

# PENGLASIFIKASIAN TINGGI DAN BERAT BADAN MANUSIA BERDASARKAN CITRA TELAPAK KAKI DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) DAN NEAREST NEIGHBOR (NN) BERBASIS ANDROID

## Classification Height and Weight of Human Footprint Using Discrete Cosine Transform (DCT) and Nearest Neighbor (NN) Method Based on Android

Muhammad Rafki, , Dr. Ir. Bambang Hidayat<sup>2</sup>, Suci Aulia, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>[rafki.ikfar@gmail.com](mailto:rafki.ikfar@gmail.com), <sup>2</sup>[bhidayat@Telkomuniversity.ac.id](mailto:bhidayat@Telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[suciaulia@telkomuniversity.ac.id](mailto:suciaulia@telkomuniversity.ac.id)

---

### Abstrak

Tinggi dan berat badan merupakan salah satu parameter untuk mengidentifikasi seseorang. Untuk mengidentifikasi tinggi dan berat badan biasanya dilakukan secara manual, selain dengan cara manual menggunakan alat pengukur tinggi badan dan penimbang berat badan juga dapat menggunakan informasi yang terkait dengan telapak kaki. Maka di implementasikan sistem pengukur tinggi badan dan berat badan manusia melalui telapak kaki berbasis Android.

Dalam Tugas Akhir ini penulis membahas bagaimana cara mengestimasi tinggi dan berat badan dari citra telapak kaki. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi tinggi dan berat badan. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode Discrete Cosine Transform (DCT), Histogram Equalization, Otsu Thresholding dan dengan klasifikasi Nearest Neighbor (NN) yang diawali dengan proses preprocessing yang terdiri dari konversi citra ke grayscale, Histogram Equalization, Otsu Thresholding, dan konversi gambar ke black and white.

Hasil penelitian Tugas Akhir ini didapatkan nilai akurasi deteksi tinggi badan terbaik adalah 87,50% pada citra 1500x1060 dan waktu komputasi tercepat 2,87 detik pada citra 800x566 dan rata-rata nilai akurasi deteksi berat badan adalah 87,06%.

**Kata Kunci:** Telapak Kaki, Tinggi Badan, Berat Badan, Discrete Cosine Transform (DCT), Nearest Neighbor (NN).

---

### Abstract

Height and weight is one of the parameters to identify a person. To identify the height and weight are usually done manually, in addition to using manual method a measuring of height and weight also can be done using the information associated with your feet. Then, implemention a system measuring the height and weight of the human body through the footprint based on Android.

In this final project, the author discusses how to estimate the weight and height of the image of the sole of the footprint. There are several methods that can be used to estimate the height and weight. In this final project using Discrete Cosine Transform (DCT), Histogram Equalization, Otsu thresholding and classification Nearest Neighbor (NN) which begins with the preprocessing which consists of converting the image to grayscale, Histogram Equalization, Otsu thresholding and then image conversion to black and white.

The research results obtained best height value detection accuracy was 87.50% at 1500x1060 image and the fastest computing time is 2,87 seconds at 800x566 image and the average detection accuracy is 87.06%.

**Keywords:** Footprint, Height, Weight, Discrete Cosine Transform (DCT), Nearest Neighbor (NN).

---

## 1 Pendahuluan

Ilmu forensik dapat diartikan sebagai pemanfaatan ilmu pengetahuan tertentu untuk kepentingan penegakan hukum dan keadilan. Ilmu-ilmu yang menunjang ilmu forensik adalah ilmu kedokteran, farmasi, kimia, biologi, fisika, dan psikologi [1]. Salah satu cabang dalam ilmu forensik yang melakukan studi dalam mempelajari jejak telapak kaki adalah Forensic Anthropology dan Forensic Science.

Pada hakikatnya setiap bagian anggota tubuh memiliki keunikan dan kemungkinan tersendiri untuk mendefinisikan sebuah korelasi biologis. Telapak kaki sebagai salah satu bagian anggota tubuh yang dapat digunakan dalam mengestimasi tinggi dan berat badan [2], karena keunikannya pada setiap orang. Bahkan seseorang yang kembar identik pun tidak memiliki jejak telapak kaki yang identik [3].

## 2 Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Kaki Manusia

Kedua kaki manusia merupakan seperempat dari total jumlah seluruh tulang yang ada pada tubuh manusia. Pada bagian telapaknya memiliki sejumlah lipatan yang terbentuk selama embryogenesis dan mengandung lapisan kulit paling tebal pada tubuh manusia karena bobot yang terus tertumpu atasnya. Kaki tersebut memiliki berbagai bentuk, jenis dan ukuran, terdiri dari 3 *arch*, 20 otot, 24 ligamen, 26 tulang, 33 sendi dan 7800 saraf [6].

Kaki manusia yang merupakan bagian tubuh manusia pada dasarnya memiliki keunikan pada tiap individu, bahkan seseorang yang kembar identik pun memiliki keunikan dan kemungkinan untuk mendefinisikan telapak kakinya dengan sebuah korelasi biologis, salah satunya korelasi dengan tinggi dan berat badan.

### 2.2 Estimasi tinggi dan berat badan

Untuk mengestimasi tinggi dilakukan dengan mengekstraksi ciri dan mengklasifikasikan ciri citra uji. Sedangkan untuk mengestimasi berat badan diperlukan sebuah formula khusus. Berdasarkan penelitian oleh peneliti forensik antropologi Dr. Kewal Krishan, PhD pada jurnal yang berjudul “Establishing correlation of footprints with body weight—forensic aspects” dari Forensic Science International dilakukan dengan formula khusus [3], seperti berikut gambar 2.1 berikut

$$\text{Weight} = 1.28 \times T2 \text{ length} + 31.76$$

Keterangan:

Weight : Berat badan manusia [Kg]

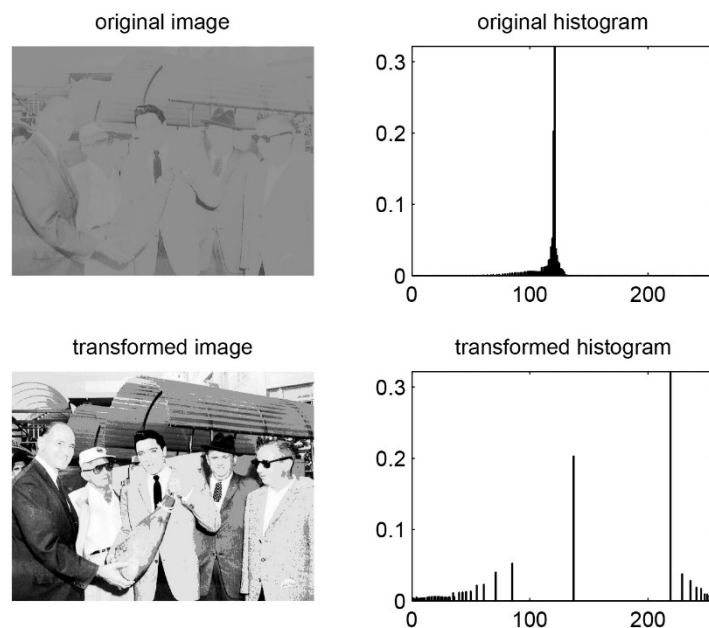
T2 length : Panjang kaki diukur dari kaki paling bawah (*pternion*) ke bagian kaki paling atas pada daerah telunjuk (*d2.t*) [Cm]



Gambar 2. 1 Mengukur panjang T2-length

### 2.3 Equalisasi Histogram

Equalisasi Histogram (*Histogram Equalization*) adalah sebuah teknik pemerataan hitogran untuk penyesuaian gambar untuk peningkatan kualitas gambar seperti gambar 2.2.



**Gambar 2. 2 Contoh hasil Histogram Equalization**

Konsep dasar dari *Histogram Equalization* adalah dengan melebarkan histogram. Dengan teknik ini intensitas dapat didistribusikan dengan lebih baik pada histogram, sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan [11].

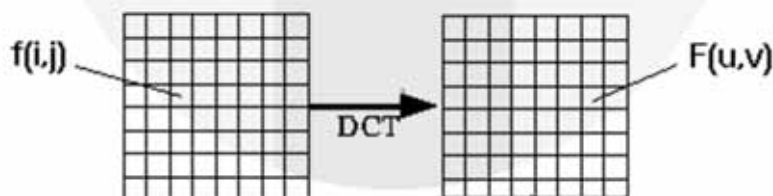
#### 2.4 Otsu Thresholding

Pembentukan citra biner (black and white) memerlukan nilai batas (threshold) keabuan yang akan digunakan sebagai nilai patokan. Piksel dengan derajat keabuan lebih besar dari nilai batas akan diberi nilai 1 dan sebaliknya piksel dengan derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas akan diberi nilai 0, lihat gambar 2.4 [9].

Metode otsu ditemukan oleh Nobuyuku Otsu merupakan sebuah metode untuk mendapatkan batas yang dinamik dalam konversi citra keabuan menjadi citra biner. Metode Otsu Thresholding dilakukan dengan iterasi semua kemungkinan batas untuk mendapatkan batas yang tepat [12].

#### 2.5 Discrete Cosine Transform

*Discrete Cosine Transform* merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk merubah sinyal menjadi komponen frekuensi dasar seperti gambar 2.3. DCT dibangun oleh Ahmed, Natarajan, dan Rao pada tahun 1974 dalam makalah yang berjudul “*On image processing and a discrete cosine transform*” [13]



**Gambar 2. 3 Discrete Cosine Transform**

Metode DCT digunakan untuk ekstraksi ciri, yaitu proses pengambilan ciri dari sebuah citra yang bisa berupa simbolik, numerik atau keduanya. Ciri (*feature*) adalah segala ukuran yang dapat dipecah yang diambil dari pola masukan yang akan digolongkan. Untuk pengambilan ciri-ciri diperlukan pengolahan gambar terlebih dahulu yaitu citra diubah ke level *grayscale*. Proses ini merubah level obyek citra level RGB menjadi obyek citra yang hanya terdiri dari warna hitam dan putih sehingga memudahkan dalam pengambilan ciri [13].

Formula umum yang digunakan untuk DCT pada data 2 dimensi (citra NxM) ditunjukkan oleh persamaan 2.1 dan 2.2

$$F(u, v) = \left(\frac{2}{N}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2}{M}\right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \Lambda(i) \cdot \Lambda(j) \cdot \cos \left[ \frac{\pi u}{2N} \right] \cos \left[ \frac{\pi v}{2M} \right] \quad \dots(2.1)$$

$$\text{dimana, } \Lambda(\xi) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{untuk } \xi = 0 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad \dots(2.2)$$

## 2.6 Nearest Neighbor

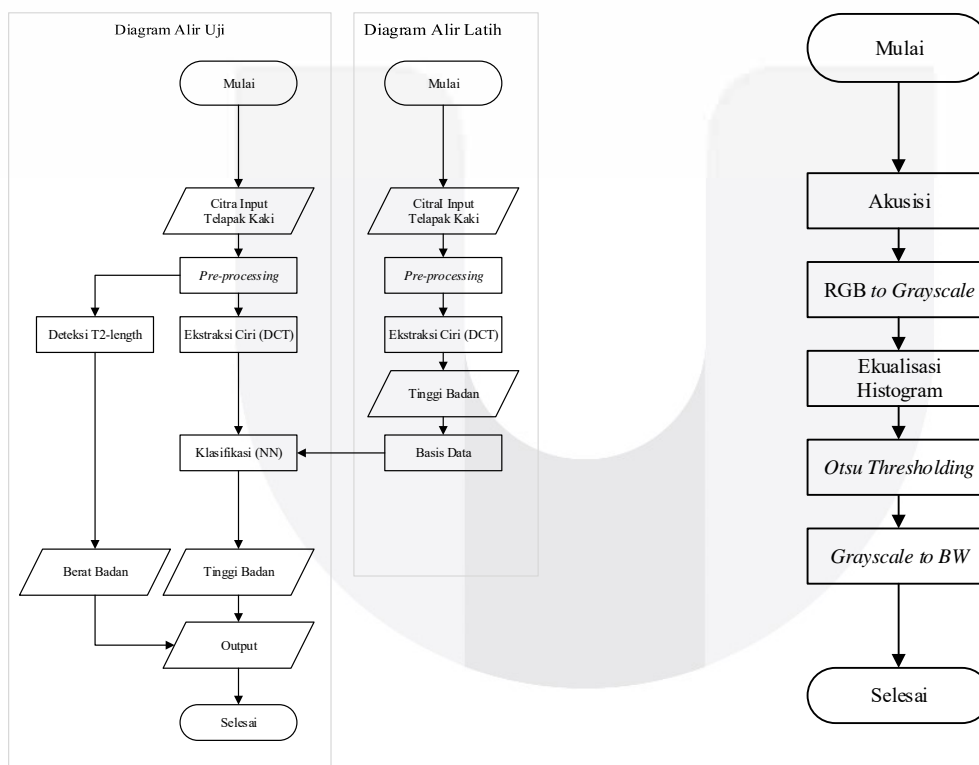
*Nearest Neighbor* (NN) adalah suatu metode yang mirip dengan *K-Nearest Neighbor* (KNN), perbedaannya NN memiliki nilai K yang konstan yaitu bernilai 1 (satu). Metode NN ataupun KNN ini lazim digunakan, karena memiliki kecepatan proses yang sederhana dan *recognition percentace* yang cukup tinggi. Algoritma metode NN sangatlah sederhana, bekerja dengan berdasarkan pada jarak terpendek dari citra uji ke training sample untuk menentukan tetangga terdekatnya .

Klasifikasi NN hanya berdasarkan pada memori. Diberikan citra uji, kemudian akan ditemukan objek atau (titik training) yang paling dekat dengan citra uji.

Setelah mengumpulkan jumlah tetangga dengan nilai terdekat, kemudian diambil mayoritas dari NN untuk dijadikan prediksi dari citra uji.

NN memiliki beberapa kelebihan yaitu bahwa dia tangguh terhadap training data yang noisy, fleksibel terhadap adanya penambahan data dan efektif apabila data trainingnya besar. Sedangkan kelemahan dari NN adalah data uji tersebut akan tetap dikenali sebagai anggota sebuah kelas dalam database ciri latih.

## 3. Perancangan Sistem



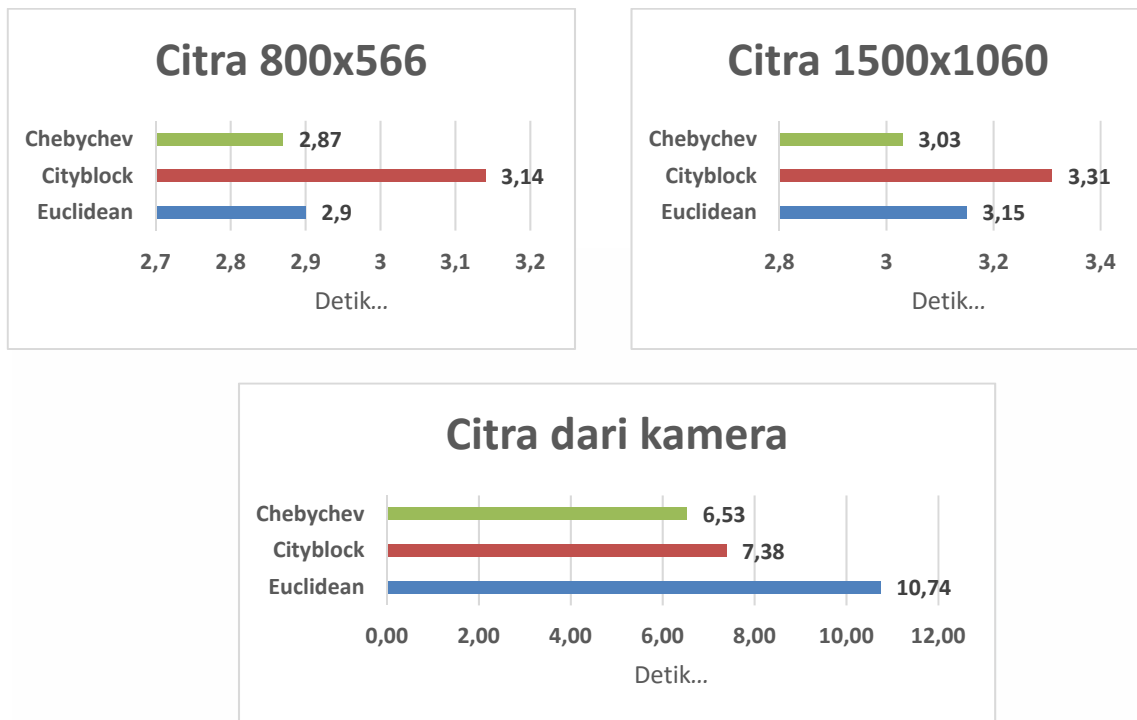
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses (a) Tahap latih dan uji, (b) Metode Ekstraksi ciri dan Klasifikasi

Pada dasarnya Gambar 3.1 memiliki proses yang sama, hal yang membedakan terdapat pada citra uji yang dilakukan perbandingan dengan database setelah ekstraksi ciri. Selanjutnya akan didapatkan klasifikasi tinggi dan berat badan.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Pengujian Waktu Komputasi

Dari gambar 4.1 pendeteksian tinggi dan berat badan dengan pengukuran jarak pada NN tercepat pada masing-masing inputan saat menggunakan chebychev didapatkan hasil waktu komputasi tercepat, yaitu 2,87 detik pada citra 800x566 piksel, 3,03 detik pada citra 1500x1060 piksel, dan 6,53 detik pada citra dari kamera smartphone.



Gambar 4. 1 Pengujian waktu komputasi

#### 4.2 Pengujian Akurasi Tinggi Badan

Dari tabel 4.1 pendeteksian tinggi badan dengan pengukuran jarak pada NN menggunakan chebychev didapatkan hasil akurasi tertinggi hanya dengan kesalahan 2 dari 16 data pada citra 1500x1060 dengan metode pengukuran chebychev.

Dari tabel 4.1 juga didapati korelasi pada input citra menggunakan scanner semakin tinggi resolusi citra yang diproses oleh sistem deteksi menggunakan metode DCT dan NN semakin tinggi pula akurasi yang didapatkan. Namun saat menggunakan citra dari kamera sebagai input didapatkan akurasi yang sangat rendah dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi, seperti noise, kemiringan citra saat pengambilan gambar, pencahayaan yang tidak betul-betul seragam, dll. Pada citra yang di inputkan menggunakan scanner nilai akurasi pada data dengan resolusi citra 1500x1060 mengalami peningkatan dibandingkan dengan citra beresolusi 800x566, peningkatan terendah sebesar 6,25% dan selisih terjauhnya 12,5%.

Tabel 4. 1 Pengujian akurasi tinggi badan

Resolusi Citra		Euclidean	Cityblock	Chebychev
800x566	Akurasi	75%	75%	75%
	Jumlah data salah	4	4	4
1500x1060	Akurasi	81,25%	81,25%	87,50%
	Jumlah data salah	3	3	2
Kamera	Akurasi	6,25%	25%	6,25%
	Jumlah data salah	15	12	15

#### 4.3 Pengujian Akurasi Berat Badan

Dari tabel 4.2 didapatkan persentase rata-rata error pendeteksian berat badan dari citra yang diperoleh dari scanner sebesar 10.11%. Artinya akurasi rata-rata pendeteksian berat badan adalah 89,89% dan persentase rata-rata error pendeteksian berat badan dari citra yang diperoleh dari kamera sebesar 18.60%. Rata-rata error keseluruhannya adalah 12,94% atau akurasinya 87,06%

**Tabel 4. 2 Persentase error estimasi berat badan**

% Error			
Citra Uji ke-	Citra 800x566 (%)	Citra 1500x1060 (%)	Citra dari kamera (%)
1	13,82	13,87	19,68
2	10,20	10,26	11,90
3	3,37	3,34	35,46
4	14,96	15,01	14,70
5	6,52	6,49	14,10
6	9,83	9,85	34,37
7	10,73	10,67	22,42
8	8,45	8,39	15,42
9	15,72	15,65	21,72
10	10,61	10,55	15,33
11	2,21	2,19	2,87
12	9,54	9,54	20,70
13	0,97	0,93	9,14
14	22,52	22,58	21,67
15	9,45	9,50	21,49
16	12,84	12,89	16,60
<b>Rata-rata</b>	10,11	10,11	18,60
	10,11		
	12,94		

**5. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem deteksi dan klasifikasi pola tinggi dan berat badan melalui citra digital ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Sistem deteksi tinggi dan berat badan dengan metode DCT dan NN dapat digunakan sebagai sistem deteksi namun masih terdapat kelemahan, yaitu sistem yang tidak realtime dan akurasi pengukuran yang masih kurang baik.

- 1 Waktu komputasi terbaik dari sistem saat dilakukan pengujian pada didapat saat menggunakan klasifikasi chebychev dengan nilai waktu komputasi rata-rata 2,87 detik pada citra beresolusi 800x566 piksel, 3,03 detik pada citra beresolusi 1500x1060 piksel dan 6,53 detik pada citra dari kamera atau beresolusi 3264x2448 piksel.
- 2 Akurasi terbaik estimasi tinggi badan pada citra 1500x1060 piksel dengan metode pengukuran chebychev, yaitu sebesar 87,50%.
- 3 Akurasi rata-rata estimasi berat badan adalah 87,06%
- 4 Sebelumnya pendeteksian tinggi dan berat badan melalui telapak kaki hanya mengandalkan kemampuan pengamatan mata, dengan adanya sistem ini dapat membantu mengidentifikasi lebih terkomputerisasi.

**4.1 Saran**

Sistem klasifikasi tinggi dan berat badan ini masih dapat dikembangkan, sehingga tingkat akurasi lebih akurat dan waktu komputasi yang diperoleh bisa lebih efisien. Oleh karena itu, adapun saran untuk pengembangan tugas akhir ini selanjutnya yaitu: Menggunakan algoritma yang lebih kompleks dan sistem yang realtime sehingga dapat melakukan pendeteksian lebih baik

1. Menggunakan algoritma yang lebih kompleks sehingga dapat melakukan pendeteksian lebih baik
2. Menggunakan tahap *pre-processing* lain yang lebih baik agar menghasilkan kualitas citra yang lebih baik.

Pada sistem *pre-processing* ini belum dilengkapi dengan pendeteksi kemiringan cap kaki.

3. Mengambil sampel yang lebih banyak dari responden, agar ciri latih yang dimiliki semakin variatif sehingga pendeteksian pun lebih akurat.
4. Menggunakan *tools* yang berbeda dengan metode yang sama, agar dapat dilihat lagi performansi dari metode-metode yang dipakai.
5. Menggunakan metode yang berbeda untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi, agar dapat dibandingkan metode mana yang lebih baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] Wirasuta, I.M.A.G. tt, Pengantar Menuju Ilmu Forensik, Bukit Jimbaran : Lembaga Forensik Sains dan Kriminologi, Universitas Udayana.
- [2] P. Kewal Krishan, "Determintaion of Stature From Foot and Its Segments in a North Indian Population," *The American Journa of Forensic Medicine and Pathology*, vol. 29, p. 297, December 2008.
- [3] K. Krishan, "Establishing correlation of footprints with body weight—Forensic aspects," *Forensic Science International*, vol. 179, p. 63, 21 April 2005.
- [4] S. F. Nurjihan, "Identifikasi Dimensi Telapak Kaki Untuk Estimasi Tinggi Badan Dengan Metode K-Means Berbasis Android," Bandung, 2014.
- [5] International Data Corporation, "2015," 03 Desember 2015. [Online]. Available: [www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS40664915](http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS40664915). [Diakses 22 Juni 2016].
- [6] Derekk, "Feet Type & Foot Shapes," Juni 2015. [Online]. Available: [www.aucklandpodiatrist.co.nz/a-guide-to-the-6-types-of-feet-what-your-foot-shape-reveals/](http://www.aucklandpodiatrist.co.nz/a-guide-to-the-6-types-of-feet-what-your-foot-shape-reveals/). [Diakses 22 Juni 2016].
- [7] K. Krishan, T. Kanchan, N. Passi dan J. A. DiMaggio, "Stature estimation from the lengths of the growing foot—A study on North Indian," *The Foot*, vol. 22, no. 4, p. 287, Desember 2012.
- [8] E. S. Mulyanto, M. Kom dan S. T. Sutoyo, Teori pengolahan Citra Digital, Yogyakarta, 2009.
- [9] R. C. Gonzales dan R. E. Woods, Digital Image Processing, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [10] C. Kanan dan G. W. Cottrell, "Does the Method Matter in Image," *Color-to-Grayscale*, vol. 7, no. 1, p. 1, January 2012.
- [11] A. Nazaruddin dan H. Arifyanto, Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital, Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Magister Teknik Informatika: Universitas Atma Jaya, 2012.
- [12] D. A. Greensted, "Otsu Thresholding," The Lab Book Pages, 17 Juni 2010. [Online]. Available: <http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html#explained>. [Diakses 18 Juli 2016].
- [13] A. B. Watson, "Image Compression Using th Discrete Cosine Transform," dalam *Mathematic Journal*, NASA Ames Research Center, 1994, pp. 81-88.
- [14] Wikipedia, "Android (operating system)," 18 Juli 2016. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Android\\_\(operating\\_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)). [Diakses 19 Juli 2016].