

Aplikasi Anthropometri Telapak Kaki Berbasis Pengolahan Citra

Izzati Muhimmah¹, Lestari H Wigatning²

^{1,2}Laboratorium Komputasi dan Sistem Cerdas, Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
Jl. Kaliurang km. 14. Sleman. Yogyakarta 55510
Telp (0274) 895287 ext 122, fax (0274) 895007 ext 148

izzati@uii.ac.id¹, lestari.hadi@gmail.com²

Abstract. Anthropometri telapak kaki diperlukan untuk terapi rehabilitasi medik pada penyandang cacat kaki. Pada penelitian ini digunakan citra telapak kaki, sehingga teknik Thresholding dibutuhkan untuk memisahkan objek dengan *background*. Dari hasil threshold didapatkan tepi objek dengan menggunakan algoritma canny. Dari hasil deteksi tepi dapat diketahui 4 titik acuan pada objek kaki, yang menjadi dasar untuk proses deteksi *marker* dan menghitung jarak antar *marker* sehingga panjang dan lebar telapak kaki dapat dihitung. Objek penelitian adalah citra telapak kaki orang dewasa ≥ 17 tahun yang memakai kaos kaki khusus yang telah diberi *marker* berupa kancing dan diambil gambarnya dari jarak tertentu dengan kamera digital. Dengan pengujian *Paired Sample Test* diketahui bahwa hasil pengukuran oleh aplikasi dengan hasil pengukuran secara manual adalah sama dengan tingkat kepercayaan kesalahan sebesar 0,05%, sehingga aplikasi dapat dinyatakan layak untuk digunakan.

Keywords: *anthropometri, pengolahan citra, deteksi tepi canny, telapak kaki.*

1 Pendahuluan

Bagi orang yang memiliki kaki normal, umumnya mudah dalam mengukur telapak kaki. Namun bagi orang yang memiliki kaki berkebutuhan khusus (penyandang cacat kaki) membutuhkan cara pengukuran khusus. Sedangkan ukuran kaki diperlukan untuk tujuan membeli alas kaki, pengobatan atau rehabilitasi tertentu pada kaki yang tidak bisa digunakan untuk berjalan.

Kasus di atas melatarbelakangi peneliti untuk melakukan penerapan teknologi komputer pada permasalahan tersebut. Penggunaan teknologi komputer khususnya visi komputer sangat bermanfaat, contohnya dalam visualisasi ilmu kedokteran. Salah satu bidang yang berkaitan dengan pengolahan citra adalah pengenalan pola atas objek dua dimensi. Teknik segmentasi warna merupakan teknik segmentasi citra yang memisahkan objek-objek sesuai dengan batas ambang atau yang lebih dikenal dengan nama *threshold*. Setelah objek-objek dipisahkan dengan segmentasi, proses berikutnya seperti pengenalan objek dapat dilakukan untuk mengekstrak informasi, contohnya informasi anthropometri (ukuran tubuh manusia), yang berguna dari suatu citra.

2 Dasar Teori

2.1 Anthropometri Telapak Kaki

Antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran bentuk, ukuran (tinggi, lebar), berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan lainnya (Sutalaksana, 1996). Menurut Nurmiyanto (1991), anthropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan

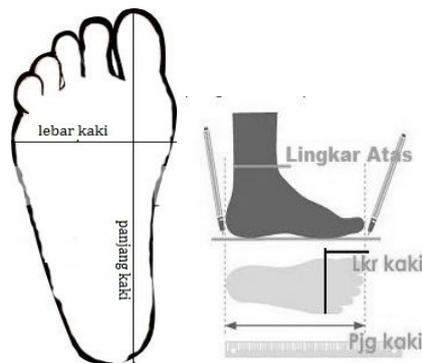
dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain.

Penyebab Variabilitas Anthropometri.

Perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor seperti keacakan, jenis kelamin, suku bangsa, usia, jenis pekerjaan (Nurmianto, 2004). Dari faktor-faktor itulah diperlukan pengetahuan mengenai anthropometri suatu populasi, sehingga dapat ukuran standar untuk desain sepatu yang tepat, terutama pada masa rehabilitasi medik.

Anthropometri Kaki untuk Perancangan Sepatu.

Komponen pengukuran yang perlu diperhatikan ketika mengukur kaki untuk mendapatkan sepatu yang nyaman di kaki adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Anthropometri Perancangan Sepatu

- Panjang Kaki

Panjang kaki merupakan komponen utama dalam menentukan ukuran sepatu. Cara mendapatkan ukurannya yaitu ukur dari ujung kaki paling panjang, hingga ujung tumit paling belakang.

- Lebar Kaki

Lebar kaki bisa didapatkan dengan mengukur dari bagian tulang yang menonjol di bagian dalam kaki.

- Lingkar Depan

Lingkar depan sangat dibutuhkan apabila kaki memiliki tulang kaki bagian dalam yang sangat menonjol. Ukuran di dapat dengan mengukur menggunakan meteran jahit dengan melingkar kaki bagian depan yang terdapat tulang kaki bagian dalam yang menonjol.

- Lingkar Atas

Lingkar atas biasanya diperlukan untuk sepatu yang menutup bagian atas depan kaki.

- **Tiang Belakang**

Ukuran tiang belakang dibutuhkan untuk sepatu yang menggunakan tali pergelangan dan model sepatu sling back.

- **Lingkar Pergelangan**

Ukuran lingkar pergelangan sangat penting untuk model sepatu yang menggunakan tali pergelangan.

2.2 Visi Komputer dan Pengolahan Citra

Ballard dan Brown (1982) mendefinisikan Computer vision sebagai suatu kegiatan awal pengotomatisan dan pengintegrasian suatu pemrosesan dan representasi sebagai suatu persepsi visual dengan tahap-tahap tertentu. Niblack (1986) memaparkan pengolahan citra sebagai “pengolahan citra dengan komputer”, dan kemudian definisi singkat ini ditambah dengan “dan hasil pengolahan citra tersebut juga berupa citra.” Sementara “Computer Vision melibatkan banyak teknik dari pengolahan citra dan lebih luas lagi, dalam wilayah suatu sistem yang lengkap.”

2.3 Segmentasi Citra Berbasis Boundary

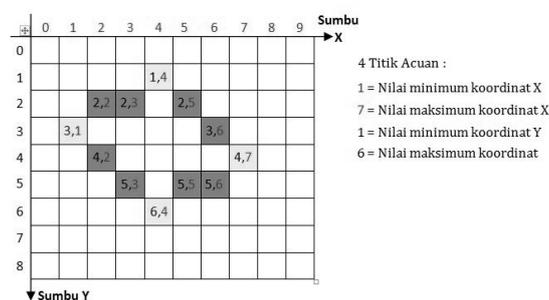
Segmentasi dilakukan untuk memecah gambar menjadi beberapa bagian/daerah sesuai dengan informasi yang dibutuhkan. Menurut Castleman (1996) segmentasi citra merupakan suatu proses memecah suatu citra digital menjadi banyak segmen. bagian daerah yang tidak saling bertabrakan (non-overlapping). Pada sistem yang diusulkan akan digunakan teknik segmentasi thresholding dan deteksi tepi dengan menggunakan algoritma canny.

2.4 Model Perhitungan Panjang dan Lebar Kaki

Setelah diperoleh boundary pada citra yang diproses, diperlukan penentuan titik acuan yang dapat digunakan sebagai rujukan pengukuran panjang dan lebar kaki. Alur perhitungan ini adalah sebagai berikut :

- **Pencarian 4 Titik Acuan**

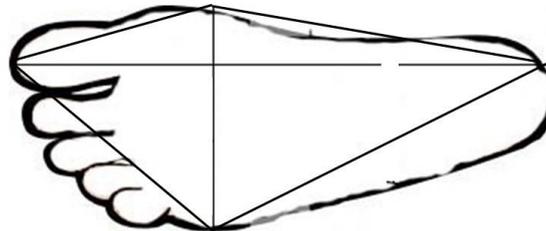
Untuk proses deteksi posisi jari kaki, dibutuhkan mengetahui 4 titik acuan pada objek kaki. 4 titik tersebut diperoleh dari mengetahui nilai maksimal dan nilai minimal. Dengan sorting semua titik koordinat Y dan koordinat X pada matrik yang akan dicari nilai maksimum dan minimumnya.



Gambar 2. Ilustrasi Pencarian 4 Titik Acuan

- Pengenalan Posisi Jari Kaki

Dari 4 titik acuan yang sudah diketahui sebelumnya, akan dijadikan dasar dalam pengenalan posisi jari kaki dengan membandingkan keliling segitiga bantu yang terbentuk dari garis-garis penghubung keempat titik acuan.



Gambar 3. Kaki dengan Segitiga Bantu

Dengan membandingkan keliling segitiga yang terdiri dari 4 titik acuan, posisi jari kaki bisa diketahui dari letak posisi segitiga dengan keliling lebih kecil.

- Pencarian Titik Pusat *Marker*

Poin penting pada penelitian ini adalah marker yang akan menjadi acuan dalam menentukan ukuran kaki. Media yang digunakan untuk menjadi marker pada kaos kaki adalah kancing yang berbentuk lingkaran. Bentuk lingkaran ini memiliki ratio 1.0, yang maksudnya adalah lebar dan tingginya sama. Untuk membedakan bentuk bulat dengan bujur sangkar yang sama memiliki ratio 1.0 juga, bentuk bulat memiliki diameter (d) yang menghubungkan 2 titik pada sisi permukaannya dan melalui titik pusatnya. Atau dengan kata lain, bentuk lingkaran memiliki radius atau jari-jari yang sama dan dengan diameter 2 kali panjang radius.

Jika marker telah terdeteksi, diperlukan mengetahui titik pusat dari marker terdeteksi dengan mencari rata-rata koordinat titik X dan Y dari seluruh titik anggota pembentuk lingkaran yang terdeteksi sebagai marker pada proses sebelumnya dengan rumus untuk mencari rata-rata di bawah ini,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dengan :

- x = nilai data
- n = jumlah data

Yang hasil rata-rata dari koordinat X akan menjadi koordinat X untuk titik pusat. Dan hasil rata-rata dari koordinat Y akan menjadi koordinat Y untuk titik pusat.

- Perhitungan Jarak antar *Marker*

Untuk menghitung jarak antar marker pada rancangan program yang diperlukan adalah mengetahui titik pusat, sehingga untuk memperoleh jarak antara 2 marker digunakan rumus untuk menghitung

jarak antara 2 titik. Misalkan, jika mencari jarak antara titik A(x1, y1) dan titik B(x2, y2) maka rumus untuk mencari jarak kedua titik tersebut adalah,

$$AB = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

Dengan :

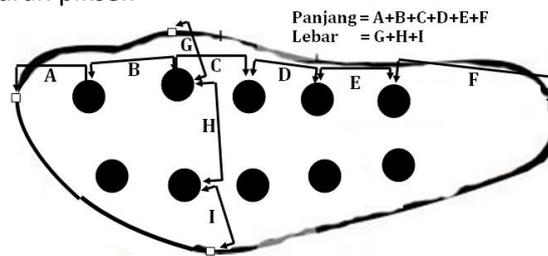
x1 = koordinat x titik A

y1 = koordinat y titik A

x2 = koordinat y titik B

y2 = koordinat y titik B

Jika jarak antar marker sudah diketahui, jarak dijumlahkan untuk mendapatkan hasil akhir panjang dan lebar kaki dengan satuan ukuran piksel.



Gambar 4. Menghitung Panjang dan Lebar

3 Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi Literatur yaitu mengumpulkan dan mempelajari teori dan referensi penelitian terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.

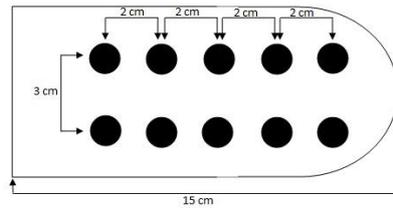
3.2 Pengumpulan Data

Objek Penelitian

Objek penelitian adalah kaki orang dewasa berumur 17 – 40 tahun yang dipilih secara acak. Pemilihan kelompok umur tersebut dikarenakan untuk ukuran kaki anak-anak yang jauh berbeda dengan orang dewasa sehingga tidak memungkinkan jika memakai kaos kaki yang sama dengan orang dewasa sebagai alat penelitian.

Alat Pengambilan.

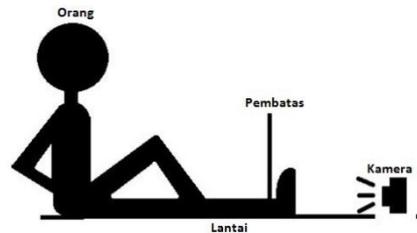
Alat utama yang digunakan dalam pengambilan citra telapak kaki adalah kaos kaki dan kamera. Kamera yang digunakan untuk mengambil citra telapak kaki adalah kamera digital 14 megapixel biasa. Kaos kaki yang digunakan adalah kaos kaki yang sudah dimodifikasi dengan menambah marker berupa kancing yang dijahitkan dengan pola dan jarak tertentu pada sisi kaos kaki bagian bawah.



Gambar 5. Kaos Kaki yang dimodifikasi

Pengaturan Pengambilan Citra.

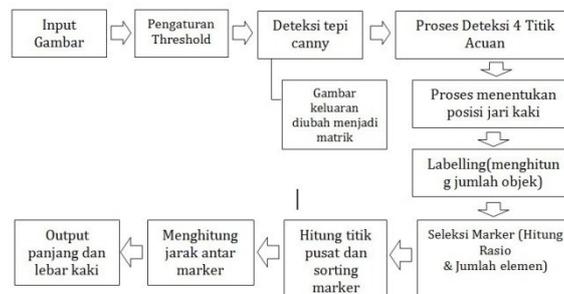
Pengambilan citra dilakukan dengan ilustrasi sebagai berikut :



Gambar 6. Skema Pengambilan Gambar

Pengambilan gambar dilakukan di atas lantai atau di tempat yang lebih tinggi dengan syarat memiliki permukaan yang rata. Posisi kaki yang akan diambil citranya dengan kamera lurus dengan kamera sejajar dengan kaki. Jarak kamera dengan objek kaki disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Untuk mengurangi pemandangan, di belakang objek kaki diberi pembatas agar pemandangan di belakangnya tidak ikut terambil.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 7. Rancangan Umum Alur Sistem

3.4 Pengujian Data Hasil Pengukuran Sistem

Analisis Regresi Sederhana.

Citra yang berhasil lolos 100% pada setiap prosesnya ada 27 yang terdiri dari 17 citra yang diambil dari jarak 20 cm dari objek dan 10 citra yang diambil dari jarak 40 cm dari objek. Hasil pengukuran sistem diperoleh dengan satuan ukuran piksel, sehingga digunakan uji linieritas dengan analisis regresi

sederhana untuk mengetahui apakah ada hubungan antara hasil pengukuran secara manual (variabel dependen) dengan hasil pengukuran sistem (variabel independen).

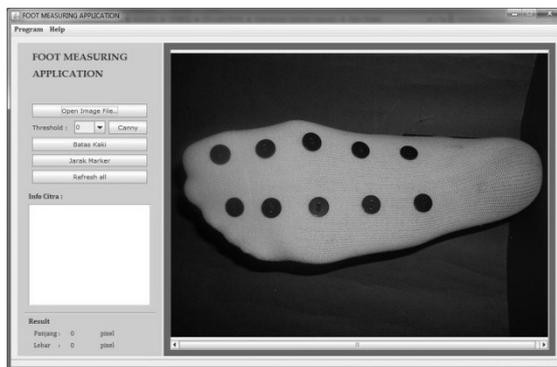
Data yang diuji linieritasnya terkelompokkan menjadi 4, ukuran panjang dan lebar dari 17 citra yang di ambil dari jarak 20 cm, dan ukuran panjang dan lebar dari 10 citra yang diambil dari jarak 40 cm. Dari pengujian terhadap 4 kelompok data tersebut diketahui adanya hubungan positif antara dua variabel sehingga model regresinya layak digunakan menjadi pemodelan untuk mengubah satuan hasil pengukuran sistem kedalam centimeter.

Paired Sample Test.

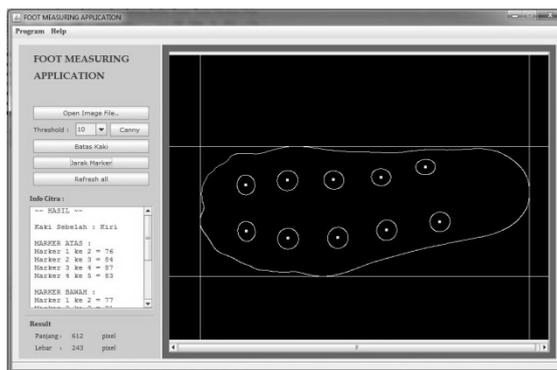
Paired Sample Test adalah pengujian yang dilakukan untuk menganalisis perbandingan pada dua sample berpasangan. Dua sampel yang berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah dua sampel berpasangan mempunyai nilai rata-rata yang atau tidak.

4 Hasil Penelitian

Citra yang diolah adalah sebagai berikut :

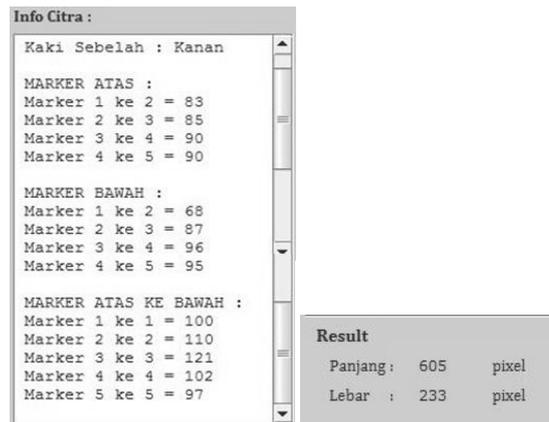


Gambar 8. Tampilan Citra yang akan Diolah



Gambar 9. Tampilan Hasil Deteksi Marker

Dengan hasil penghitungan jarak marker :



Gambar 10 . Hasil Penghitungan Jarak Marker

Pada penelitian ini citra yang diujikan pada sistem berjumlah 31 citra, namun yang 100% berhasil disetiap prosesnya hanya berjumlah 25 citra. Citra yang gagal pada proses deteksi tepi canny, biasanya gagal pada proses selanjutnya, karena deteksi tepi canny adalah dasar acuan pada proses selanjutnya. Pada hasil pengukuran pada citra yang berhasil diproses dilakukanlah uji linieritas, sehingga dapat diketahui estimasi model regresinya. Di bawah ini Tabel hasil pengukuran panjang telapak kaki pada citra yang diambil dari jarak 20 cm dan hasil setelah dimasukkan ke dalam model regresi sebagai berikut,

$$Y = 0,498 + 0,035X$$

No	Nama	Sistem	
		(piksel)	(cm)
1	Data02.jpg	574	20,6
2	Data12.jpg	619	22,2
3	Data05.jpg	644	23
4	Data16.jpg	612	21,9
5	Data03.jpg	608	21,8
6	Data04.jpg	608	21,8
7	Data09.jpg	642	22,9
8	Data14.jpg	637	22,7
9	Data13.jpg	640	22,9
10	Data01.jpg	637	22,7
11	Data10.jpg	632	22,6
12	Data15.jpg	669	23,9
13	Data06.jpg	627	22,4
14	Data19.jpg	605	21,6
15	Data17.jpg	631	22,6
16	Data20.jpg	673	24
17	Data18.jpg	665	23,8

Di bawah ini Tabel hasil pengukuran lebar telapak kaki pada citra yang diambil dari jarak 20 cm dan hasil setelah dimasukkan ke dalam model regresi sebagai berikut,

$$Y = 8,059 + 0,002X$$

No	Nama	Lebar	
		(piksel)	(cm)
1	Data14.jpg	341	8,7
2	Data04.jpg	238	8,5
3	Data09.jpg	300	8,6
4	Data17.jpg	258	8,5
5	Data20.jpg	251	8,6
6	Data01.jpg	308	8,7
7	Data03.jpg	250	8,5
8	Data12.jpg	272	8,6
9	Data16.jpg	243	8,5
10	Data13.jpg	323	8,7
11	Data02.jpg	325	8,7
12	Data15.jpg	370	8,8
13	Data10.jpg	377	8,8
14	Data19.jpg	233	8,5
15	Data18.jpg	318	8,7

Di bawah ini Tabel hasil pengukuran panjang telapak kaki pada citra yang diambil dari jarak 40 cm dan hasil setelah dimasukkan ke dalam model regresi sebagai berikut,

$$Y = 10,38 + 0,034X$$

No	Nama	Panjang	
		(piksel)	(cm)
1	data02.jpg	331	21,6
2	data11.jpg	361	22,6
3	data03.jpg	345	22,1
4	data07.jpg	325	21,4
5	data01.jpg	367	22,8
6	data08.jpg	370	22,9
7	data06.jpg	358	22,5
8	data09.jpg	367	22,8
9	data04.jpg	367	22,8
10	data05.jpg	371	22,99

Di bawah ini Tabel hasil pengukuran lebar telapak kaki pada citra yang diambil dari jarak 40 cm dan hasil setelah dimasukkan ke dalam model regresi sebagai berikut,

$$Y = 3,965 + 0,031X$$

No	Nama	Lebar	
		(piksel)	(cm)
1	data07.jpg	133	8
2	data05.jpg	137	8,2
3	data08.jpg	156	8,8
4	data02.jpg	155	8,7
5	data03.jpg	145	8,5
6	data04.jpg	158	8,8
7	data09.jpg	149	8,6
8	data01.jpg	189	9,8
9	data06.jpg	175	9,4
10	data11.jpg	172	9,3

Setelah didapatkan model regresi yang akan digunakan untuk mengubah satuan piksel kedalam centimeter, dan hasil pengukuran dimasukkan ke dalam rumus dan dihitung, yang hasilnya di bawah ini adalah hasil tabel perbandingan pengukuran sistem dengan pengukuran secara manual dalam satuan centimeter (cm) :

Nama	Panjang (cm)		Lebar (cm)	
	Sistem	Manual	Sistem	Manual
Data02.jpg	20,6	19,1	8,7	8,9
Data12.jpg	22,2	21	8,6	8,6
Data05.jpg	23	21,2	-	-
Data16.jpg	21,9	21,6	8,5	8,6
Data03.jpg	21,8	21,8	8,5	8,6
Data04.jpg	21,8	21,8	8,5	8,4
Data09.jpg	22,9	22	8,6	8,5
Data14.jpg	22,7	22,1	8,7	8,3
Data13.jpg	22,9	22,3	8,7	8,7
Data01.jpg	22,7	22,5	8,7	8,6
Data10.jpg	22,6	22,5	8,8	9,2
Data15.jpg	23,9	23	8,8	8,9
Data06.jpg	22,4	23,4	-	-
Data19.jpg	21,6	23,5	8,5	9,2
Data17.jpg	22,6	23,7	8,5	8,5
Data20.jpg	24	24	8,6	8,5
Data18.jpg	23,8	24,3	8,7	9,5
data02.jpg	21,6	21,4	8,7	8,4
data11.jpg	22,6	21,4	9,3	9,9
data03.jpg	22,1	21,5	8,5	8,5
data07.jpg	21,4	21,7	8	8
data01.jpg	22,8	22,6	9,8	9,4
data08.jpg	22,9	22,6	8,8	8,2
data06.jpg	22,5	22,7	9,4	9,8

Nama	Panjang (cm)		Lebar (cm)	
	Sistem	Manual	Sistem	Manual
data09.jpg	22,8	22,9	8,6	9,3
data04.jpg	22,8	23	8,8	8,7
data05.jpg	23	23,4	8,2	8,2

Setelah satuan hasil pengujian sama, maka bisa dilakukan Paired Sample Test untuk mengetahui apakah rata-rata nilai dari hasil 2 pengukuran tersebut sama atau sama sekali berbeda. Dari hasil kesimpulan pengujian ini bisa diketahui apakah aplikasi anthropometri ini layak untuk digunakan atau tidak.

Paired Sample Test								
	Paired differences					t	df	Sig
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval				
	Mean	Lower	Upper					
sistem - manual	0.05750	0.63887	0.08860	-0,12036	0,23536	0.649	0.51	0.519

Gambar 11. Hasil Paired Sample Test

Dari gambar tabel di atas, diketahui sig = 0,519 > 0,05. Dapat disimpulkan hasil pengukuran sistem sama atau tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran secara manual. Sehingga aplikasi anthropometri layak untuk digunakan dengan tingkat kepercayaan kesalahan 0,05%.

5 Kesimpulan

Aplikasi dapat menghitung panjang dan lebar telapak kaki manusia dengan menggunakan pengolahan citra dengan metode deteksi tepi canny, deteksi 4 titik acuan, deteksi posisi jari kaki dan menghitung jarak marker. Aplikasi juga mampu mengetahui kaki sebelah mana yang terdapat pada citra. Keberhasilan pengujian pada sistem mencapai sebesar 80%. Sedangkan untuk akurasi data hasil pengukuran, dilakukan pemodelan dengan uji linieritas terhadap data dan paired sample test. Berdasarkan hasil analisis regresi yang dilakukan terhadap data hasil pengukuran sistem membuktikan adanya hubungan yang erat antara data pengukuran secara manual dan pengukuran sistem. Sehingga model regresinya dapat digunakan untuk pengujian Paired Sample Test, yang membuktikan bahwa hasil pengukuran menggunakan aplikasi dengan hasil pengukuran secara manual adalah sama atau tidak berbeda secara nyata. Sehingga aplikasi teruji layak untuk digunakan dengan tingkat kepercayaan kesalahan 0,05% pada data.

Yang perlu diperhatikan dalam pengambilan gambar telapak kaki untuk meminimalisir kesalahan proses pengukuran dengan sistem adalah konsistensi jarak objek kaki yang diambil gambarnya dengan kamera, posisi kaki, sudut pengambilan gambar, dan intensitas cahaya.

6 Pustaka

1. Afiani, Dina. (2012). Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Indonesia dengan Metode Segmentasi *Sliding Consentric Window* (SCW) dan Metode Pengenalan Pola Karakter *Learning Vector Quantization* (LVQ). Yogyakarta : Skripsi Jurusan Informatika UII.
2. Ahmad, Usman. (2005). Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya. Yogyakarta : 2005.
3. Fadliansyah. (2007). *Computer Vision* dan Pengolahan Citra. Yogyakarta : Penerbit Andi.

4. Febrina, Rosvita. (2010). Perancangan Alat Bantu Proses Pencelupan Zat Warna dan Penguncian Warna pada Kain Batik sebagai Usaha Mengurangi Interaksi dengan Zat Kimia dan Memperbaiki Postur Kerja. Surakarta : Skripsi S-1 Universitas Negri Sebelas maret.
5. Isman, R.E., dan V.T. Inman. (1969). Bulletin of Prosthetics Research : Anthropometric Studies of The Human Foot and Ankle. San Fransisco, California.
6. Laboratorium Komputasi Statistika. (2010). Modul Pelatihan Software Statistika SPSS 16.0. Yogyakarta.
7. Nourse, Alan E. (1980). Tubuh (halaman 44-45). Jakarta : Tira Pustaka.