

Estimasi Tinggi Dan Masa Tubuh Manusia Menggunakan Panjang Lenggang Kaki Serta Lebar Dan Panjang Telapak Kaki Manusia

Muhammad Ranau Alejandro, Toetik Koesbardiaty

Departemen Antropologi Universitas Airlangga.

Email : muhammad.ranau.alejandro-2018@fisip.unair.ac.id

Abstract. *Body Height and body mass are the most common parameters in forensics. However, in some situations it is not possible to measure the height and weight of the perpetrator or victim due to a lack of evidence in the crime scene area. Several previous studies have shown that height and body mass can be measured effectively using footprints. This research aims to develop formulas for adult body height and body mass using anthropometric measurements on the soles of the feet. Measurements were carried out on 105 (54 men and 51 women) Airlangga University students aged 18-23 years from August 2022 to November 2022. The data was analyzed for correlation statistics and regression statistics using the SPSS statistical application. Through the correlation test, foot length and foot width were strongly correlated with body height and body mass, but foot length was only correlated with body height. There are significant differences between foot length and foot width in the female and male populations, so estimates were calculated separately into 2 groups without involving foot length. Based on the results of the regression analysis, a formula was obtained to estimate body height and body mass. The formula for predicting height for the male group is $Y = 72.768 + 2.610(PKKn) + 0.9(PKCr) + 0.135(LKKn) + 0.551(LKCr)$. For the female group, the height prediction formula is $Y = 94.789 + 0.751(PKKn) + 1.575(PKCr) - 0.533(Lkkn) + 1.205(LKCr)$. The body mass prediction formula for the male group is expressed as $Y = (-101.221) - 1.170(PKKn) - 0.400(PKCr) + 13.561(LKKn) + 7.596(LKCr)$. The body mass formula for the female group was not obtained because the distribution of body mass data for the female group was not normal. Thus, three formulas are obtained that can be used to predict height and body mass based on the length of the soles of the feet and the width of the soles of the feet.*

Keywords: *Footprints, Regression, Estimation, Forensics*

Abstrak. Tinggi badan dan masa tubuh merupakan parameter yang paling banyak dalam forensik. Namun, beberapa situasi tidak memungkinkan mengukur tinggi dan masa pelaku atau korban karena kurangnya bukti di area TKP. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tinggi badan dan masa tubuh dapat diukur secara efektif menggunakan jejak kaki. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan rumus tinggi badan dan masa tubuh orang dewasa dengan menggunakan pengukuran antropometri pada telapak kaki. Pengukuran dilakukan terhadap 105 (54 laki-laki dan 51 perempuan) mahasiswa Universitas Airlangga berusia 18-23 tahun pada Agustus 2022 hingga November 2022. Data dianalisis statistik korelasi dan statistik regresi dengan menggunakan aplikasi statistik SPSS. Melalui uji korelasi, panjang telapak kaki dan lebar telapak kaki berkorelasi kuat dengan tinggi badan dan masa tubuh, tetapi panjang lenggang kaki hanya berkorelasi dengan tinggi badan. Terdapat perbedaan signifikan antara panjang telapak kaki dan lebar telapak kaki pada populasi perempuan dan laki-laki, sehingga estimasi dihitung secara terpisah menjadi 2 kelompok tanpa melibatkan panjang lenggang kaki. Berdasarkan hasil analisis regresi diperoleh rumus untuk mengestimasi tinggi badan dan masa tubuh. Rumus prediksi tinggi badan kelompok laki-laki adalah $Y = 72.768 + 2.610(PKKn) + 0.9(PKCr) + 0.135(LKKn) + 0.551(LKCr)$. Untuk kelompok perempuan, rumus prediksi tinggi badan adalah $Y = 94.789 + 0.751(PKKn) + 1.575(PKCr) - 0.533(Lkkn) + 1.205(LKCr)$. Rumus prediksi masa tubuh kelompok laki-laki dinyatakan sebagai $Y = (-101.221) - 1.170(PKKn) - 0.400(PKCr) + 13.561(LKKn) + 7.596(LKCr)$. Untuk rumus masa tubuh kelompok perempuan tidak diperoleh karena distribusi data masa tubuh kelompok perempuan tidak normal. Dengan demikian, diperoleh tiga rumus yang dapat digunakan untuk memprediksi tinggi badan dan masa tubuh berdasarkan panjang telapak kaki dan lebar telapak kaki.

Kata Kunci: Jejak Kaki, Regresi, Estimasi, Forensik

LATAR BELAKANG

Jejak kaki adalah yang paling andal digunakan. Jejak kaki adalah tanda yang ditinggalkan oleh kaki seseorang pada berbagai permukaan dan sangat sering ditemukan di berbagai permukaan seperti tanah, semen basah, lantai yang baru di-wax, debu, lumpur, pasir, minyak, cat, dan bahkan darah di lokasi pembunuhan. Di Dalam ilmu forensik, jejak kaki sering

digunakan untuk mengidentifikasi untuk menyusun profil pelaku (Atamturk dan Duyar, 2008). Jejak kaki, bersama dengan jenis bukti fisik lainnya seperti sidik jari dan sampel DNA, dapat membantu membangun hubungan antara tersangka dan TKP Alessandrini dkk. (2003). Jejak kaki menjadi bukti yang begitu berharga di pengadilan karena jejak kaki secara langsung berhubungan dengan karakter suatu populasi seperti lebar telapak kaki, panjang telapak kaki, dan lengkungan kaki yang dapat ditarik informasi tambahan mengenai estimasi tinggi badan dan masa tubuh (Hajghazadeh dkk. 2018; Menéndez Garmendia dkk. 2018; Xu dkk., 2020).

Ada empat faktor yang dipertimbangkan ketika menjadikan jejak kaki sebagai sebuah panduan estimasi pada suatu populasi yakni, faktor genetik, jenis kelamin, geografi dan budaya yang melekat pada setiap individu juga harus dipertimbangkan dalam mengambil sampel. Krishan (2008) berpendapat bahwa telapak kaki berhubungan dengan keadaan sosial kultural seperti yang ada di India. Masyarakat desa di India kerap kali berjalan tanpa alas kaki karena alasan sosial-ekonomi dan iklim. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Akambase (2018) menemukan perbedaan bentuk kaki pada laki-laki dan Perempuan apabila ditinjau dari ras. Ia menemukan bahwa kelompok kaki dari populasi Afrika cenderung berbentuk mendatar dan kaki dari populasi Eropa berbentuk cenderung melengkung. Tetapi bila diukur maka ditemukan tumpang tindih dimensi telapak kaki di keduanya. Lebih lanjut lagi, Krishan dkk. (2012) menemukan rata-rata Panjang kaki laki-laki lebih Panjang dari pada perempuan, sedangkan lebar HB (Hill Ball) tidak memiliki perbedaan jauh antara laki-laki dan perempuan tetapi apabila ditinjau indeks HB (HB dibagi dengan Panjang Kaki) rata-rata perempuan memiliki angka yang lebih besar.

KAJIAN TEORITIS

Saat ini, peneliti forensik menggunakan berbagai teknik untuk menganalisis jejak kaki, termasuk mengukur ukuran dan bentuk kaki, dan menganalisis pola gaya berjalan. Jejak kaki dapat dianalisis untuk memberikan informasi lebih lanjut tentang dugaan identitas dan potensi pelaku. Pendekatan untuk memperkirakan tinggi badan berdasarkan jejak kaki melibatkan pengumpulan data dari sekelompok orang yang mencakup pengukuran tinggi badan dan ukuran telapak kaki mereka. Metode semacam ini dapat melibatkan analisis regresi, di mana hubungan antara variabel-variabel seperti tinggi badan dan ukuran telapak kaki dipelajari. Ada enam penelitian sebelumnya yang dijadikan referensi dalam penelitian ini. Penelitian pertama yang dilakukan oleh Danborno dkk. (2018). Yang mempelajari mempelajari panjang tangan dan kaki, rasio tinggi badan dan indeks perbedaan jenis kelamin. Ia mengambil sampel sebanyak 250 laki-laki (usia rata-rata $24,50 \pm 2,82$) dan 150 perempuan (usia rata-rata

22,22 ± 1,99) mahasiswa Universitas Ahmadu, Nigeria yang dipilih secara acak. Hasilnya menunjukkan hubungan yang signifikan antara panjang tangan dan kaki pada kedua jenis kelamin. Analisis regresi linier berganda panjang tangan dan kaki menghasilkan persamaan prediktif dengan kemampuan statistik yang signifikan ($P < 0,001$) untuk prediksi tinggi badan. Tinggi badan dapat diprediksi secara akurat dari kombinasi panjang tangan dan kaki kanan dan kiri yang akan berguna dalam penyelidikan forensik.

Penelitian kedua dilakukan oleh Krishan (2008) yang mencoba mengesitasi tinggi badan. Ia menggunakan 2.080 sampel jejak kaki bilateral dan garis kaki yang dikumpulkan dari 1.040 Gujjar pria dewasa di India Utara yang berusia antara 18 hingga 30 tahun. Hasilnya menunjukkan bahwa koefisien korelasi tertinggi ditunjukkan oleh pengukuran panjang jari kaki (0,82-0,87) yang menunjukkan adanya hubungan erat antara tinggi badan dengan pengukuran tersebut. Analisis regresi menghasilkan kesalahan rata-rata yang lebih kecil (2,12-3,92 cm) dalam estimasi tinggi badan dibandingkan dengan metode faktor pembagian (3,29-4,66 cm), sehingga memberikan keandalan estimasi yang lebih baik dibandingkan metode faktor pembagian. Persamaan regresi juga diperiksa keakuratannya dengan membandingkan tinggi badan sebenarnya dengan perkiraan tinggi badan.

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan Mansur dkk. (2012) untuk mencoba mendapatkan persamaan regresi dan koefisien korelasi antara tinggi badan individu dan rata-rata panjang kaki. Penelitian ini dilakukan terhadap 440 siswa kelompok usia 17 hingga 25 tahun yang belajar di Fakultas Ilmu Kedokteran Universitas Kathmandu, Dhulikhel, Nepal. Tinggi badan dan panjang kaki diukur dalam sentimeter. Hasilnya menunjukkan korelasi yang signifikan antara tinggi badan dan panjang kaki ($r = 0.703$, $p < 0.01$). Persamaan regresi tinggi badan dan panjang kaki diperoleh $Y = 3.179 X + 87.65$.

Penelitian, keempat dilakukan oleh Popovic (2017) mengkaji tinggi berdiri pada kedua jenis kelamin Kosovan di Wilayah Barat serta hubungannya dengan panjang kaki. Sebanyak 664 orang (338 laki-laki dan 326 perempuan) berpartisipasi dalam penelitian ini. Setelah itu dilakukan analisis regresi linier untuk mengetahui sejauh mana panjang kaki dapat memprediksi tinggi berdiri secara andal. Hasilnya menunjukkan panjang kaki dapat memprediksi tinggi berdiri pada kedua jenis kelamin, tapi, tidak cukup andal sebagai rentang lengan. Studi ini juga menegaskan perlunya mengembangkan model tinggi badan yang terpisah untuk setiap wilayah di Kosovo karena hasil dari Kosovo Barat tidak sesuai dengan nilai umum.

Selanjutnya, Grivas dkk. (2008) meneliti ini 5093 anak (usia rata-rata: $11,47 \pm 2,71$ tahun), yang diperiksa selama masa sekolah dari tahun 1996 hingga 2005. Dalam penelitiannya

Semua model statistik menunjukkan bahwa panjang kaki kanan dan kiri merupakan prediktor independen terhadap tinggi dan berat badan. Hasilnya model yang memiliki nilai prediksi lebih besar dijelaskan dengan rumus: tinggi badan (cm) = $34,113 + 3,716 \times (\text{panjang kaki kanan (cm)}) + 1,558$ (jika perempuan) + $2,499 \times (\text{umur(tahun)})$, $R^2 = 0,852$. Ditemukan juga bahwa model yang memuat panjang kaki kanan dan bukan kiri sebagai variabel penjelas memprediksi tinggi dan berat badan dengan lebih akurat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa panjang kaki dapat memperkirakan tinggi badan dan berat badan seorang remaja, terutama setelah disesuaikan dengan usia dan jenis kelamin.

Lalu ada sanli dkk. (2005) yang mencoba mengestimasi hubungan antara panjang tangan, panjang kaki dan tinggi badan menggunakan analisis regresi linier berganda berdasarkan sampel pria dan wanita dewasa Turki yang berdomisili di Adana. Pengukuran panjang tangan, panjang kaki dan tinggi badan diambil dari 155 orang Turki dewasa (80 laki-laki, 75 perempuan) berusia 17-23 tahun. Pesertanya adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Cukurova. Model regresi linier berganda diambil dari data yang diamati. Semua kemungkinan model regresi linier untuk masing-masing laki-laki, perempuan dan kedua jenis kelamin secara bersama-sama diuji untuk mendapatkan model terbaik. Model regresi linier berganda untuk kedua jenis kelamin secara bersama-sama ternyata merupakan model terbaik dengan nilai koefisien determinasi tertinggi $R^2 = 0,861$ dan $R_{\text{adjusted}}^2 = 0,859$, serta koefisien korelasi berganda $R = 0,928$.

Dan yang terakhir penelitian yang dilakukan Kheawpum (2020). Ia mencoba mengembangkan rumus estimasi tinggi badan dan jenis kelamin seseorang. ukuran alas kaki (panjang dan lebar) dikumpulkan dari 320 jek, terdiri dari 152 laki-laki dan 168 perempuan, berusia antara 18 hingga 44 tahun. Hasil penelitiannya menunjukkan secara umum, tinggi badan, lebar sepatu, panjang sepatu dan rata-rata panjang langkah secara signifikan lebih besar pada laki-laki dibandingkan perempuan ($p < 0,05$). Koefisien korelasi (r) terkuat diamati pada panjang langkah untuk perempuan dan laki-laki. Sedangkan untuk sampel yang dikumpulkan, ukuran sepatu menunjukkan koefisien korelasi positif yang paling besar dan kuat. Korelasi terendah diamati pada panjang sepatu di semua kelompok. Penelitian ini menunjukkan bahwa dimensi sepatu dan panjang langkah dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi badan dan jenis kelamin pemilik sepatu.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dicirikan oleh penekanannya pada pengukuran, objektivitas, dan analisis statistik. Peneliti menggunakan metode ini untuk mengukur hubungan, pola, dan tren dalam data, memberikan dasar untuk membuat generalisasi dan prediksi. Pendekatan ini umum dilakukan di bidang-bidang eksakta di mana data numerik dapat dikumpulkan dan dianalisis secara sistematis untuk mendapatkan wawasan tentang berbagai fenomena. (Cresswel, 1994)

Tipe Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif Inferensial. Inferensial mengacu pada proses menarik kesimpulan atau membuat generalisasi tentang suatu populasi berdasarkan data numerik yang dikumpulkan dari sampel populasi tersebut. Prosesnya biasanya melibatkan penggunaan metode statistik untuk menganalisis dan menafsirkan data. Data diambil dari sebagian populasi, yang disebut sampel, dan kemudian menggunakan informasi ini untuk membuat kesimpulan atau prediksi tentang keseluruhan populasi. Kuantitatif Inferensial didasarkan pada gagasan bahwa pola yang diamati dalam sampel dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih besar dari mana sampel tersebut diambil (Aziz dkk., 2020)

Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan menyelidiki hubungan antara dua parameter jejak kaki dengan tinggi badan dan masa tubuh dari berbagai waktu dan tempat maka penelitian ini berjenis cross sectional. Penelitian cross sectional adalah penelitian observasional yang menganalisis data variabel yang dikumpulkan pada satu titik waktu tertentu di seluruh populasi sampel atau set yang telah ditentukan (Kesmodel, 2018).

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Airlangga, yang terletak di Surabaya, Jawa Timur.- Kampus ini terdiri dari 3 kampus yang di Surabaya. Yakni Kampus A,B, dan C. Detail Alamat sebagai berikut:

1. Universitas Airlangga Kampus A, Jl. Mayjen Prof. Dr. Moestopo No.47, Kota Surabaya
2. Universitas Airlangga Kampus B, Jl. Airlangga No.4 - 6, Airlangga, Kec. Gubeng, Kota Surabaya
3. Universitas Airlangga Kampus C, Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo, Kota Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Statistik

Uji Normalitas Distribusi Tinggi Badan dan Masa tubuh

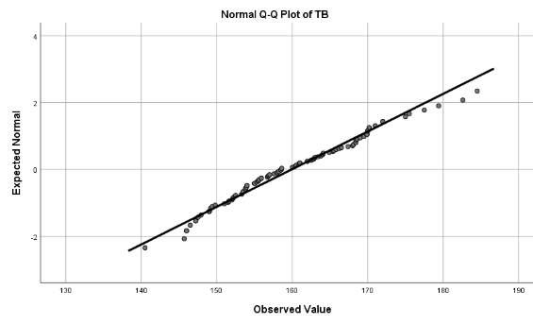
Distribusi Kolmogorov-Smirnov (KS) adalah uji statistik yang digunakan untuk membandingkan distribusi yang diamati dengan distribusi teoretis. Ini biasanya tidak digunakan untuk menggambarkan distribusi variabel tertentu seperti tinggi atau masa tubuh pada manusia.

Tes KS menilai apakah sampel mengikuti distribusi tertentu, seperti distribusi normal. Dalam konteks tinggi dan masa tubuh pada manusia, tes KS dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah data yang diamati mengikuti distribusi normal.

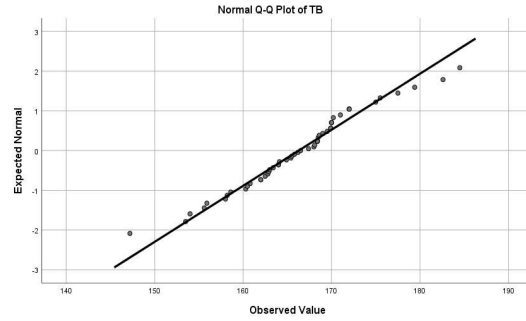
Tabel 1 Tabel Signifikansi Uji Normalitas Tinggi Badan dan Masa tubuh

Tinggi Badan				
Kategori	N	Statistic	df	Signifikasi
Campuran	104	0.079	104	0.119
Laki-laki	53	0.102	53	0.200
Perempuan	51	0.069	51	0.200
Masa tubuh				
Kategori	N	Statistic	df	Signifikasi
Campuran	104	0.122	104	0.001
Laki-laki	53	0.117	53	0.065
Perempuan	51	0.172	51	0.001

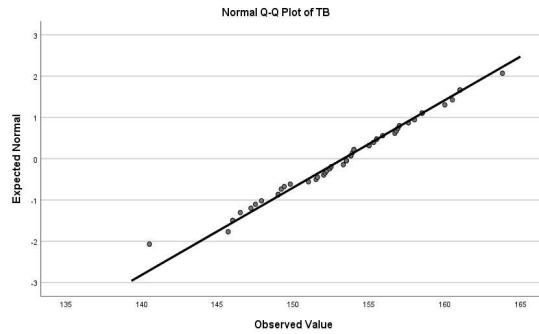
Menurut tabel.1 dari 104 responden yang diikuti dalam analisis perhitungan ditemukan tinggi badan tidak signifikan, maka H_0 diterima yang mengartikan Distribusi Tinggi badan normal. Sebaliknya, distribusi Masa tubuh menunjukkan hasil yang signifikan yang berarti H_0 ditolak, yang berarti distribusi tidak normal. Detail lebih lanjut dapat dilihat dari *Scatter Plot*.



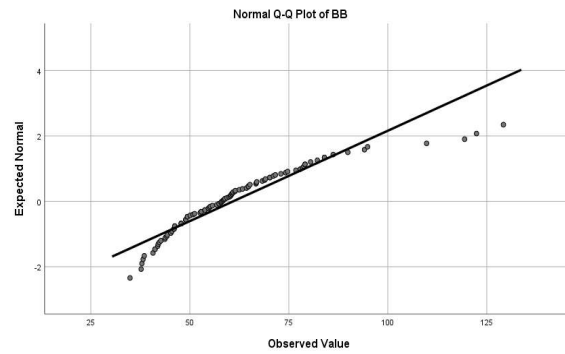
Gambar 1. Scateer Plot Normalitas Data Tinggi Badan Kelompok Campuran.



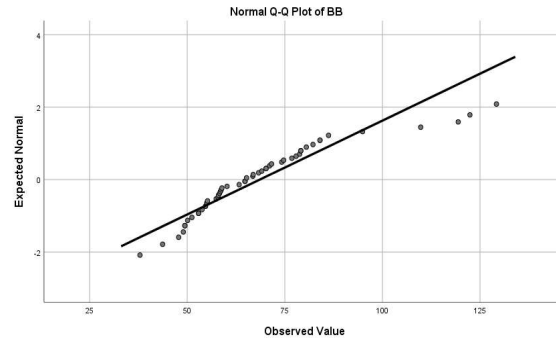
Gambar 2 Scater Plot Normalitas Data Tinggi Badan Kelompok Laki-laki.



Gambar 3 Scater Plot Normalitas Data Tinggi BadanKkelompok Perempuan.

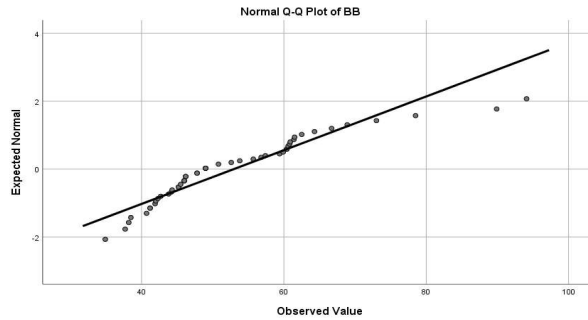


Gambar 4 Scater Plot Normalitas Data Masa tubuh Campuran



Gambar 5 Scater Plot Normalitas Data Masa tubuh Laki-Laki.

Estimasi Tinggi Dan Masa Tubuh Manusia Menggunakan Panjang Lenggang Kaki Serta Lebar Dan Panjang Telapak Kaki Manusia



Gambar 6 Scater Plot Normalitas Data Masa tubuh Perempuan.

Uji Korelasi Tinggi Badan dan Masa tubuh Dengan Panjang Telapak Kaki, Lebar Telapak Kaki, dan Panjang Lenggang Kaki.

Secara umum, individu yang lebih tinggi cenderung memiliki kaki yang lebih besar dibandingkan individu yang lebih pendek. Korelasi ini dapat dikaitkan dengan fakta bahwa tinggi badan memengaruhi proporsi tubuh secara keseluruhan, termasuk panjang tungkai. Karena kaki merupakan bagian integral dari struktur tubuh, masuk akal untuk mengharapkan mereka untuk menyesuaikan dengan tinggi badan.

Korelasi tinggi badan dengan panjang kaki, lebar kaki, dan panjang lenggang kaki memiliki korelasi dengan signifikansi yang tinggi. Selain itu, panjang dan lebar kaki umumnya tidak berkorelasi kuat dengan masa tubuh. Namun hal ini berlawanan dengan tabel di bawah. Ukuran telapak kaki memiliki korelasi dengan masa tubuh, yang menandakan semakin panjang ukuran lebar dan panjang kaki, maka semakin berat pula individunya. Tetapi ini tidak berlaku dengan lenggang kaki. Lenggang kaki tidak memiliki hubungan dengan masa tubuh. Hal ini mengartikan masa tubuh tidak berhubungan dengan panjang lenggang seseorang.

Tabel 2 Tabel Signifikansi Uji Korelasi Tinggi Badan dan Masa tubuh

		Panjang Kaki Kanan	Panjang Kaki Kiri	Lebar Kaki Kanan	Lebar kaki Kiri	Panjang lenggang Kaki Terpanjang	Panjang lenggang Kaki Rata-Rata
Tinggi Badan	Pearson Correlation	0.807	0.796	.0585	.0540	0.239	0.286
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.015	.003
	N	104	104	104	104	104	104
Masa tubuh	Pearson Correlation	0.500	0.497	0.725	0.655	0.063	0.007
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.527	.942
	N	104	104	104	104	104	104

Uji Perbedaan

Berikut di bawah adalah perhitungan data uji perbedaan tentang hubungan antara parameter pada kelompok jek laki-laki dan perempuan. Data ini terdiri dari sejumlah parameter

antropometri yang diukur, termasuk panjang dan lebar telapak kaki, panjang lenggang maksimum, serta panjang lenggang rata-rata.

Tabel 3 Tabel Signifikansi Uji Perbedaan jejak Perempuan dan Laki-Laki

Parameter	F	T	Df	Signifikansi	Perbedaan Rata-rata	Standar Kesalahan
Panjang Telapak Kaki Kanan	2.023	9.024	102	0.000	2.22297	.24633
Panjang Telapak Kaki Kiri	0.268	9.587	102	0.000	2.30311	.24024
Lebar Telapak Kaki kanan	0.433	6.057	102	0.000	0.85198	.14067
Lebar Telapak Kaki kiri	0.289	4.920	102	0.000	0.72357	.14706
Panjang Lenggeng Maksimum	2.690	1.252	102	0.213	1.66789	1.33166
Panjang Lenggeng Rata-rata	0.946	.884	102	0.379	1.37677	1.55658

Hasil menunjukkan bahwa panjang telapak kaki kanan dan kiri memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok jejak. Hasil uji F menunjukkan nilai 2.023 dan 0.268 untuk panjang telapak kaki kanan dan kiri, masing-masing, dengan signifikansi p-value yang sangat rendah (0.000). Ini mengindikasikan bahwa ada perbedaan yang nyata dalam panjang telapak kaki di antara kelompok jejak yang diamati. Selanjutnya, perbedaan rata-rata panjang telapak kaki kanan adalah sekitar 2.22297, sedangkan untuk kaki kiri sekitar 2.30311, dengan standar kesalahan masing-masing sekitar 0.24633 dan 0.24024.

Selain itu, hasil menunjukkan bahwa lebar telapak kaki kanan dan kiri juga memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok jejak. Nilai F untuk lebar telapak kaki kanan adalah 0.433, sedangkan untuk kaki kiri adalah 0.289, dengan p-value yang rendah (0.000). Perbedaan rata-rata lebar telapak kaki kanan adalah sekitar 0.85198, dan untuk kaki kiri sekitar 0.72357, dengan standar kesalahan masing-masing sekitar 0.14067 dan 0.14706. Hasil ini menunjukkan ada variasi yang tinggi dalam lebar telapak kaki di antara kelompok jejak.

Namun, penting untuk diketahui bahwa uji perbedaan untuk panjang lenggang maksimum dan rata-rata panjang kaki lenggang tidak menunjukkan signifikansi perbedaan antara perempuan dan laki-laki secara statistik.

Uji Regresi Prediksi Tinggi Badan

Tinggi badan adalah pengukuran antropometri mendasar yang sering berfungsi di berbagai aspek. Dalam analisis regresi ini, kami menyelidiki interaksi antara perbedaan jenis laki-laki dan variasi campuran.

Kumpulan data terdiri dari total 104 individu, dengan cermat dikategorikan ke dalam kelompok pria dan wanita, masing-masing dengan 53 dan 51 peserta. Dua perhitungan dilakukan secara terpisah menjadi dua kelompok. Kelompok 1 melibatkan panjang dan lebar kaki serta lenggang kaki, kelompok 2 hanya melibatkan Panjang telapak kaki dan panjang lenggang kaki.

kelompok laki-laki dipisahkan menjadi Laki-laki 1 dan Laki-laki 2. Laki-laki 1 menunjukkan R-kuadrat 0,497, yang menunjukkan bahwa sekitar 49,7% variabilitas tinggi badan di antara laki-laki dapat dikaitkan, dengan SEE 5,29. Prediksi laki-laki 1 cukup akurat dalam mencerminkan ketinggian sebenarnya. Laki-laki 2, sebagai perbandingan, menampilkan nilai R-kuadrat 0,485 dan SEE sedikit lebih rendah dari 5,24. Sementara kekuatan prediktif kelompok ini sedikit berkurang, itu masih menunjukkan tingkat pengaruh yang mencolok pada perbedaan tinggi badan di antara laki-laki.

Untuk kelompok perempuan adalah Perempuan 1 dan Perempuan 2 perempuan 1 menghasilkan R-kuadrat sebesar 0,376, menandakan bahwa sekitar 37,6% variabilitas tinggi badan di antara perempuan dapat dijelaskan oleh faktor-faktor yang diwakili dalam himpunan bagian ini. SEE 3,94 untuk Perempuan 1 menunjukkan kapasitas prediksi yang relatif tepat. Tak diduga, kelompok Perempuan 2 menampilkan nilai R-kuadrat 0,355 dan SEE 3,91 lebih tinggi dari pada kelompok Perempuan 1, ini menunjukkan penyebaran yang lebih luas dari tinggi sebenarnya di sekitar nilai prediksi.

Tabel 4 Hasil Uji Regresi Kelompok 1 Prediksi Tinggi Badan dengan Variabel Panjang Dan Lebar Telapak Kaki

Jenis Kelamin	Koefisien Regresi	R ²	SEE
Laki-laki	$72,768 + 2,610(\text{PKKn}) + 0,9(\text{PKKr}) + 0,135(\text{LKKn}) + 0,551(\text{LKKr})$	0,483	5,31
Perempuan	$94,789 + 0,751(\text{PKKn}) + 1,575,(\text{PKKr}) - 0,533(\text{Lkkn}) + 1,205(\text{LKKr})$	0,340	4,01

Tabel 5 Hasil Uji Regresi Prediksi Kelompok 2 Tinggi Badan dengan Variabel Panjang Telapak Kaki,

Jenis Kelamin	Koefisien Regresi	R ²	SEE
Laki-laki	$74,452 + 2,769(\text{PKKn}) + 0,919(\text{PKKr})$	0,479	5,22
Perempuan	$98,166 + 0,830(\text{PKKn}) + 1,614(\text{PKKr}) + 0,150(\text{L Rata-rata})$	0,322	3,97

Uji Regresi Prediksi Masa tubuh

Persamaan regresi untuk estimasi badan berdasarkan lebar dilakukan pada kelompok pria dan wanita. Sama seperti sebelumnya, *Standard Error of Estimate* (SEE) dan R^2 juga disertakan untuk setiap persamaan.

Model regresi untuk prediksi badan menggunakan variabel, panjang kaki dan lebar kaki. Untuk sampel wanita menghasilkan nilai SEE dan R^2 yang lebih rendah untuk semua variabel yang dimodelkan. Sebaliknya, nilai SEE dan R^2 untuk persamaan regresi yang diperoleh dari data sampel laki-laki lebih tinggi untuk lebar kaki dan panjang kaki, daripada yang dihasilkan untuk set data campuran atau wanita. Hal ini menunjukkan bahwa prediksi masa tubuh dari variabel ini mungkin lebih dapat diandalkan ketika kedua jenis kelamin dipertimbangkan secara terpisah. Tingginya nilai keakuratan pada kelompok sampel laki-laki kemungkinan disebabkan oleh ketidak-merataan distribusi sampel masa tubuh pada sampel perempuan.

Tabel 6 Hasil Regresi Prediksi Berat Badan Dengan Variabel Panjang dan Lebar Telapak Kaki.

Jenis Kelamin	Koefisien Regresi	R^2	SEE
Laki-laki	$(-101,221) - 1,170(\text{PKKn}) - 0,400(\text{PKKr}) + 13,561(\text{LKKn}) + 7,596(\text{LKKr})$	0,601	12,69
Perempuan	$(-62,416)+6,365(\text{LKKn})+3,269(\text{LKKr})-2,675(\text{PKKn})+3,898(\text{PKKr})$	0,274	11,23

Tabel 7 Hasil Regresi Prediksi Masa tubuh Dengan Lebar Telapak Kaki..

Jenis Kelamin	Koefisien Regresi	R^2	SEE
Laki-laki	$(-125,192)+12,645(\text{LKKn})+7,005(\text{LKKr})$	0,557	12,55
Perempuan	$(-43,550)+7,214(\text{LKKn})+3,443(\text{LKKr})$	0,230	11,32

Pembahasan

Tinggi tubuh masa tubuh, dan ukuran kaki adalah pengukuran antropometri dasar yang memberikan wawasan tentang dimensi fisik dan proporsi tubuh manusia. Hubungan umum antara variabel-variabel tersebut berkontribusi pada pemahaman tentang variabilitas manusia. Ukuran kaki mengacu pada dimensi kaki, biasanya diukur sebagai panjang kaki dan lebar kaki.

Tinggi badan, masa tubuh, dan panjang kaki, lebar kaki memiliki hubungan antara variabel-variabel tersebut secara linier. Dengan kata lain, saat menganalisis pengukuran ini, hubungan linier menunjukkan bahwa perubahan dalam satu variabel dikaitkan dengan perubahan konstan pada variabel lain. Tinggi badan dan masa tubuh sering menunjukkan hubungan linier. Umumnya, individu yang lebih tinggi cenderung memiliki bobot tubuh yang

lebih tinggi. begitu juga dengan antara tinggi badan dan dimensi kaki (Masanovic dkk., 2018; Rutishauser, 1968). Masa tubuh dan dimensi kaki mungkin memiliki korelasi namun cenderung lemah dibandingkan dengan tinggi badan dengan panjang dan lebar kaki (Grivas dkk., 2008a)

Kaki adalah struktur biomekanika yang menopang berat tubuh, menyerap gaya tumbukan selama gerakan, dan memfasilitasi stabilitas dan mobilitas (Sato dkk., n.d.). Ukuran kaki dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti Tinggi badan, masa tubuh, dan jenis kelamin. Tinggi badan manusia, masa tubuh, dan ukuran kaki adalah dimensi yang saling berhubungan yang mencerminkan kompleksitas fisiologi manusia, Pengukuran ini memainkan peran penting pada pemahaman tentang keragaman manusia dan kebutuhan akan pendekatan individual (Charmode dan Kadlimatti, 2019; Fawzy dan Kamal, 2010; Grivas dkk., 2008b)

Penting untuk mendekati hubungan ini dengan hati-hati dan tidak hanya mengandalkan linearitas untuk membuat prediksi tentang karakteristik individu. Biologi manusia dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk genetika, lingkungan, gaya hidup, dan variasi individu. Hubungan linier mungkin memberikan kecenderungan umum, tetapi dapat terjadi penyimpangan yang signifikan di antara individu.

Hubungan Tinggi Badan dan Jejak Telapak Kaki

Beberapa penelitian menunjukkan korelasi positif antara tinggi badan dan ukuran lebar kaki dan panjang kak (charmode dkk., 2018; Rajesh D. R dkk., 2015; Sanli dkk., 2005). Korelasi tersebut menunjukkan hubungan peningkatan dimensi kaki seiring dengan peningkatan tinggi badan. umumnya orang memiliki telapak kaki yang lebih panjang relatif terhadap tinggi badan mereka. Ini berarti rata-rata, individu yang lebih tinggi cenderung memiliki telapak kaki yang lebih panjang.

Dari data yang di sajikan dalam hasil penelitian mahasiswa dengan usia rata-rata 20.19 tahun untuk laki-laki dan 20.47 tahun untuk perempuan, diamati bahwa nilai rata-rata untuk tinggi badan dan masa tubuh kelompok laki-laki secara signifikan lebih besar 166.30 cm. Dan 153.30 cm. Hasil penelitian ini menunjukkan Tinggi rata-rata untuk setiap jenis kelamin dalam populasi yang diteliti memiliki perbedaan secara signifikan, dengan mahasiswa laki-laki rata-rata lebih tinggi daripada Mahasiswa perempuan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini hampir menyamai Penelitian sebelumnya oleh Cox dkk. (2019). Mereka menyatakan bahwa Tinggi badan orang dewasa ditinjau dari jenis kelamin berbeda secara signifikan. Ia menemukan wanita dari Republik Ceko saat diteliti lebih tinggi daripada pria dari Malawi. Ini mungkin karena perbedaan genetik, perbedaan gaya hidup, atau keduanya.

Selain itu, ditemukan pula Koefisien korelasi antara tinggi badan dan panjang telapak kaki ditemukan signifikan secara statistik dalam penelitian, ini menunjukkan hubungan yang kuat antara kedua parameter. Lebih lanjut, Persamaan regresi untuk estimasi tinggi badan dirumuskan menggunakan panjang. Hasilnya menunjukkan bahwa panjang kaki memberikan cara yang akurat dan andal dalam merekonstruksi perawakan individu yang tidak dikenal. Walau keakuratan rumus prediksi yang telah dianalisis dalam penelitian ini cukup rendah pada yang tertinggi ($R^2= 0,483$) yang berarti akurat hanya untuk 48,3 % dari populasi.

Hubungan Masa tubuh dan Jejak Telapak Kaki

Umumnya ada pola kuat dalam hubungan linier antara masa tubuh dengan lebar kaki. Rata-rata individu yang lebih berat memiliki kaki yang lebih lebar (Charmode dan Kadlimatti, 2019). Masa tubuh yang bertambah dapat menyebabkan kaki sedikit lebih lebar, karena kaki menopang beban yang lebih besar. Ini dapat terjadi karena Saat masa tubuh bertambah, kaki menanggung beban yang lebih tinggi selama aktivitas menahan beban seperti berdiri, berjalan, dan berlari. Peningkatan beban sangat berpengaruh terhadap biomekanika tubuh yang mana dapat menyebabkan sedikit penyesuaian pada struktur kaki, yang berpotensi meningkatkan lebar kaki (Sato dkk., n.d.).

nilai rata-rata untuk masa tubuh dan masa tubuh kelompok laki-laki secara signifikan lebih besar 68,60 Kg cm Dan 52,98 Kg cm. Hasil penelitian ini menunjukkan Masa tubuh rata-rata untuk setiap jenis kelamin dalam populasi yang diteliti memiliki perbedaan secara signifikan, dengan mahasiswa laki-laki rata-rata lebih tinggi daripada mahasiswa perempuan.

Lebih lanjut lagi telah dilakukan uji korelasi antara masa tubuh dengan parameter lebar telapak kaki. Koefisien korelasi antara masa tubuh dan panjang kaki ditemukan signifikan secara statistik dalam penelitian, ini menunjukkan hubungan yang kuat antara kedua parameter. Setelah itu, Persamaan regresi untuk estimasi masa tubuh dirumuskan menggunakan lebar telapak kaki. Hasilnya menunjukkan bahwa panjang kaki dan lebar telapak memberikan cara yang akurat dan andal dalam merekonstruksi berat tubuh pada kelompok laki-laki namun tidak dengan kelompok perempuan. Hal ini mungkin berkaitan dengan ketidaknormalan data pada masa tubuh populasi di bab hasil penelitian sebelumnya

Hasil Rumus Prediksi Tinggi Badan dan Masa tubuh

Telah dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk memprediksi tinggi dan masa tubuh berdasarkan kelompok berdasarkan jenis kelamin. uji coba perhitungan regresi yang komprehensif dilakukan pada kelompok pria dan wanita. Investigasi ini melibatkan dua

parameter berbeda untuk setiap kelompok, dengan fokus pada prediksi tinggi dan masa tubuh menggunakan pengukuran yang berkaitan dengan kaki.

Untuk prediksi tinggi badan, parameter yang diperhatikan adalah panjang dan lebar telapak kaki, serta panjang telapak kaki. Khususnya, rentang kaki dihilangkan dari perhitungan karena tidak adanya perbedaan yang signifikan antara perempuan dan laki-laki dalam hal ini. Sedangkan untuk prediksi masa tubuh melibatkan parameter panjang dan lebar telapak kaki serta lebar telapak kaki saja.

Hasil rumus prediksi tinggi badan kelompok laki-laki menunjukkan model yang berhasil, direpresentasikan sebagai $Y = 72.768 + 2.610(PKKn) + 0.9(PKKr) + 0.135(LKKn) + 0.551(LKKr)$, mencapai nilai R^2 sebesar 0.48 dan *Standard Error of Estimate* sebesar 5,22. Sebaliknya untuk kelompok perempuan, rumus prediksi tinggi badan bermanifestasi sebagai berikut

$Y = 94.789 + 0.751(PKKn) + 1.575(PKKr) - 0.533(Lkkn) + 1.205(LKKr)$ dengan nilai R^2 sebesar 0.34 dan SEE sebesar 4.01. Meskipun penghitungan prediksi bobot dilakukan secara eksklusif pada kelompok laki-laki karena distribusi data yang tidak normal pada kelompok perempuan, namun tetap dilakukan perhitungan agar hasilnya tetap memberikan wawasan yang berharga untuk tujuan perbandingan.

Rumus prediksi masa tubuh laki-laki dinyatakan sebagai $Y = (-101.221) - 1.170(PKKn) - 0.400(PKKr) + 13.561(LKKn) + 7.596(LKKr)$ sehingga menghasilkan nilai R^2 sebesar 0.601 dan SEE sebesar 12.69. Sebaliknya rumus prediksi bobot kelompok perempuan hasilnya $Y = (-62.416) + 6.365(LKKn) + 3.269(LKKr) - 2.675(PKKn) + 3.898(PKKr)$ menghasilkan nilai R^2 sebesar 0.274 dan SEE sebesar 11.32. Analisis komprehensif ini memberikan pemahaman yang berbeda tentang model prediksi tinggi dan masa tubuh dalam kelompok gender yang berbeda, sehingga menyoroti pentingnya pengukuran kaki tertentu dalam perhitungan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kriminalitas menjadi hal yang penting untuk diatasi. Tindak kriminal akan menimbulkan dampak pada masyarakat seperti kerugian material atau munculnya keawatiran terhadap keamanan di sekitar lingkungan masyarakat. Tetapi, pelaporan tindak kriminal tidak dapat begitu saja langsung diatasi. Biasanya, olah tempat Kejadian Perkara (TKP) forensik melibatkan serangkaian metode dan teknik yang digunakan untuk menginterpretasi bukti-bukti fisik di lokasi seperti darah, rambut, serat, sidik jari, jejak kaki dan bahan biologis lainnya

untuk di analisis. Jejak kaki adalah yang paling andal digunakan. Penelitian sebelumnya sepakat bahwa jejak kaki dapat dijadikan sebagai indikator kerangka dan struktur tubuh seseorang. Setiap jejak kaki memiliki pola dan karakteristik yang unik dan dapat diidentifikasi untuk mengidentifikasi siapa atau apa yang meninggalkan jejak kaki itu, sehingga bagian tersebut menjadi pencarian penting dalam olah tempat kejadian perkara (TKP).

Penelitian ini menunjukkan bahwa jejak kaki dapat digunakan untuk mengestimasi tinggi badan dan masa tubuh pelaku. Data menunjukkan panjang telapak kaki dan lebar telapak kaki berkorelasi dengan tinggi badan dan masa tubuh pada kelompok laki-laki dan perempuan mahasiswa Universitas Airlangga tetapi variabel panjang lenggang kaki hanya berkorelasi dengan tinggi badan. Hasil uji regresi menunjukkan perbedaan laki-laki dan perempuan di panjang telapak kaki dan lebar telapak kaki. Berdasarkan analisis regresi diperoleh rumus estimasi pada pada kelompok laki-laki dan perempuan. Rumus estimasi tinggi badan kelompok laki-laki memiliki adalah $Y = 72.768 + 2.610(PKKn) + 0.9(PKKr) + 0.135(LKKn) + 0.551(LKKr)$. Rumus estimasi tinggi badan untuk kelompok perempuan adalah $Y = 94.789 + 0.751(PKKn) + 1.575(PKKr) - 0.533(Lkkn) + 1.205(LKKr)$. Untuk rumus estimasi masa tubuh, rumus estimasi masa tubuh kelompok laki-laki adalah $Y = (-101.221) - 1.170(PKKn) - 0.400(PKKr) + 13.561(LKKn) + 7.596(LKKr)$, sedangkan rumus estimasi masa tubuh kelompok perempuan tidak dapat dihasilkan karena distribusi data yang tidak normal. Begitu halnya dengan rumus tinggi badan dan masa tubuh berdasarkan panjang lenggang kaki tidak diperoleh karena tidak ada perbedaan signifikan antara populasi laki-laki dan perempuan. Rumus regresi yang dihasilkan dalam penelitian ini belum dapat digunakan untuk estimasi tinggi badan dan masa tubuh karena belum mencapai angka akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pada populasi yang lebih luas bila ingin mendapatkan rumus regresi yang dapat digunakan untuk populasi Surabaya.

Saran

Penelitian ini membuka peluang penelitian lanjutan mengenai estimasi tinggi dan masa tubuh manusia, dengan mempertimbangkan menggunakan data sampel yang jauh lebih banyak. Ukuran sampel yang terlalu kecil dapat menghasilkan perkiraan yang tidak akurat. Pertimbangan untuk menggunakan teknik pengambilan sampel yang tepat seperti pengambilan sampel acak sederhana atau pengambilan sampel sistematis sangat disarankan, sehingga meningkatkan akurasi agar mampu ditarik kesimpulan yang lebih akurat dalam prediksi tinggi badan dan masa tubuh manusia. Dengan ini, penelitian selanjutnya diharapkan dapat diterapkan pada kasus forensik sesungguhnya.

DAFTAR REFERENSI

- Alessandrini, F. Dkk. (2003). Fingerprints as Evidence for a Genetic Profile: Morphological Study on Fingerprints and Analysis of Exogenous and Individual Factors Affecting DNA Typing. In *J Forensic Sci* (Vol. 48, Issue 3). www.astm.org
- Akambase, J. A., Dkk. (2018). Racial and Gender Comparison of Anthropometric Parameters of The Foot. *Archiv Euromedca*, 8, 55–56.
- Atamturk, D. dan Duyar, I. (2008). Age-related factors in the relationship between foot measurements and living stature and body weight. *Journal of Forensik Sciences*, 53(6), 1296–1300. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00856.x>
- Aziz, I. Dkk., PGRI Sumatera Barat, S., Gunung Panggilun, J., Kunci, K., Belajar, K., & Pemecahan Masalah, K. (2020). HUBUNGAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA. 04(02), 1171–1183.
- Charmode, S. H., dan Kadlimatti, H. S. (2019). Correlation of foot dimensions with body weight – A study in young population of central India. *Translational Research in Anatomy*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.tria.2019.100043>
- Cox, S. L., Ruff, C. B., Maier, R. M., dan Mathieson, I. (2019). Genetic contributions to variation in human stature in prehistoric Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(43), 21484–21492. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910606116>
- Danborn, B., & Lecturer, M. S. (2008). Sexual dimorphism in hand and foot length, indices, stature-ratio and relationship to height in Nigerians Does settlement and season of birth influence body size? A cross-sectional study of school children and adolescents in Republic of Niger View project Associations between birthweight, birth order, and age at menarche of schoolgirls in Niger Republic View project Sexual Dimorphism in Hand and Foot Length, Indices, Stature-ratio and Relationship to Height in Nigerians. *Height in Nigerians. The Internet Journal of Forensic Science*, 3(1). <https://www.researchgate.net/publication/267642408>
- Fawzy, I. A., dan Kamal, N. N. (2010). Stature and body weight estimation from various footprint measurements among egyptian population. *Journal of Forensik Sciences*, 55(4), 884–888. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01372.x>
- Grivas, T. B., Mihas, C., Arapaki, A., dan Vasiliadis, E. (2008). Correlation of foot length with height and weight in school age children. *Journal of Forensik and Legal Medicine*, 15(2), 89–95. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2007.05.007>
- Islam Mansur, D., dan Mansur, C. DI. (2012). Estimation of Stature from Foot Length in Adult Nepalese Population and its Clinical Relevance. In *Kathmandu Univ Med J* (Vol. 37, Issue 1).
- Kesmodel, U. S. (2018). Cross-sectional studies – what are they good for? In *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica* (Vol. 97, Issue 4, pp. 388–393). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1111/aogs.13331>
- Krishan, K. (2008). Estimation of stature from footprint and foot outline dimensions in Gujjars of North India. *Forensik Science International*, 175(2–3), 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2007.05.014>
- Krishan, K., Kanchan, T., Passi, N., dan Dimaggio, J. A. (2012). Heel-ball (HB) index: Sexual

dimorphism of a new index from foot dimensions. *Journal of Forensik Sciences*, 57(1), 172–175. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01960.x>

- Masanovic, B., Gardasevic, J., dan Arifi, F. (2018). Relationship between foot length measurements and body height: A prospective regional study among adolescents in eastern region of kosovo. *Sport Mont*, 16(1), 9–13. <https://doi.org/10.26773/smj.180202>
- Menéndez Garmendia, A., Sánchez-Mejorada, G., dan Gómez-Valdés, J. A. (2018). Stature estimation rumuse for Mexican contemporary population: A sample based study of long bones. *Journal of Forensik and Legal Medicine*, 54, 87–90. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.12.019>
- Rajesh D. R, V. K. Chokker, Dkk. . (2015). Estimation of Stature from Foot Dimensions and Stature among South Indian Medical Students Using Regression Models. *JKIMSU*, 4(1), 95–99.
- Sanli, S. G., Kizilkanat, E. D., Boyan, N., Ozsahin, E. T., Bozkir, M. G., Soames, R., Erol, H., dan Oguz, O. (2005). Stature estimation based on hand length and foot length. *Clinical Anatomy*, 18(8), 589–596. <https://doi.org/10.1002/ca.20146>
- Xu, L.-Y., Lei, F.-Z., Lin, J.-X., Song, L., Li, X.-Y., dan Wang, Q. (2020). Stature estimation from body dimensions in Han population of Southern China. *Journal of Forensik Science and Medicine*, 6(4), 126. https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_39_20