TINJAUAN SISTEMATIS: ANALISIS AKURASI ESTIMASI TINGGI BADAN BERDASARKAN PANJANG TULANG HUMERUS DALAM IDENTIFIKASI FORENSIK

Oleh
Oktavia Dwi Sapto Rini[1]*, Nayla Putri Siregar[2], Marchsel Sinaga[3], Arif Rachman[4], Sofiana[5]
[1,2,3,4,5] Fakultas Kedokteran Militer, Universitas Pertahanan RI, Bogor, Indonesia
email: [1]oktaviadwisaptorini@gmail.com, [2]naylaputrisiregar5@gmail.com, [3]marchselsinaga@gmail.com, [4]ar604299@gmail.com

Article History:
Received: 03-10-2025
Revised: 30-10-2025
Accepted: 06-11-2025

Keywords:
Estimasi Tinggi Badan, Panjang Tulang Humerus, Identifikasi Forensik, Antropometri

Abstract: *Estimasi tinggi badan merupakan parameter penting dalam identifikasi forensik, khususnya pada kasus Disaster Victim Identification (DVI) di mana tubuh korban sering ditemukan tidak utuh. Tulang humerus memiliki nilai forensik tinggi karena kekuatan dan frekuensinya ditemukan dalam kondisi utuh, sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi badan korban. Tinjauan sistematis ini bertujuan mengevaluasi akurasi estimasi tinggi badan berdasarkan panjang tulang humerus pada berbagai populasi dan metode pengukuran, serta menilai kesesuaiannya untuk aplikasi identifikasi forensik. Pencarian literatur dilakukan pada database PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar untuk periode 2020–2025 menggunakan kata kunci "humerus length", "stature estimation", dan "forensic identification". Studi primer berbahasa Inggris atau Indonesia yang meneliti hubungan panjang humerus dengan tinggi badan dianalisis berdasarkan pedoman PRISMA. Dari 205 artikel yang diidentifikasi, tujuh penelitian memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara naratif. Hasil menunjukkan bahwa korelasi antara panjang humerus dan tinggi badan berada pada kisaran r = 0,66–0,95 dengan Standard Error of Estimate (SEE) antara 1,2–5,4 cm. Model regresi berdasarkan jenis kelamin menunjukkan akurasi lebih tinggi dibandingkan model gabungan. Variasi akurasi antar populasi dipengaruhi oleh perbedaan etnis, teknik pengukuran, dan dimorfisme seksual. Sebagai kesimpulan, panjang tulang humerus merupakan parameter antropometri yang akurat dan dapat diandalkan untuk estimasi tinggi badan dalam konteks identifikasi forensik, tetapi formula regresi sebaiknya disesuaikan secara spesifik terhadap populasi dan jenis kelamin untuk meningkatkan presisi estimasi*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat risiko bencana yang tinggi akibat kondisi geografis dan geologisnya yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia(BNPB, 2023). Kejadian bencana besar sering menimbulkan korban jiwa dalam jumlah

banyak, sehingga diperlukan proses identifikasi yang cepat dan akurat. Dalam bidang antropologi forensik, estimasi tinggi badan merupakan salah satu parameter biologis yang penting dalam proses identifikasi individu, baik pada kasus kriminal, kecelakaan, maupun bencana massal (Saputra et al., 2021). Estimasi ini membantu mempersempit pencarian identitas korban berdasarkan ciri fisik biologis yang tersisa.

Tulang humerus sering dipilih karena memiliki ketahanan mekanik tinggi dan lebih sering ditemukan utuh dibanding tulang lain seperti femur atau tibia, terutama pada kondisi kerusakan akibat bencana atau dekomposisi lanjut (Silva et al., 2024). Panjang humerus diketahui memiliki korelasi yang tinggi dengan tinggi badan aktual, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi tinggi badan seseorang secara akurat. Berbagai penelitian di berbagai populasi menunjukkan adanya perbedaan nilai koefisien korelasi dan persamaan regresi, tergantung faktor seperti jenis kelamin, ras, etnis, serta metode pengukuran (Marvi et al., 2025). Namun demikian, belum ada konsensus global mengenai akurasi terbaik metode estimasi tinggi badan berbasis humerus yang dapat diterapkan secara universal.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan tinjauan sistematis untuk menilai sejauh mana panjang tulang humerus dapat digunakan secara akurat untuk memperkirakan tinggi badan, serta membandingkan variasi metode dan hasil antar populasi. Kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah dalam upaya pengembangan metode identifikasi forensik, khususnya di Indonesia yang merupakan negara rawan bencana.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan tinjauan sistematis (*Systematic Literature Review)* yang merupakan sebuah metodologi penelitian dan pengembangan yang dilakukan untuk mengevaluasi suatu penelitian yang terkait pada topik tertentu. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 November hingga 18 Oktober 2025. Proses penelitian meliputi penentuan strategi pencarian data dengan melakukan seleksi studi melalu penilaian kualitas sesuai kriteria eligibilitas dan instrument penilaian kualitas, data ekstraksi, dan data sintesis.

Kata kunci yang digunakan dalam penelitian ini yaitu "humerus" AND "stature" AND "forensic" pada Pubmed, Cochrane, dan ScienceDirect. "humerus length" OR "humeral bone" OR "humerus measurement") AND ("stature estimation" OR "height estimation" OR "body height prediction") AND ("forensic anthropology" OR "forensic identification" OR "human identification" OR "disaster victim identification" pada Google Schoolar.

Kriteria eligibilitas pada penelitian ini meliputi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah 1) *Literature* yang digunakan berbentuk studi primer atau jurnal ilmiah, 2) Sumber *literature* berasal dari *Pubmed, ScienceDirect,* dan *Cochrane Library,* dan Google Schoolar. 3) *Literature* memiliki akses terbuka, 4) *Literature* dapaat diakses secara *full text,* 5) *Literature* menggunakan bahasa Inggris atau bahasa Indonesia, 6) Tahun Publikasi artikel ilmiah pada 2020-2025, 7) Pembahasan dalam *Literature* mencakup pengukuran panjang tulang humerus sebagai acuan estimasitinggi badan . Sedangkan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah *Literature* yang berbentuk *Review, Case Report,* dan Jurnal tidak dapat diakses secara *full text*. Selain itu peneliti juga membatasi ruang lingkup penelitian, peneliti menggunakan metode PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes*), seperti pada tabel dibawah:

ISSN 2798-3471 (Cetak)
ISSN 2798-3641 (Online)

PICO

Komponen	Keterangan
Population	Individu dewasa dengan data antropometri tulang humerus.
Intervention	Estimasi tinggi badan berdasarkan panjang humerus.
Comparison	Estimasi berdasarkan tulang panjang lain (femur, tibia, radius).
Outcome	Akurasi estimasi tinggi badan (koefisien korelasi, SEE, kesalahan estimasi).

1. Penilaian Kualitas

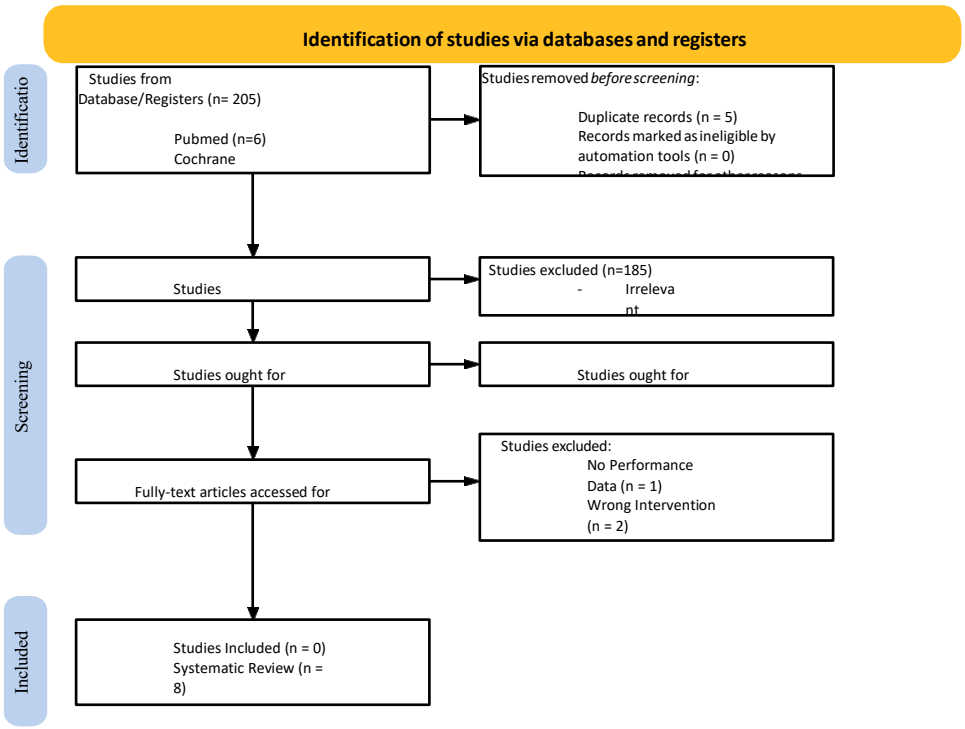
Literature diseleksi menggunakan metode PRISMA (*Preffered Reporting Items for Systematic Reviews*). PRISMA Flow Diagram dalam penelitian ini dilampirkan pada Gambar 1. Setelah menggunakan metode PRISMA, diperoleh hasil yakni total 205 jurnal ilmiah 5 diantaranya dikeluarkan karena duplikasi data, 182 jurnal tidak relevan, 3 diantaranya tidak memiliki *full text access*. 15 jurnal relevan dieksklusikan Kembali 1 jurnal data tidak lengkap,2 jurnal intervensi tidak tepat, 2 jurnal outcome tidak tepat, 2 jurnal subjek dibawah umur. Hasil akhir studi yang termasuk kedalam kriteria inklusi berjumlah 30 yang akan digunakan dalam *literature.*

2. Data Sintesis

Dalam penelitian ini proses sintesis data dilakukan dengan cara membandingkan jurnal ilmiah yang memenuhi penilaian kualitas serta kriteria inklusi dan eksklusi. Bagian ini merujuk kepada tujuan penelitian yakni mengetahui keakuratan penggunaan panjang tulang humerus sebagai alat untuk mendeteksi estimasi tinggi badan pada proses identifikasi forensik.

3. Ekstraksi Data

Output dari ekstraksi data dilampirkan dalam sebuah Tabel yang terdiri dari nama penulis, tahun terbit, populasi, panjang humerus, Koefisien korelasi, Standar error of estimate, persamaan regresi tinggi badan.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 7 studi memenuhi kriteria inklusi, mencakup populasi India (Gorkha), Nigeria (Hausa & radiografik), Turki (Anatolia), Ghana, dan Indonesia (Nias) dengan variasi metode ukur (osteometri/percutaneous vs radiografi).

Korelasi (r) antara panjang humerus dan tinggi badan pada dewasa berkisar lebar dari 0,14–0,959, namun pada sebagian besar studi dewasa kontemporer berada di rentang 0,66–0,95 (kuat–sangat kuat). SEE menunjukkan ketelitian estimasi yang umumnya baik: studi radiografik Anatolia melaporkan ≈1,9–2,5 cm, Nias ≈1,2 cm (pria) hingga ≈3,3 cm (wanita), Ghana ≈4,3–5,2 cm, Gorkha ≈3,9–5,4 cm, Hausa ≈5,9 cm (dilaporkan dalam meter pada modelnya), sedangkan studi radiografik Nigeria melaporkan SEE sangat kecil (≈0,29–0,50 cm), yang kemungkinan merefleksikan presisi internal protokol radiografi dan tidak selalu langsung sebanding dengan pengukuran percutaneous/osteometri lapangan. Persamaan regresi bervariasi antar-populasi dan jenis kelamin: kemiringan (slope) umumnya ≈2,1–3,6 cm tinggi per 1 cm humerus, tetapi bisa >5 cm pada wanita di beberapa populasi (mis. Nias), menegaskan ketergantungan populasi & sex-spesifik.

- Nigeria (radiografik): ♂ TB = 2,45 × HML + 89,20; ♀ TB = 2,16 × HML + 97,17 (gabungan: TB = 2,57 × HML + 84,32).
- Nigeria – Hausa: H (m) = 0,0212 × LH + 0,905 (ekuivalen ≈ 2,12 cm tinggi per 1 cm humerus).
- Indonesia – Nias: ♂ TB = 78,598 + 3,045 × RH (alternatif kiri = 78,844 + 3,001 × LH); ♀ TB = 19,694 + 5,189 × RH (alternatif kiri = 18,013 + 5,198 × LH).
- Turki – Anatolia (radiografik): ♂ TB = 96,463 + 2,248 × RMHL; ♀ TB = 50,365 + 3,591 × RMHL (gabungan = 64,654 + 3,160 × RMHL).

ISSN 2798-3471 (Cetak)
ISSN 2798-3641 (Online)

- Ghana (dewasa): ♂ TB = 89,399 + 2,483 × LH (alt. = 92,494 + 2,392 × RH); ♀ TB = 83,158 + 2,512 × LH (alt. = 86,402 + 2,412 × RH); gabungan TB = 71,679 + 2,960 × LH (alt. = 74,799 + 2,867 × RH).
- India – Gorkha: contoh model ♂ TB = 109,218 + 4,125 × RH1; ♀ TB = 80,558 + 5,207 × RH1 (r bervariasi & cenderung lebih rendah).

Inti interpretasi akurasi. Dengan menggabungkan r tinggi dan SEE rendah, Indonesia (Nias, khususnya pria) dan Turki (Anatolia, radiografik) muncul sebagai yang paling akurat; Ghana memberikan akurasi moderate dan stabil (model jelas per sex/sisi); Nigeria–Hausa dan India–Gorkha memberikan estimasi cukup tetapi kurang presisi relatif terhadap dua populasi terbaik. Nilai SEE sangat kecil pada studi radiografik Nigeria memberikan presisi internal yang sangat baik, namun perlu kehati-hatian transfer ke konteks lapangan (percutaneous).

Catatan praktik forensik. Hampir semua studi menunjukkan bahwa model terpisah berbasis jenis kelamin (male–female specific) memberikan estimasi lebih akurat dibanding model gabungan. Karena itu, pada kasus forensik: (1) pilih persamaan yang paling sesuai dengan populasi/biogeografi dan metode ukur yang kamu gunakan; (2) laporkan ketidakpastian (SEE, atau rentang prediksi); (3) hindari silang-pakai rumus lintas populasi tanpa kalibrasi; dan (4) jika tersedia lebih dari satu tulang panjang, kombinasikan untuk meningkatkan presisi.

.

No	Penulis Tahun	Negara/ populasi	Jenis Kelamin dan Jumlah Sampel	Panjang Humerus Rata-rata	Koefisien Korelasi (r)	Standar Error of Estimate (SEE)	Persamaan Regresi Tinggi Badan
1	(Sharma et al., 2024).	India (Populasi Gorkha, Jharkhand Armed Forces)	Laki-laki: 80 Perempuan: 80 Total: 160 orang usia 25–40 tahun	♂ 14.3 (R), 15.7 (L) ♀ 13.7 (R), 13.4 (L)	♂ r = 0.38–0.50 ♀ r = 0.14–0.50	3.87–5.37	♂ H = 109.218 + 4.125 RH1 ♀ H = 80.558 + 5.207 RH1
2	(Jeong et al., 2023)	AS – Prajurit kulit putih (WWII & Korea)	Laki-laki white: total kasus 240; humerus terukur n≈182	Hum kiri 33,7 cm; kanan 33,5 cm	Tidak dilaporkan (studi validasi)	Tidak dilaporkan	T&G 1958: Stature = 2,89×Hum + 78,10; (1952 alternatif) = 3,08×Hum + 70,45.
3	(Kürsad Açıkgöz et al., 2021)	Turki – Dewasa Anatolia (radiografi)	Laki-laki: 40; Perempuan: 48 (total 88)	L: MHL kanan 34,06 cm; kiri 33,89 cm. P: kanan 31,05 cm; kiri 30,83 cm.	MHL–TB (kanan): L 0,910; P 0,919. (kiri: L 0,894; P 0,896).	Single regression (MHL kanan): L ±1,94 cm; P ±2,49 cm; gabungan ±2,70 cm	L: S = 96,463 + 2,248×RMHL; P: S = 50,365 + 3,591×RMHL; Gabungan: S = 64,654 + 3,160×RMHL
4	(Ibrahim et al., 2024)	Nigeria (Populasi etnis Hausa, mahasiswa Yusuf Maitama Sule University, Kano State)	202 subjek (102 laki-laki, 100 perempuan), usia 18–50 tahun	Rata-rata keseluruhan: 34.75 ± 2.26 ♂ 35.44 ± 2.20 ♀ 34.04 ± 2.10	r = 0.628	SEE = 0.059	H = 0.0212 × LH + 0.905 (p < 0.0001)
5	(Gracia et al., 2025)	Indonesia – Populasi etnis Nias, mahasiswa HKBP Nommensen	100 orang (50 laki-laki, 50 perempuan), usia 21–23 tahun	♂ R: 29.71 ± 1.34, L: 29.72 ± 1.36 ♀ R: 26.17 ± 0.78, L: 26.45 ± 0.78	♂ R: 0.959, L: 0.959 (p<0.001) ♀ R: 0.785, L: 0.783 (p<0.001)	♂ R: 1.223, L: 1.220 ♀ R: 3.245, L: 3.259	♂ S = 78.598 + 3.045 × RH ♂ S = 78.844 + 3.001 × LH ♀ S = 19.694 + 5.189 × RH

		University, Medan					♀ S = 18.013 + 5.198 × LH
6	(Tetteh et al., 2024)	Ghana – Dewasa	♂167; ♀119 (total 286)	LH (cm): ♂ 33,17 ± 2,01; ♀ 31,60 ± 1,88; total 32,52 ± 2,09. (RH serupa)	r (LH): ♂ 0,754; ♀ 0,710; total 0,774. (RH: ♂ 0,737; ♀ 0,692; total 0,759)	SEE (cm): ♂ LH 4,35; ♂ RH 4,48; ♀ LH 4,63; ♀ RH 4,75; total LH 5,08; total RH 5,22.	♂: S = 89,399 + 2,483×LHm; = 92,494 + 2,392×RHm. ♀: S = 83,158 + 2,512×LHf; = 86,402 + 2,412×RHf. Total: S = 71,679 + 2,960×LHp; = 74,799 + 2,867×RHp
7	(Loveday Ese Oghenemavwe & Chukuemeka Emmanuel Agi, 2022)	Nigeria – Dewasa (radiografi humerus)	♂49; ♀41 (total 90)	♂ 35,04 ± 1,95 cm; ♀ 32,63 ± 1,73 cm; total 33,94 ± 2,20 cm	r: ♂ 0,66; ♀ 0,50	SEE (cm): ♂ 0,41; ♀ 0,50; (gabungan: 0,29)	♂: S = 2,45×HML + 89,20; ♀: S = 2,16×HML + 97,17; Gabungan: S = 2,57×HML + 84,32.

Hasil tinjauan ini menegaskan bahwa panjang tulang humerus adalah parameter antropometri yang andal untuk memperkirakan tinggi badan. Pada mayoritas studi dewasa kontemporer, nilai korelasi (r) berada pada kisaran kuat hingga sangat kuat (umumnya ~0,66–0,95), mencerminkan hubungan linier yang stabil antara panjang humerus dan tinggi badan. Ketelitian model yang dinilai melalui Standard Error of Estimate (SEE) juga menunjukkan performa yang baik: studi radiografik dan sebagian studi osteometri melaporkan SEE rendah–sedang (≈1,9–5,2 cm), sementara beberapa populasi tertentu menunjukkan SEE sangat kecil (≈1,2 cm pada pria Nias; ≈2,0–2,5 cm pada populasi Anatolia/Turki radiografik). Secara praktis, rentang galat ini sudah memadai untuk mempersempit kandidat identitas biologis dalam konteks forensik.

Meski demikian, heterogenitas antar studi cukup nyata dan dapat dijelaskan oleh beberapa faktor utama:

Perbedaan etnis dan morfologi tubuh. Koefisien kemiringan (slope) dan konstanta regresi bervariasi antar populasi (misalnya Indonesia, Turki, Ghana, Nigeria, India), sehingga tidak ada satu rumus universal yang berlaku luas. Variasi proporsi segmen tubuh relatif terhadap tinggi total—dipengaruhi faktor genetik, nutrisi, dan tren sekuler—mendorong perlunya rumus khusus populasi.

Metode pengukuran. Pengukuran radiografik/PMCT cenderung menghasilkan presisi internal lebih tinggi (SEE lebih kecil) dibanding percutaneous/osteometri lapangan karena kendali posisi dan definisi titik ukur yang lebih konsisten. Namun, hasil radiografik tidak selalu dapat ditransfer apa adanya ke pengukuran lapangan; perbedaan definisi panjang maksimum humerus (maksimum anatomis vs proyeksi) serta sisi (kiri/kanan) dapat menggeser kemiringan dan galat.

Perbedaan umur dan jenis kelamin. Persamaan sex-specific (laki-laki vs perempuan) secara konsisten lebih akurat daripada model gabungan, karena pola pertumbuhan dan alometri berbeda antar jenis kelamin. Pada studi subkelompok tertentu (mis. perempuan di sebagian populasi), kemiringan bisa lebih curam, sehingga pemilihan model sesuai jenis kelamin menjadi krusial. Selain itu, subadult (pertumbuhan belum selesai) memerlukan pendekatan/model khusus yang berbeda dari dewasa.

Perspektif forensik. Dari sudut pandang identifikasi, humerus memiliki beberapa keunggulan:

ISSN 2798-3471 (Cetak)
ISSN 2798-3641 (Online)

- Lebih sering ditemukan utuh pada sisa rangka pasca-insiden karena strukturnya yang tebal dan tahan fragmentasi.
- Memberikan estimasi cukup akurat saat tulang panjang lain (femur/tibia) tidak tersedia.
- Praktis digunakan dalam operasi DVI (Disaster Victim Identification) maupun kasus tunggal, dengan syarat metode pengukuran konsisten dan rumus yang dipakai sesuai populasi/jenis kelamin.

Kehati-hatian penerapan lintas populasi. Menggunakan persamaan dari populasi lain dapat menghasilkan bias estimasi (mis-estimation) yang bermakna. Berdasarkan rentang SEE pada studi-studi terikut, deviasi hingga ±5 cm sangat mungkin terjadi jika rumus tidak selaras dengan karakteristik biogeografis dan metode ukur yang digunakan. Karena itu, setiap negara/kelompok etnis sangat dianjurkan memiliki persamaan regresi spesifik, atau setidaknya memilih rumus paling dekat (secara etnis/region dan metode). Saat memungkinkan, lakukan kalibrasi lokal atau validasi eksternal terhadap rumus yang akan dipakai di lapangan.

Arah metodologis ke depan. Selain regresi linear tunggal humerus→tinggi, penelitian ke depan sebaiknya:

Menggunakan analisis multivariat (menggabungkan beberapa tulang panjang seperti femur/tibia + humerus) untuk menurunkan SEE dan mempersempit rentang prediksi. Mengeksplorasi pendekatan machine learning (mis. regularized regression, gradient boosting, atau model non-linear) yang terstandarisasi, tetap transparan (explainable), dan divalidasi eksternal. Menyeragamkan protokol pengukuran (definisi panjang maksimum, orientasi radiograf, pemilihan sisi) serta melaporkan metrik lengkap (r, R^2, SEE, dan rentang prediksi) agar hasil lintas-studi dapat dibanding/diintegrasikan dengan lebih sahih.

Ringkasnya, hasil 7 studi inklusi menegaskan bahwa humerus adalah prediktor stature yang kuat dan aplikatif dalam forensik, tetapi akurasinya sangat bergantung pada populasi, metode, umur, dan jenis kelamin. Implikasi praktisnya jelas: gunakan rumus sex- & populasi-spesifik, konsistenkan metode ukur, dan laporkan ketidakpastian. Pendekatan multivariat/ML serta standardisasi protokol akan semakin meningkatkan keandalan estimasi dalam skenario forensik nyata.

KESIMPULAN

Validitas hubungan humerus–tinggi badan. Berdasarkan 7 studi inklusi, panjang tulang humerus menunjukkan korelasi kuat dengan tinggi badan—secara umum berada pada rentang r ≈ 0,70–0,95 pada populasi dewasa kontemporer—sehingga layak dijadikan parameter yang valid untuk estimasi tinggi badan dalam identifikasi forensik.

Akurasi estimasi (SEE). Standard Error of Estimate (SEE) pada mayoritas studi berada di kisaran ≈3–6 cm, menandakan ketelitian tinggi untuk kebutuhan praktis. Pada beberapa set data/metode (mis. radiografi Anatolia; pria Nias), SEE bahkan lebih kecil (≈2 cm dan ≈1,2 cm), namun nilai ini mencerminkan presisi internal metode dan perlu kehati-hatian saat diterapkan di lapangan percutaneous.

Keterbatasan universalitas & kebutuhan rumus spesifik.

Ditemukan variasi antar populasi dan jenis kelamin pada koefisien regresi (slope/intersep) serta nilai r dan SEE. Karena itu, rumus regresi harus spesifik populasi dan sex-specific.

Penggunaan rumus lintas-populasi tanpa kalibrasi berisiko menghasilkan bias estimasi hingga ±5 cm.

Kegunaan forensik & kesiapsiagaan bencana.

Estimasi tinggi dari humerus sangat berguna ketika kerangka tidak utuh—umum pada DVI (Disaster Victim Identification)—karena humerus relatif sering terawetkan dan mudah diukur. Implementasi metode ini mendukung kesiapsiagaan nasional di bidang pertahanan dan forensik dengan mempercepat penyusunan profil biologis korban (sex-/age-appropriate, population-aware) dan mempersempit kandidat identitas.

Implikasi praktis: gunakan rumus yang selaras biogeografis & sex-specific, seragamkan metode/satuan ukur, laporkan ketidakpastian (SEE/rentang prediksi), dan—jika tersedia—kombinasikan dengan tulang panjang lain untuk meningkatkan presisi.

Berdasarkan tujuh studi inklusi, panjang tulang humerus terbukti memiliki hubungan yang kuat dengan tinggi badan (umumnya r ≈ 0,70–0,95), sehingga layak dipakai sebagai parameter yang valid dalam estimasi tinggi pada konteks identifikasi forensik. Ketelitian model yang tercermin dari Standard Error of Estimate (SEE) pada mayoritas studi berada di kisaran ≈3–6 cm—cukup akurat untuk keperluan praktik—meski pada beberapa set dan metode tertentu (misalnya radiografik) SEE dapat lebih kecil karena presisi internal protokol pengukuran.

Variasi koefisien regresi dan ketepatan antar populasi serta perbedaan jenis kelamin menegaskan bahwa tidak ada satu rumus yang universal. Penerapan rumus hendaknya spesifik populasi dan sex-specific, dengan kehati-hatian bila menggunakan persamaan dari kelompok lain karena berisiko menghasilkan bias estimasi yang bermakna.

Dalam praktik lapangan, terutama pada skenario DVI (Disaster Victim Identification) dan kasus jenazah tidak utuh, pendekatan berbasis humerus sangat berguna karena tulang ini relatif sering terawetkan dan mudah diukur. Hal tersebut membantu mempercepat penyusunan profil biologis korban ketika tulang panjang lain tidak tersedia.

Secara keseluruhan, temuan ini mendukung pemanfaatan estimasi tinggi berbasis humerus sebagai bagian dari kesiapsiagaan nasional di bidang forensik dan pertahanan—dengan prasyarat pemilihan rumus yang selaras biogeografis, konsistensi metode ukur, serta pelaporan ketidakpastian (misalnya SEE atau rentang prediksi) secara jelas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BNPB. (2023). *IRBI tahun 2022* (Ridwan Yunus, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Badan Nasional Penanggulangan Bencana. https://bnpb.go.id

[2] Gracia, A. F., Simorangkir, S. J. V., & Panjaitan, J. S. G. (2025). Humerus Length Correlates with Stature among Nias Ethnic Students at HKBP Nommensen University Medan. *Majalah Biomorfologi*, *35*(2), 123–130. https://doi.org/10.20473/mbiom.v35i2.2025.123-130

[3] Ibrahim, I., Adamu, L. H., Yusuf, S., Nuhu, S., & Buba, M. A. (2024). Height Assessment Using the Length of Humerus of Selected Group of Hausa Ethnic Students in Yusuf Maitama Sule University, Kano State. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*, *9*(4a), 126–131. https://doi.org/10.4314/dujopas.v9i4a.11

[4] Jeong, Y., Taylor, R. J., Jung, Y., & Woo, E. J. (2023). Trotter and Gleser's (1958) equations outperform Trotter and Gleser's (1952) equations in stature estimation of the US

White males. *Forensic Sciences Research*, *8*(1), 16–23. https://doi.org/10.1093/fsr/owad008

[5] Kürsad Açıkgöz, A., Cem Erkman, A., Binokay, F., Göker, P., & Gülhal Bozkir, M. (2021). Stature Estimation from Radiographic Measurements in Adult Anatolian Population Estimación de la Estatura a Partir de Mediciones Radiográficas en una Población Adulta de Anatolia Stature estimation from radiographic measurements in adult Anatolian population. In *Int. J. Morphol* (Vol. 39, Issue 3).

[6] Loveday Ese Oghenemavwe, & Chukuemeka Emmanuel Agi. (2022). Stature estimation from humeral length amongst Nigerians: A radiographic approach. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, *9*(3), 030–035. https://doi.org/10.30574/wjbphs.2022.9.3.0054

[7] Marvi, N. A., Istarini, A., Halim, R., Enis, R. N., & Harahap, H. (2025). Correlation between Humerus Length and Height in Medical Students at Jambi University. In *Journal of Medical Studies* (Vol. 2024, Issue 1).

[8] Saputra, S., Novia Toemon, A., Ricka, D., & Zaluchu, B. (2021). Korelasi Panjang Tulang Ekstremitas dengan Tinggi Badan dalam Identifikasi Forensik. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, *11*(1), 28–39. http://ojs.unud.ac.id/index.php/ijlfs

[9] Sharma, D. K., Kumar, S., Singh, B., Kumar, H., & Yadav, P. K. (2024). Stature Estimation from Humerus bone in Gorkha Population. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, *46*(2), 267–271. https://doi.org/10.48165/jiafm.2024.46.2.15

[10] Silva, R. M., Morais, B. D. S., Silva, C. D. R., de Oliveira, E. C. L., Macedo, F. P., Pinto, G. V., Coutinho, G. D., Dornelas, H. G., Moreira, J. L. S., de Almeida Fernandes, L. E., Iannini, M. L., Siqueira, P., e Santos, V. R. D., & Caligiorne, S. M. (2024). Challenges in Implementing DVI Best Practice Guidelines Due to the Brumadinho Disaster. *Forensic Medicine and Anatomy Research*, *12*(01), 1–12. https://doi.org/10.4236/fmar.2024.121001

[11] Tetteh, J., Diby, T., Abaidoo, C. S., Yorke, J., Robertson, J., & Nketsiah, J. (2024). Height and sex estimation using percutaneous humeral length among Ghanaians. *Forensic Science International: Reports*, *9*. https://doi.org/10.1016/j.fsir.2024.100367

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

ISSN 2798-3471 (Cetak)
ISSN 2798-3641 (Online)