

SISTEM IDENTIFIKASI UKURAN TUBUH MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Rizal Fachmi *), Achmad Hidayatno dan Yosua Alvin Adi Sutrisno

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*E-mail : rfahmi..mq@outlook.com

Abstrak

Manusia memerlukan perhitungan ukuran tubuh untuk menentukan ukuran baju yang cocok. Pada tugas akhir ini, dirancang suatu sistem identifikasi ukuran tubuh menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Masukkan sistem adalah citra tubuh manusia yang akan dihitung tiga bagian tubuh yaitu panjang badan, lingkaran badan dan lebar bahu. Pada bagian identifikasi bagian tubuh menggunakan model OpenPose untuk mendeteksi bagian tubuh manusia. Perhitungan bagian tubuh dihitung menggunakan metode Euclidian distance untuk mengetahui jarak antara dua titik. Keluaran dari sistem identifikasi adalah parameter ukuran tubuh manusia dalam satuan centimeter. Kinerja sistem dihitung dengan menggunakan metode root mean square error. Pada pengujian lebar bahu menghasilkan nilai root mean square error terbaik sebesar 1.97, bagian lingkaran badan nilai root mean square terkecil sebesar 2.67 sedangkan pada panjang badan nilai root mean square error terkecil adalah 1.97.

Kata kunci : Identifikasi, Ukuran Tubuh, OpenPose, CNN.

Abstract

Humans need to calculate the size of the body to determine the size of clothes that fit. In this final project, a body size identification system is designed using the Convolutional Neural Network (CNN) method. Enter the system is a human body image that will be calculated three body parts such as body length, body circumference and shoulder width. In the identification of body parts using the OpenPose model to detect human body parts. Body part calculations are calculated using the Euclidian distance method to find out the distance between two points. The output of the identification system is a parameter of the size of the human body in centimeters. System performance is calculated using the root mean square error method. In the shoulder width test, the best root mean square error value is 1.97, the body circumference is the lowest root mean square value of 2.67, while for the body length the smallest root mean square error value is 1.97.

Keywords: Identification , Body size, OpenPose, Convolutinal Neural Network (CNN).

1. Pendahuluan

Setiap toko pakaian menjual berbagai jenis pakaian yang terbuat dari berbagai macam bahan yang berbeda dan variasi ukuran yang beragam. Bahan yang digunakan tergantung dari penggunaan pakaian tersebut antara lain katun, wol dan sutra [1]. Fasilitas yang ada untuk melayani pelanggan maka toko tersebut menyediakan ruang ganti untuk mencoba pakaian yang akan dibeli, tetapi karena keterbatasan ruang ganti maka terjadinya antrian pada saat ingin mencoba apakah pakaian yang akan dibeli sesuai ukurannya dan enak saat digunakan. Mekanisme yang digunakan untuk menentukan ukuran baju yang cocok untuk pelanggan dengan melakukan pengukuran terhadap tubuh pelanggan tersebut. Sehingga ukuran baju sesuai dengan ukuran tubuh pelanggan.

Anthropometri berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metron*” yang berarti ukuran. Secara definitif *anthropometri* dinyatakan sebagai suatu studi yang menyangkut pengukuran dimensi tubuh manusia dan aplikasi rancangan yang menyangkut geometri fisik, massa, kekuatan dan karakteristik tubuh manusia yang berupa bentuk dan ukuran [3]. Kini, *antropometri* berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan pakaian, ergonomik, dan arsitektur. Pada tahap pengukuran tubuh manusia parameter tertentu pada tubuh manusia yang akan dijadikan ciri untuk menentukan ukuran baju adalah panjang badan, lingkaran badan dan lebar bahu.

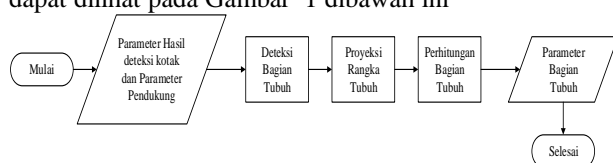
Atas dasar kesulitan penentuan ukuran baju yang cocok berdasarkan ukuran tubuh pelanggan, dalam Tugas Akhir akan dilakukan rancang bangun sistem identifikasi ukuran tubuh menggunakan metode Convolutional Neural

Network (CNN). Sasaran dari sistem identifikasi ini yaitu pelanggan pria yang tidak mengetahui ukuran tubuh. Pelanggan dapat mengetahui ukuran tubuh dan estimasi ukuran baju yang cocok dengan cara berdiri pada titik lokasi tertentu yang telah diatur tingkat intensitas cahaya, jarak dari kamera ke pelanggan untuk menangkap citra tubuh pelanggan dan tinggi kamera dari permukaan tanah. Mekanisme pengambilan citra tubuh pelanggan agar mendapatkan hasil yang optimal maka jarak dari kamera ke pelanggan tersebut sejauh 150 centimeter (cm) dan tinggi kamera 110 centimeter (cm) dari permukaan tanah. Informasi data citra tubuh pelanggan akan diambil melalui kamera handphone yang nantinya akan diproses menggunakan laptop sehingga akan menampilkan delapan belas titik sendi yang saling terhubung sehingga membentuk kerangka tubuh manusia.

Pada sistem identifikasi ukuran tubuh ini memanfaatkan arsitektur dari OpenPose yang menggunakan dataset dari Common Object in Context (COCO) yang nantinya dapat mendeteksi delapan belas titik lokasi sendi manusia yang dapat digunakan untuk menghitung panjang badan, lingkaran badan dan lebar bahu. Pada proses konversi dari piksel ke centimeter menggunakan referensi objek yang telah diketahui ukurannya dalam satuan piksel per centimeter sebagai keluaran dari program milik saudara M.Alfan [4] Metode yang digunakan untuk mendeteksi delapan belas titik lokasi sendi manusia tersebut adalah Convolutional Neural Network. CNN terinspirasi oleh korteks mamalia visual sel sederhana dan kompleks. Model ini dapat mengurangi sejumlah parameter bebas dan dapat menangani deformasi gambar input seperti translasi, rotasi dan skala [2]. Pada akhirnya hasil identifikasi ukuran tubuh digunakan sebagai masukan sistem klasifikasi ukuran baju dengan metode SVM milik saudara M.Avi [5].

2. Metode

Perancangan sistem hanya ada perancangan software. Tugas Akhir ini akan diintegrasikan dengan Tugas Akhir M. Alfian Qadar dan Tugas Akhir M. Avi Majjid. Program yang dirancang berdasarkan tiga judul Tugas Akhir. Judul dari perancangan produk adalah “Sistem Identifikasi Ukuran Tubuh untuk Menentukan Ukuran Baju”. Hasil keluaran program milik saudara M.Alfan sebagai masukan dari program sistem identifikasi ukuran tubuh sedangkan keluaran dari program ini sebagai masukan program milik saudara M.Avi . Diagram alir dari Tugas Akhir pada program sistem identifikasi ukuran tubuh dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Diagram alir sistem identifikasi ukuran tubuh

Tugas Akhir ini hanya berfokus pada perancangan pengolahan citra digital untuk mendeteksi delapan belas titik sendi manusia dan menghitung jarak antar titik serta meningkatkan kualitas nilai estimasi program yang sudah dalam bentuk centimeter menggunakan metode pendekatan numeric. Pada bagian deteksi sendi pada program ini menggunakan suatu model algoritma OpenPose yang sudah ada dan memanggil library dari OpenPose itu sendiri.

Program utama ini dapat digunakan secara offline tanpa menggunakan koneksi internet untuk mengidentifikasi ukuran tubuh dan menentukan ukuran baju yang cocok berdasarkan parameter ukuran tubuh pengguna.

Berikut adalah spesifikasi subsistem perancangan sistem pengolahan citra digital menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) sebagai sistem identifikasi ukuran tubuh.

1. Menggunakan kamera handphone untuk mengambil masukan citra
2. Laptop digunakan sebagai media pengolahan citra yang dilengkapi dengan perangkat lunak utama yang digunakan yaitu Python dan OpenCV beserta Library yang telah disiapkan untuk pengolahan.
3. Menggunakan library `tf_pose.estimator` untuk mengenali delapan belas sendi dan memproyeksikan kerangka tubuh manusia pada masukan citra digital.

2.1. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan program pada Tugas Akhir ini dibuat menggunakan software Python 3.6 dan Ms.Excel 2010 untuk mencari persamaan garis pada tahap preprocessing. Kemudian ada beberapa software dan library tambahan lainnya yang digunakan supaya program sistem identifikasi ukuran tubuh ini dapat dijalankan pada laptop masing – masing. Beberapa software tambahan yang digunakan supaya program ini dapat berjalan adalah :

1. Anaconda
2. Cuda
3. Microsoft Visual Studio

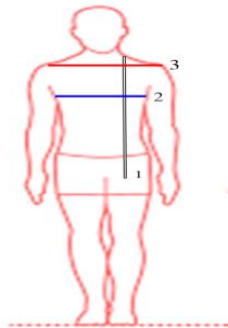
Lalu untuk beberapa library tambahan yang digunakan untuk menunjang supaya program ini dapat berjalan adalah :

1. tensorflow 1.4.1+
2. opencv3, protobuf, python3-tk
3. library `tf_pose.estimator` dan `tf_pose.network` untuk mendeteksi delapan belas sendi pada tubuh manusia.

2.2 Pengukuran Tubuh Manusia

Pengukuran tubuh manusia atau yang sering disebut sebagai antropometri merupakan suatu cara untuk mengetahui dimensi dari ukuran tubuh. Setelah mengetahui ukuran tubuh dapat menentukan ukuran baju

yang sesuai dengan ukuran tubuh. Pada proses pengukuran tubuh manusia dilakukan dengan mengukur tiga parameter ukuran tubuh yaitu lingkar badan, panjang badan dan lebar bahu. Mekanisme pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Mekanisme pengukuran secara aktual

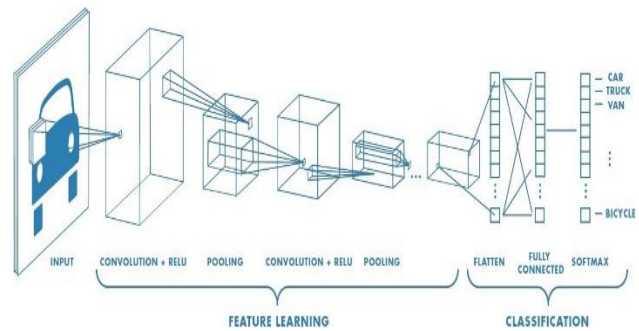
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa garis nomor satu merupakan pengukuran untuk panjang badan, garis nomor dua untuk pengukuran lingkar badan sedangkan garis nomor tiga untuk pengukuran lebar bahu.

2.3. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu algoritma dari Deep Learning yang merupakan hasil pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang dirancang untuk melakukan olah data menjadi bentuk dua dimensi, yaitu gambar atau suara. CNN digunakan untuk melakukan klasifikasi data yang berlabel dengan menggunakan metode supervised learning yang cara kerjanya dari supervised learning adalah data yang dilatih dan terdapat variabel yang ditargetkan sehingga tujuan dari metode ini yaitu mengelompokkan suatu data ke data yang sudah ada.

CNN sering digunakan untuk mengenali benda, melakukan deteksi dan melakukan segmentasi objek. CNN belajar langsung melalui data citra, sehingga dapat menghilangkan ekstraksi ciri dengan cara manual. Penelitian awal yang menjadi dasar penemuan ini yaitu pertama kali dilakukan oleh Hubel dan Wiesel yang melakukan penelitian visual cortex pada indera penglihatan kucing. Visual cortex pada hewan sangat powerful kemampuannya dalam sistem pemrosesan visual yang pernah ada. Sehingga, banyak penelitian yang terinspirasi oleh cara kerjanya dan menghasilkan banyak model baru diantaranya Neocognitron, HMAX, LeNet-5 dan AlexNet [6][8].

Berikut merupakan gambaran umum arsitektur Convolution Net.



Gambar 3 Arsitektur Convolutional Neural Network

Secara umum tipe lapisan CNN dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

a. Layer Ekstraksi Fitur (feature extraction layer)

Gambar yang letaknya ada di awal arsitektur yang tersusun atas beberapa lapisan dan di setiap susunan lapisannya atas neuron yang terkoneksi pada daerah lokal (local region) dari lapisan sebelumnya. Lapisan pada jenis pertama yaitu adalah Convolutional Layer dan lapisan kedua adalah pooling layer. Pada setiap lapisan diberlakukan fungsi aktivasi dengan posisinya yang berselang-seling antara jenis pertama dan jenis kedua. Lapisan ini menerima input gambar secara langsung dan memprosesnya sampai menghasilkan output berupa vektor untuk diolah di lapisan berikutnya.

b. Layer Klasifikasi (classification layer)

Layer ini tersusun atas beberapa lapisan yang di setiap lapisan tersusun atas neuron yang terkoneksi secara penuh (*fully connected*) dengan lapisan yang lainnya. Layer ini menerima input dari hasil output layer ekstraksi fitur gambar berupa vektor yang kemudian di transformasikan seperti pada *Multi Neural Network* dengan tambahan beberapa hidden layer. Hasil output berupa akurasi kelas untuk klasifikasi.

2.4. Softmax

Softmax classifier adalah bentuk lain dari algoritma regresi logistik yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi lebih dari dua kelas. Standar dari klasifikasi yang biasanya dilakukan oleh algoritma dari regresi logistik adalah tugas untuk klasifikasi kelas biner. Pada softmax mempunyai bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\sigma(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}} \text{ for } j = 1, \dots, K \quad (1)$$

Pada persamaan 1 diatas untuk notasi σ_j menunjukkan hasil fungsi untuk setiap elemen ke- j pada vektor output kelas. Argumen z merupakan hipotesis yang diberikan oleh model pelatihan supaya dapat diklasifikasikan oleh fungsi softmax.

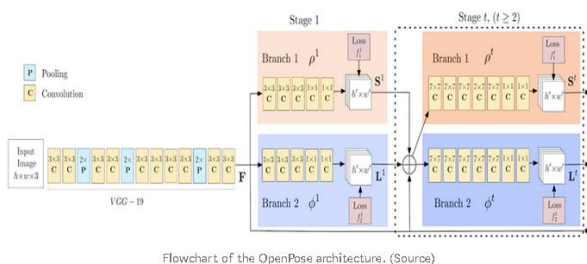
Variable e merupakan lambang dari eksponensial yang memiliki nilai 2.71. Softmax juga memberikan hasil yang lebih intuitif dan memiliki hasil interpretasi probabilistik yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma klasifikasi lainnya. Softmax memungkinkan peneliti untuk menghitung nilai probabilitas untuk semua label. Hasil dari label yang ada, akan diambil sebuah vektor nilai yang mempunyai nilai riil dan merubahnya menjadi vektor dengan nilai antara nol dan satu. Pada semua hasil dijumlah maka akan bernilai satu [7].

2.5. Pose Estimation

Pose kerangka manusia mewakili orientasi seseorang dalam format grafis. Pada dasarnya, sekumpulan koordinat yang didapat dihubungkan untuk menggambarkan pose orang tersebut. Beberapa pendekatan untuk estimasi pose manusia diperkenalkan selama beberapa tahun belakangan ini. Tujuannya adalah memberikan titik lokasi pada tiap bagian tubuh manusia [9]. Pada program Tugas Akhir menggunakan metode OpenPose untuk menggambarkan pose kerangka tubuh manusia dari tiap orang pada citra masukan

2.6. OpenPose

OpenPose adalah salah satu metode paling populer untuk estimasi pose manusia. OpenPose pertama-tama mendeteksi bagian tertentu (keypoint) yang dimiliki oleh setiap orang dalam gambar, diikuti dengan bagian pada individu yang berbeda. Arsitektur model OpenPose dapat dilihat pada Gambar 4 berikut



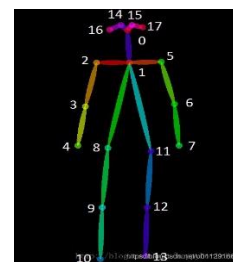
Gambar 4. Arsitektur model OpenPose

Pada Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa arsitektur model OpenPose terdiri dari beberapa tahap. Input citra akan dikonvolusi dengan sepuluh layer pertama pada model VGG-19 sehingga menghasilkan suatu feature maps yang berisi ciri penting dalam masukan citra gambar. Setelah itu feature map akan masuk ke dua cabang yaitu cabang pertama dan kedua. Cabang pertama akan menghasilkan confidence maps dimana fungsi dari confidence maps sendiri memberikan titik lokasi bagian tubuh tertentu pada tubuh manusia, sedangkan cabang kedua menentukan arah garis yang benar untuk

menghubungkan antara bagian tubuh yang telah terdeteksi menjadi berpasang-pasang.

Pada serangkaian keluaran dari cabang pertama dan kedua dan feature maps sendiri akan digabungkan menjadi satu dan masuk ke tahap berikutnya. Arsitektur model dari OpenPose sendiri dilakukan sampai enam tahap yang berfungsi untuk memperbaiki hasil keluaran yang dihasilkan pada tahap pertama [10].

OpenPose sendiri menggunakan dataset dari Common Object in Context (COCO) untuk melatih sehingga dapat menampilkan delapan belas sendi pada tubuh manusia. Delapan belas sendi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. COCO keypoint format for human pose skeletons

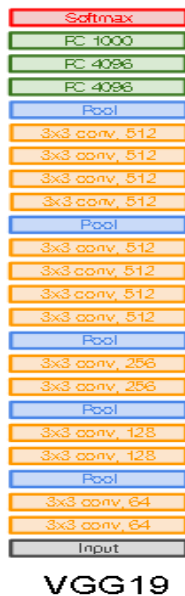
Pada Gambar 5 diatas merupakan grafis dari pose tubuh manusia menggunakan format dari COCO keypoint yang berfungsi untuk menampilkan delapan belas titik yang terhubung sehingga membentuk kerangka tubuh manusia. keypoint menggunakan format dari COCO dataset. Format dari COCO dataset sendiri terdiri dari delapan belas keypoint mulai dari pergelangan kaki sampai kedua mata manusia. Pada OpenPose sendiri selain menggunakan COCO dataset seperti yang telah dijelaskan sebelumnya untuk menghasilkan feature map OpenPose menggunakan library dari VGG-19.

2.7. Visual Geometry Group (VGG-19)

VGG-19 merupakan suatu library seperti AlexNet yang menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). VGG-19 telah dilatih lebih dari satu juta gambar dari database ImageNet. Jaringan ini memiliki 19 lapisan dan dapat mengklasifikasikan gambar ke dalam 1000 kategori objek, seperti keyboard, mouse, pensil, dan banyak binatang. Arsitektur dari VGG-19 dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa VGG-19 menggunakan Sembilan belas layer yang terdiri dari enam belas layer konvolusi 3X3 dan tiga layer fully connected yang terdiri dari dua layer fully connected 4096 dan satu layer fully connected 1000. Nilai 4096 merupakan jumlah neuron pada bagian hidden layer sedangkan 1000 merupakan jumlah neuron pada output layer. Nilai 1000 pada output layer menandakan bahwa model dari VGG-

19 mempunyai 1000 kelas untuk melakukan klasifikasi gambar. Pada bagian layer konvolusi 3X3 terbagi menjadi empat bagian yaitu dua layer konvolusi 3X3 dengan jumlah filter sebanyak 64, dua layer konvolusi 3X3 dengan jumlah filter 128, dua layer konvolusi 3X3 sebanyak 256 filter dan delapan layer konvolusi 3X3 dengan jumlah filter sebanyak 512. Pada VGG-19 sendiri untuk bagian decision making menggunakan fungsi aktivasi softmax [11].



Gambar 6. Arsitektur VGG-19

3. Pengujian dan Analisis

Pengujian pada program system identifikasi ukuran tubuh dibagi menjadi tigatahap yang terdiri dari pengujian perhitungan nilai lingkaran badan, lebar bahu dan panjang badan. Pada ketiga tahap pengujian tersebut dilakukan variasi penggunaan metode pendekatan numeric yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas nilai estimasi program.

3.1. Pengujian Perhitungan Nilai Estimasi Lebar Bahu

Pengujian perhitungan nilai estimasi lebar bahu menggunakan metode polynomial kuadrat. Pengujian perhitungan nilai estimasi lebar bahu dilakukan dengan membandingkan antara nilai pengukuran actual dengan nilai estimasi perhitungan program. Perbandingan nilai pengukuran actual dan perhitungan nilai estimasi program untuk lebar bahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa selisih terbesar antara nilai pengukuran actual dengan estimasi perhitungan terjadi pada Cristian sebesar empat centimetre. Penggunaan metode polynomial kuadrat pada

perhitungan nilai estimasi lebar bahu menghasilkan nilai RMSE sebesar 1.97.

Tabel 1. Perbandingan pengukuran dan perhitungan menggunakan polynomial kuadrat

NAMA	actual	estimasi	Error	Error ²
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
DAVID	40	42	2	4
ALDO	43	43	0	0
ABSOR	44	46	2	4
FAHMI	47	49	2	4
BATUL	50	49	1	1
RIZQI	44	45	1	1
ZAKI	44	47	3	9
IRFAN	46	45	1	1
YERE	45	44	1	1
FAIZ	45	43	2	4
frenky	45	43	2	4
cristian	46	42	4	16
gabriel	44	42	2	4
arif	47	47	0	0
arinal	43	43	0	0
trio	45	42	3	9
amri	46	44	2	4
rico	45	42	3	9
hafidz	42	43	1	1
ridhi	47	45	2	4
bondan	46	44	2	4
avi	47	46	1	1
rizal	47	45	2	4
ibek	44	42	2	4
fauzan	48	46	2	4

3.2. Pengujian Perhitungan Nilai Estimasi Lingkaran Badan

Tabel 2. Perbandingan pengukuran actual dengan nilai estimasi pada lingkaran badan menggunakan regresi linier

Nama	actual	estimasi	Error	Error ²
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
DAVID	88	90	2	4
ALDO	94	93	1	1
ABSOR	101	103	2	4
FAHMI	108	109	1	1
BATUL	108	109	1	1
RIZQI	96	100	4	16
ZAKI	104	105	1	1
IRFAN	104	102	2	4
YERE	100	100	0	0
FAIZ	98	95	3	9
frenky	92	93	1	1
cristian	90	88	2	4
gabriel	88	93	5	25
arif	109	106	3	9
arinal	100	97	3	9
trio	95	92	3	9
amri	96	99	3	9
rico	90	92	2	4
hafidz	98	97	1	1
ridho	98	101	3	9
bondan	100	99	1	1
avi	103	103	0	0
rizal	98	100	2	4
ibek	100	93	7	49
fauzan	101	103	2	4

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan antara perhitungan nilai estimasi terhadap nilai actualnya. Metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas nilai estimasi program menggunakan metode regresi linier sederhana dan polynomial kuadratik. Perbandingan hasil pengukuran actual dengan estimasi perhitungan menggunakan metode regresi linier sederhana dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa selisih terbesar antara pengukuran actual dengan perhitungan estimasi pada pengujian lingkaran badan terjadi pada saudara Gabriel sebesar lima centimetre. Penggunaan metode regresi linier sederhana untuk meningkatkan kualitas nilai estimasi pada lingkaran badan menghasilkan nilai root mean square error sebesar 2.67.

3.3. Pengujian Perhitungan Nilai Estimasi Panjang Badan

Pengujian yang terakhir adalah membandingkan antara nilai estimasi dengan pengukuran actual pada parameter ukuran tubuh panjang badan. Hasil dari perbandingan antara nilai actual dan estimasi menggunakan metode polynomial kuadratik dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan pengukuran actual dengan nilai estimasi pada panjang badan menggunakan polynomial kuadratik

Nama	actual (cm)	estimasi (cm)	Error (cm)	Error ² (cm)
DAVID	65	65	0	0
ALDO	64	68	4	16
ABSOR	68	69	1	1
FAHMI	71	69	2	4
BATUL	70	69	1	1
RIZQI	67	66	1	1
ZAKI	70	68	2	4
IRFAN	72	68	4	16
YERE	69	67	2	4
FAIZ	67	66	1	1
frenky	68	65	3	9
cristian	65	67	2	4
gabriel	67	65	2	4
arif	67	67	0	0
arinal	68	65	3	9
trio	67	66	1	1
amri	68	67	1	1
rico	69	67	2	4
hafidz	68	66	2	4
RIDHO	69	68	1	1
bondan	65	67	2	4
avi	72	70	2	4
rizzal	68	67	1	1
ibek	68	68	0	0
fauzan	69	67	2	4

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa selisih terbesar menggunakan metode polynomial kuadratik terjadi pada saudara Irfan dan Aldo sebesar empat centimetre. Nilai RMSE menggunakan metode polynomial kuadratik sebesar 1.97. Perbedaan antara nilai actual dan estimasi

disebabkan oleh pengukuran actual dalam kawasan tiga dimensi (tubuh manusia) sedangkan perhitungan estimasi dalam kawasan dua dimensi.

4. Kesimpulan

Pada pengujian lebar bahu dapat dilihat bahwa selisih terbesar antara nilai pengukuran actual dengan estimasi perhitungan terjadi pada Cristian sebesar empat centimetre. Penggunaan metode polynomial kuadratik pada perhitungan nilai estimasi lebar bahu menghasilkan nilai RMSE sebesar 1.97.

Pada pengujian lingkaran badan dapat dilihat bahwa selisih terbesar antara nilai pengukuran actual dengan estimasi perhitungan terjadi pada Gabriel sebesar lima centimetre. Penggunaan metode regresi linier pada perhitungan nilai estimasi lingkaran badan menghasilkan nilai RMSE sebesar 2.67.

Pada pengujian panjang badan dapat dilihat bahwa selisih terbesar menggunakan metode polynomial kuadratik terjadi pada saudara Irfan dan Aldo sebesar empat centimetre. Nilai RMSE menggunakan metode polynomial kuadratik sebesar 1.97.

Perbedaan antara nilai actual dan estimasi disebabkan oleh pengukuran actual dalam kawasan tiga dimensi (tubuh manusia) sedangkan perhitungan estimasi dalam kawasan dua dimensi.

Dari hasil Tugas Akhir ini, disarankan untuk dapat dilakukan penelitian lebih dalam lagi berdasarkan saran yang dapat dipertimbangkan untuk melanjutkan atau mengembangkan Tugas Akhir ini seperti:

1. Penggunaan resolusi yang lebih besar sehingga dalam pengolahan citra dan pengaplikasiannya mendapati hasil yang lebih baik untuk digunakan dalam perhitungan atau komputasi citra.
2. Penggunaan kamera khusus yang dapat beroperasi dikawasan tiga dimensi.

Referensi

- [1] M.S. Gangsarestu, "Sistem Pengukuran Badan Pria untuk Menentukan Ukuran Baju Berbasis Kamera Kinect", Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia, 2015.
- [2] LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., and Haffner, P. (1998d). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324.
- [3] Indriati, E. "Antropometri Untuk Kedokteran, Keperawatan, Gizi Dan Keolahragaan". Yogyakarta: Citra Aji Parama, 2010.
- [4] M.A. Qadar, "Aplikasi Deteksi Kotak untuk Menentukan Ukuran Tubuh Menggunakan Algoritma HSV", Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2019.

- [5] M.A. Majjid, "Sistem Klasifikasi Ukuran Baju Dengan Metode Support Vector Machine (SVM)", Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2019.
- [6] Albawi Saad, Mohammed Tareq Abed. Understanding of a Convolutional Neural Network. IEEE Journal. 2017.
- [7] Ilahiyah, Sarirotul. Nilogiri, Agung. Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. JUSTINDO Vol. 3, No. 2. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember. Agustus, 2018.
- [8] O'Shea Keiron, Nash Ryan. An Introduction to Convolutional Neural Network. 2015.
- [9] Ke Sun dkk, "Deep High-Resolution Representation Learning for Human Pose Estimation". University of Science and Technology of China, 2019.
- [10] Zhe Cao dkk, "OpenPose : Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields", Provided by the Computer Vision Foundation and IEEE Xplore, The Robotics Institute: Carnegie Mellon University, 2017.
- [11] Karen Simonyan & Andrew Zisserman. "Very Deep Convolutional Neural Network For Large-Scale Image Recognition". Department of Engineering Science, University of Oxford. 2015.