

MATCHED FILTER DAN MORPHOLOGY OPERATION UNTUK DETEKSI STATUS GIZI BALITA BERDASARKAN ESTIMASI ANTROPOMETRI

MATCHED FILTER AND MORPHOLOGY OPERATION FOR DETECTION OF CHILD'S NUTRITIONAL STATUS BASED ON ESTIMATION OF ANTHROPOMETRY

Rifqi Muhammad Fikri¹, Ir. Rita Magdalena, M.T.², R Yunendah, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

¹rifmff@gmail.com, ²ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id, ³yunendah@gmail.com

Abstrak

Pengukuran fisik atau antropometri selama ini dikenal sebagai indikator sederhana dalam penilaian status gizi perorangan maupun masyarakat. Dalam penilaian untuk menentukan status gizi balita, antropometri disajikan dalam bentuk indeks yang dikaitkan dengan variabel lain. Indeks yang digunakan adalah indeks berat badan, dan tinggi badan sesuai usia dan jenis kelamin balita. Di Indonesia, grafik pertumbuhan yang dipergunakan berdasarkan The National Centre for Health Statistics (NCHS) dari Amerika Serikat. Grafik inilah yang digunakan dalam Kartu Menuju Sehat (KMS), atau buku catatan kesehatan anak yang diberikan pada orang tua. Grafik tersebut terdiri dari grafik pertumbuhan indeks-indeks yang diukur pada antropometri. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah aplikasi Android yang dapat melakukan antropometri dengan input berupa citra digital menggunakan metode matched filter dan morphology operation. Kedua metode tersebut digunakan sebagai alat untuk melakukan ekstraksi komponen citra berupa representasi dan deskripsi suatu area dalam citra. Objek yang sudah tersegmentasi akan diolah lebih lanjut dengan perhitungan Body Surface Area (BSA) Mosteller yang menghasilkan informasi berupa berat badan dalam satuan kilogram (kg) dan tinggi badan dalam satuan centimeter(cm) Dari hasil pengujian sistem aplikasi, keluaran nilai antropometri mempunyai akurasi sebesar 82.19% untuk jenis kelamin laki-laki dan 82.45% untuk jenis kelamin perempuan.

Kata Kunci: Antropometri, balita, deteksi citra, *matched filter*, *morphology operation*, *Body Surface Area Mosteller*.

Abstract

Physical measurement or anthropometry known as simple indicators to measure nutritional status of individuals or society. To determine the child's nutritional status, anthropometry is presented in the form of indexes which associated with another variable. The index used are weight index and height index according to the age and sex of the child. In Indonesia, the growth charts used are based on The National Centre for Health Statistics (NCHS) from United States of America. This graph is used in Kartu Menuju Sehat (KMS), or child health record books given to the parents. The graph consists of a growth chart of the indexes measured by anthropometry. This final project designs an Android app that can-do anthropometry with the input of digital image using matched filter and morphology operation method. Both methods are used as tools for performing image component extraction in the form of representation and description of an area in image. Objects that have been segmented will be processed further into the calculation of Body Surface Area (BSA) Mosteller which produces information of weight in kilograms (kg) and height in centimeters (cm). From the results of testing the application system, the output of anthropometry value has an accuracy of 82.19% for boys and 82.45% for girls.

Keywords: *anthropometry, child, image detection, matched filter, morphology operation, Body Surface Area Mosteller.*

1. Pendahuluan

Pengukuran fisik anak seperti berat badan dan tinggi badan adalah bagian dari faktor tumbuh kembang seorang anak. Di Indonesia, grafik pertumbuhan yang dipergunakan berdasarkan *The National Centre for Health Statistics* (NCHS) dari Amerika Serikat[1]. Penilaian pertumbuhan pada anak sebaiknya dilakukan dengan jarak yang teratur disertai dengan pemeriksaan serta pengukuran fisik atau antropometri. Tujuan dari pengukuran kesehatan adalah untuk mengetahui kondisi pertumbuhan dan gizi anak. Selama ini, untuk mengetahui nilai antropometri pada anak, diharuskan menggunakan timbangan dan pengukur terlebih dahulu, lalu dibandingkan dengan grafik pertumbuhan NCHS[2][3].

Pengukuran antropometri sebenarnya sangat mudah dilakukan tetapi rawan terhadap bias dan error data. Oleh karena itulah dikembangkan sistem untuk melakukan antropometri berbasis pengolahan citra sebagai alat bantu dalam mengetahui nilai dan kondisi gizi anak dengan cara cepat dan mudah. Pada tugas akhir ini, dilakukannya perancangan sebuah aplikasi untuk mengukur nilai indeks antropometri pada anak melalui citra badan anak berdasarkan metode *matched filter* dan *morphology operation*. Kedua metode tersebut digunakan untuk meningkatkan kualitas citra dan menghilangkan objek-objek yang tidak diperlukan sehingga citra badan anak lebih mudah diproses untuk dihitung berat badan dan tinggi badannya. Dari hasil perancangan aplikasi, diharapkan dapat keluaran nilai antropometri beserta status gizi anak sehingga mendapatkan hasil akhir berupa apakah anak yang diukur masuk kategori gizi berlebih, gizi cukup, maupun kurang gizi.

2. Dasar Teori

2.1 Antropometri

Pengukuran antropometri melakukan hal yang penting dalam menilai status gizi dan perawatan anak. Sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1995/Menkes/SK/XII/2010 menimbang bahwa untuk menilai status gizi anak diperlukan standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak[4]. Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak antara lain ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 1. Kondisi dan ambang batas status gizi anak.

| Indeks | Kategori Status Gizi | Ambang Batas (Z-Score) |
|--|----------------------|-------------------------------------|
| Berat Badan Menurut Umur (BB/U) | Gizi Buruk | $Z < -3 \text{ SD}$ |
| | Gizi Kurang | $-3 \text{ SD} < Z < -2 \text{ SD}$ |
| | Gizi Baik | $-2 \text{ SD} < Z < 2 \text{ SD}$ |
| | Gizi Lebih | $> 2 \text{ SD}$ |
| Tinggi Badan Menurut Umur (TB/U) | Sangat Pendek | $Z < -3 \text{ SD}$ |
| | Pendek | $-3 \text{ SD} < Z < -2 \text{ SD}$ |
| | Normal | $-2 \text{ SD} < Z < 2 \text{ SD}$ |
| | Tinggi | $> 2 \text{ SD}$ |
| Berat Badan Menurut Tinggi Badan (BB/TB) | Sangat Kurus | $Z < -3 \text{ SD}$ |
| | Kurus | $-3 \text{ SD} < Z < -2 \text{ SD}$ |
| | Normal | $-2 \text{ SD} < Z < 2 \text{ SD}$ |
| | Gemuk | $> 2 \text{ SD}$ |

Kondisi status gizi balita dapat ditentukan dari nilai ambang batas atau *z-score* dari tabel 1, dan nilai-nilai *z-score* dicontohkan oleh tabel berikut:

Tabel 2. Contoh tabel indeks berat badan menurut umur.

| Umur (Bulan) | Berat Badan (Kg) | | | | | | |
|--------------|------------------|-------|-------|--------|------|------|------|
| | -3 SD | -2 SD | -1 SD | Median | 1 SD | 2 SD | 3 SD |
| 0 | 2.1 | 2.5 | 2.9 | 3.3 | 3.9 | 4.4 | 5.0 |
| 1 | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 | 5.1 | 5.8 | 6.6 |
| 2 | 3.8 | 4.3 | 4.9 | 5.6 | 6.3 | 7.1 | 8.0 |
| 3 | 4.4 | 5.0 | 5.7 | 6.4 | 7.2 | 8.0 | 9.0 |
| 4 | 4.9 | 5.6 | 6.2 | 7.0 | 7.8 | 8.7 | 9.7 |
| 5 | 5.3 | 6.0 | 6.7 | 7.5 | 8.4 | 9.3 | 10.4 |
| 6 | 5.7 | 6.4 | 7.1 | 7.9 | 8.8 | 9.8 | 10.9 |
| 7 | 5.9 | 6.7 | 7.4 | 8.3 | 9.2 | 10.3 | 11.4 |
| 8 | 6.2 | 6.9 | 7.7 | 8.6 | 9.6 | 10.7 | 11.9 |
| 9 | 6.4 | 7.1 | 8.0 | 8.9 | 9.9 | 11.0 | 12.3 |
| 10 | 6.6 | 7.4 | 8.2 | 9.2 | 10.2 | 11.4 | 12.7 |

2.2 Konvolusi

Konvolusi adalah operasi untuk menghaluskan suatu citra atau memperjelas citra dengan menggantikan nilai piksel dengan sejumlah nilai piksel yang sesuai atau berdekatan dengan piksel aslinya. Tetapi dengan adanya konvolusi, ukuran dari citra tetap sama, tidak berubah. Perkalian citra juga dapat digunakan untuk

menghilangkan bagian tertentu pada citra dengan cara mengalikan citra dengan citra mask yang merupakan citra biner. Perkalian citra ditunjukkan pada persamaan 1.

$$h(x) = f(x) * g(x) \quad (1)$$

Dimana $h(x)$ adalah piksel citra hasil perkalian sedangkan $f(x)$ adalah piksel citra asal dan $g(x)$ disebut juga konvolusi filter, konvolusi mask, konvolusi kernel, atau template.

2.3 Matched Filter

Matched filter adalah teknik yang kuat untuk mendeteksi sinyal. Filter ini awalnya digunakan *pulse radar detection* dan baru-baru ini diperluas ke dua dimensi dan diterapkan ke image processing[5]. Pada dasarnya matched filter adalah filter korelasi silang di mana fungsi korelasinya adalah sinyal atau noise yang diukur dan sinyal ideal yang diharapkan[6]. Sebuah matched filter dapat ditunjukkan sebagai berikut:

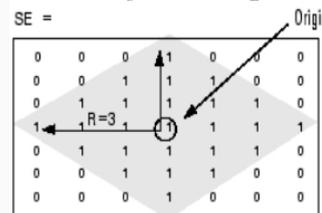
$$g(m, n) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i + m, j + n)h(i, j) \quad (2)$$

Dimana $f(i, j)$ adalah fungsi citra yang diukur, $h(i, j)$ adalah template sinyal yang diharapkan, dan (M, N) adalah ukuran dari template h . [7]

2.4 Morphology Operation

Morfologi citra merupakan suatu operasi pemrosesan citra yang mengolah citra berdasarkan bentuknya. Operasi morfologi mengaplikasikan suatu structuring element terhadap suatu citra masukan, membentuk suatu citra keluaran dengan ukuran yang sama dengan citra masukan. Pada operasi morfologi, nilai dari tiap piksel pada citra keluaran didasarkan pada perbandingan dari piksel pada citra masukan dengan piksel di sekitarnya[6].

Dengan menentukan ukuran dan bentuk dari *neighborhood*, kita dapat membangun suatu operasi morfologi yang sensitif terhadap suatu bentuk spesifik di citra masukan. Jumlah piksel yang ditambahkan atau dihilangkan tergantung dari ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan untuk memproses citra[8]. Contoh dari *structuring element* dan ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1 Structuring Element.

Dari gambar 1, bagian yang dilingkari menunjukkan *origin* dari *structuring element*, bagian yang berwarna abu-abu menunjukkan bagian dari *neighborhood*. Operasi-operasi filter yang tergolong operasi morfologi, yaitu:

2.4.1 Dilasi

Dilasi merupakan proses penggabungan titik-titik latar (0) menjadi bagian dari objek (1), berdasarkan structuring element yang digunakan. Dimana A adalah citra input, dan B adalah structuring element.

$$(A, B) = A \oplus B \quad (3)$$

2.4.2 Erosi

Erosi merupakan proses penghapusan titik-titik objek (1) menjadi bagian dari latar (0), berdasarkan structuring element yang digunakan. Operasi yang dapat menghasilkan keluaran piksel pada citra dengan obyek yang cenderung diperkecil. Operasi erosi akan melakukan pengurangan pada citra lebih kecil dibanding elemen struktur, dirumuskan sebagai:

$$(A, B) = A \ominus B \quad (4)$$

2.4.3 Filling

Filling merupakan proses untuk mengubah piksel latar belakang atau lubang (0) yang berada diantara objek (1) menjadi piksel objek (1), dan akan berhenti ketika mencapai batas objek.

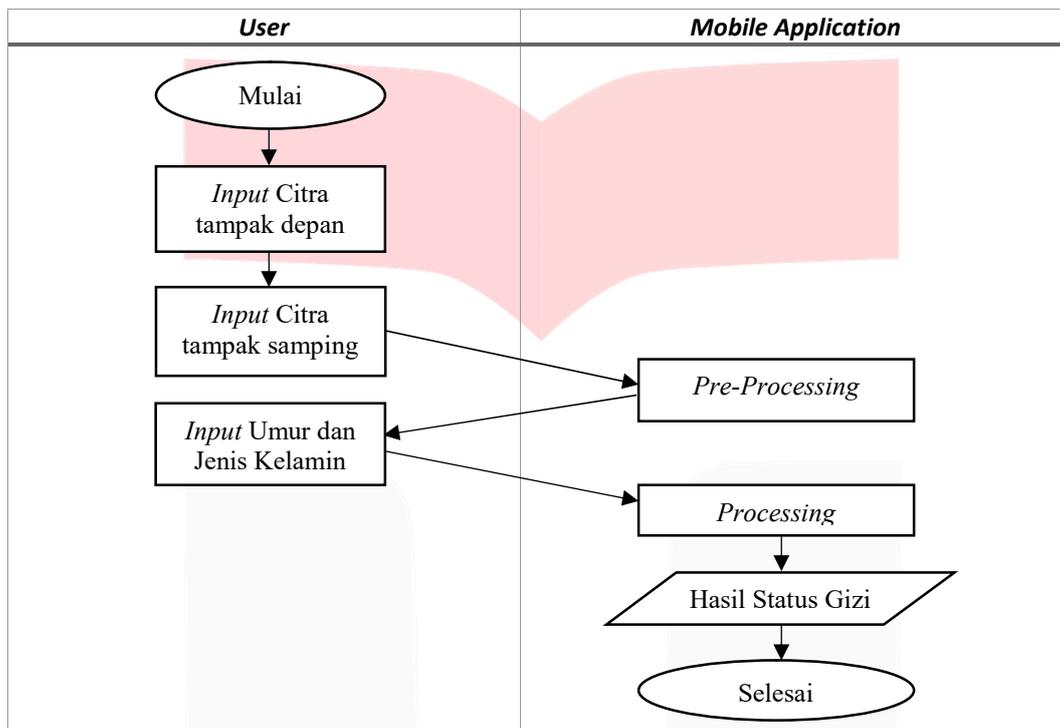
2.5 Rumus Mosteller

Rumus mosteller adalah salah satu rumus untuk menghitung luas permukaan tubuh manusia atau biasa disebut sebagai Body Surface Area (BSA)[9]. Parameter yang digunakan ialah berat dan tinggi badan. Berikut merupakan rumus mosteller:

$$BSA(m^2) = \sqrt{\frac{W(kg) \times H(cm)}{3600}} \tag{6}$$

3. Perancangan Sistem

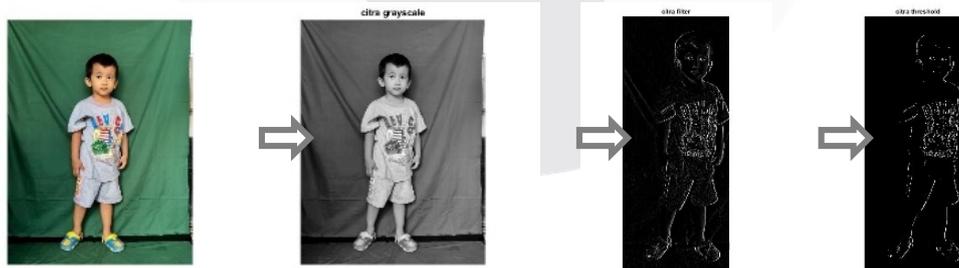
Dalam perancangan dan implementasi sistem ini akan dijelaskan alur cara kerja sistem yang dibuat secara umum. Diagram alir sistem dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 Diagram Alir Aplikasi.

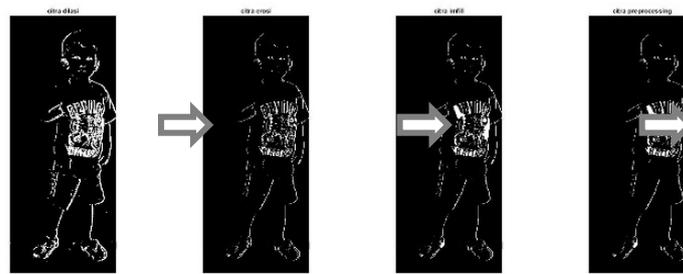
3.1 Pre-Processing

Tahap ini diawali dengan menginputkan citra yang akan diuji. Setelah itu citra akan dirubah ke dalam grayscale, diberikan filter korelasi, dan merubah citra ke satuan biner. Berikut ilustrasi mulai dari proses input hingga citra biner:



Gambar 3. Ilustrasi Pre-processing 1.

Tahap berikutnya yaitu proses operasi morfologi dilasi dan erosi. Setelah itu citra akan diisi ruang-ruang kosongnya dan menyaring piksel-piksel yang tidak digunakan dengan. Proses-proses tersebut ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Pre-processing 2.

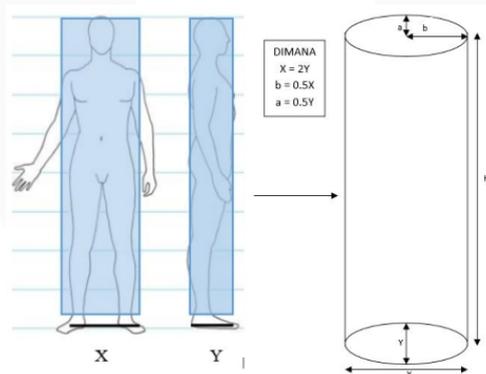
3.2 Processing

Proses berikutnya yaitu mencari nilai tinggi, lebar, dan tebal badan dalam piksel. Sistem akan mencari titik yang menjadi batas-batas dari objek yang diuji. Tinggi badan dalam piksel didapatkan dari selisih batas atas dengan batas bawah dari citra tampak depan. Lebar badan didapatkan dari selisih batas kiri dengan batas kanan dari citra tampak depan. Tebal badan didapatkan dari selisih batas kiri dengan batas kanan dari citra tampak samping. Berikut merupakan ilustrasi hasil perhitungan tinggi, lebar, dan tebal dalam piksel:



Gambar 5 Ilustrasi hasil processing.

Setelah mendapat nilai tinggi, lebar, dan tebal dalam piksel tahap selanjutnya yaitu mencari tinggi badan dan berat badan dengan rumus pendekatan tubuh manusia terhadap luas permukaan selimut elips[10][11]. Rumus luas permukaan silinder elips dengan alas bawah dan atas tertutup yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Ilustrasi pendekatan tubuh manusia terhadap luas permukaan Tabung Elips.

$$\begin{aligned} \text{Luas Permukaan} &= \text{Luas alas} + \text{luas tutup} + \text{luas selimut} \\ &= \pi(X \times Y) + \pi(X \times Y) + \pi(X \times Y) \times H \end{aligned}$$

(9)
(10)

$$BSA = \left(2 \left(\frac{\pi}{2} (A \times B)\right) + \left(\frac{\pi}{2} (A + B) \times \left(1 + \frac{3h}{(10 + \sqrt{4 - 3h})}\right)\right) \times t\right) \times 10^{-5} \times \text{rasio} \quad (11)$$

Dimana:

X = Diameter horizontal elips

Y = Diameter vertikal elips

T = Tinggi dalam piksel

A = 0.5X (dewasa); 0,3X(balita) (12)

B = 0.5Y (dewasa); 0.3Y(balita) (13)

$$h = \frac{(A-B)^2}{(A+B)^2} \quad (14)$$

$$\text{rasio} = \frac{\text{Tinggi badan Sampel Seharusnya}}{\text{Tinggi badan Sampel dalam piksel}} \quad (15)$$

$$\text{tinggi badan} = \text{tinggi dalam piksel} \times \text{rasio} \quad (16)$$

Setelah mendapatkan nilai BSA, nilai berat badan didapatkan dengan rumus Mosteller yang dijelaskan pada persamaan 6.

$$\text{Berat Badan} = \frac{BSA^2 + 3600}{\text{tinggi badan}} \quad (17)$$

3.3 Performansi Sistem

Setelah melakukan proses pengolahan hasil data lapangan, selanjutnya dilakukan pengujian aplikasi yang bertujuan untuk mengetahui performansi agar dapat mengetahui tingkat akurasi dari hasil perancangan sistem ini. Akurasi adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali input yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis, persamaan yang dapat dituliskan:

$$\text{Akurasi Tinggi Badan} = 1 - \frac{(TB \text{ Sistem} - TB \text{ Asli})}{TB \text{ Asli}} \times 100\% \quad (18)$$

$$\text{Akurasi Berat Badan} = 1 - \frac{(BB \text{ Sistem} - BB \text{ Asli})}{BB \text{ Asli}} \times 100\% \quad (19)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan terhadap 60 sampel data dengan perincian sebanyak 35 sampel data citra laki-laki dan 25 sampel data citra perempuan. Pengujian dibagi menjadi 4, yaitu pengujian dengan citra *layer red*, citra *layer green*, citra *layer blue*, dan citra *grayscale*.

4.1 Pengujian Citra Layer Red

Pada tahap ini pengujian ini dilakukan terhadap 60 sampel data dengan perincian sebanyak 35 sampel data citra laki-laki dan 25 sampel data citra perempuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan akurasi sistem berdasarkan citra *layer red*.

Tabel 3 Hasil Akhir Citra Layer Red.

| Jenis Kelamin | Akurasi Berat | Akurasi Tinggi | Akurasi Total |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Laki-Laki | 67.24 | 92.78 | 80.01 |
| Perempuan | 67.47 | 91.32 | 79.39 |

Berdasarkan kepada hasil yang diperoleh pada tabel diatas, pengujian berdasarkan pengolahan citra jenis kelamin perempuan memiliki akurasi yang sedikit lebih tinggi dalam kategori berat badan, namun lebih rendah pada kategori tinggi badan. Secara total laki-laki memiliki nilai akurasi yang lebih baik dari citra jenis kelamin perempuan.

4.2 Pengujian Citra Layer Green

Pada tahap ini pengujian ini dilakukan terhadap 60 sampel data dengan perincian sebanyak 35 sampel data citra laki-laki dan 25 sampel data citra perempuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan akurasi sistem berdasarkan citra *layer green*.

Tabel 4 Hasil Akhir Citra Layer Green.

| Jenis Kelamin | Akurasi Berat | Akurasi Tinggi | Akurasi Total |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Laki-Laki | 64.86 | 92.07 | 78.46 |
| Perempuan | 67.92 | 91.42 | 79.67 |

Berdasarkan kepada hasil yang diperoleh pada tabel diatas, pengujian berdasarkan pengolahan citra jenis kelamin perempuan memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dalam kategori berat badan, namun lebih rendah pada kategori tinggi badan. Secara total citra jenis kelamin perempuan memiliki nilai akurasi yang lebih baik dari citra jenis kelamin laki-laki.

4.3 Pengujian Citra Layer Blue

Pada tahap ini pengujian ini dilakukan terhadap 60 sampel data dengan perincian sebanyak 35 sampel data citra laki-laki dan 25 sampel data citra perempuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan akurasi sistem berdasarkan citra *layer blue*.

Tabel 5 Hasil Akhir Citra Layer Blue.

| Jenis Kelamin | Akurasi Berat | Akurasi Tinggi | Akurasi Total |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Laki-Laki | 65.10 | 92.23 | 78.67 |
| Perempuan | 68.10 | 91.67 | 79.89 |

Berdasarkan kepada hasil yang diperoleh pada tabel diatas, pengujian berdasarkan pengolahan citra jenis kelamin perempuan memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dalam kategori berat badan, namun lebih rendah pada kategori tinggi badan. Secara total citra jenis kelamin perempuan memiliki nilai akurasi yang lebih baik dari citra jenis kelamin laki-laki.

4.4 Pengujian Citra Grayscale

Pada tahap ini pengujian ini dilakukan terhadap 60 sampel data dengan perincian sebanyak 35 sampel data citra laki-laki dan 25 sampel data citra perempuan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan akurasi sistem berdasarkan citra *grayscale*

Tabel 6 Hasil Akhir Citra Layer Red.

| Jenis Kelamin | Akurasi Berat | Akurasi Tinggi | Akurasi Total |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Laki-Laki | 72.26 | 92.13 | 82.19 |
| Perempuan | 73.30 | 91.60 | 82.45 |

Berdasarkan kepada hasil yang diperoleh pada tabel diatas, pengujian berdasarkan pengolahan citra jenis kelamin perempuan memiliki akurasi yang sedikit lebih tinggi dalam kategori berat badan, namun lebih rendah pada kategori tinggi badan. Secara total citra jenis kelamin perempuan memiliki nilai akurasi yang lebih baik daripada citra jenis kelamin laki-laki.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem, didapatkan beberapa kesimpulan:

1. Pada penelitian tugas akhir ini, menghitung status gizi balita dapat dilakukan menggunakan pengolahan citra digital dengan metode Matched Filter dan Morphology Operation.
2. Menghitung status gizi balita dapat dilakukan menggunakan pengolahan citra digital dengan menghitung piksel tinggi, lebar dan tebal badan citra RoI dan luas permukaan tubuh (BSA) balita dengan rumus pendekatan tubuh manusia terhadap tabung silinder elips.
3. Dari semua percobaan yang telah dilakukan, didapat performa optimasi sistem bahwa menghitung status gizi balita pengolahan citra digital menggunakan jenis citra grayscale lebih baik dibandingkan dengan jenis citra lainnya dengan akurasi sebesar 82.19% untuk jenis kelamin laki-laki dan 82.45% untuk jenis kelamin perempuan.
4. Menghitung tinggi badan, berat badan serta status gizi balita dapat dilakukan dengan cara pengambilan citra berbasis aplikasi Android.

Daftar Pustaka

- [1] R. J. Kuczmariski *et al.*, “CDC growth charts: United States.,” *Adv. Data*, vol. 314, no. 314, pp. 1–27, 2000.
- [2] N. Purwati, “Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indeks Antropometri Bb / U Dan Bb / Tb Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan,” *Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 5, no. 4, pp. 12–18, 2016.
- [3] M. K. Das, N. Bhattacharyya, and A. K. Bhattacharyya, “WHO child growth standards,” *European Journal of Pediatrics*, vol. 169, no. 2. pp. 253–255, 2010.
- [4] Kementerian Kesehatan RI, “Standar Antropometri - 2016,” *Gizinet*, 2016. [Online]. Available: <http://gizi.depkes.go.id/standar-antropometri-akan-direvisi>.
- [5] R. M. Wallingford, E. M. Siwek, and I.N.Gray, “Application of Two-Dimensional Matched Filters to X-Ray Radiograp,” vol. 11, no. 1, pp. 879–886, 1992.
- [6] M. Rifki, R. D. Atmaja, and R. Yunendah, “Segmentasi Pembuluh Darah pada Fundus Retina Menggunakan Matched Filter dan Operasi Morfologi.”
- [7] M. Thompson, R. C. R. Gonzalez, P. Wintz, R. E. R. Woods, and B. R. Masters, *Digital image processing*, vol. 14, no. 3. 2002.
- [8] M. S. Ardisasmita, “Matematika Morfologi Untuk Segmentasi dan Analisis Citra,” *Proceedings, Komput. dan Sist. Intelijen*, p. 155, 2000.
- [9] Mosteller. R.D., “Simplified Calculation of Body Suface Area,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 317, p. 1098, 1987.
- [10] M. B. VILLARINO, “Ramanujan’s Perimeter of an Ellipse,” no. March, 2008.
- [11] F. E. Satria, R. D. Atmaja, and S. Aulia, “Perancangan Sistem Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Manusia dengan Operasi Morfologi Citra Digital.”