

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Pixel Per Metric (PPM)*

Pixel Per Metric (PPM) digunakan untuk menentukan ukuran objek. Dimensi objek (lebar atau tinggi) harus memiliki referensi objek untuk kalibrasi. Piksel adalah elemen gambar. Setiap elemen dari array atau persegi di grid adalah piksel (Deplomo dan Balbin, 2020). Rumus *Pixel Per Metrik* adalah rasio lebar gambar dan bidang pandang:

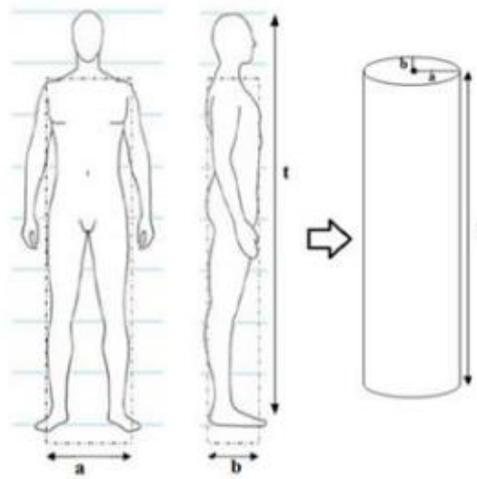
$$ppm = \frac{\text{Image Width (in pixels)}}{\text{Field of View (in meters)}} \quad (2.1)$$

2.2. *Body Surface Area*

Berdasarkan ilmu fisiologi dan ilmu kesehatan, body surface area (BSA) merupakan perhitungan atau kalkulasi luas area tubuh manusia. Terdapat beberapa kegunaan dari BSA yaitu untuk kepentingan kemoterapi, cardiac index, quetelet index, dan lain – lain. Terdapat beberapa kalkulasi untuk menentukan BSA namun yang paling umum digunakan adalah rumus yang ditemukan oleh Mosteller yang menghubungkan berat badan dan tinggi dengan luas tubuh manusia (Adiguna, Magdalena dan Saidah, 2018). Berikut ini merupakan rumus yang ditemukan oleh Mosteller dan digunakan pada penelitian ini :

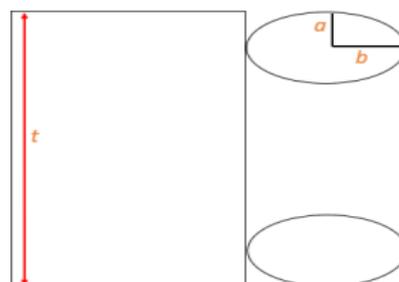
$$BSA = \sqrt{\frac{\text{Tinggi Badan (cm)} \times \text{Berat Badan (kg)}}{3600}} \quad (2.2)$$

Berdasarkan rumus tersebut, jika hendak mencari berat badan maka harus mengetahui nilai dari BSA. Nilai BSA ini nanti dapat diperoleh dari hasil pendekatan rumus tabung terhadap bentuk tubuh manusia. Penghitungan BSA menggunakan pendekatan tubuh manusia terhadap tabung elips seperti terlihat pada gambar 2.1(Fauzi dkk., 2017).



Gambar 2. 1 Pendekatan tubuh terhadap tabung

Berdasarkan gambar 2.1 diatas, a , b , dan t masing-masing mewakili lebar badan tampak depan, lebar badan tampak samping dan tinggi badan, kemudian untuk memperoleh luas permukaan tabung dapat dilakukan dengan mengurai tabung menjadi beberapa bagian seperti terlihat pada Gambar 2.2(Alfian, Fitriyah dan Utaminingrum, 2019)



Gambar 2. 2 Tabung setelah diurai

Adapun rumus luas permukaan tabung merupakan gabungan dari rumus luas elips dan luas persegi panjang, untuk menghitung luas persegi panjang tabung tersebut maka perlu diketahui lebar dari persegi panjang tersebut, lebar persegi panjang pada gambar diatas sebenarnya dapat diperoleh dari keliling elips. Adapun rumus luas dan keliling elips adalah sebagai berikut :

$$\text{Luas elips} = \left(\frac{\pi}{2}\right) \times (a \times b) \quad (2.3)$$

$$\text{keliling elips} = \left(\frac{\pi}{2}\right) \times (a + b) \quad (2.4)$$

Rumus untuk menggambarkan luas permukaan pada bangun ruang untuk mendapatkan nilai BSA merupakan penggabungan antara luas dan keliling elips seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan elips (BSA)} \\ = \left(\frac{\pi}{2}\right) \times (a \times b) + \left(\frac{\pi}{2}\right) \times (a + b) \times t \times K \times 0.0001 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana a adalah lebar depan dan b adalah lebar samping dan t adalah tinggi badan serta K adalah nilai pengali (Abadi *dkk.*, 2022). Faktor pengali yang digunakan dalam sistem dicari dengan memasukan faktor pengali secara acak sehingga hasil berat badan mendekati dengan berat asli objek (Fauzi *dkk.*, 2017). Setelah mendapatkan nilai BSA, kemudian akan dicari nilai berat badan dengan nilai BSA tersebut (Abadi *dkk.*, 2022) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{berat badan} = \frac{BSA^2 \times 3600}{\text{tinggi badan}} \quad (2.6)$$

2.3. Computer Vision

Computer vision merupakan sistem pemrosesan untuk memvisualisasikan data menganalisa berupa gambar image atau dalam bentuk video (Wibowo, 2016) yang bertujuan agar komputer atau mesin dapat meniru kemampuan perseptual mata manusia dan otak untuk tujuan tertentu (Kakani dkk., 2020; Desnanjaya dkk., 2022).

2.4. OpenCV

OpenCV (Open Computer Vision) adalah sebuah *API (Application Programming Interface) library* yang sudah sangat familiar pada pengolahan citra menggunakan *Computer Vision*. *Computer Vision* itu sendiri adalah salah satu cabang dari bidang ilmu pengolahan citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia. Berdasarkan *vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali terhadap suatu objek. Beberapa pengimplementasian dari *Computer Vision* adalah *Face Recognition, Face Detection, Face/Object Tracking, Road Tracking*, dll. *OpenCV* merupakan *library Open Source untuk Computer Vision* untuk C/C++, *OpenCV* didesain untuk aplikasi real-time, memiliki fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk image/video (Rido, Rahayani dan Wakhyu, 2015).

2.5. Aruco Marker

Aruco marker merupakan salah satu pustaka yang terdapat di dalam pustaka *OpenCV*, dalam *website* dokumentasi *OpenCV* dijelaskan bahwa *Aruco* adalah marka bujur sangkar sintetis yang disusun oleh batas hitam lebar dan matriks iner bagian dalam yang menentukan pengenalnya (id). Batas hitam memfasilitasi deteksi cepat dalam gambar dan kodifikasi biner memungkinkan identifikasi dan penerapan teknik deteksi dan koreksi kesalahan. Ukuran penanda menentukan ukuran matriks internal. Misalnya ukuran penanda 4x4 terdiri dari 16 bit.

Aruco digunakan untuk melakukan kalibrasi kamera, estimasi ukuran objek, mengukur jarak kamera dan objek, posisi sumbu 3D, orientasi objek, robotika dan navigasi serta banyak kegunaan lainnya (Roshandri, Utami dan Prasetyo, 2022).

2.6. Bahasa Pemrograman Python

Python adalah salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat *interpreter, interactive, object-oriented*, dan dapat beroperasi hampir di semua platform: *Mac, Linux, dan Windows*. *Python* termasuk bahasa pemrograman yang mudah dipelajari karena sintaks yang jelas, dapat dikombinasikan dengan penggunaan modul siap pakai, dan struktur data tingkat tinggi yang efisien (Zulkhaidi, Maria dan Yulianto, 2020).

Python telah menjadi bahasa pemrograman pilihan untuk area penelitian seperti teknik, analisis data, dan pembelajaran mendalam yang misalnya mendapatkan wawasan dari kumpulan data atau menyesuaikan model prediksi yang akurat selama beberapa tahun terakhir, bukan hanya karena mudah digunakan tetapi

juga ada dukungan masyarakat yang baik. *Python* merupakan *hight-level*, lintas platform, dan menafsirkan bahasa pemrograman yang berfokus pada keterbacaan kode. Sejumlah besar berkualitas tinggi perpustakaan tersedia dan dukungan untuk semua jenis ilmiah perhitungan dipastikan. Karakteristik ini membuat *Python* alat yang tepat untuk banyak proyek penelitian dan industri di mana penyelidikannya bisa agak rumit (Blank dan Deb, 2020).

2.7. Deep Learning

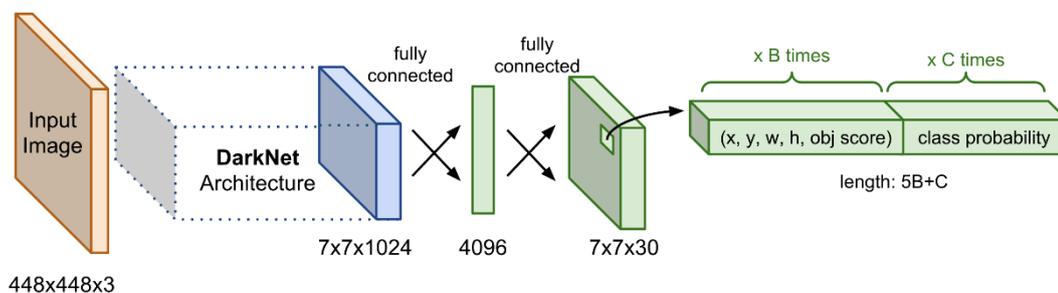
Deep Learning merupakan seperangkat algoritma dalam machine learning yang berusaha belajar dalam berbagai level, sesuai dengan tingkat abstraksi yang berbeda. Ini biasanya menggunakan jaringan syaraf tiruan. Tingkat dalam model statistik yang dipelajari ini sesuai dengan tingkat konsep yang berbeda, di mana konsep tingkat yang lebih tinggi ditentukan dari tingkat yang lebih rendah, dan konsep tingkat yang lebih rendah dapat membantu untuk mendefinisikan banyak konsep tingkat yang lebih tinggi (Rahma dkk., 2021).

2.8. Algoritma You Only Look One (YOLO)

Algoritma YOLO merupakan sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara real-time. Sistem pendeteksian yang dilakukan adalah dengan menggunakan repurpose classifier atau localizer untuk melakukan deteksi. Yolo menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) untuk mendeteksi objek pada sebuah citra. Jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap

wilayah. Kotak-kotak pembatas ini kemudian dibandingkan dengan probabilitas yang diprediksi (Rahma dkk., 2021).

You Only Look Once atau YOLO akan membagi inputan gambar menjadi grid berukuran $S \times S$, dimana nilai S adalah 7 dengan input gambar berukuran 448×448 . Untuk mendapatkan bounding box, akan dilakukan konvolusi dari inputan gambar, sehingga hasil akhirnya akan mendapat ukuran bounding box sebesar $S \times S \times (B \times 5 + C)$ dimana B adalah banyaknya bounding box (umumnya 2) dalam 1 grid dan C adalah banyaknya class yang dapat diklasifikasi. Nilai B dikalikan dengan 5 karena sebuah bounding box memiliki 5 nilai yang perlu disimpan, koordinat x , koordinat y , lebar (width), tinggi (height), dan confidence score (nilai probabilitas bounding box yang bersangkutan memiliki sebuah objek) sebagaimana dijelaskan pada ilustrasi gambar 2.1 (Shianto, Gunadi dan Setyati, 2019).



Gambar 2. 3 *Architecture Network YOLO* (Sumber: <https://lilianweng.github.io/posts/2018-12-27-object-recognition-part-4/>)

2.9. Penelitian Terkait (*State of The Art*)

Penelitian terkait akan menjawab pertanyaan yang berhubungan pada permasalahan pengukuran tinggi dan berat badan yang disajikan pada tabel 2.1 *state of the art*.

Tabel 2.1 *State of The art*

No.	Judul	Penulis dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1.	Alat Ukur Tinggi Tubuh Manusia Menggunakan Kamera Berbasis Template Matching	(Rido, Rahayani dan Wakhyu, 2015)	Template Matching	Penelitian ini mendapatkan hasil sebuah sistem untuk mengukur tinggi dan berat. nilai <i>error</i> rata-rata yang didapatkan dalam pengukuran tinggi objek ialah <5% dengan jarak kamera ke objek sejauh 20 cm, 100cm, 300 cm. Sedangkan untuk pengukuran berat objek memiliki nilai <i>error</i> >50%.
2.	Analisa Metode Pengukuran Berat Badan Manusia Dengan Pengolahan Citra	(Fauzi dkk., 2017)	Pengolahan citra	Penelitian ini peneliti menganalisa pengukuran berat badan berdasarkan pengolahan citra dengan jarak kamera ke objek sejauh 250cm dan 470cm yang memiliki nilai akurasi sebesar 95,63% pada jarak 470 cm dan akurasinya sebesar 90,91% pada jarak 250 cm.
3.	Rancang Bangun Sistem Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Berat Badan Ideal	(Efendi, Tsauri dan Uljanah, 2017)	Pengolahan Citra	Penelitian ini, peneliti menggunakan matlab untuk merancang sistem pengolahan citra digital yang dibuat untuk menentukan berat badan ideal yang memiliki nilai persentase rata-rata selisih penyimpangan sebesar 1.63% terhadap tinggi badan dan 11.6% terhadap berat badan. Sedangkan untuk menentukan berat badan ideal seseorang memiliki tingkat akurasi mencapai 75%
4.	Sistem Pengukur Tinggi dan Berat Badan berbasis <i>Morphological Image Processing</i>	(Suci, Satria dan Atmaja, 2018)	<i>Morphological Image Processing</i>	Berdasarkan hasil pengujian sistem penghitung tinggi dan berat badan, diperoleh <i>Approximate Value (ApV)</i> hasil sistem terhadap nilai sesungguhnya masing-masing untuk Tinggi Badan

No.	Judul	Penulis dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
				(TB dalam satuan cm) dan Berat Badan (BB dalam satuan kg) yaitu 98.42 % dan 94.4 %. Nilai performansi TB dan BB berbeda karena saat pengujian dilakukan perhitungan ApV masing-masing, untuk perhitungan langsung TB dan BB secara otomatis dari satu image belum diujikan karena nilai pendekatan (ApV) BB masih belum maksimal. Nilai pendekatan tersebut diperoleh dengan parameter terbaik yaitu jarak akuisisi pada 306 cm, ukuran strel disk (structure element) =2, nilai faktor pengali (FP) BB 0.958 dan ukuran citra yang digunakan 2462×1632 piksel
5.	Sistem Deteksi Idealitas Berat Badan Secara Real Time Dengan Menggunakan Metode <i>Gray Level Co-Occurance Matrix</i> Dan <i>Body Surface Area</i>	(Adiguna, Magdalena dan Saidah, 2018)	<i>Gray Level Co-Occurance Matrix</i> Dan <i>Body Surface Area</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur berat badan ideal dengan berbagai rumus perhitungan mendapatkan hasil untuk pengujian tinggi dan lebar badan akurasi yang didapatkan sebesar 95,97% dengan menggunakan skala 22,7 dan untuk pengujian berat badan akurasi maksimum sebesar 95,39% dengan nilai faktor pengali (K) 0,98.
6.	Aplikasi Pengukur Tinggi Badan Berbasis Android	(Zikra dkk., 2019)	Pengolahan Citra	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tinggi badan dengan pengujian terhadap 30 sampel yang terdiri dari 23 orang laki-laki dan 7 orang perempuan dan menggunakan parameter kondisi cahaya 1596 lux dan jarak 4 m menghasilkan akurasi sebesar 99.3%. Pada penelitian ini, nilai akurasi dapat berubah berdasarkan kontras cahaya

No.	Judul	Penulis dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
				dan juga kontras warna yang digunakan sampel dengan <i>background</i> .
7.	Sistem Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Berdasarkan Perhitungan Body Surface Area (BSA) Menggunakan Boundingbox Berbasis Raspberry Pi	(Alfian, Fitriyah dan Utaminingrum, 2019)	Boundingbox	Penggunaan metode <i>BoundingBOX</i> dalam pengambilan data sebanyak 44 gambar mendapatkan hasil yang baik dengan kesalahan sebesar 18,2, sehingga akurasi dari sistem pengukuran tinggi dan berat badan menggunakan metode <i>BoundingBOX</i> sebesar 81,8%
8.	Classification of Human Weight Based on Image	('Uyun dan Efendi, 2019)	Pengolahan Citra	Penelitian ini dilakukan dengan pengujian tiga algoritma. Pertama, melakukan analisis terhadap perhitungan rumus turunan dengan pendekatan rumus tabung. Kedua, analisis penggunaan algoritma deteksi tepi. Ketiga, melakukan konversi satuan dan keempat mengusulkan beberapa algoritma untuk menghitung tinggi dan berat badan yang digunakan untuk menentukan berat badan ideal. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Algoritma C (menghitung lebar objek dimulai dari posisi tinggi citra yang menyesuaikan dengan setengah dari tinggi objek dalam citra) memiliki hasil terbaik. Algoritma ini menghasilkan nilai prosentase rata-rata selisih penyimpangan sistem sebesar 1,85% terhadap tinggi badan dan 8,87% terhadap berat badan. Sedangkan tingkat akurasi sistem dalam menentukan berat badan ideal telah mencapai 78,7%.

No.	Judul	Penulis dan Tahun	Metode	Hasil Penelitian
9.	Perhitungan Indeks Massa Tubuh Less Contact Berbasis Computer Vision dan Regresi Linear	(Abadi dkk., 2022)	<i>Computer Vision dan Regresi Linear</i>	Penelitian ini menunjukkan hasil yaitu dapat melakukan perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) berdasarkan citra deteksi tepi tubuh manusia secara langsung (<i>real time</i>) tanpa harus menyimpan citra sampel terlebih dahulu dengan pemanfaatan persamaan linear regresi. Persamaan analisis regresi ini memberikan hasil untuk pengukuran tinggi badan yang sangat baik dengan akurasi sebesar 98,96% dan <i>error</i> rata-rata sebesar 1,04%, untuk metode <i>Body Surface Area</i> (BSA) dengan faktor pengali menghasilkan perhitungan berat badan yang memiliki akurasi sebesar 88,54% dan <i>error</i> rata-rata sebesar 11,4%. Kemudian perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) diperoleh akurasi sistem sebesar 88,24% dan <i>error</i> rata-rata sebesar 11,76%, serta akurasi untuk pengkategorian IMT antara yang dihasilkan sistem dengan IMT sebenarnya sebesar 60%, hal ini dikarenakan selisih nilai IMT yang kecil dapat menghasilkan perbedaan kategori yang signifikan
10.	Aplikasi Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Manusia Menggunakan Morphological Image Processing	(Nicky, Gunadi dan Purbowo, 2022)	<i>Morphological Image Procesing</i>	Hasil penelitian rata-rata akurasi pengukuran tinggi badan menggunakan <i>image processing morphological</i> adalah 98%. Sementara hasil rata-rata akurasi pengukuran berat badan menggunakan rumus <i>body surface area</i> adalah 95%

No.	Penulis dan Tahun	Objek	Metode									Hasil		
			<i>Template Matching</i>	<i>Image Processing</i>	<i>Morphological Image Processing</i>	<i>BoundingBox</i>	<i>Computer Vision</i>	<i>Regresi Linear</i>	<i>Pixel to Metric</i>	<i>Gray Level Co-Occurance Matrix</i>	<i>Body Surface Area</i>	Akurasi	<i>Time Inferencing</i>	
4.	(Suci, Satria dan Atmaja, 2018)	Tinggi Badan dan Berat Badan			✓								✓	
5.	(Adiguna, Magdalena dan Saidah, 2018)	Tinggi Badan dan Berat Badan								✓	✓	✓	✓	
6.	(Zikra <i>dkk.</i> , 2019)	Tinggi Badan		✓									✓	
7.	(Alfian, Fitriyah dan Utaminingrum, 2019)	Tinggi Badan dan Berat Badan				✓							✓	
8.	([*] Uyun dan Efendi, 2019)	Tinggi Badan dan Berat Badan		✓									✓	
9.	(Abadi <i>dkk.</i> , 2022)	Tinggi Badan dan Berat Badan					✓	✓			✓	✓	✓	
10.	(Nicky, Gunadi dan Purbowo, 2022)	Tinggi Badan dan Berat Badan			✓								✓	
11.	Penelitian Usulan (Fajar, 2023)	Tinggi Badan dan Berat Badan					✓		✓		✓	✓	✓	✓