

Estimasi Berat dan Tinggi Badan Orang Jawa Dari Pengukuran Telapak Kaki Menggunakan Digital Foot Scanner

Angga Pramuditia Valiandi¹, Dwi Basuki Wibowo²

¹Mahasiswa Program Studi S-1, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Center for Biomechanics, UPT Lab. Terpadu, UNDIP, Semarang

Abstrak

Telapak kaki manusia mengandung informasi untuk berbagai keperluan diantaranya yaitu untuk menganalisis tipe telapak kaki (*flat foot*, *normal*, dan *high arch*), menentukan ukuran sepatu, tipe kaki cacat dan normal, serta identifikasi pelaku tindak kejahatan dari jejak telapak kaki yang ditinggalkan. Penelitian ini bertujuan mencari korelasi antara panjang kaki (FL, *foot length*), lebar kaki (FW, *foot width*), dan luas kontak telapak kaki (FAC, *foot area contact*) terhadap jenis kelamin, tinggi badan (BH, *body height*), dan berat badan (BM, *body mass*) orang Jawa. FL, FW, dan FAC diperoleh dari hasil pemindaian (*scanning*) telapak kaki menggunakan *digital foot scanner* dan diolah menggunakan *software MATLAB*. Seratus dua mahasiswa Departemen Teknik Mesin (DTM) UNDIP dengan usia dan berat badan rata-rata 20 tahun (antara 17 – 26 tahun) dan 63.3 kg (antara 39 – 129 kg) diminta melakukan *scanning* tersebut. Hasilnya terdapat korelasi yang signifikan antara FL dan BH ($r = 0.771$), FL dan BM ($r = 0.697$), FW dan BH ($r = 0.646$), FW dan BM ($r = 0.697$), serta FAC dan BM ($r = 0.733$) keseluruhan subyek penelitian sedangkan antara FAC dan BH tidak terdapat korelasi baik untuk keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin ($r = 0.449$ dan $r = 0.320$).

Kata kunci: berat badan, tinggi badan, orang jawa, foot scanner, telapak kaki

1. Pendahuluan

Jenis kelamin dan berat dan tinggi badan manusia merupakan informasi penting untuk identifikasi forensik. Dalam ilmu kedokteran forensik identifikasi merupakan cara untuk mengenali seseorang melalui karakteristik atau ciri-ciri khusus yang dimiliki orang tersebut dengan membandingkan saat orang tersebut masih hidup dan setelah meninggal [1]. Salah satu cara identifikasi adalah dengan *antropometri* yaitu mengukur dan mencatat beberapa bagian tubuh misalnya warna rambut, mata, warna kulit, bentuk hidung, telinga, dagu, tanda-tanda khusus pada badan, berat dan tinggi badan, panjang dan lebar kepala, dan sidik jari [2].

Dalam memperkirakan tinggi badan, usia, jenis kelamin, dan ras bisa dilakukan dengan cara mengukur tulang dan bagian-bagiannya (termasuk tengkorak). Teknik ini dikenal sebagai *osteometri* yang keakuratannya diakui oleh para ahli forensik antropologi dan hukum [2-3]. Pada tahun 1880-an dalam memperkirakan tinggi badan paling akurat menggunakan tulang kerangka dari *femur* sampai *metacarpal* [4], namun saat ini hal itu dapat ditentukan dari tulang yang kecil saja meskipun terdapat sedikit kesalahan dari perkiraan tersebut [5].

Estimasi tinggi badan dari dimensi telapak kaki pertama kali dilakukan oleh Rutishauser yang hasilnya relatif sama dengan mengukur panjang tulang *femur* [6]. Penelitian yang sama yang dilakukan di India saat ini pada dasarnya mencari korelasi antara FL dan/atau FW dengan tinggi badan dan/atau berat badan masyarakat India, dimana jejak telapak kaki (*footprint*) diperoleh dari mencetak telapak kaki yang sudah diberi tinta ke sebuah kertas berskala (*wet foot test*). Untuk mengukur dimensi telapak kaki digunakan jangka sorong dan meteran pita [7-9]. Usia subyek yang diteliti antara 14 – 25 tahun, kecuali yang dilakukan oleh Modibbo dkk untuk bayi yang baru lahir (*neonates*) [9]. Penelitian mereka menghasilkan persamaan regresi linier antara tinggi badan (BH, cm) dan berat badan (BM, kg) dengan lebar kaki (FW, cm) [7],

$$BH = 5.414 \times FW + 120.951 \quad (1)$$

$$BM = 2.86 \times FW + 37.63 \quad (2)$$

dan persamaan regresi antara tinggi badan (Ht, cm) dengan panjang kaki (FL, cm) [8].

Penelitian ini bertujuan mencari korelasi antara FL dan BH, FL dan BM, FW dan BH, FW dan BM, FAC dan BH, serta FAC dan BM untuk orang Jawa. Subyek penelitian adalah para mahasiswa DTM UNDIP dengan usia dan berat badan rata-rata 20 tahun dan 63.3 kg. Jejak telapak kaki diperoleh dari *scanning* menggunakan *digital foot scanner* yang dibuat sendiri dari modifikasi *document scanner* ukuran A4 dan dimensi telapak kaki (FL, FW, dan FAC) diukur dengan bantuan *software MATLAB*. Pada penelitian ini hanya kaki kiri yang diukur sesuai rekomendasi Jenewa *the international agreement for paired measurements* [8-10].

Tabel 1. Persamaan regresi antara tinggi badan dan panjang kaki penelitian Patel dkk [8].

Subjects	Correlation coefficient (r)	Regression equation	P value
Total	0.779	Ht = 66.15 + (4.033) FL	<0.001
Male	0.925	Ht = 77.89 + (3.55) FL	<0.001
Female	0.741	Ht = 38.0 + (5.192) FL	<0.001

2. METODE PENELITIAN

2.1. Definisi

Tinggi badan (BH): jarak tertinggi dari ujung kepala hingga telapak kaki, diukur menggunakan meteran pita [8].

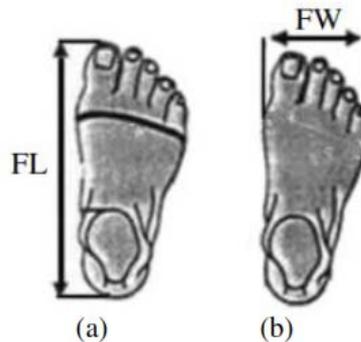
Panjang kaki (FL): jarak terpanjang dari ujung tumit sampai ujung jari kaki pertama (jempol) atau ujung jari kaki ke dua (lihat Gambar 1a) [8,9,11].

Lebar kaki (FW): jarak horisontal terlebar dari telapak kaki yaitu dari simpul *metatarsophalangeal* pada *metatarsal* ke satu (simpul jari jempol) hingga *metatarsal* ke lima (simpul jari jentik) telapak kaki (lihat Gambar 1b) [8][9][11].

Luas kontak telapak kaki (FAC) : luas telapak kaki yang berkontak dengan landasan yang pada penelitian Krishan dkk [7] dan Patel dkk [8] diukur berdasarkan jumlah kotak hasil *wet foot test* (lihat Gambar 2).

2.2. Subyek Penelitian

Seratus dua mahasiswa DTM UNDIP diminta secara sukarela melakukan *scanning* telapak kaki. Setiap mahasiswa tersebut dipastikan sehat dan tidak memiliki cacat di telapak kaki berdasarkan hasil pemeriksaan RS Nasional Diponegoro Semarang.



Gambar 1. Definisi panjang dan lebar telapak kaki



Gambar 2. Jejak telapak kaki hasil *wet foot test* (dimensi kotak 1 x 1 cm)

Seluruh pengukuran BH dan BM dan FL, FW, dan FAC dilakukan di *Center for Biomechanics, Biomechatronics, Biomaterials, and Bio-Signal Processing (CBIOM3S)* Laboratorium Unit Pelayanan Teknis (UPT) Terpadu UNDIP. Tabel 2 memperlihatkan data *antropometrik* subyek penelitian.

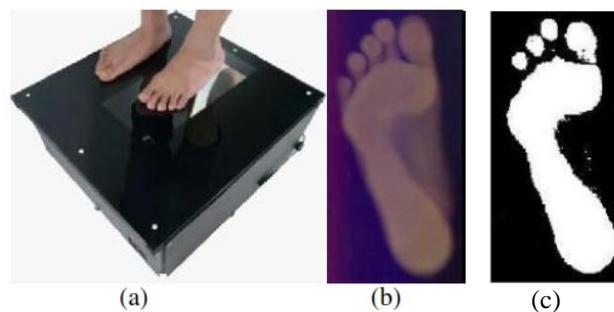
Tabel 2. Karakteristik 102 subyek penelitian

	Rentang nilai	Rata-rata dan Standar Deviasi (SD)
Umur (tahun)	17 – 26	20.0 ± 1.9
Jenis kelamin (laki-laki : perempuan)		87 : 15
Berat badan (kg)	39 – 129	63.3 ± 13.8
Tinggi badan (cm)	147 – 185	167.3 ± 6.8
Body mass index, BMI (kg/m ²)	15.21 – 41.60	22.51 ± 4.16

2.3. Scanning Telapak Kaki

Scanning telapak kaki dilakukan menggunakan *digital foot scanner* yang dibuat sendiri hasil modifikasi *scanner document type flatbed* ukuran A4, seperti diperlihatkan pada Gambar 3a. Subyek penelitian diminta berdiri di atas platform kaca, satu kaki di atas kaca bening (sebagai *window scanner*) dan satu kaki lainnya di atas kaca hitam. Proses scanning dilakukan oleh operator setelah telapak kaki subyek dibersihkan [12] dan subyek benar-benar berdiri tegak di atas platform.

Gambar 3b memperlihatkan hasil *scanning* telapak kaki kiri salah satu subyek penelitian, tetapi bagian telapak kaki yang tidak berkontak masih terlihat. Untuk menghilangkannya digunakan *software MATLAB* yang hasilnya diperlihatkan seperti pada Gambar 3c dalam bentuk gambar hitam-putih [13].



Gambar 3. *Digital foot scanner* dan *scan* telapak kaki yang dihasilkan

2.4. Mengukur Luas Kontak dan Dimensi Telapak Kaki

Mengukur luas kontak telapak kaki hasil *scanning* dilakukan menggunakan *software MATLAB* dengan fungsi *bwarea* tetapi masih dalam satuan piksel. Untuk mengubahnya ke dalam satuan mm² dengan resolusi *scanner* 200 ppi dapat dilakukan menggunakan persamaan (3) [13].

$$\left(\frac{\text{area in pixels}}{\text{scanner resolution}} \right) \times 645.16 \text{ mm}^2 \quad (3)$$

Mengukur panjang dan lebar telapak kaki (FL dan FW) dilakukan menggunakan *software MATLAB* dengan fungsi *bwboundaries*, untuk mengambil garis terluar telapak kaki, dan fungsi *cell2mat*, untuk mengubah menjadi data yang dapat diolah. Dengan mengekstrak koordinat sumbu x dan y dan mengalikannya dengan rasio antara ukuran panjang kertas A4 297 mm dengan panjang gambar RGB hasil *foot scanner* dapat dihitung FL dan FW [13].

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Korelasi Antara FL dan BH

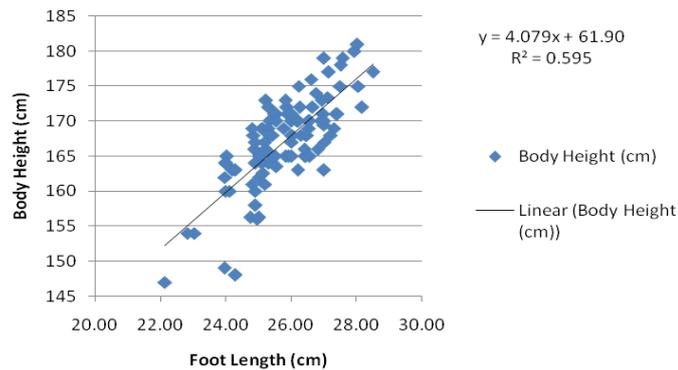
Hubungan FL dan BH untuk keseluruhan subyek penelitian dapat dinyatakan dengan fungsi regresi linier, seperti terlihat pada Gambar 4. Sedangkan hubungan FL dan BH berdasarkan jenis kelamin laki-laki dan perempuan dapat dinyatakan dengan fungsi regresi linier juga, seperti terlihat pada Gambar 5a dan 5b.

Dari persamaan regresi yang dihasilkan dapat disimpulkan terdapat korelasi yang signifikan antara FL dan BH baik pada keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin. Tabel 3 berikut memperlihatkan nilai koefisien korelasi antara FL dan BH tersebut.

Tabel 3. Persamaan regresi dan koefisien korelasi antara FL dan BH

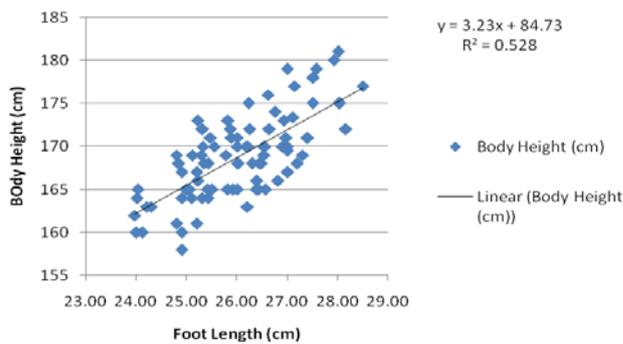
Subyek	Koefisien Korelasi (r)	Persamaan Regresi	No. Persamaan
Keseluruhan	0.771	BH = 4.079 FL + 61.90	(4.1)
Laki-Laki	0.726	BH = 3.23 FL + 84.73	(4.2)
Perempuan	0.737	BH = 4.258 FL + 53.31	(4.3)

FL vs BH (Keseluruhan)



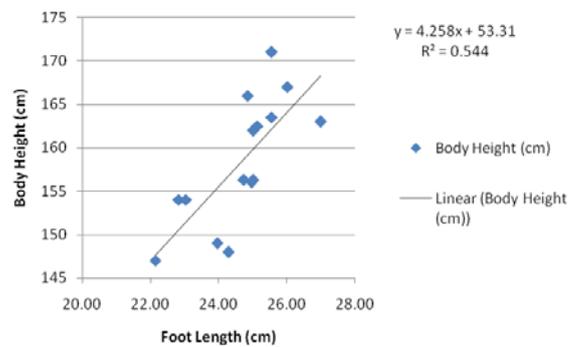
Gambar 4. Korelasi antara FL dan BH untuk keseluruhan subyek penelitian

FL vs BH (Laki-laki)



(a)

FL vs BH (Perempuan)



(b)

Gambar 5. Korelasi antara FL dan BH untuk subyek penelitian laki-laki dan perempuan

3.2. Korelasi Antara FL dan BM

Hubungan FL dan BM untuk keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin dapat juga dinyatakan dengan fungsi regresi linier, seperti ditampilkan pada Tabel 4. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan terdapat korelasi yang signifikan antara FL dan BM, baik pada keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin.

Tabel 4. Persamaan regresi dan koefisien korelasi antara FL dan BM

Subyek	Koefisien Korelasi (r)	Persamaan Regresi	No. Persamaan
Keseluruhan	0.697	$BM = 7.583 FL - 132.4$	(5.1)
Laki-Laki	0.668	$BM = 8.013 FL - 143.6$	(5.2)
Perempuan	0.709	$BM = 5.802 FL - 88.26$	(5.3)

3.3. Korelasi Antara FW dan BH

Hubungan FW dan BH untuk keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin dapat juga dinyatakan dengan fungsi regresi linier, seperti ditampilkan pada Tabel 5. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan terdapat korelasi yang signifikan antara FW dan BH, baik pada keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin.

Tabel 5. Persamaan regresi dan koefisien korelasi antara FW dan BH

Subyek	Koefisien Korelasi (r)	Persamaan Regresi	No. Persamaan
Keseluruhan	0.646	$BH = 7.227FW + 94.57$	(6.1)
Laki-Laki	0.641	$BH = 5.424 FW + 113.9$	(6.2)
Perempuan	0.706	$BH = 12.16 FW + 40.36$	(6.3)

3.4. Korelasi Antara FW dan BM

Hubungan FW dan BM untuk keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin dapat juga dinyatakan dengan fungsi regresi linier, seperti ditampilkan pada Tabel 6. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan terdapat korelasi yang signifikan antara FW dan BM, baik pada keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin.

Tabel 6 : Persamaan regresi dan koefisien korelasi antara FW dan BM

Subyek	Koefisien Korelasi (r)	Persamaan Regresi	No. Persamaan
Keseluruhan	0.697	BM = 16.04 FW - 97.91	(7.1)
Laki-Laki	0.667	BM = 15.22 FW - 89.2	(7.2)
Perempuan	0.759	BM = 18.51 FW - 124.6	(7.3)

3.5. Korelasi Antara FAC dan BH

Hubungan FAC dan BH untuk keseluruhan subyek penelitian maupun jenis kelamin tidak menunjukkan adanya korelasi yang signifikan yang terlihat dari koefisien korelasi $r = 0.449$ untuk keseluruhan subyek penelitian dan $r = 0.320$ dan $r = 0.221$ masing-masing untuk jenis kelamin laki-laki dan perempuan.

3.6. Korelasi Antara FAC dan BM

Hubungan FAC dan BM untuk keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin dapat juga dinyatakan dengan fungsi regresi linier, seperti ditampilkan pada Tabel 7. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan terdapat korelasi yang signifikan antara FAC dan BM, baik pada keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin.

Tabel 7. Persamaan regresi dan koefisien korelasi antara FAC dan BM

Subyek	Koefisien Korelasi (r)	Persamaan Regresi	No. Persamaan
Keseluruhan	0.733	BM = 0.485 FAC + 6.202	(8.1)
Laki-Laki	0.707	BM = 0.480 FAC + 6.663	(8.2)
Perempuan	0.789	BM = 0.774 FAC - 21.43	(8.3)

3.7. Perbandingan Antara Persamaan Korelasi yang Dihasilkan dengan Data Sebenarnya

Agar persamaan yang menghubungkan antara FL, FW, FAC dengan BH dan BM dapat dipertanggungjawabkan untuk memprediksi ciri-ciri orang Jawa perlu dilakukan perbandingan antara persamaan korelasi yang dihasilkan dengan data-data yang sebenarnya. Untuk itu diambil 10 sampel subyek penelitian secara acak dan perbandingan antara hasil pengukuran dengan perhitungan menggunakan persamaan korelasi diperlihatkan seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan hasil pengukuran dengan persamaan korelasi

No. Subyek	Hasil Pengukuran					Prosentase perbandingan dengan persamaan				
	BH (cm)	BM (kg)	FL (cm)	FW (cm)	FAC (cm ²)	(4.1)	(5.1)	(6.1)	(7.1)	(8.1)
S ₃	169.5	80	27.00	10.80	140.09	1.47	-10.59	1.81	-6.21	-7.90
S ₉	169	66	27.30	10.10	130.09	2.46	11.55	-0.86	-2.97	4.76
S ₁₀	165	57	26.56	9.81	118.93	3.08	17.40	0.28	4.11	10.78
S ₂₃	156.3	46.2	23.96	9.47	96.98	2.09	6.27	4.12	14.43	13.22
S ₃₅	168	59	26.30	10.00	131.51	0.70	11.98	-0.70	5.58	15.69
S ₄₆	162.5	60.5	25.13	10.21	99.03	1.16	-4.02	3.48	8.14	-11.56
S ₅₀	175	65	26.23	9.94	117.87	-3.62	2.26	-5.16	-5.64	-2.57
S ₅₇	154	44	22.83	9.43	87.79	0.66	-8.06	5.36	17.52	9.80
S ₅₉	166	58	24.86	10.26	98.45	-1.65	-3.36	1.61	12.99	-7.51
S ₆₉	170	55	26.53	9.58	89.21	0.07	20.03	-3.78	1.35	-11.18
Rata-Rata						0.64	4.35	0.62	4.93	1.35

Nilai prosentase perbandingan rata-rata yang kurang dari 5% pada semua persamaan korelasi di atas menunjukkan bahwa persamaan (4.1), (5.1), (6.1), (7.1), dan (8.1) dapat diterima untuk memperkirakan BH dan BM orang Jawa dari dimensi telapak kaki. Nilai prosentase perbandingan rata-rata cukup besar terjadi antara $BM = f(FL)$ yaitu 4.35% dan $BM = f(FW)$ yaitu 4.93% menunjukkan bahwa perkiraan BM orang Jawa dari dimensi telapak kaki tidak terlalu akurat.

3.8. Perbandingan Antara Persamaan Korelasi yang Dihasilkan dengan Persamaan Krishan

Pembandingan ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik BH dan BM orang India Utara [7] dengan orang Jawa. Krishan memperkirakan BH menggunakan persamaan (1), sedangkan pada penelitian ini BH diperkirakan menggunakan persamaan (4.1) dan (6.1). Untuk memperkirakan BM Krishan menggunakan persamaan (2), sedangkan pada penelitian ini BM diperkirakan menggunakan persamaan (5.1), (7.1), dan (8.1).

Hasil perbandingan tersebut ditampilkan seperti pada Tabel 9 yang menunjukkan prosentase perbedaan antara BH persamaan korelasi dengan persamaan Krishan sebesar -5.1% dan antara BM persamaan korelasi dengan persamaan Krishan sebesar -9.22% . Tanda minus (-) di atas menunjukkan bahwa rata-rata BH orang Jawa lebih rendah dari pada orang India Utara, demikian juga rata-rata BM orang Jawa lebih kecil dari pada orang India Utara.

4. Kesimpulan

1. Terdapat korelasi yang signifikan antara FL dan BH, FL dan BM, FW dan BH, FW dan BM, FAC dan BH, serta FAC dan BM yang berarti tinggi dan berat badan orang Jawa dapat diprediksi dari jejak telapak kakinya.
2. Tidak terdapat korelasi antara FAC dan BH keseluruhan subyek penelitian maupun berdasarkan jenis kelamin yang berarti BH orang Jawa tidak dapat diprediksi dari FAC.
3. BH rata-rata orang Jawa lebih rendah dari pada orang India Utara, demikian juga BM rata-rata orang Jawa lebih kecil dari pada orang India Utara.

Tabel 9. Perbandingan BH dan BM orang Jawa dengan orang India Utara

Subject	FL (cm)	FW (cm)	FAC (cm ²)	BH (cm)					BM (kg)					
				Pers. (4.1)	Pers. (6.1)	Rata-Rata	Pers. Krishan (1)	Perbedaan (%)	Pers. (5.1)	Pers. (7.1)	Pers. (8.1)	Rata-Rata	Pers. Krishan (2)	Perbedaan (%)
S3 (Laki-Laki)	27.00	10.80	140.09	172.03	172.62	171.64	179.42	-4.53	72.34	75.32	74.15	73.94	68.52	7.33
S9 (Laki-Laki)	27.30	10.10	130.09	173.26	167.56	169.88	175.63	-3.38	74.62	64.09	69.30	69.34	66.52	4.07
S10 (Laki-laki)	26.56	9.81	118.93	170.24	165.47	167.64	174.06	-3.83	69.00	59.44	63.88	64.11	65.69	-2.46
S23 (Perempuan)	23.96	9.47	96.98	159.63	163.01	162.24	172.22	-6.15	49.29	53.99	53.24	52.17	64.71	-24.04
S35 (Laki-Laki)	26.30	10.00	131.51	169.18	166.84	168.35	175.09	-4.00	67.03	62.49	69.98	66.50	66.23	0.41
S46 (Perempuan)	25.13	10.21	99.03	164.41	168.36	165.71	176.23	-6.35	58.16	65.86	54.23	59.42	66.83	-12.48
S50 (Laki-laki)	26.23	9.94	117.87	168.89	166.41	167.46	174.77	-4.36	66.50	61.53	63.37	63.80	66.06	-3.54
S57 (Perempuan)	22.83	9.43	87.79	155.02	162.72	160.16	172.01	-7.39	40.72	53.35	48.78	47.62	64.60	-35.67
S59 (Perempuan)	24.86	10.26	98.45	163.30	168.72	165.43	176.50	-6.69	56.11	66.66	53.95	58.91	66.97	-13.69
S69 (Laki-Laki)	26.53	9.58	89.21	170.12	163.80	165.62	172.82	-4.34	68.78	55.75	49.47	58.00	65.03	-12.12
Rata-Rata (%)								-5.10	Rata-Rata (%)					-9.22

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada ketua DTM UNDIP yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para asisten *Center for Biomechanics* UPT Lab. Terpadu yang telah membantu merekrut para mahasiswa DTM UNDIP sebagai subyek penelitian dan melakukan seluruh rangkaian pengukuran pada penelitian ini.

Daftar pustaka

- [1] Krishan Vij. Textbook of Forensic Medicine and Toxicology. 4th ed. India: Elsevier Publishers, Reed Elsevier India private Ltd; 2009.
- [2] Ashley Montagu. A hand book of Anthropometry. USA: Charles C. Thomas Publishers; 1960
- [3] Singh IP, Bhasin MK. A laboratory manual of biological Anthropometry, 1st ed. Delhi: Kamal Raj Enterprises; 1989
- [4] Trotter, Mildred and Gleser, Goldine C. Estimation on Stature from Long Bones of American Whites and Negroes. Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research; 1968
- [5] Chikhalkar, Mangaonkar, Nanandkar, Peddaward. Estimation of Stature from Measurements of Long Bones, Hand and Foot Dimensions. J Indian Acad Forensic Med. 2010
- [6] Rutishauser I.H.E. Prediction of Height from Foot Length; Use of Measurement In Field Survey. Arch. Dis. Child. 1968
- [7] Krishan, K. Establishing Correlation of Footprints with Body Weight – Forensic aspects. Forensic Sci, p. Int. 179 (2008a) 63–69, 2008.
- [8] Patel, J.P., Shah, R.K., Kanani, S.D., Nirvan, A.B., Dave, R.V. Estimation of Height from Measurement of Foot Length in Gujarat Region. Int J Biol Med Res, 2012
- [9] Modibbo, M.H., Taura, M.G., Agu, O.C., and Bashir, U. Estimation of Stature from Hand and Foot Dimensions in Hausa Neonates: a Hospital-Based Study. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences (Bajopas), 2012
- [10] Sherke, A.R. and Tamgire, D.W. Correlations of Stature with Foot Length in Andhra Region. International Journal of Biomedical Research (IJBRFA), ISSN: 0976-9633 (Online), DOI: 10.7439/ijbr, 2013
- [11] Lee, Yu-Chi, Lin, Gloria and J Wang, Mao-Jiun. 2014. *Comparing 3D foot scanning with conventional measurement method*. Journal of Foot and Ankle Research 2014, 7:44
- [12] Rodrigo, Asanka S., Goonetilleke, Ravindra S. and Xiong, Shuping. 2014. Load distribution to minimise pressure-related pain on foot: a model. Ergonomics, Vol. 56, No. 7, 1180-1193.
- [13] Wibowo, Dwi Basuki, Nurhayati, Oky Dwi, Widodo, Achmad, and Haryadi, Gunawan. Development of Flatbed Document Scanner for Foot Scanner to Identify Flat Foot. Submitted to International Journal of Engineering and Technology (IJET), November 2016.