan eksternal. Di antara faktor internal, perbedaan keturunan (genetik, usia, dan jenis kelamin subjek) dan pengaruh hormonal merupakan hal yang penting. Nutrisi dan tingkat aktivitas fisik subjek penelitian dianggap sebagai faktor eksternal. Mengingat pertimbangan ini, peneliti harus secara cermat menggambarkan kriteria inklusi untuk populasi penelitian. Langkah penting ini akan sangat memengaruhi kualitas dan ketepatan rumus regresi yang dihasilkan. Faktor lain yang mempengaruhi muncul dari perbedaan ras atau etnis antara populasi penelitian dan individu yang meninggal yang diukur. Selain itu, perbedaan dapat muncul karena variasi di antara penilaian awal, sekunder, atau tambahan karena berbagai alasan. Untuk mengurangi potensi bias dan variasi hasil, sangat penting untuk menggunakan pendekatan yang ketat dan sistematis terhadap penelitian ini, yang memerlukan pengulangan prosedur penelitian. Kemampuan pendekatan ini terbukti dalam peningkatan hasil yang diamati dengan peningkatan pengulangan. Ukuran populasi dan ukuran sampel penelitian juga memengaruhi kualitas dan keakuratan rumus regresi; oleh karena itu, penting bagi peneliti untuk mempertimbangkan aspek-aspek ini untuk mengurangi risiko bias dan kesalahan dalam perhitungan akhir rumus regresi (Saputra, 2021).

Metode Pengukuran Panjang Tibia

Pengukuran tulang pada tibia dapat diperoleh melalui metode langsung atau tidak langsung. Pengukuran langsung adalah pengukuran tulang secara langsung dengan menggunakan alat ukur, seperti sliding caliper. Metode ini juga sering disebut sebagai metode anatomis atau

metode langsung, dianggap paling efektif karena pendekatannya yang komprehensif, yang memeriksa seluruh kerangka secara menyeluruh. Metode anatomi adalah pendekatan ilmiah yang memanfaatkan integrasi dimensi tulang untuk memperkirakan perawakan tubuh manusia. dengan berbagai elemen kerangka lainnya dari tengkorak hingga ekstremitas, bersama dengan konstanta untuk jaringan lunak. Metode ini masih kontroversial karena berbagai kelemahannya, termasuk persyaratan akses ke sebagian besar kerangka tubuh, sebuah proses yang memakan waktu (Konigsberg & Jantz, 2018).

Dalam proses pengukuran tidak langsung, tulang dipindai dengan menggunakan teknologi sinar-X untuk memastikan panjangnya dan mendapatkan pengukuran yang akurat. Menggunakan pendekatan matematis atau rumus regresi adalah praktik yang umum dilakukan dalam kerangka kerja metodologis ini. Kemampuan metode yang pertama dibandingkan dengan metode yang kedua telah dibuktikan melalui analisis komparatif, dengan metode yang pertama terbukti lebih kondusif untuk estimasi ukuran tubuh yang akurat dari segmen kerangka atau kerangka utuh. Rumus regresi yang digunakan dalam metode ini mengacu pada korelasi antara segmen kerangka tubuh dan tinggi badan seseorang (Menezes *et al.*, 2009). Salah satu keterbatasannya adalah potensi bias antara panjang tulang yang sebenarnya dan hasil pengukuran. Perbedaan ini muncul karena proses pengukuran yang menggunakan instrumen diagnostik yang canggih, bukan pengukuran langsung pada tulang panjang. Teknik pemindaian ini telah digunakan dalam otopsi virtual sejak tahun 1977 dan masih terus dikembangkan. Pada tahun 1990, pencitraan sinar-X tiga dimensi diperkenalkan untuk pemeriksaan post-mortem. Meskipun teknologi ini telah terbukti efektif dalam diagnosis klinis, kemanjurannya dalam forensik kurang terbukti (Saputra, 2021).

Dalam mengukur panjang tulang melalui teknik pencitraan, penting untuk

menyadari keterbatasannya, termasuk potensi distorsi yang signifikan yang dapat memengaruhi interpretasi hasil. Akurasi pengukuran pencitraan bisa kurang dibandingkan dengan pengukuran langsung karena teknik pencitraan tidak selalu secara akurat mencerminkan panjang tulang atau bagian tubuh yang diukur. Penyesuaian gambar dengan panjang sebenarnya menjadi prasyarat, meskipun saat ini belum ada skala tetap yang disepakati untuk penyesuaian ini. Distorsi juga dapat timbul akibat kesalahan operator, arah pengukuran, penempatan, dan artefak lainnya. Keterbatasan alat pencitraan, terutama di lokasi terpencil, dapat menghambat proses identifikasi, berbeda dengan pengukuran perkutan yang dapat dilakukan secara langsung di lokasi yang sulit. Selain itu, teknik pencitraan memerlukan biaya yang lebih besar dan investasi waktu yang lebih banyak dibandingkan dengan pengukuran perkutan langsung. Estimasi tinggi badan tidak dapat ditentukan secara langsung pada tahap pencitraan. Meskipun pengukuran tulang secara langsung terbukti lebih akurat daripada radiografi, metode ini kurang dapat diterima karena terbatasnya jumlah kerangka yang tersedia (Hauser et al., 2005).

KESIMPULAN

Pengukuran tulang tibia dapat diperoleh melalui metode langsung atau tidak langsung. Pengukuran langsung dilakukan dengan mengukur dimensi tulang secara langsung dengan instrumen khusus. Sebaliknya, pengukuran tidak langsung memerlukan penilaian dimensi tulang melalui teknik pencitraan radiografi, dengan demikian mengukur panjangnya untuk memastikan panjang yang sebenarnya. Menggunakan metode matematika atau persamaan regresi dalam pengukuran tidak langsung lebih baik daripada metode anatomi dalam memperkirakan tinggi badan. Terlepas dari keunggulan pengukuran tulang secara langsung dalam hal akurasi dibandingkan dengan radiografi, kelangkaan kerangka yang

tersedia telah menghambat adopsi teknik pengukuran langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Algotar, G. N., Chauhan, V. N., & Bhise, R. S. (2020). Estimation of Stature from Percutaneous Length of Tibia in Natives of Gujarat. *Prof.(Dr) RK Sharma*, 20(2), 261.
- Arif, M., Rasool, S. H., Chaudhary, M. K., & Shakeel, Z. (2018). Estimation Of Stature. *The Professional Medical Journal*, 25(11), 1696–1700.
<https://doi.org/10.29309/TPMJ/18.4909>
- Brits, D. M., Bidmos, M. A., & Manger, P. R. (2017). Stature estimation from the femur and tibia in Black South African sub-adults. *Forensic Science International*, 270, 277-e1.
- Dhurve, A. S., & Dhurve, S. A. (2013). Estimation of Stature from Percutaneous Measurement of Tibia in Living. *Medico-Legal Update*, 13(2), 5.
<https://doi.org/10.5958/j.0974-1283.13.2.002>
- Diac, M. M., Iov, T., Damian, S. I., Knieling, A., Girlescu, N., Lucasievici, C., ... & Iliescu, D. B. (2021). Estimation of stature from tibia length for Romanian adult population. *Applied Sciences*, 11(24), 11962.
- Farsinejad, M., Rasaneh, S., Zamani, N., & Jamshidi, F. (2014). Relationship between the stature and the length of long bones measured from the X-rays; modified trotter and gleser formulae in iranian population: A preliminary report. *Soud Lek*, 59(2), 20-22
- Gardašević, J. (2019). Body height in Kosovo population and its estimation from tibia length: National survey. *Anthropological Notebooks*, 25(3).
- Garmendia, A. M., Sánchez-Mejorada, G., & Gómez-Valdés, J. A. (2018). Stature estimation formulae for Mexican

- contemporary population: A sample based study of long bones. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 54, 87-90.
- Ghosh, T. (2019). Estimation of stature from percutaneous length of tibia amongst Bengalee population-an observational study in a teaching institution in West Bengal, India.
- Gualdi-Russo, E., Bramanti, B., & Rinaldo, N. (2018). Stature estimation from tibia percutaneous length: new equations derived from a Mediterranean population. *Science & Justice*, 58(6), 441-446.
- Hauser R, Smoliński J, Gos T. The estimation of stature on the basis of measurements of the femur. (2005) *Forensic Sci Int. Jan*;147(2-3):185-90
- Hanom, Y. Hubungan Antara Tinggi Badan, Panjang Lengan, Dan Kekuatan Otot Punggung Terhadap Jarak Tolakan Tolak Peluru Pada Siswa Kelas VII Sekolah Menengah Pertama Negeri 4 Ngaglik. (2012) Doctoral dissertation. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Konigsberg, L. W., & Jantz, L. M. (2018). Multivariate regression methods for the analysis of stature. In *New perspectives in forensic human skeletal identification* (pp. 87-104). Academic Press.
- Lubis, M. I. (2023). Hubungan Panjang Tulang Tibia Terhadap Tinggi Badan Pada Mahasiswa Dan Mahasiswi Fk Uisu Angkatan 2018 (Doctoral dissertation, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Sumatera Utara).
- Menezes, R. G., Kanchan, T., Kumar, G. P., Rao, P. P. J., Lobo, S. W., Uysal, S., Krishan, K., Kalthur, S. G., Nagesh, K. R., & Shettigar, S. (2009). Stature estimation from the length of the sternum in South Indian males: A preliminary study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 16(8), 441-443.
- <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2009.05.001>
- Mittino, G., Langstaff, H., & García-Donas, J. G. (2024). Sex and stature estimation on the tibia: a virtual pilot study on a contemporary Hispanic population. *Journal of the Royal Anthropological Institute*.
- Moitra, S. (2019). Estimation of height from measurement of percutaneous tibial F
- Monteiro, O., Saliba-Serre, B., Lefèvre, P., Verna, É., & Lalys, L. (2022). Methodological analysis of stature estimation from tibia osteometric data. *Forensic Science International: Reports*, 5, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2022.100272>
- Rahayu, T. Y. (2018). Perbedaan Tinggi Badan Aktual Dengan Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut dan Panjang Ulna pada Lansia di Panti Wreda Kota Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Ramezani, M., Shokri, V., Ghanbari, A., Salehi, Z., & Niknami, K. A. (2019). Stature estimation in Iranian population from x-ray measurements of femur and tibia bones. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 19, 100343.
- Ravikanth, R., Sarkar, P. S., & Philip, B. (2017). Stature Estimation Using Anthropometric Measurements on X-rays of Long Bones in Living Individuals of Indian Population. *Medico-Legal Update*, 17(1), 1-5.
- Ritonga, P. D. U., & Sutysna, H. (2018). Korelasi Panjang Tulang Tibia Terhadap Tinggi Badan Pada Mahasiswa FK UMSU. *Smart Medical Journal*, 1(1), 1-6.
- Saputra, S. (2021). Korelasi Panjang Tulang Ekstremitas Dengan Tinggi Badan Dalam Identifikasi Forensik. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, 11(1), 412515.

- Sarajlić, N., Cihlarž, Z., Elvira Klonowski, E., & Selak, I. (2006). Stature Estimation for Bosnian Male Population. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 6(1), 62–67.
<https://doi.org/10.17305/bjbms.2006.3213>
- Snell R. (2012). *Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran*. 6 ed. EGC
- Sume, B. W. (2019). Estimation of body height from percutaneous length of tibia in Debre Markos University students, North West Ethiopia. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9, 1-8.
- Tomuka, J., Siwu, J., & Mallo, J. F. (2016). Hubungan panjang telapak kaki dengan tinggi badan untuk identifikasi forensik. *e-CliniC*, 4(1).
<https://doi.org/10.35790/ecl.4.1.2016.12109>
- Vibhute, N., Belgaumi, U., & Mohite, H. (2021). Estimation Of Stature Height Through Measurement Of Individuals Tibial Length. *Uttar Pradesh Journal Of Zoology*, 42(24), 1465-1470.
- Wiryani, C., Kuswardhani, T., Aryana, S., Astika, N., & Yanson, W. K. (2010). Hubungan antara sudut kelengkungan thorakdan selisih tinggi badan ukur dan tinggi badan hitung berdasarakan tinggi lutut pada pasien usia lanjut di poliklinik geriatric sanglah denpasar. *Jurnal Kedokteran Universitas Udayana*;10-16