

Menentukan Ukuran Sepatu Secara *Realtime* Melalui Segmentasi Citra Telapak Kaki

Rizky Santya Pradana ¹, Heri Pratikno ^{2*} dan Weny Indah Kusumawati ³

^{1,2*,3} Teknik Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Dinamika, Indonesia

* Korespondensi: heri@dinamika.ac.id

Abstrak: Sepatu selain sebagai *fashion* juga sebagai pelindung utama kulit permukaan kaki pada aktifitas kehidupan sehari-hari. Pada toko sepatu belum mempunyai sistem dan alat untuk mendeteksi ukuran sepatu orang secara *realtime* dan otomatis, sehingga calon pembeli sepatu tidak perlu lagi mencoba berulang kali untuk mendapatkan ukuran sepatu yang sesuai dan nyaman dipakai. Pada penelitian ini membuat sebuah sistem dan alat yang mampu mendeteksi ukuran sepatu secara *realtime* dan otomatis melalui segmentasi citra dari telapak kaki menggunakan *webcam*. Untuk mendapatkan ukuran sepatu yang pas pada penelitian ini maka dilakukan komparasi tiga metode deteksi tepi, yaitu: Sobel, Prewitt dan Canny. Hasil eksperimen secara empiris, metode Canny mempunyai akurasi tertinggi dalam mendeteksi ukuran panjang telapak kaki sebesar 97% dan lebarnya 98,8%. Metode Sobel mempunyai waktu komputasi tercepat, yaitu: 23,26 detik. Presisi terbaik dalam mendapatkan ukuran telapak kaki pada penelitian ini pada skala 4,48 piksel sebanding dengan 1 mm.

Kata Kunci: canny; deteksi tepi; segmentasi prewitt; sobel; telapak kaki; ukuran sepatu

1. Pendahuluan

Pada saat ini sepatu sudah menjadi kebutuhan pokok, bahkan setiap orang mempunyai jenis, bentuk dan warna sepatu yang berbeda-beda peruntukannya untuk mendukung semua aktifitasnya. Melihat akan kebutuhan pasar yang besar maka industri sepatu memproduksi berbagai macam jenis, model dan ukuran sepatu dengan *merk* pabrikan yang berbeda-beda [1]. Untuk mendapatkan ukuran sepatu yang pas atau cocok maka calon pembeli biasanya akan mencobanya secara langsung karena beda *merk* maka akan berbeda pula ukuran sepatunya [2].

Ukuran sepatu yang baik adalah mempunyai ukuran tepat atau sesuai dengan kaki pemakainya sehingga tidak menyebabkan luka lecet, cedera ataupun yang ekstrim bisa menyebabkan kelainan bentuk kaki [3]. Aktivitas mencoba-coba ukuran sepatu secara langsung ini dilakukan oleh para calon pembeli sepatu agar mereka jangan sampai salah membeli ukuran sepatu, akibat dari aktivitas tersebut maka memerlukan waktu yang lama serta merepotkan penjaga penjual sepatu karena harus bolak-balik mencarikannya ditumpukkan sepatu atau di gudang sepatu.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi sebagaimana tersebut diatas maka pada penelitian ini membuat sistem yang dapat mendeteksi ukuran sepatu secara otomatis melalui segmentasi citra dari telapak kaki secara *computer vision* hanya melalui *webcam* saja tanpa memerlukan lagi sensor apapun. Komputasi sistem deteksi tersebut dilakukan secara *realtime* sehingga interaksinya dilakukan secara natural dan lebih intuitif daripada penelitian sebelumnya [4] yang menentukan ukuran sepatunya melalui kaos kaki yang mempunyai *marker* serta calon pembeli sepatu harus pada posisi duduk.

Untuk mendapatkan ukuran sepatu yang aman dan nyaman di kaki, beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu: lebar, panjang, lingkaran atas, lingkaran depan dan lingkaran pergelangan kaki akan tetapi secara umum untuk menentukan ukuran sepatu hanya berdasarkan pada satuan panjang dan

lebar saja. Pada saat ini pengolahan dan pemrosesan citra digital banyak digunakan dalam banyak hal, diantaranya: untuk kebutuhan analisis dan pengambilan keputusan dengan cara memperoleh tepian dari citra *input* agar mendapatkan garis pada citra *input* tersebut menjadi citra *output* [5].

Pada penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan proses deteksi tepi dari telapak kaki dari ketiga metode deteksi tepi, yaitu: Sobel, Prewitt dan Canny yang digunakan untuk menentukan ukuran sepatu berdasarkan tiga standart internasional (EU, US dan UK) dapat dilakukan secara otomatis dalam waktu nyata (*realtime*). Deteksi ukuran sepatu melalui kaki pernah dilakukan oleh peneliti lain tetapi menggunakan kaos kaki yang sudah diberi *marker* khusus, sedangkan pada penelitian ini *markerless*. Pada saat ini dipasaran juga sudah ada program untuk menentukan ukuran sepatu melalui foto punggung kaki atau kaki bagian atas menggunakan *handphone*, sedangkan pada penelitian ini menggunakan telapak kaki. Program deteksi ukuran sepatu melalui punggung kaki tersebut kurang akurat, hal tersebut dikarenakan hasilnya dipengaruhi oleh spesifikasi fitur kamera dari *handphone* serta pengambilan jarak foto antara punggung kaki dan kamera pada setiap orang tidak tetap atau berubah-ubah sehingga akurasi pun juga berubah, sedangkan pada penelitian ini jarak antara *webcam* dan alas telapak kaki tetap, yaitu: 31,5 cm.

2. Bahan dan Metode

Bagian ini akan dibahas materi dan bahan-bahan pendukung utama pada penelitian, baik dari sisi rancangan perangkat lunak maupun perangkat kerasnya. Pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python karena mudah dipelajari, *open source*, *interpretative*, pembacaan sintak dan kode yang mudah dipahami [6]. Citra merupakan gambaran atau keserupaan dari suatu objek, pada citra analog tidak dapat diproses secara langsung oleh komputer maka perlu dikonversikan menjadi citra digital, misalkan: menjadi citra *grayscale*, citra biner dan citra berwarna. Pengolahan citra merupakan sebuah proses transformasi dari bentuk satu citra ke bentuk citra yang lainnya [7]. Pada penelitian ini proses partisi citra telapak kaki dilakukan dengan menggunakan metode segmentasi dan deteksi tepi.

Segmentasi adalah proses mempartisi sebuah citra menjadi beberapa area atau daerah objek, segmentasi citra mempunyai sifat yang *discontinuity* dan *similarity* dari intensitas piksel. Pendekatan *discontinuity* adalah mempartisi citra jika terjadi perubahan intensitas cahaya secara mendadak, sedangkan pendekatan *similarity* merupakan mempartisi citra menjadi daerah-daerah dengan kesamaan sifat tertentu. Proses segmentasi pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi jarak nilai citra telapak pada ruang HSV kaki hasil *capture* dari *webcam* yang mendekati warna kulit telapak kaki.

Deteksi tepi adalah salah satu operasi dasar untuk mengolah citra pada komputer yang diterapkan untuk pengenalan pola, pengolahan citra, analisis gerak, pengenalan benda dan sebagainya [8]. Adapun tujuan dari deteksi tepi adalah untuk membuat kelompok objek pada citra dan digunakan untuk menganalisis proses citra selanjutnya. Ada dua macam proses deteksi tepi, yaitu: deteksi tepi orde pertama dan deteksi tepi orde kedua, dimana deteksi tepi orde kedua beroperasi dengan menggunakan turunan atau diferensial dari orde pertama [9]. Pada penelitian ini untuk mendeteksi seluruh bagian dari telapak kaki dilakukan komparasi tiga macam deteksi tepi, yaitu: Prewitt, Sobel dan Canny.

2.1. Metode Prewitt

Metode Prewitt adalah pengembangan dari metode Sobel yang menggunakan filter HPF (*High Pass Filter*) dengan satu angka nol penyangga. Metode Prewitt menggunakan prinsip dari fungsi Laplacian dan Gaussian untuk membangkitkan HPF sehingga mampu mengurangi *noise* sebelum dilakukan perhitungan deteksi tepi. Hasil deteksi tepi menggunakan metode Prewitt mempunyai tepi citra yang tebal serta garis vertikal dan horisontal di bagian dalam citra cukup jelas akan tetapi masih ada garis yang putus-putus [10]. Metode Prewitt dan Sobel dapat menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dalam mendeteksi tepi serta mampu mengurangi *noise* sebelum dilakukan proses perhitungan deteksi tepi. Hasil deteksi tepi Prewitt dan Sobel bisa mendeteksi tepi yang sebenarnya dengan tingkat kesalahan paling kecil [11].

2.2. Metode Canny

Metode Canny menggunakan Gaussian Derivative Kernel serta merupakan metode deteksi tepi yang paling optimal sehingga dapat menghasilkan deteksi tepi yang halus. Disamping itu metode Canny, tepi yang dihasilkan lebih jelas karena perbedaan tepi citra dan *background*-nya terlihat nyata akan tetapi pada metode ini masih ada *noise* pada bagian tertentu yang belum bisa hilang [12]. Penelitian lain yang menganalisa perbandingan deteksi tepi pada janin yang menggunakan metode Prewitt dan Canny, mendapatkan hasil perbandingan bahwasannya metode Prewitt mempunyai akurasi yang lebih baik [13]. Penelitian lainnya yang mendeteksi tepi citra untuk pemeriksaan *rontgen* penyakit COVID-19 menggunakan metode Sobel melalui teknik *thresholding* dapat melihat segmentasi penyebaran penyakit COVID-19 [14].

2.3. Model Perancangan Sistem

Model perancangan sistem pada penelitian ini dengan beberapa bagian serta konfigurasi yang memiliki tugas masing-masing, tampak pada Gambar 1 dengan penjelasan setiap bagiannya sebagai berikut:

2.3.1. Proses Input

Tahapan pada proses *input* berfungsi untuk mendapatkan citra dari telapak kaki melalui *webcam*, dimana letak dari *webcam* tersebut ada di dasar kotak alat bagian tengah. Untuk mendapatkan citra telapak kaki yang baik serta kotak alat tidak tergantung dengan pencahayaan dari luar maka sebelah bagian kiri dan kanan dari *webcam* diberikan lampu LED. Selanjutnya hasil data dari proses *image acquisition* ini akan diproses oleh program.



Gambar 1. Model perancangan sistem

2.3.2. Proses Deteksi Ukuran Sepatu

Tahapan proses deteksi ini melanjutkan pemrosesan data citra yang dihasilkan pada tahapan *input* sebelumnya. Citra telapak kaki akan di-segmentasi serta dideteksi pada bagian tepinya sehingga akan tampil *bounding box* pada citra telapak kaki tersebut, dengan adanya kotak *bounding box* tersebut maka panjang dan lebar telapak kaki bisa diukur.

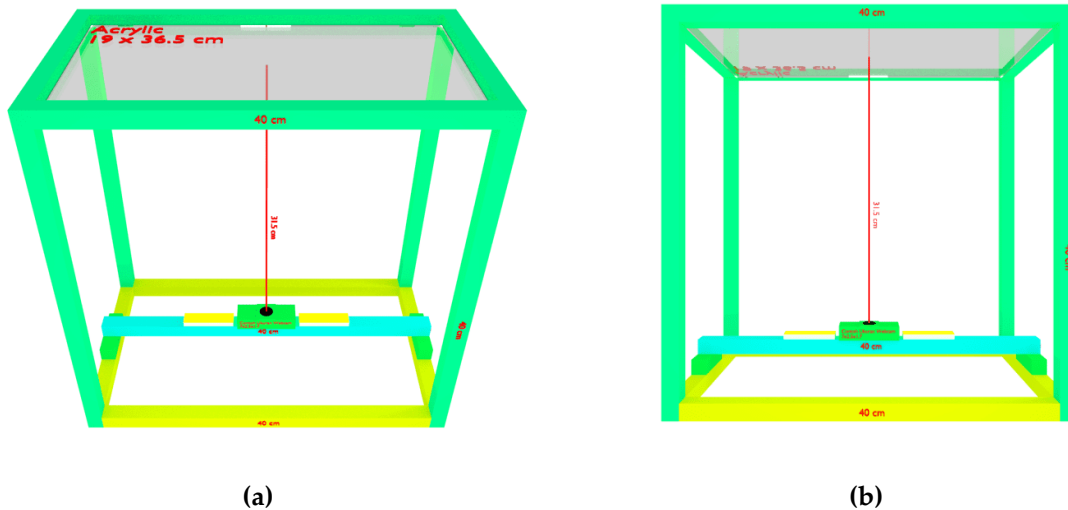
2.3.3. Proses Output

Hasil dari proses deteksi ukuran sepatu yang didapatkan dari citra telapak kaki oleh sistem akan ditampilkan di layar monitor dalam tiga bentuk satuan ukuran sepatu standart internasional, yaitu: Eropa (UE), Inggris (UK) dan Amerika (US).

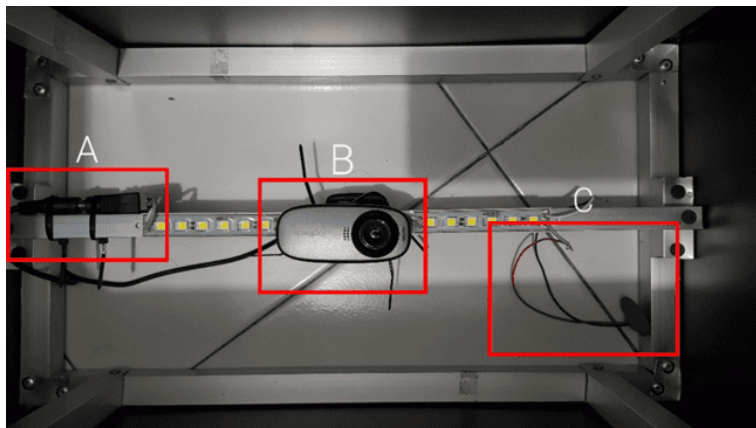
2.4. Desain Perangkat Keras

Bentuk desain perangkat keras alat sebagaimana tampak atas terlihat pada Gambar 2 (a), Gambar 2 (b) adalah gambar *box* alat tampak samping, sedangkan pada gambar alat secara fisik terlihat pada

Gambar 3. Ketiga gambar tersebut di atas merupakan desain dengan hasil pengukuran terbaik, baik dari hasil sudut pandang tangkapan *webcam* maupun dari sisi jarak dengan akurasi tertinggi antara *webcam* dan *acrylix* sebagai tempat pijakan telapak kaki. Ukuran *box* pendeteksi ukuran sepatu adalah 40 cm (P) x 22,5 cm (L) x 40 cm (T) serta jarak *webcam* dan *acrylix* pijakan kaki adalah 31,5 cm.



Gambar 2. (a) Kotak alat tampak atas; (b) Kotak alat tampak samping



Gambar 3. Tampilan kotak alat secara fisik

2.5. Perancangan Perangkat Lunak

Bentuk *flowchart* sistem pendeteksi telapak kaki untuk mendapatkan ukuran sepatu secara otomatis dapat dilihat pada Gambar 4 dengan penjelasan langkah-langkahnya sebagai berikut: langkah pertama dibuat gambar sebagai penskala yang merupakan hasil konversi citra RGB menjadi citra dalam ruang warna HSV, selanjutnya dilakukan proses segmentasi untuk mendeteksi jarak nilai yang mendekati warna kulit telapak kaki. Langkah kedua dilakukan proses deteksi seluruh bagian telapak kaki menggunakan komparasi tiga metode deteksi tepi Prewitt, Sobel dan Canny.

Hasil proses ketiga deteksi tepi tersebut diatas dilanjutkan dengan proses *thresholding* untuk mendapatkan kontur telapak kaki kemudian kontur dari telapak kaki tersebut akan dideteksi yang ditandai dengan munculnya tampilan *bounding box*. Hasil tampilan *bounding box* yang dapat dihitung dalam satuan piksel, selanjutnya akan dikonversi dalam bentuk satuan cm. Langkah ketiga pada sistem melanjutkan pada proses *sub-program* fungsi *size_calculate* untuk mendapatkan satuan ukuran sepatu standart Eropa (EU), United State (US) dan United Kingdom (UK). Proses deteksi telapak kaki, ukuran

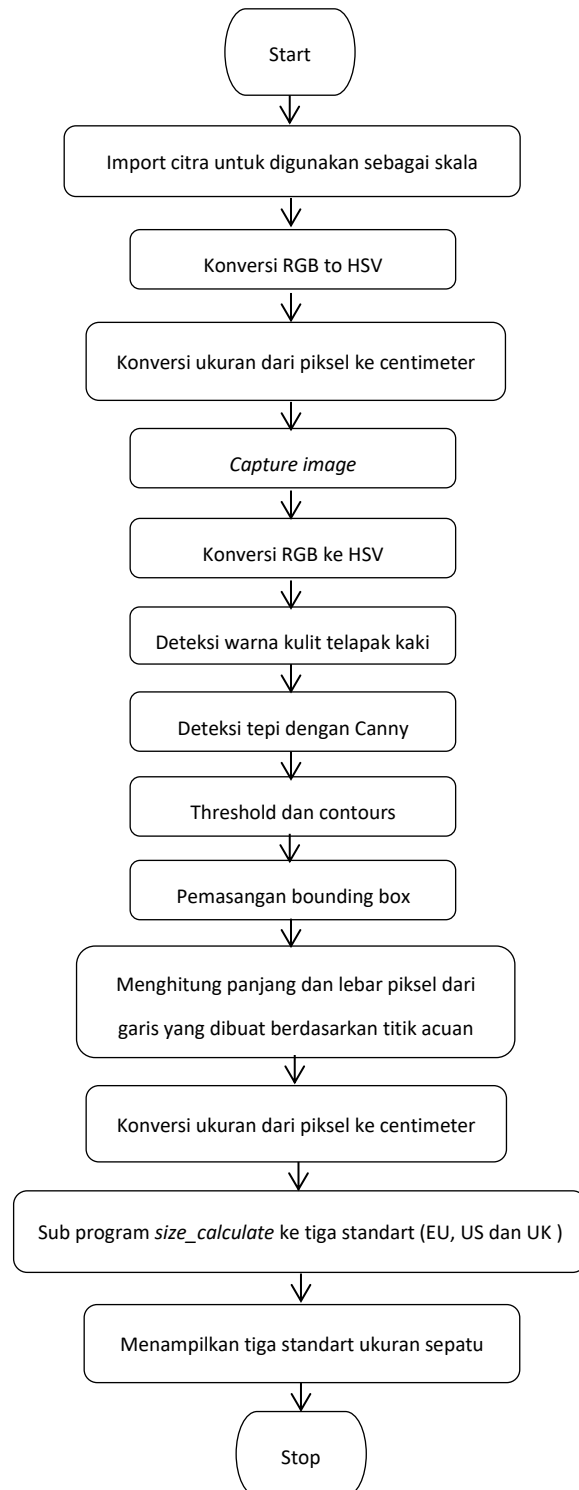
sepatu dalam bentuk cm, standart ukuran sepatu UE, US dan UK ditampilkan pada layar monitor secara *realtime*.

Flowchart pada Gambar 5 adalah *sub-program* yang berfungsi untuk melakukan proses pengecekan nilai panjang telapak kaki dengan pengecekan secara berurutan mulai dari ukuran sepatu paling kecil. Apabila nilai panjang telapak kaki tersebut masuk pada jarak ukuran sepatu, maka sub-program akan mengembalikan prosesnya ke program utama untuk menentukan nilai ukuran sepatu, tetapi jika ukuran telapak kaki tidak sesuai maka akan dilakukan pengecekan kembali ke ukuran sepatu yang lebih besar begitu seterusnya langkah tersebut dilakukan. Apabila ukuran telapak kaki terlalu besar atau diluar *range* nilai yang telah ditentukan maka di layar monitor tidak akan menampilkan ukuran sepatu yang sesuai dengan panjang telapak kaki tersebut.

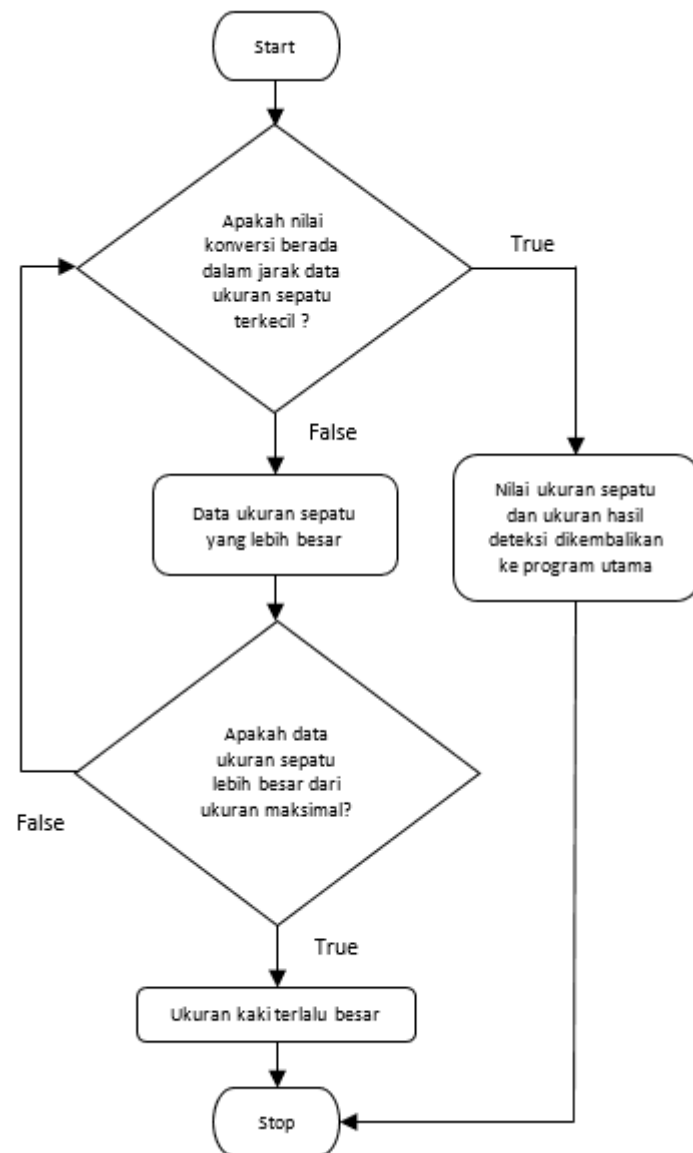
3. Hasil dan Pembahasan

Untuk memastikan seluruh sistem telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan serta guna mengetahui performanya maka diperlukan pengujian mulai dari tahapan proses *input* hingga proses *output*. Tampilan Gambar 6 menunjukkan contoh hasil pembacaan dari proses deteksi telapak kaki untuk menentukan ukuran sepatu, sedangkan pada Tabel 1 menunjukkan sebagian data tampilan perbandingan hasil visualisasi dari tiga contoh citra telapak kaki hasil segmentasi dari deteksi tepi menggunakan Prewitt, Sobel dan Canny. Hasil deteksi garis tepi citra telapak kaki dari, Sobel dan Canny lebih tegas serta lebih baik daripada hasil deteksi tepi menggunakan metode Prewitt, sedangkan hasil visualisasi deteksi tepi dari Canny tampak lebih kasar daripada metode Sobel. Pada penelitian ini waktu yang diperlukan untuk proses pembacaan ukuran sepatu melalui deteksi setiap telapak kaki berjalan dalam waktu *realtime*, sehingga tidak ada waktu tunda serta hasilnya langsung ditampilkan di layar monitor pada tiap *frame*-nya.

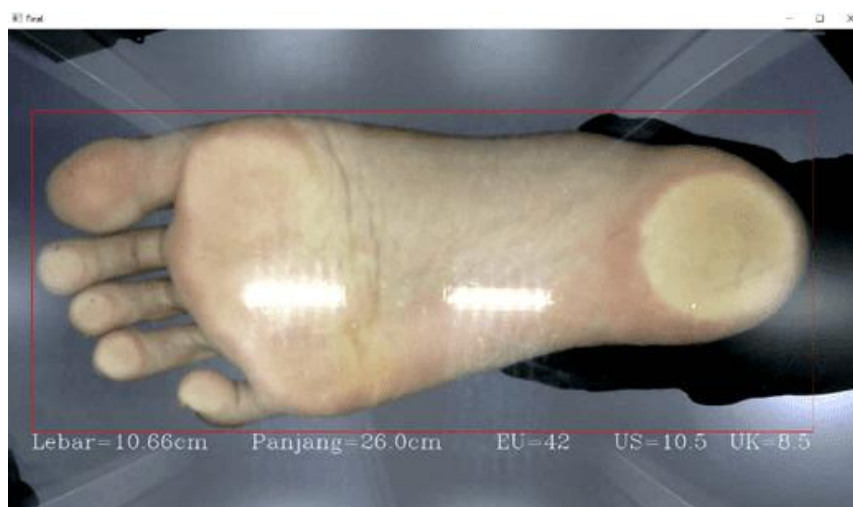
Pada Tabel 2, menampilkan contoh data akurasi hasil deteksi garis tepi dari metode Canny yang mengacu pada tiga standart internasional, yaitu: UE, US dan UK. Data tersebut didapatkan dari proses perbandingan antara jarak fisik telapak kaki dan jarak hasil dari perhitungan citra yang telah disegmentasi sehingga akan diketahui nilai selisih dalam satuan panjang dan lebarnya. Adapun adanya sedikit perbedaan atau selisih antara hasil pengukuran telapak kaki secara fisik dan hasil pembacaan dari proses segmentasi hal tersebut dikarenakan adanya *background* yang tidak diinginkan masuk pada area pembacaan dari *webcam*, misalkan kepala orang yang sedang diukur atau ujung celananya, pencahayaan eksternal dari ruangan yang tidak tegak lurus dengan alat sehingga hal ini akan mengakibatkan timbulnya bayangan dari telapak kaki yang diukur disamping itu selama proses pengambilan data alat deteksi ukuran sepatu dilakukan secara berpindah-pindah tempat atau ruangan sehingga sumber pencahayaan dari eksternal berubah-ubah sehingga dapat mempengaruhi hasil proses pembacaan dari telapak kaki. Tabel 3 mempresentasikan data kinerja deteksi telapak kaki dari metode Canny dalam bentuk akurasi perbandingan hasil pengukuran dan selisih pengukuran fisik serta hasil segmentasi, disamping itu juga ditampilkan hasil klasifikasi tiga standart nomor ukuran sepatu internasional, yaitu: EU, US dan UK. Serupa dengan Tabel 3, pada Tabel 4 deteksi telapak kakinya menggunakan metode Sobel, sedangkan pada Tabel 5 menampilkan data hasil proses deteksi menggunakan metode Prewitt.



Gambar 4. Flowchart sistem deteksi ukuran sepatu utama

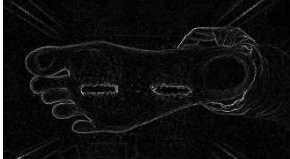
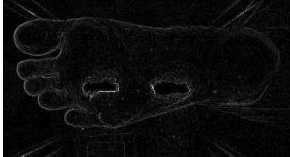
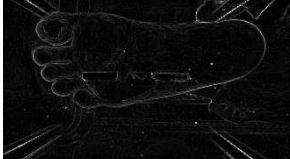


Gambar 5. Flowchart sistem deteksi ukuran sepatu sekunder

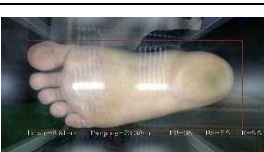
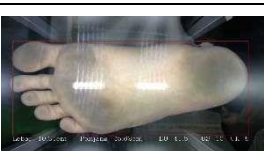


Gambar 6. Hasil deteksi dan pembacaan telapak kaki

Tabel 1. Pengujian perbandingan hasil deteksi tepi

No	Citra Telapak Kaki Citra Asli	Citra Hasil Deteksi Tepi		
		<i>Sobel</i>	<i>Prewitt</i>	<i>Canny</i>
1				
2				
3				
4				
5				

Tabel 2. Pengujian akurasi hasil deteksi ukuran sepatu

No	Data Pengujian	Ukuran Fisik Telapak Kaki (cm)		Realita s Ukuran Nomor Sepatu	Ukuran Telapak Kaki Hasil Segmentasi (cm)		Klasifikasi Nomor Ukuran Sepatu
		Panjang	Lebar		Panjang	Lebar	
1.		23	9,7	39 (EU)	23,16	9,98	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)
2.		26	9,8	45 (EU)	25,53	10,07	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)
3.		22,6	9	38 (EU)	22,72	9,16	37 (EU) 6,5 (US) 4,5 (UK)
4.		26	11	42 (EU)	26,11	11,06	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)
5.		22,8	9,5	40 (EU)	22,87	9,58	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)
6.		22,7	9,7	44 (EU)	23,39	9,81	38 (EU) 7,5 (US) 5,5 (UK)
7.		21,5	8,5	39 (EU)	21,67	8,6	36 (EU) 5,5 (US) 3,5 (UK)
8.		25,6	10,2	44 (EU)	25,58	10,28	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)
9.		25,7	10,3	42 (EU)	25,62	10,34	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)

Tabel 3. Akurasi hasil deteksi Canny

No	Ukuran Fisik Telapak Kaki (cm)		Realitas Ukuran Nomor	Ukuran Telapak Kaki Hasil Segmentasi (cm)		Klasifikasi Nomor Ukuran	Selisih Ukuran Fisik dan Hasil Segmentasi		Kesalahan (%)	
	Panjang	Lebar	Sepatu	Panjang	Lebar	Sepatu	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
1.	23	9,7	39 (EU)	23,16	9,98	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,16	0,28	3,7	2,7
2.	26	9,8	45 (EU)	25,53	10,07	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	0,03	0,07	0,8	0,7
3.	22,6	9	38 (EU)	22,72	9,16	37 (EU) 6,5 (US) 4,5 (UK)	0,12	0,16	2,7	1,4
4.	26	11	42 (EU)	26,11	11,06	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,11	0,06	2,9	0,7
5.	22,8	9,5	40 (EU)	22,87	9,58	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,07	0,08	1,6	0,8
6.	22,7	9,7	44 (EU)	23,39	9,81	38 (EU) 7,5 (US) 5,5 (UK)	0,69	0,11	15,7	1,1
7.	21,5	8,5	39 (EU)	21,67	8,6	36 (EU) 5,5 (US) 3,5 (UK)	0,17	0,1	3,7	0,8
8.	25,6	10,2	44 (EU)	25,58	10,28	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	-0,02	0,08	-0,5	0,8
9.	25,7	10,3	42 (EU)	25,62	10,34	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	-0,08	0,04	-2,1	0,4
10.	23,6	9,9	40 (EU)	23,66	9,92	39 (EU) 8 (US) 6 (UK)	0,06	0,02	1,4	0,2

Tabel 4. Akurasi hasil deteksi Sobel

No	Ukuran Fisik Telapak Kaki (cm)		Realitas Ukuran Nomor Sepatu	Ukuran Telapak Kaki Hasil Segmentasi (cm)		Klasifikasi Nomor Ukuran Sepatu	Selisih Ukuran Fisik dan Hasil Segmentasi		Kesalahan (%)	
	Panjang	Lebar		Panjang	Lebar		Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
1.	23	9,7	39 (EU)	23,19	10,03	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,19	0,33	4,4	3,2
2.	26	9,8	45 (EU)	25,58	10,1	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	0,08	0,1	2	1
3.	22,6	9	38 (EU)	22,76	9,2	37 (EU) 6,5 (US) 4,5 (UK)	0,16	0,2	3,6	1,8
4.	26	11	42 (EU)	26,14	11,08	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,14	0,08	3,6	0,9
5.	22,8	9,5	40 (EU)	22,9	9,61	37,5 (EU) 7 (US) 5 (UK)	0,1	0,11	2,3	1
6.	22,7	9,7	44 (EU)	23,41	9,81	38 (EU) 7,5 (US) 5,5 (UK)	0,71	0,11	16,1	1,1
7.	21,5	8,5	39 (EU)	21,69	8,62	36 (EU) 5,5 (US) 3,5 (UK)	0,19	0,12	4,1	1
8.	25,6	10,2	44 (EU)	25,6	10,3	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	0	0,1	0	1
9.	25,7	10,3	42 (EU)	25,38	10,12	41,5 (EU) 10 (US) 8 (UK)	-0,32	-0,18	-8,2	-1,9
10.	23,6	9,9	40 (EU)	23,68	9,94	39 (EU) 8 (US) 6 (UK)	0,08	0,04	1,9	0,4

Tabel 5. Akurasi hasil deteksi Prewitt

No	Ukuran Fisik Telapak Kaki (cm)		Realitas Ukuran	Ukuran Telapak Kaki Hasil		Klasifikasi Nomor	Selisih Ukuran Fisik dan Hasil		Kesalahan (%)	
			Nomor	Segmentasi (cm)		Ukuran	Segmentasi			
	Panjang	Lebar	Sepatu	Panjang	Lebar	Sepatu	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
1.	23	9,7	39 (EU)	23,19	5,45	37,5 (EU)	0,19	-4,25	4,4	-41,2
						7 (US)				
						5 (UK)				
2.	26	9,8	45 (EU)	25,58	6,84	41,5 (EU)	0,08	-3,16	2	-31,6
						10 (US)				
						8 (UK)				
3.	22,6	9	38 (EU)	22,76	9,2	37 (EU)	0,16	0,2	3,6	1,8
						6,5 (US)				
						4,5 (UK)				
4.	26	11	42 (EU)	6,46	5,7	35 (EU)	-19,54	-5,3	-508	-58,3
						5 (US)				
						3,5 (UK)				
5.	22,8	9,5	40 (EU)	6,03	8,4	5 (EU)	-16,77	-1,1	-382,2	-10,5
						3,5 (US)				
						38 (UK)				
6.	22,7	9,7	44 (EU)	23,41	7,62	7,5 (EU)	0,71	-2,08	16,1	-20,2
						5,5 (US)				
						36 (UK)				
7.	21,5	8,5	39 (EU)	21,58	7,73	5,5 (EU)	0,08	-0,77	1,7	-6,5
						3,5 (US)				
						41 (UK)				
8.	25,6	10,2	44 (EU)	25,09	9,38	9,5 (EU)	-0,51	-0,82	-13,1	-8,4
						7,5 (US)				
						35 (UK)				
9.	25,7	10,3	42 (EU)	3,69	6,17	35 (EU)	-22,01	-4,13	-565,7	-42,5
						5 (US)				
						3,5 (UK)				
10.	23,6	9,9	40 (EU)	23,37	7,33	38 (EU)	-0,23	-2,57	-5,4	-25,4
						7,5 (US)				
						5,5 (UK)				

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada parameter uji sebagaimana tersebut diatas terkait dengan kinerja segmentasi citra telapak kaki yang digunakan untuk menentukan ukuran sepatu secara otomatis dalam waktu nyata melalui proses komparasi tiga metode deteksi tepi dengan kesimpulan sebagai berikut: pertama, akurasi pembacaan ukuran sepatu sudah mendekati ukuran sebenarnya akan tetapi belum 100%, hal ini disebabkan hampir semua *merk* sepatu mempunyai standart ukuran yang berbeda, pada penelitian ini menggunakan ukuran sepatu dari *merk* Converse. Kedua, hasil deteksi tepi Canny mempunyai akurasi terbaik untuk panjang telapak kaki sebesar 97% dan 98,8%

untuk lebar telapak kaki, hasil akurasi deteksi metode Sobel untuk panjang telapak kaki 93,4% dan akurasi lebarnya 94,1%, sedangkan hasil akurasi deteksi metode Prewitt untuk panjang telapak kaki 30,3% dan akurasi deteksi lebar telapak kakinya 74,3%. Ketiga, waktu komputasi tercepat sebesar 23,26 detik dihasilkan oleh metode deteksi tepi Sobel dan yang keempat, pada penelitian ini akurasi terbaik dan presisi tertinggi didapatkan dengan skala perbandingan 4,48 piksel sebanding dengan jarak 1 mm. Kesimpulan kelima dari penelitian ini, bahwasannya hasil semua performa dari sistem sebagaimana tersebut diatas didapat pada kotak alat dengan jarak antara *webcam* dengan alas telapak kaki sepanjang 31,5 cm.

Referensi

1. I. Lesmono, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Sepatu Berbasis Website Dengan Metode Waterfall," *Swabumi*, vol. 6, pp. 55–62, 2018, doi: 10.31294/swabumi.v6i1.3316.
2. C. Wahyuning and M. Waskito, "Pendekatan Antropometri Kaki Orang Indonesia Pada Desain Master Shoe Last Bagi Industri Kecil dan Menengah," *Mudra J. Seni Budaya*, vol. 34, pp. 291–298, 2019, doi: 10.31091/mudra.v34i3.532.
3. G. Waluyono, "Perancangan Sistem Ukuran Sepatu Untuk Anak Perempuan Usia 4-6 Tahun Berdasarkan Data Antropometri Kaki," *J. Apl. Ilmu Tek. Ind.*, vol. 1, 2020, doi: 10.32585/japti.v1i1.622.
4. I. Muhimmah and L. H. Wigatning, "Aplikasi Anthropometri Telapak Kaki Berbasis Pengolahan Citra," *Semin. Nas. Inform. Medis IV*, no. 0274, pp. 1–12, 2013.
5. D. Derisma, "Perbandingan Kinerja Metode Deteksi Tepi Pada Pengenalan Objek Menggunakan Open CV," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 11, p. 17, 2016, doi: 10.30872/jim.v11i2.209.
6. J. Enterprise, *Otodikdak Pemrograman Python*. PT Elex Media Komputindo.
7. M. Pulung Nurtantio Andono, T. Sutojo, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi, 2017.
8. I. G. Suryantara, "Implementasi Deteksi Tepi Untuk Mendeteksi Keretakan Tulang Orang Lanjut Usia (Manula) Pada Citra Rontgen Dengan Operator Sobel Dan Prewitt," *J. Algoritm. Log. dan Komputasi*, vol. 1, 2018, doi: 10.30813/j-alu.v1i2.1368.
9. W. Supriyatin, "Perbandingan Metode Sobel, Prewitt, Robert dan Canny pada Deteksi Tepi Objek Bergerak," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, pp. 112–120, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.541.112-120.
10. K. Letelay, "Perbandingan Kinerja Metode Deteksi Tepi," *J-Icon*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2019.
11. B. Sitohang and A. Sindar, "Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 314–322, 2020, doi: 10.32672/jnkti.v3i3.2511.
12. [N. Tsani and H. Harliana, "Implementasi Deteksi Tepi Canny Dengan Transformasi Powerlaw Dalam Mendeteksi Stadium Kanker Serviks," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 1, pp. 22–33, 2019, doi: 10.46772/intech.v1i01.35.
13. E. L. Utari, "Analisa deteksi tepi janin dengan menggunakan metode prewitt dan canny," *J. Simp. Nas.*, pp. 101–110, 2011.
14. M. Ghozali and H. Sumarti, "Deteksi Tepi pada Citra Rontgen Penyakit COVID-19 Menggunakan Metode Sobel," *J. Imejng Diagnostik*, vol. 6, pp. 51–59, 2020, doi: 10.31983/jimed.v6i2.5840.



