



Perbandingan Akurasi Berbagai Rumus Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut, Panjang Depa, dan Panjang Ulna terhadap Tinggi Badan Aktual

Comparison of the Accuracy of Height Estimation Equations Based on Knee Height, Arm Span, and Ulna Length in Predicting Actual Height

Afiska Prima Dewi^{1*}, Ritma Dewanti², Wiwi Febriani³, Ramadhana Komala⁴

Correspondence e-mail: afiska.pd@gmail.com

^{1,2}Program Studi Gizi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Adila, Bandar Lampung, Indonesia

^{3,4}Program Studi Gizi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

ABSTRAK

INFO ARTIKEL

Tinggi badan merupakan parameter antropometri penting dalam penilaian status gizi, namun pengukuran langsung tidak selalu dapat dilakukan sehingga diperlukan metode estimasi menggunakan tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna. Penelitian ini bertujuan membandingkan akurasi berbagai rumus estimasi tinggi badan terhadap tinggi badan aktual pada remaja putri usia 18–21 tahun. Penelitian menggunakan desain *cross-sectional* dengan 40 responden yang dipilih secara *purposive sampling*. Pengukuran meliputi tinggi badan aktual, tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna. Estimasi tinggi badan dihitung menggunakan rumus Chumlea dan Fatmah berdasarkan tinggi lutut, rumus WHO dan Fatmah berdasarkan panjang depa, serta rumus BAPEN dan Mulyasari berdasarkan panjang ulna. Analisis data dilakukan menggunakan *Repeated Measures ANOVA*, *Post Hoc Bonferroni*, serta analisis *Mean Difference*, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh rumus estimasi berbeda signifikan dengan tinggi badan aktual ($p < 0,05$), kecuali rumus WHO berdasarkan panjang depa ($p = 1,000$). Berdasarkan nilai MAE dan RMSE, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut merupakan rumus paling akurat dengan nilai masing-masing 3,4325 cm dan 4,1 cm. Dengan demikian, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut dan rumus WHO berdasarkan panjang depa dapat digunakan sebagai alternatif estimasi tinggi badan pada remaja putri usia 18–21 tahun.

ORIGINAL RESEARCH

Submitted: 02 06 2026

Accepted: 23 06 2026

Kata Kunci:

Tinggi Badan, Tinggi Lutut, Panjang Depa, Panjang Ulna, Estimasi Tinggi Badan, Antropometri

Copyright (c) 2026 Authors.

Akses artikel ini secara online



Quick Response Code

ABSTRACT

Height is an important anthropometric parameter in nutritional status assessment; however, direct measurement is not always feasible, making alternative estimation methods based on knee height, arm span, and ulna length necessary. This study aimed to compare the accuracy of various height estimation equations against actual height among late adolescent females aged 18–21 years. A cross-sectional study was conducted involving 40 respondents selected through purposive sampling. Measurements included actual height, knee height, arm span, and ulna length. Height estimation was calculated using the Chumlea and Fatmah equations based on knee height, the WHO and Fatmah equations based on arm span, and the BAPEN and Mulyasari equations based on ulna length. Data were analyzed using Repeated Measures ANOVA, Bonferroni post hoc tests, Mean Difference, Mean Absolute Error (MAE), and Root Mean Square Error (RMSE). The results showed that all estimation equations differed significantly from actual height ($p < 0.05$), except for the WHO equation based on arm span ($p = 1.000$). Based on MAE and RMSE values, the Fatmah equation based on knee height demonstrated the highest accuracy, with values of 3.4325 cm and 4.1 cm, respectively. Therefore, the Fatmah equation based on knee height and the WHO equation based on arm span may be considered alternative methods for estimating height in late adolescent females when direct measurement is not possible.

Keywords: Height, Knee Height, Arm Span, Ulna Length, Height Estimation, Anthropometry



PENDAHULUAN

Tinggi badan merupakan salah satu parameter antropometri yang berperan penting dalam penilaian status gizi, evaluasi kesehatan, serta perhitungan berbagai indikator klinis seperti indeks massa tubuh (IMT). Data tinggi badan digunakan untuk menentukan status gizi individu dan menjadi dasar dalam perencanaan intervensi kesehatan. Namun, pengukuran tinggi badan secara langsung tidak selalu dapat dilakukan pada individu dengan keterbatasan mobilitas, pasien tirah baring, lansia, maupun individu dengan gangguan muskuloskeletal. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif yang dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi badan secara akurat melalui parameter antropometri lainnya (Cereda et al., 2021).

Pada kelompok lansia, proses penuaan menyebabkan berbagai perubahan fisik seperti kifosis, osteoporosis, dan kompresi tulang belakang yang dapat mengakibatkan penurunan tinggi badan aktual. Kondisi tersebut menyebabkan hasil pengukuran tinggi badan secara langsung tidak selalu mencerminkan tinggi badan sebenarnya. Oleh karena itu, penggunaan metode estimasi tinggi badan menjadi penting dalam praktik gizi klinik dan pelayanan kesehatan untuk memperoleh data antropometri yang lebih representatif dalam penilaian status gizi (Ramos-Jiménez et al., 2022).

Berbagai penelitian telah mengembangkan metode estimasi tinggi badan menggunakan ukuran bagian tubuh tertentu yang memiliki hubungan erat dengan tinggi badan. Parameter yang paling sering digunakan adalah tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna karena ketiganya merupakan bagian dari tulang panjang yang relatif stabil dan tidak banyak mengalami perubahan akibat proses penuaan. Penelitian Fatmah pada lansia etnis Jawa menunjukkan bahwa tinggi lutut, panjang depa, dan tinggi duduk dapat digunakan sebagai prediktor tinggi badan dengan tingkat korelasi baik (Fatmah, 2008).

Tinggi lutut merupakan salah satu parameter antropometri yang banyak digunakan untuk memperkirakan tinggi badan pada lansia maupun pasien yang tidak dapat berdiri tegak. Pengukuran tinggi lutut dapat dilakukan dalam posisi duduk atau berbaring sehingga lebih mudah diterapkan dalam pelayanan kesehatan. Selain itu, panjang tulang tungkai bawah relatif tidak mengalami perubahan signifikan akibat proses penuaan sehingga dianggap mampu memberikan estimasi tinggi badan yang lebih akurat dibandingkan pengukuran tinggi badan aktual pada lansia (Fatmah, 2008).

Selain tinggi lutut, panjang depa juga sering digunakan sebagai alternatif estimasi tinggi badan. Panjang depa diukur dari ujung jari tengah tangan kanan hingga ujung jari tengah tangan kiri saat kedua lengan direntangkan sejajar bahu. Penelitian menunjukkan bahwa panjang depa memiliki hubungan yang kuat dengan tinggi badan karena pertumbuhan tulang ekstremitas atas berlangsung sejalan dengan pertumbuhan tubuh secara keseluruhan. Pada lansia etnis Jawa, panjang depa terbukti dapat digunakan sebagai salah satu prediktor tinggi badan yang cukup baik (Fatmah, 2008).

Metode lain yang semakin berkembang dalam estimasi tinggi badan adalah pengukuran panjang ulna. Panjang ulna diukur dari olekranon hingga prosesus stiloideus pada tulang ulna. Pengukuran ini relatif mudah dilakukan, tidak memerlukan posisi berdiri, serta dapat diaplikasikan pada pasien yang sedang menjalani perawatan di tempat tidur. Penelitian yang dilakukan oleh Mulyasari dan Purbowati menunjukkan bahwa panjang ulna memiliki hubungan yang signifikan dengan tinggi badan sehingga dapat digunakan sebagai parameter antropometri untuk memperkirakan tinggi badan orang dewasa Indonesia (Mulyasari & Purbowati, 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa estimasi tinggi badan berdasarkan tinggi lutut, panjang depa, maupun panjang ulna memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda pada setiap populasi. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, etnis, serta karakteristik tubuh responden. Penelitian pada lansia di Semarang menunjukkan bahwa tinggi lutut dan panjang depa memiliki kesesuaian yang cukup baik dalam memprediksi tinggi badan aktual, meskipun hasil yang diperoleh dapat berbeda antara laki-laki dan perempuan (Riski et al., 2018).

Meskipun berbagai metode estimasi tinggi badan telah banyak digunakan, informasi mengenai perbedaan hasil estimasi tinggi badan berdasarkan tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna pada populasi Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan estimasi tinggi badan berdasarkan ketiga parameter antropometri tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan metode estimasi tinggi badan yang paling sesuai untuk digunakan dalam penilaian status gizi dan pelayanan kesehatan, khususnya pada individu yang tidak memungkinkan dilakukan pengukuran tinggi badan secara langsung (Papadopoulou et al., 2024; Mulyasari & Purbowati, 2018).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* yang bertujuan untuk membandingkan hasil estimasi tinggi badan berdasarkan tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna menggunakan beberapa rumus estimasi terhadap tinggi badan aktual. Penelitian dilakukan pada remaja putri usia 18–21 tahun dengan jumlah sampel sebanyak 40 responden. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* sesuai dengan kriteria inklusi yaitu remaja putri usia 18–21 tahun, dalam kondisi sehat, dan bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Responden yang memiliki kelainan bentuk tulang, gangguan postur tubuh, atau riwayat cedera pada ekstremitas atas dan bawah tidak diikutsertakan dalam penelitian (Ramos-Jiménez et al., 2022).

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran antropometri yang meliputi tinggi badan aktual, tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna. Tinggi badan aktual diukur menggunakan mikrotoise dengan ketelitian 0,1 cm dalam posisi berdiri tegak tanpa alas kaki. Tinggi lutut diukur menggunakan *knee height caliper* pada posisi duduk dengan sudut lutut 90°. Panjang depa diukur dari ujung jari tengah tangan kanan hingga ujung jari tengah tangan kiri saat kedua lengan direntangkan sejajar bahu menggunakan pita ukur nonelastis. Panjang ulna diukur dari olekranon hingga prosesus stiloideus menggunakan pita ukur dengan ketelitian 0,1 cm. Estimasi tinggi badan dihitung menggunakan rumus Chumlea dan Fatmah untuk tinggi lutut, rumus Fatmah dan WHO untuk panjang depa, serta rumus BAPEN/MUST dan Mulyasari untuk panjang ulna (Chumlea et al., 1985; Fatmah et al., 2008; Madden et al., 2020; Mulyasari & Purbowati, 2018).

Analisis data dilakukan menggunakan program statistik komputer (SPSS 22,0). Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik responden dalam bentuk rerata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum. Uji normalitas data dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk. Perbandingan antara tinggi badan aktual dengan hasil estimasi masing-masing rumus, serta perbandingan antar rumus estimasi, dianalisis menggunakan *Repeated Measures ANOVA* apabila data berdistribusi normal dan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Bonferroni*. Jika data tidak berdistribusi normal, digunakan uji Friedman dilanjutkan dengan uji Wilcoxon. Tingkat akurasi rumus estimasi dinilai berdasarkan nilai *mean difference*, *mean absolute error* (MAE), dan *root mean square error* (RMSE). Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik (Papadopoulou et al., 2024).

Tabel 1. Rumus Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Pengukuran Tinggi Lutut, Panjang Depa, dan Panjang Ulna

Parameter Antropometri	Rumus	Estimasi TB Laki-laki	Estimasi TB Perempuan	Sumber
Tinggi Lutut	Chumlea	$TB = 64.19 + (2.02 \times TL) - (0.04 \times \text{usia})$	$TB = 84.88 + (1.83 \times TL) - (0.24 \times \text{usia})$	Chumlea et al. (1985)
	Fatmah	$TB = 56.343 + (2.102 \times TL)$	$TB = 62.682 + (1.889 \times TL)$	Fatmah et al. (2008)
Panjang Depa	WHO	$TB \approx PD^*$	$TB \approx PD^*$	WHO (1995)
	Fatmah	$TB = 51.512 + (0.64 \times PD)$	$TB = 45.873 + (0.67 \times PD)$	Fatmah et al. (2008)
Panjang Ulna	BAPEN	$TB = 79.2 + (3.60 \times PU)$	$TB = 95.6 + (2.77 \times PU)$	BAPEN (2020)
	Mulyasari	$TB = 97.252 + (2.645 \times PU)^{**}$	$TB = 97.252 + (2.645 \times PU)^{**}$	Mulyasari et al. (2018)

Keterangan:

TB = tinggi badan (cm); TL = tinggi lutut (cm); PD = panjang depa (cm); PU = panjang ulna (cm).

Seluruh parameter antropometri diukur dalam satuan sentimeter (cm).

* Rumus WHO mengasumsikan tinggi badan setara atau sangat mendekati panjang depa (*arm span*) sehingga estimasi tinggi badan diperoleh langsung dari nilai panjang depa yang diukur.

** Rumus Mulyasari menggunakan persamaan yang sama untuk laki-laki dan perempuan karena model regresi dikembangkan dari analisis gabungan subjek dewasa tanpa pemisahan berdasarkan jenis kelamin. Oleh karena itu, persamaan yang digunakan berlaku untuk seluruh responden dalam populasi penelitian asal (Mulyasari & Purbowati, 2018).

HASIL

Berdasarkan Tabel 2, rerata usia responden adalah $19,05 \pm 1,037$ tahun dengan rentang usia 18–21 tahun. Rerata tinggi badan aktual responden sebesar $154,765 \pm 5,5256$ cm dengan tinggi badan minimum 144,3 cm dan maksimum 170,4 cm. Selain itu, rerata tinggi lutut responden adalah $47,103 \pm 2,2331$ cm, rerata panjang depa sebesar $155,673 \pm 6,9533$ cm, dan rerata panjang ulna sebesar $24,210 \pm 1,3613$ cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik antropometri responden cukup bervariasi, namun masih berada dalam rentang normal untuk kelompok remaja putri usia akhir.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Variabel	Mean \pm SD	Minimal – Maksimal
Usia (tahun)	$19,05 \pm 1,037$	18 – 21
Tinggi Badan Aktual (cm)	$154,765 \pm 5,5256$	144,3 – 170,4
Tinggi Lutut (cm)	$47,103 \pm 2,2331$	43,3 – 53,5
Panjang Depa (cm)	$155,673 \pm 6,9533$	143,4 – 172,3
Panjang Ulna (cm)	$24,210 \pm 1,3613$	21,5 – 27,7

Berdasarkan Tabel 3, rerata estimasi tinggi badan berdasarkan rumus Chumlea adalah $166,452 \pm 4,1338$ cm dengan selisih terhadap tinggi badan aktual sebesar 11,7155 cm, sedangkan rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut menghasilkan rerata estimasi sebesar $151,607 \pm 4,2171$ cm dengan selisih 3,135 cm. Estimasi tinggi badan berdasarkan panjang depa menggunakan rumus WHO menunjukkan rerata sebesar $155,673 \pm 6,9533$ cm dengan selisih sebesar 0,913 cm, sedangkan rumus Fatmah menghasilkan rerata $150,158 \pm 4,6561$ cm dengan selisih 4,583 cm. Pada estimasi berdasarkan panjang ulna, rumus BAPEN menghasilkan rerata $162,635 \pm 3,7694$ cm dengan selisih 7,893 cm, sementara rumus Mulyasari menghasilkan rerata $161,260 \pm 3,6091$ cm dengan selisih 6,515 cm. Hasil uji statistik (*Repeated Measures ANOVA* dan uji *Post Hoc Bonferroni*) menunjukkan secara keseluruhan, seluruh rumus estimasi menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tinggi badan aktual ($p < 0,05$), kecuali rumus WHO berdasarkan panjang depa. Rumus WHO tersebut juga memiliki selisih terkecil sehingga merupakan rumus yang paling mendekati tinggi badan aktual pada penelitian ini.

Tabel 3. Perbandingan Rerata Tinggi Badan Aktual dan Estimasi Berbagai Rumus

Parameter Antropometri	Rumus	Mean \pm SD	Selisih terhadap TB	p value
Tinggi Badan Aktual	-	$154,765 \pm 5,5256$	-	-
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut	Chumlea	$166,452 \pm 4,1338$	11,7155	0,000
	Fatmah	$151,607 \pm 4,2171$	3,135	0,000
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Depa	WHO	$155,673 \pm 6,9533$	0,913	1,000
	Fatmah	$150,158 \pm 4,6561$	4,583	0,000
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Ulna	BAPEN	$162,635 \pm 3,7694$	7,893	0,000
	Mulyasari	$161,260 \pm 3,6091$	6,515	0,000

Berdasarkan Tabel 4, tingkat akurasi berbagai rumus estimasi tinggi badan dinilai berdasarkan nilai *Mean Difference*, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE), di mana semakin kecil nilai ketiga parameter tersebut menunjukkan semakin tinggi tingkat akurasi rumus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rumus WHO berdasarkan panjang depa memiliki nilai *Mean Difference* paling kecil yaitu 0,913 cm dengan nilai MAE sebesar 3,8625 cm dan RMSE sebesar 4,8 cm, sehingga dikategorikan cukup akurat. Namun, berdasarkan nilai MAE dan RMSE, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut menunjukkan performa terbaik dengan nilai MAE terendah sebesar 3,4325 cm dan RMSE sebesar 4,1 cm serta *Mean Difference* sebesar 3,135 cm. Rumus Fatmah berdasarkan panjang depa juga menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dengan nilai MAE 4,7825 cm dan RMSE 5,9 cm. Sementara itu, rumus Chumlea, BAPEN, dan Mulyasari memiliki nilai *Mean Difference*, MAE, dan RMSE yang relatif lebih tinggi sehingga dikategorikan kurang akurat dalam mengestimasi tinggi badan responden. Di antara seluruh rumus yang diuji, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut merupakan rumus yang paling akurat dalam memperkirakan tinggi badan aktual remaja putri usia 18–21 tahun karena memiliki tingkat kesalahan rata-rata dan penyimpangan estimasi yang paling rendah dibandingkan rumus lainnya.

Tabel 4. Tingkat Akurasi Berbagai Rumus Estimasi Tinggi Badan

Metode Estimasi	Rumus	Mean Difference	MAE	RMSE	Interpretasi
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut	Chumlea	11,7155	11,6875	11,9	Kurang Akurat
	Fatmah	3,135	3,4325	4,1	Cukup Akurat
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Depa	WHO	0,913	3,8625	4,8	Cukup Akurat
	Fatmah	4,583	4,7825	5,9	Cukup Akurat
Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Ulna	BAPEN	7,893	7,8700	8,7	Kurang Akurat
	Mulyasari	6,515	6,5250	7,5	Kurang Akurat

PEMBAHASAN

Tinggi badan merupakan salah satu parameter antropometri penting dalam penilaian status gizi karena digunakan dalam perhitungan indeks massa tubuh (IMT), kebutuhan energi, serta evaluasi pertumbuhan dan kesehatan individu. Pada penelitian ini, rerata tinggi badan aktual responden adalah $154,765 \pm 5,5256$ cm dengan rentang 144,3–170,4 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tinggi badan responden masih berada dalam rentang normal remaja putri usia akhir. Tinggi badan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti genetik, status gizi, aktivitas fisik, dan lingkungan selama masa pertumbuhan. Pada masa remaja akhir, pertumbuhan linear umumnya telah mendekati fase optimal sehingga tinggi badan relatif stabil dan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi estimasi antropometri lainnya (Cereda et al., 2021; Cahyani et al., 2024).

Rerata tinggi lutut responden dalam penelitian ini adalah $47,103 \pm 2,2331$ cm. Tinggi lutut merupakan salah satu parameter antropometri yang sering digunakan untuk memperkirakan tinggi badan karena panjang tulang tungkai relatif stabil dan tidak banyak dipengaruhi perubahan postur tubuh. Penggunaan tinggi lutut sebagai prediktor tinggi badan umumnya diterapkan pada individu yang mengalami keterbatasan mobilitas, pasien tirah baring, maupun lansia. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tinggi lutut memiliki hubungan yang kuat dengan tinggi badan aktual sehingga dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam estimasi tinggi badan (Hasanah et al., 2025; Suffandini, 2019).

Pada penelitian ini, estimasi tinggi badan berdasarkan tinggi lutut menggunakan rumus Chumlea menghasilkan rerata sebesar $166,452 \pm 4,1338$ cm dengan selisih terhadap tinggi badan aktual sebesar 11,7155 cm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rumus Chumlea cenderung menghasilkan estimasi yang lebih tinggi dibandingkan tinggi badan aktual responden. Hal ini kemungkinan disebabkan karena rumus Chumlea dikembangkan pada populasi lansia Amerika sehingga karakteristik antropometri dan proporsi tubuh berbeda dengan remaja putri Indonesia. Perbedaan usia, etnis, dan komposisi tubuh diketahui dapat memengaruhi akurasi rumus estimasi tinggi badan (Chumlea et al., 1985; Papadopoulou et al., 2024).

Sebaliknya, estimasi tinggi badan berdasarkan tinggi lutut menggunakan rumus Fatmah menghasilkan rerata sebesar $151,607 \pm 4,2171$ cm dengan selisih sebesar 3,135 cm terhadap tinggi badan aktual. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rumus Fatmah memiliki hasil estimasi yang lebih mendekati tinggi badan aktual dibandingkan rumus Chumlea. Hal ini kemungkinan karena rumus Fatmah dikembangkan pada populasi Indonesia sehingga karakteristik antropometri responden lebih sesuai dengan penelitian ini. Penelitian Fatmah menyatakan bahwa tinggi lutut memiliki korelasi yang kuat dengan tinggi badan pada populasi Indonesia dan dapat digunakan sebagai prediktor tinggi badan alternatif (Fatmah et al., 2008).

Rerata panjang depa responden pada penelitian ini adalah $155,673 \pm 6,9533$ cm. Panjang depa atau *arm span* merupakan salah satu parameter antropometri yang memiliki hubungan erat dengan tinggi badan karena pertumbuhan tulang ekstremitas atas berlangsung sejalan dengan pertumbuhan tubuh secara keseluruhan. Pada beberapa penelitian, panjang depa bahkan dianggap memiliki korelasi yang lebih tinggi dibandingkan parameter antropometri lainnya dalam memperkirakan tinggi badan. Oleh karena itu, panjang depa banyak digunakan dalam praktik klinik dan penelitian antropometri (Pandey et al., 2018; Wiboworini, 2018).

Estimasi tinggi badan berdasarkan panjang depa menggunakan rumus WHO menghasilkan rerata sebesar $155,673 \pm 6,9533$ cm dengan selisih sebesar 0,913 cm terhadap tinggi badan aktual. Selisih tersebut merupakan yang paling kecil dibandingkan seluruh rumus yang diuji dalam penelitian ini. Hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tinggi badan aktual dan tinggi badan estimasi berdasarkan rumus WHO ($p=1,000$), sehingga menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik dengan tinggi badan aktual responden. Temuan ini mengindikasikan bahwa panjang depa memiliki hubungan yang sangat erat dengan tinggi badan pada remaja putri usia 18–21 tahun. Meskipun demikian, akurasi rumus estimasi tinggi badan berdasarkan panjang depa

tetap dapat dipengaruhi oleh karakteristik antropometri populasi yang diukur. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa proporsi segmen tubuh, seperti rasio panjang tungkai terhadap tinggi badan, panjang batang tubuh, dan rentang lengan relatif terhadap tinggi badan, dapat berbeda antar populasi dan kelompok etnis. Perbedaan proporsi tubuh tersebut dapat memengaruhi hubungan antara panjang depa dan tinggi badan aktual sehingga akurasi rumus estimasi dapat bervariasi antar kelompok populasi. Oleh karena itu, meskipun rumus WHO menunjukkan hasil yang sangat baik pada penelitian ini, validasi pada populasi sasaran tetap diperlukan untuk memastikan ketepatan hasil estimasi (Bogin & Varela-Silva, 2010; Lahner et al., 2016; Papadopoulou et al., 2024).

Sementara itu, estimasi tinggi badan berdasarkan panjang depa menggunakan rumus Fatmah menghasilkan rerata sebesar $150,158 \pm 4,6561$ cm dengan selisih sebesar 4,583 cm terhadap tinggi badan aktual. Hasil ini menunjukkan bahwa rumus Fatmah memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan rumus WHO. Hal tersebut mendukung penelitian Fatmah yang menyatakan bahwa panjang depa dapat digunakan sebagai prediktor tinggi badan pada populasi Indonesia. Selain itu, penggunaan rumus yang dikembangkan berdasarkan karakteristik antropometri lokal cenderung memberikan hasil estimasi yang lebih mendekati tinggi badan aktual (Fatmah et al., 2008).

Rerata panjang ulna responden pada penelitian ini adalah $24,210 \pm 1,3613$ cm. Panjang ulna merupakan salah satu parameter antropometri yang semakin banyak digunakan untuk estimasi tinggi badan karena mudah diukur dan dapat diaplikasikan pada individu yang tidak mampu berdiri tegak. Pengukuran panjang ulna relatif praktis dan tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan postur tubuh. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan dalam penilaian status gizi klinik, terutama pada pasien dengan keterbatasan mobilitas (Madden et al., 2020; Mulyasari & Purbowati, 2018).

Pada penelitian ini, estimasi tinggi badan berdasarkan panjang ulna menggunakan rumus BAPEN menghasilkan rerata sebesar $162,635 \pm 3,7694$ cm dengan selisih sebesar 7,893 cm terhadap tinggi badan aktual. Sementara itu, rumus Mulyasari menghasilkan rerata sebesar $161,260 \pm 3,6091$ cm dengan selisih sebesar 6,515 cm. Kedua rumus tersebut menunjukkan hasil estimasi yang lebih tinggi dibandingkan tinggi badan aktual responden. Namun, rumus Mulyasari menunjukkan selisih yang lebih kecil dibandingkan rumus BAPEN sehingga dinilai lebih mendekati tinggi badan aktual. Hal tersebut kemungkinan karena rumus Mulyasari dikembangkan pada populasi dewasa Indonesia sehingga lebih sesuai digunakan pada responden penelitian ini (Mulyasari & Purbowati, 2018).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa seluruh rumus estimasi memiliki perbedaan yang signifikan terhadap tinggi badan aktual ($p < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh rumus yang digunakan belum mampu menghasilkan estimasi yang benar-benar sama dengan tinggi badan aktual responden. Perbedaan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh variasi karakteristik populasi, usia, jenis kelamin, etnis, serta perbedaan proporsi tubuh antara populasi asal pengembangan rumus dan responden penelitian. Penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa rumus estimasi tinggi badan yang dikembangkan pada populasi tertentu belum tentu dapat diterapkan secara universal pada populasi lain (Papadopoulou et al., 2024; Ramos-Jiménez et al., 2022).

Meskipun seluruh rumus menunjukkan perbedaan signifikan terhadap tinggi badan aktual, penentuan rumus terbaik tidak hanya didasarkan pada nilai *p-value*, tetapi juga mempertimbangkan nilai *mean difference*, *mean absolute error* (MAE), dan *root mean square error* (RMSE). Nilai MAE dan RMSE yang lebih kecil menunjukkan tingkat kesalahan estimasi yang lebih rendah sehingga rumus dianggap lebih akurat dibandingkan rumus lainnya. Pada penelitian ini, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut memiliki nilai MAE dan RMSE paling rendah dibandingkan rumus lainnya sehingga dinilai sebagai rumus dengan performa terbaik dalam mengestimasi tinggi badan responden. Namun, hasil *pairwise comparison* menunjukkan bahwa estimasi yang dihasilkan rumus Fatmah masih berbeda secara signifikan dengan tinggi badan aktual ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun rumus Fatmah merupakan rumus yang paling mendekati tinggi badan aktual dibandingkan rumus lain, rumus tersebut belum mampu menghasilkan estimasi yang identik dengan tinggi badan aktual. Oleh karena itu, hasil estimasi tinggi badan yang diperoleh melalui rumus ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati, terutama ketika digunakan untuk keperluan klinis yang memerlukan tingkat ketepatan tinggi. Penggunaan rumus estimasi tinggi badan sebaiknya dipandang sebagai metode alternatif ketika pengukuran tinggi badan secara langsung tidak memungkinkan dilakukan dan bukan sebagai pengganti pengukuran tinggi badan aktual. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa akurasi rumus estimasi tinggi badan dapat bervariasi menurut karakteristik populasi dan tidak selalu menghasilkan kesesuaian sempurna dengan tinggi badan aktual (Fatmah et al., 2008; Mulyasari & Purbowati, 2018; Ramos-Jiménez et al., 2022).

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tinggi lutut merupakan salah satu parameter antropometri terbaik dalam memperkirakan tinggi badan karena memiliki hubungan yang kuat dengan tinggi badan aktual dan tingkat kesalahan yang relatif

rendah. Penelitian Hasanah et al. (2025) menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara tinggi lutut dan tinggi badan pada remaja. Selain itu, penelitian Wiboworini (2018) juga menyatakan bahwa tinggi lutut memiliki korelasi yang baik terhadap tinggi badan pada perempuan lansia dibandingkan parameter antropometri lainnya (Hasanah et al., 2025; Wiboworini, 2018).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah sampel yang relatif kecil ($n = 40$) dapat membatasi kekuatan statistik dalam mengevaluasi akurasi berbagai rumus estimasi tinggi badan. Kedua, penelitian hanya melibatkan remaja putri usia 18–21 tahun sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada remaja laki-laki maupun populasi lain. Selain itu, sebagian besar rumus yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan pada populasi lansia atau dewasa. Perbedaan karakteristik antropometri antara remaja akhir dan lansia berpotensi memengaruhi akurasi rumus estimasi tinggi badan. Pada remaja akhir, pertumbuhan linear umumnya telah mencapai fase akhir sehingga proporsi tubuh relatif stabil. Sebaliknya, pada lansia sering terjadi penurunan tinggi badan akibat penyempitan diskus intervertebralis, fraktur kompresi vertebra, perubahan postur tubuh, kifosis, serta penurunan massa otot dan jaringan penunjang yang menyebabkan tinggi badan aktual berkurang seiring bertambahnya usia. Perubahan tersebut dapat mengubah hubungan antara tinggi badan aktual dengan tinggi lutut, panjang depa, maupun panjang ulna sehingga rumus yang dikembangkan pada populasi lansia belum tentu memberikan tingkat akurasi yang sama ketika diterapkan pada remaja putri. Temuan ini dapat menjelaskan mengapa beberapa rumus pada penelitian ini menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif tinggi dibandingkan tinggi badan aktual responden. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, mencakup responden laki-laki dan perempuan, serta mengembangkan rumus estimasi tinggi badan yang spesifik untuk populasi remaja Indonesia agar diperoleh metode estimasi yang lebih akurat dan memiliki daya generalisasi yang lebih baik (Cereda et al., 2021; Ramos-Jiménez et al., 2022; Srikrajang et al., 2024; Li et al., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, seluruh rumus estimasi tinggi badan yang menggunakan tinggi lutut, panjang depa, dan panjang ulna menunjukkan variasi tingkat akurasi dalam memperkirakan tinggi badan aktual remaja putri usia 18–21 tahun. Hasil uji perbandingan menunjukkan bahwa hanya rumus WHO berdasarkan panjang depa yang tidak berbeda signifikan dengan tinggi badan aktual ($p=1,000$), sedangkan rumus lainnya menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p<0,05$). Berdasarkan analisis tingkat akurasi menggunakan *Mean Difference*, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE), rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut memiliki nilai MAE dan RMSE paling rendah, yaitu masing-masing sebesar 3,4325 cm dan 4,1 cm, sehingga merupakan rumus yang paling akurat dalam mengestimasi tinggi badan aktual responden. Sementara itu, rumus WHO berdasarkan panjang depa memiliki nilai *Mean Difference* terkecil (0,913 cm) dan merupakan satu-satunya rumus yang tidak berbeda signifikan dengan tinggi badan aktual. Oleh karena itu, rumus Fatmah berdasarkan tinggi lutut dan rumus WHO berdasarkan panjang depa dapat dipertimbangkan sebagai metode alternatif yang lebih baik dalam mengestimasi tinggi badan pada remaja putri usia 18–21 tahun ketika pengukuran tinggi badan secara langsung tidak memungkinkan dilakukan. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan remaja laki-laki untuk menguji konsistensi akurasi rumus estimasi tinggi badan pada populasi yang lebih luas.

SUMBER DANA PENELITIAN: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

UCAPAN TERIMA KASIH: Penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh responden yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Program Studi Gizi dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta fasilitas selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ilmiah ini. Penulis juga mengapresiasi semua pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

KONFLIK KEPENTINGAN: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPEN (British Association for Parenteral and Enteral Nutrition). (2020). *The MUST explanatory booklet: A guide to the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for adults*. British Association for Parenteral and Enteral Nutrition.
- Bogin, B., & Varela-Silva, M. I. (2010). Leg length, body proportion, and health: A review with a note on beauty. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3), 1047–1075. <https://doi.org/10.3390/ijerph7031047>
- Cahyani, N. R., Putri, A. D., & Sari, M. P. (2024). Hubungan status gizi dan antropometri pada remaja putri usia akhir. *GHIDZA: Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 8(1), 45–53.
- Cereda, E., Vanotti, A., & Caccialanza, R. (2021). Anthropometric assessment and estimation of stature in clinical practice. *Clinical Nutrition ESPEN*, 42, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.01.010>
- Chumlea, W. C., Roche, A. F., & Steinbaugh, M. L. (1985). Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 33(2), 116–120. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1985.tb02276.x>
- Fatmah, Hardinsyah, Boedhi-Darmojo, R., & Setiati, S. (2008). Model prediksi tinggi badan lansia etnis Jawa berdasarkan tinggi lutut, panjang depa, dan tinggi duduk. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 58(12), 509–516.
- Hasanah, U., Yuliana, D., & Permatasari, I. (2025). Hubungan tinggi lutut dengan tinggi badan pada remaja putri. *GHIDZA: Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 9(1), 12–20.
- Lahner, C. R., Kassier, S. M., & Veldman, F. J. (2016). Estimation of true height: A study in population-specific measuring methods among South African adults. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 29(1), 27–32. <https://doi.org/10.1080/16070658.2016.1198616>
- Li, Y. F., et al. (2025). *Age trend and risk factors of height loss in Chinese adults over 40 years old*. *Frontiers in Public Health*, 13.
- Madden, A. M., Smith, S., & Ash, S. (2020). Improved prediction equations for estimating height in ethnically diverse adults from ulna length. *Clinical Nutrition*, 39(4), 1252–1258. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.05.022>
- Mulyasari, I., & Purbowati, P. (2018). Lingkar lengan atas dan panjang ulna sebagai parameter antropometri untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan orang dewasa. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 7(1), 30–36. <https://doi.org/10.14710/jgi.7.1.30-36>
- Pandey, A., Gupta, R., & Singh, P. (2018). Correlation of arm span and stature in young adults. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 5(5), 1970–1974. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20181693>
- Papadopoulou, A., Margari, N., & Kontogianni, M. D. (2024). The accuracy of height prediction equations in Greek adults using ulna length, knee height and demi-span measurements. *Nutrients*, 16(13), 2062. <https://doi.org/10.3390/nu16132062>
- Ramos-Jiménez, A., Hernández-Torres, R. P., Chávez-Guevara, I. A., Alvarez-Sanchez, J. A., García-Villalvazo, M. A., & Murguía-Romero, M. (2022). *Anthropometric equations to determine maximum height in adults ≥60 years: A systematic review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5072. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095072>
- Ramos-Jiménez, A., Hernández-Torres, R. P., Wall-Medrano, A., & Villalobos-Molina, R. (2022). Anthropometric equations to determine maximum height in older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics Plus*, 2, 100071. <https://doi.org/10.1016/j.argp.2022.100071>
- Riski, F., Kartasurya, M. I., & Pradigdo, S. F. (2018). Penggunaan tinggi lutut dan panjang depa sebagai prediktor tinggi badan dan indeks massa tubuh pada lansia di Kelurahan Sambiroto Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(5), 378–387.
- Srikrajang, S., et al. (2024). *Association between height-changing scores and risk of sarcopenia in older adults*. *Healthcare*, 12(10), 1005.
- Suffandini, A. (2019). Hubungan tinggi lutut dengan tinggi badan pada lansia wanita. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 14(2), 85–91.
- Wiboworini, B. (2018). Korelasi panjang depa dan tinggi lutut terhadap tinggi badan lansia perempuan. *Media Gizi Indonesia*, 13(1), 56–63.
- World Health Organization. (1995). *Physical status: The use and interpretation of anthropometry*. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organization.