

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Teori Dasar

Teori dasar membantu pemahaman kita tentang konsep mendasar, hubungan antara variabel, dan penjelasan metodis tentang fenomena. Memahami teori dasar memungkinkan kita untuk menerapkan masalah dalam berbagai situasi dan melakukan analisis yang lebih mendalam.

2.1.1. *Augmented Reality*

Salah satu kemajuan teknologi terbaru dalam bidang interaksi saat ini adalah *Augmented Reality* (AR), yang menggabungkan objek dari dunia nyata dengan objek virtual atau maya dalam kondisi *realtime*. Dengan bantuan teknologi yang tepat, penggabungan ini dapat terjadi dan interaksi dapat terjadi melalui perangkat tertentu. (Adlan Al Hawari Nasution and Suryana, 2023).

Ronald T. Azuma dalam jurnal nya yang berjudul “*A Survey of Augmented Reality*” mendefinisikan *augmented reality* sebagai penggabungan benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terintegrasi dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi di dunia nyata. Penggabungan ini dapat dilakukan dengan teknologi tampilan yang sesuai, perangkat input tertentu memungkinkan interaktivitas, dan integrasi yang baik antara benda nyata dan maya memegang peran yang sangat penting.

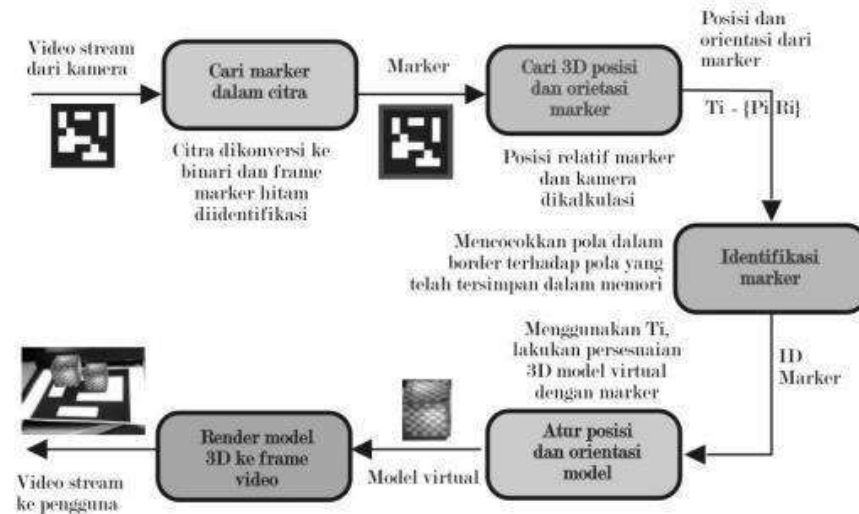
Dengan menggabungkan gambar ke dalam dunia nyata, *augmented reality* (AR) adalah cabang dari *artificial intelligence* (AI). Banyak perangkat yang memungkinkan *augmented reality* untuk digunakan, termasuk *smartphone*, berbagai aplikasi, dan *game*. *Augmented reality* adalah salah satu teknologi yang menggunakan teknik *vision* komputer untuk mengukur keseuaian antara citra dan dunia nyata. Ini memungkinkan untuk menghitung pose, *projection matrix*, dan homografi dari perubahan ini. Menurut buku "*Handbook of Augmented Reality*", *augmented reality* bertujuan untuk membuat hidup pengguna lebih mudah dengan menyampaikan informasi maya untuk setiap orang yang melihat dunia nyata secara langsung, seperti *live streaming* video. (Sari, Batubara, Hazidar, & Basri, 2022). Persepsi dan interaksi pengguna dengan dunia nyata dapat ditingkatkan melalui *augmented reality*.

1. *ARToolKitPlus*

ARToolKitPlus adalah alat *open source* yang tersedia di bawah lisensi *GPL* yang digunakan untuk membuat aplikasi *augmented reality* yang mudah digunakan.

2. Pustaka *OpenGL*

OpenGL adalah pustaka *cross-platform* yang dapat digunakan pada hampir semua sistem operasi. Pustaka *DirectX* adalah alternatif lain, yang hanya dapat digunakan pada sistem operasi *Windows*.



Gambar 2. 1 *Augmented Reality*

Seperti yang ditunjukkan dalam gambar, ada lima langkah yang harus diambil untuk menggambar objek virtual dalam dunia nyata. Pertama, batas cahaya digunakan untuk mengubah warna tangkapan kamera (*webcam*) menjadi biner hitam atau putih. Selanjutnya, gambar ini melakukan pencarian pola kotak. Kemungkinan ada beberapa kotak yang dikenali dalam tahap ini, namun tidak semua kotak tersebut adalah marker. Setiap kotak yang ditemukan disesuaikan dengan marker yang telah dilatih sebelumnya. *ARToolKitPlus* menemukan *marker tracking* atau *fiducial marker* jika sesuai. Kemudian, menggunakan ukuran dan pola orientasi yang telah diketahui, *ARToolKitPlus* menentukan posisi kamera relatif terhadap *marker*. Hasil kalkulasi dimasukkan ke dalam *matriks* 3×4 Teknologi *Augmented Reality*. Kemudian, *OpenGL* digunakan untuk menghasilkan objek virtual berdasarkan *matriks* 3×4 yang berisi nilai posisi kamera relatif terhadap *marker* dalam koordinat dunia nyata. Dua pendekatan untuk *augmented reality* saat ini dikembangkan: *Tracking Berbasis Marker* dan *Augmented Reality Tanpa Marker*.

1. Metode *Marker Based Tracking*

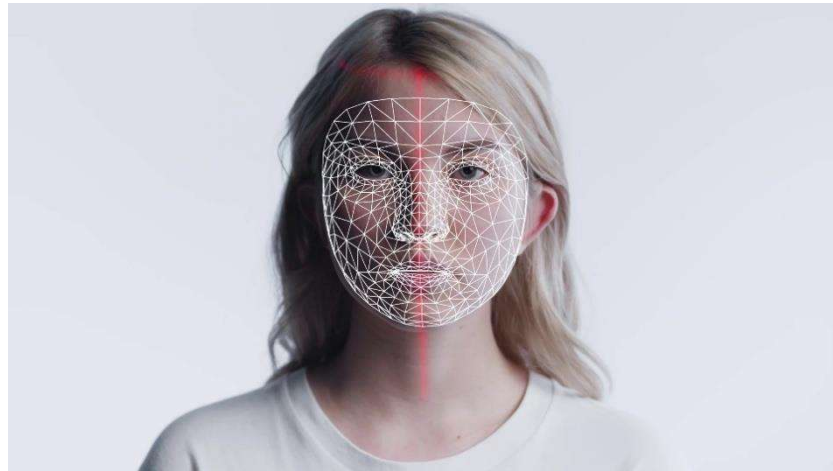
Biasanya, *marker* menampilkan gambar persegi hitam atas putih dengan batas tebal hitam dan latar belakang putih. Komputer akan membuat dunia virtual 3D dengan huruf X, Y, dan Z setelah mengenali posisi marker orientasi. Metode ini telah dikembangkan sejak 1980-an, tetapi baru pada awal 1990-an mulai digunakan untuk *Augmented Reality*.

2. Metode *Markerless Augmented Reality*

Markerless augmented reality mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang tidak menggunakan *marker* karena pengguna tidak perlu lagi menggunakan *marker* untuk menampilkan elemen digital. *Tracking* wajah, *tracking* objek 3D, *tracking* gerakan, dan *tracking* berbasis GPS adalah beberapa teknik *tracking* tanpa *marker*.

- a. *Face Tracking*

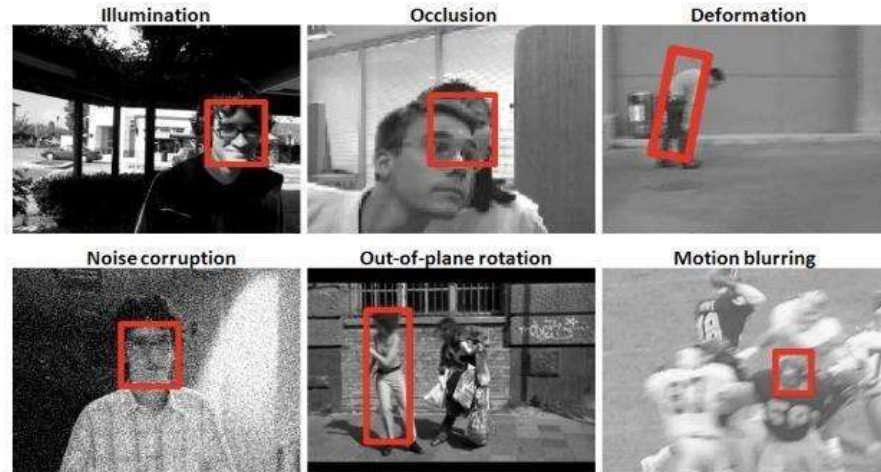
Teknik ini dapat membuat komputer mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia. Kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti rumah, meja, dan lainnya.



Gambar 2. 2 *Face Tracking*

b. *3D Object Tracking*

Teknik *3D Object Tracking* tidak hanya mengenali wajah manusia saja, namun dapat mengenali semua bentuk objek disekitarnya (Miyanti, Muhidin, & Ardiatma, 2023). Kondisi objek dapat memengaruhi keakuratannya.



Gambar 2. 3 *Kondisi Object Tracking*

c. *Motion Tracking*

Teknik *Motion Tracking* memungkinkan komputer mengidentifikasi gerakan. Film-film yang memanipulasi gerakan telah menggunakan teknik ini secara luas.



Gambar 2. 4 Motion Tracking

d. *GPS Based Tracking*

Teknik *GPS Based Tracking* adalah teknik yang menggunakan fitur GPS dan kompas yang tersedia pada *smartphone*. Aplikasi akan mengambil data dari kedua fitur ini dan kemudian menampilkan data dalam bentuk *real-time* dan 3D dari arah yang diinginkan.



Gambar 2. 5 GPS Based Tracking

2.1.2. Unity 3D



Gambar 2. 6 *Unity 3D*

Unity Technologies Inc. mengembangkan *game engine* berbasis *cross-platform Unity 3D*, yang menawarkan alat yang terintegrasi untuk membuat *game*, arsitektur bangunan, dan simulasi. Untuk membuat *game online*, *Unity Web Player* adalah *plugin* yang diperlukan. *Unity Web Player* mendukung berbagai *platform*, termasuk komputer, ponsel, *PlayStation*, dan *Xbox*. (Rashid, Utama, & Pramono, 2024). Bahasa yang digunakan untuk menulis *script* pada *unity* adalah *Javascript*, *C#*, dan *Boo*. *Script* pada *Unity* berfungsi untuk membuat perintah terhadap *game object*.

2.1.3. Balita

Menteri Kesehatan Republik Indonesia dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 (Kementrian Kesehatan, 2020) balita adalah anak-anak berusia 12 bulan hingga 59 bulan, sementara WHO berpendapat balita anak-anak berusia 0 hingga 60 bulan. Balita dapat dibagi menjadi dua kategori: batita (anak usia lebih dari satu tahun sampai tiga tahun) dan prasekolah (anak usia lebih dari tiga tahun sampai lima tahun). Balita perlu memperoleh zat

gizi dalam jumlah yang tepat dan kualitas yang baik dari makanan sehari-hari, jadi masa balita sangat penting dan memerlukan perhatian khusus (Ramadani Akbar Ariyadi et al., 2023).

2.1.4. Stunting

Menteri yang bertanggung jawab atas urusan kesehatan menetapkan standar untuk stunting, yaitu gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak yang disebabkan oleh kekurangan gizi kronis dan infeksi berulang (Pencegahan Stunting pada Masyarakat Desa Simandolak Kecamatan Benai Kabupaten Kuantan Singingi Pebriandi, Fatriansyah, Rizka, Nur Indahsari, & Oktari Yulanda, 2023). Dalam *Global Nutrition Targets 2025, World Health Organization (WHO)* mendefinisikan stunting sebagai gangguan pertumbuhan yang tidak dapat diperbaiki yang sebagian besar disebabkan oleh infeksi berulang selama 1000 hari pertama kehidupan dan asupan nutrisi yang buruk. Tabel standar antropometri status gizi anak oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia digunakan sebagai tolak ukur stunting. Beberapa faktor yang mempengaruhi status gizi balita termasuk asupan makanan, penyakit infeksi, faktor ekonomi keluarga, sanitasi lingkungan, dan pengetahuan tentang gizi (Kementerian Kesehatan, 2020).

Tumbuh normal adalah pertumbuhan yang sesuai dengan grafik pertumbuhan. Ini adalah contoh kondisi gizi dan kesehatan yang ideal. Jika pertumbuhan berat badan dapat dipertahankan dalam batas normal, maka pertumbuhan panjang dan tinggi juga akan normal. Namun, kecepatan pertumbuhan berbeda. Saat berat badan meningkat, panjang dan tinggi badan serta lingkar kepala berkurang. Sangat penting untuk melakukan evaluasi pertumbuhan

anak secara rutin. Masalah fisik dan psikososial yang beragam dapat memengaruhi perkembangan anak. Pertumbuhan yang terganggu dapat menunjukkan masalah dan kesehatan. Untuk menilai status gizi dan pertumbuhan anak Indonesia, standar antropometri anak digunakan. Ini membantu mengidentifikasi anak-anak yang berisiko gagal tumbuh tanpa menunggu anak menderita masalah gizi. Standar ini juga digunakan sebagai dasar untuk mendukung kebijakan kesehatan dan dukungan publik yang berkaitan dengan pencegahan gangguan pertumbuhan. Standar Perkembangan Anak Dunia (WHO) untuk anak usia 0 hingga 5 tahun dan Referensi WHO 2007 untuk anak usia 5 (lima) hingga 18 (delapan belas) tahun adalah referensi untuk standar Antropometri Anak di Indonesia (Kementrian Kesehatan, 2020)

Menurut Kementrian Kesehatan Indonesia, Tabel standar antropometri adalah format yang dapat digunakan untuk menyimpan data tentang tingkat penduduk yang menurun. Tabel ini berisi standar antropometri anak yang akan digunakan untuk menghitung aplikasi yang akan dibuat. Tabel ini didasarkan pada parameter berat badan dan panjang badan, seperti:

1. Indeks Berat Badan menurut Umur (BB/U)

Indeks ini menunjukkan berat badan anak sehubungan dengan umurnya. Ini dapat digunakan untuk menilai anak dengan berat badan rendah, yang disebut *underweight*, atau berat badan yang sangat rendah. Seorang anak dengan BB/U rendah mungkin mengalami masalah pertumbuhan.

2. Indeks Panjang Badan atau Tinggi Badan menurut Umur (PB/U atau TB/U)

Indeks ini menggambarkan panjang atau tinggi badan anak berdasarkan umurnya. Ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi anak-anak yang pendek (*stunted*) atau sangat pendek (*severely stunted*), yang disebabkan oleh kekurangan gizi atau sering sakit. Anak-anak dengan tinggi badan di atas normal yang biasanya disebabkan oleh gangguan endokrin juga dapat diidentifikasi, tetapi ini jarang terjadi di Indonesia. Tabel standar antropometri yang digunakan untuk menilai status gizi anak laki-laki dan perempuan berusia 0 hingga 60 bulan diberikan di sini.

3. Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak

Tabel 2. 1 Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak
sumber : (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>)

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Berat Badan menurut Umur (BB/U) anak usia 0 - 60 bulan	Berat badan sangat kurang (<i>severely underweight</i>)	<-3 SD
	Berat badan kurang (<i>underweight</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Berat badan normal	-2 SD sd +1 SD
	Risiko Berat badan lebih ¹	> +1 SD
Panjang Badan atau Tinggi Badan	Sangat pendek (<i>severely stunted</i>)	<-3 SD

menurut Umur (PB/U atau TB/U) anak usia 0 – 60 bulan	Pendek (<i>stunted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Normal	-2 SD sd +3 SD
	Tinggi ²	> +3 SD
Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	> + 1 SD sd + 2 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	> + 2 SD sd + 3 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	> + 3 SD
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>) ³	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>) ³	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD

	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	$> + 1 \text{ SD sd } + 2 \text{ SD}$
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	$> + 2 \text{ SD sd } + 3 \text{ SD}$
	Obesitas (<i>obese</i>)	$> + 3 \text{ SD}$
Indeks Massa Tubuh menurut	Gizi buruk (<i>severely thinness</i>)	$< -3 \text{ SD}$

Keterangan:

- a. Anak yang termasuk pada kategori ini mungkin memiliki masalah pertumbuhan, perlu dikonfirmasi dengan BB/TB atau IMT/U
 - b. Anak pada kategori ini termasuk sangat tinggi dan biasanya tidak menjadi masalah kecuali kemungkinan adanya gangguan endokrin seperti tumor yang memproduksi hormon pertumbuhan. Rujuk ke dokter spesialis anak jika diduga mengalami gangguan endokrin (misalnya anak yang sangat tinggi menurut umurnya sedangkan tinggi orang tua normal).
 - c. Walaupun interpretasi IMT/U mencantumkan gizi buruk dan gizi kurang, kriteria diagnosis gizi buruk dan gizi kurang menurut pedoman Tatalaksana Anak Gizi Buruk menggunakan Indeks Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB).
4. Tabel Standar Antropometri dan Grafik Pertumbuhan Anak

Tabel Standar Antropometri Anak dan grafik pertumbuhan anak digunakan untuk menentukan status gizi anak, tetapi grafik pertumbuhan anak lebih menggambarkan kecenderungan pertumbuhan anak. Tabel dan grafik menggunakan ambang batas yang sama (Kementrian Kesehatan, 2020)

Dengan menggunakan baik tabel maupun grafik, harus memperhatikan keempat indeks standar antropometri secara bersamaan untuk mengidentifikasi masalah pertumbuhan dan pencegahan. Tabel Standar Antropometri dan Grafik Pertumbuhan Anak (GPA) terdiri dari indeks Berat Badan menurut Umur (BB/U), Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB), Tinggi Badan menurut Umur (TB/U), dan Indeks Masa Tubuh menurut Umur (IMT/U), sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Standar Antropometri berat badan anak laki-laki menurut umur(BB/U)
sumber : (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>)

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Med	+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

11	6.8	7.6	8.4	9.4	10.5	11.7	13.0
12	6.9	7.7	8.6	9.6	10.8	12.0	13.3
13	7.1	7.9	8.8	9.9	11.0	12.3	13.7
14	7.2	8.1	9.0	10.1	11.3	12.6	14.0
15	7.4	8.3	9.2	10.3	11.5	12.8	14.3
16	7.5	8.4	9.4	10.5	11.7	13.1	14.6
17	7.7	8.6	9.6	10.7	12.0	13.4	14.9
18	7.8	8.8	9.8	10.9	12.2	13.7	15.3
19	8.0	8.9	10.0	11.1	12.5	13.9	15.6
20	8.1	9.1	10.1	11.3	12.7	14.2	15.9
21	8.2	9.2	10.3	11.5	12.9	14.5	16.2
22	8.4	9.4	10.5	11.8	13.2	14.7	16.5
23	8.5	9.5	10.7	12.0	13.4	15.0	16.8
24	8.6	9.7	10.8	12.2	13.6	15.3	17.1
25	8.8	9.8	11.0	12.4	13.9	15.5	17.5
26	8.9	10.0	11.2	12.5	14.1	15.8	17.8
27	9.0	10.1	11.3	12.7	14.3	16.1	18.1
28	9.1	10.2	11.5	12.9	14.5	16.3	18.4
29	9.2	10.4	11.7	13.1	14.8	16.6	18.7
30	9.4	10.5	11.8	13.3	15.0	16.9	19.0
31	9.5	10.7	12.0	13.5	15.2	17.1	19.3
32	9.6	10.8	12.1	13.7	15.4	17.4	19.6
33	9.7	10.9	12.3	13.8	15.6	17.6	19.9
34	9.8	11.0	12.4	14.0	15.8	17.8	20.2
35	9.9	11.2	12.6	14.2	16.0	18.1	20.4
36	10.0	11.3	12.7	14.3	16.2	18.3	20.7
37	10.1	11.4	12.9	14.5	16.4	18.6	21.0
38	10.2	11.5	13.0	14.7	16.6	18.8	21.3

39	10.3	11.6	13.1	14.8	16.8	19.0	21.6
40	10.4	11.8	13.3	15.0	17.0	19.3	21.9
41	10.5	11.9	13.4	15.2	17.2	19.5	22.1
42	10.6	12.0	13.6	15.3	17.4	19.7	22.4
43	10.7	12.1	13.7	15.5	17.6	20.0	22.7
44	10.8	12.2	13.8	15.7	17.8	20.2	23.0
45	10.9	12.4	14.0	15.8	18.0	20.5	23.3
46	11.0	12.5	14.1	16.0	18.2	20.7	23.6
47	11.1	12.6	14.3	16.2	18.4	20.9	23.9
48	11.2	12.7	14.4	16.3	18.6	21.2	24.2
49	11.3	12.8	14.5	16.5	18.8	21.4	24.5
50	11.4	12.9	14.7	16.7	19.0	21.7	24.8
51	11.5	13.1	14.8	16.8	19.2	21.9	25.1
52	11.6	13.2	15.0	17.0	19.4	22.2	25.4
53	11.7	13.3	15.1	17.2	19.6	22.4	25.7
54	11.8	13.4	15.2	17.3	19.8	22.7	26.0
55	11.9	13.5	15.4	17.5	20.0	22.9	26.3
56	12.0	13.6	15.5	17.7	20.2	23.2	26.6
57	12.1	13.7	15.6	17.8	20.4	23.4	26.9
58	12.2	13.8	15.8	18.0	20.6	23.7	27.2
59	12.3	14.0	15.9	18.2	20.8	23.9	27.6
60	12.4	14.1	16.0	18.3	21.0	24.2	27.9

Tabel 2. 3 Standar antropometri panjang badan anak laki-laki menurut umur (PB/U)

sumber : (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>)

Umur (bulan)	Panjang Badan (cm)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD

0	44.2	46.1	48.0	49.9	51.8	53.7	55.6
1	48.9	50.8	52.8	54.7	56.7	58.6	60.6
2	52.4	54.4	56.4	58.4	60.4	62.4	64.4
3	55.3	57.3	59.4	61.4	63.5	65.5	67.6
4	57.6	59.7	61.8	63.9	66.0	68.0	70.1
5	59.6	61.7	63.8	65.9	68.0	70.1	72.2
6	61.2	63.3	65.5	67.6	69.8	71.9	74.0
7	62.7	64.8	67.0	69.2	71.3	73.5	75.7
8	64.0	66.2	68.4	70.6	72.8	75.0	77.2
9	65.2	67.5	69.7	72.0	74.2	76.5	78.7
10	66.4	68.7	71.0	73.3	75.6	77.9	80.1
11	67.6	69.9	72.2	74.5	76.9	79.2	81.5
12	68.6	71.0	73.4	75.7	78.1	80.5	82.9
13	69.6	72.1	74.5	76.9	79.3	81.8	84.2
14	70.6	73.1	75.6	78.0	80.5	83.0	85.5
15	71.6	74.1	76.6	79.1	81.7	84.2	86.7
16	72.5	75.0	77.6	80.2	82.8	85.4	88.0
17	73.3	76.0	78.6	81.2	83.9	86.5	89.2
18	74.2	76.9	79.6	82.3	85.0	87.7	90.4
19	75.0	77.7	80.5	83.2	86.0	88.8	91.5
20	75.8	78.6	81.4	84.2	87.0	89.8	92.6
21	76.5	79.4	82.3	85.1	88.0	90.9	93.8
22	77.2	80.2	83.1	86.0	89.0	91.9	94.9
23	78.0	81.0	83.9	86.9	89.9	92.9	95.9
24 *	78.7	81.7	84.8	87.8	90.9	93.9	97.0

Keterangan * : pengukuran panjang badan dilakukan dalam keadaan anak telentang

Tabel 2. 4 Standar antropometri berat badan perempuan menurut umur (BB/U)
 sumber : (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>)

Umur (bulan)	Berat Badan (Kg)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
0	2.0	2.4	2.8	3.2	3.7	4.2	4.8
1	2.7	3.2	3.6	4.2	4.8	5.5	6.2
2	3.4	3.9	4.5	5.1	5.8	6.6	7.5
3	4.0	4.5	5.2	5.8	6.6	7.5	8.5
4	4.4	5.0	5.7	6.4	7.3	8.2	9.3
5	4.8	5.4	6.1	6.9	7.8	8.8	10.0
6	5.1	5.7	6.5	7.3	8.2	9.3	10.6
7	5.3	6.0	6.8	7.6	8.6	9.8	11.1
8	5.6	6.3	7.0	7.9	9.0	10.2	11.6
9	5.8	6.5	7.3	8.2	9.3	10.5	12.0
10	5.9	6.7	7.5	8.5	9.6	10.9	12.4
11	6.1	6.9	7.7	8.7	9.9	11.2	12.8
12	6.3	7.0	7.9	8.9	10.1	11.5	13.1
13	6.4	7.2	8.1	9.2	10.4	11.8	13.5
14	6.6	7.4	8.3	9.4	10.6	12.1	13.8
15	6.7	7.6	8.5	9.6	10.9	12.4	14.1
16	6.9	7.7	8.7	9.8	11.1	12.6	14.5
17	7.0	7.9	8.9	10.0	11.4	12.9	14.8
18	7.2	8.1	9.1	10.2	11.6	13.2	15.1
19	7.3	8.2	9.2	10.4	11.8	13.5	15.4
20	7.5	8.4	9.4	10.6	12.1	13.7	15.7
21	7.6	8.6	9.6	10.9	12.3	14.0	16.0
22	7.8	8.7	9.8	11.1	12.5	14.3	16.4
23	7.9	8.9	10.0	11.3	12.8	14.6	16.7

24	8.1	9.0	10.2	11.5	13.0	14.8	17.0
25	8.2	9.2	10.3	11.7	13.3	15.1	17.3
26	8.4	9.4	10.5	11.9	13.5	15.4	17.7
27	8.5	9.5	10.7	12.1	13.7	15.7	18.0
28	8.6	9.7	10.9	12.3	14.0	16.0	18.3
29	8.8	9.8	11.1	12.5	14.2	16.2	18.7
30	8.9	10.0	11.2	12.7	14.4	16.5	19.0
31	9.0	10.1	11.4	12.9	14.7	16.8	19.3
32	9.1	10.3	11.6	13.1	14.9	17.1	19.6
33	9.3	10.4	11.7	13.3	15.1	17.3	20.0
34	9.4	10.5	11.9	13.5	15.4	17.6	20.3
35	9.5	10.7	12.0	13.7	15.6	17.9	20.6
36	9.6	10.8	12.2	13.9	15.8	18.1	20.9
37	9.7	10.9	12.4	14.0	16.0	18.4	21.3
38	9.8	11.1	12.5	14.2	16.3	18.7	21.6
39	9.9	11.2	12.7	14.4	16.5	19.0	22.0
40	10.1	11.3	12.8	14.6	16.7	19.2	22.3
41	10.2	11.5	13.0	14.8	16.9	19.5	22.7
42	10.3	11.6	13.1	15.0	17.2	19.8	23.0
43	10.4	11.7	13.3	15.2	17.4	20.1	23.4
44	10.5	11.8	13.4	15.3	17.6	20.4	23.7
45	10.6	12.0	13.6	15.5	17.8	20.7	24.1
46	10.7	12.1	13.7	15.7	18.1	20.9	24.5
47	10.8	12.2	13.9	15.9	18.3	21.2	24.8
48	10.9	12.3	14.0	16.1	18.5	21.5	25.2
49	11.0	12.4	14.2	16.3	18.8	21.8	25.5
50	11.1	12.6	14.3	16.4	19.0	22.1	25.9
51	11.2	12.7	14.5	16.6	19.2	22.4	26.3

52	11.3	12.8	14.6	16.8	19.4	22.6	26.6
53	11.4	12.9	14.8	17.0	19.7	22.9	27.0
54	11.5	13.0	14.9	17.2	19.9	23.2	27.4
55	11.6	13.2	15.1	17.3	20.1	23.5	27.7
56	11.7	13.3	15.2	17.5	20.3	23.8	28.1
57	11.8	13.4	15.3	17.7	20.6	24.1	28.5
58	11.9	13.5	15.5	17.9	20.8	24.4	28.8
59	12.0	13.6	15.6	18.0	21.0	24.6	29.2
60	12.1	13.7	15.8	18.2	21.2	24.9	29.5

Tabel 2. 5 Standar antropometri panjang badan perempuan menurut umur (PB/U)
sumber : (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>)

Umur (bulan)	Panjang Badan (cm)						
	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
0	43.6	45.4	47.3	49.1	51.0	52.9	54.7
1	47.8	49.8	51.7	53.7	55.6	57.6	59.5
2	51.0	53.0	55.0	57.1	59.1	61.1	63.2
3	53.5	55.6	57.7	59.8	61.9	64.0	66.1
4	55.6	57.8	59.9	62.1	64.3	66.4	68.6
5	57.4	59.6	61.8	64.0	66.2	68.5	70.7
6	58.9	61.2	63.5	65.7	68.0	70.3	72.5
7	60.3	62.7	65.0	67.3	69.6	71.9	74.2
8	61.7	64.0	66.4	68.7	71.1	73.5	75.8
9	62.9	65.3	67.7	70.1	72.6	75.0	77.4
10	64.1	66.5	69.0	71.5	73.9	76.4	78.9
11	65.2	67.7	70.3	72.8	75.3	77.8	80.3
12	66.3	68.9	71.4	74.0	76.6	79.2	81.7

13	67.3	70.0	72.6	75.2	77.8	80.5	83.1
14	68.3	71.0	73.7	76.4	79.1	81.7	84.4
15	69.3	72.0	74.8	77.5	80.2	83.0	85.7
16	70.2	73.0	75.8	78.6	81.4	84.2	87.0
17	71.1	74.0	76.8	79.7	82.5	85.4	88.2
18	72.0	74.9	77.8	80.7	83.6	86.5	89.4
19	72.8	75.8	78.8	81.7	84.7	87.6	90.6
20	73.7	76.7	79.7	82.7	85.7	88.7	91.7
21	74.5	77.5	80.6	83.7	86.7	89.8	92.9
22	75.2	78.4	81.5	84.6	87.7	90.8	94.0
23	76.0	79.2	82.3	85.5	88.7	91.9	95.0
24 *	76.7	80.0	83.2	86.4	89.6	92.9	96.1

Keterangan *: pengukuran panjang badan dilakukan dalam keadaan anak telentang

Anak-anak dengan perawakan pendek memiliki PB/U atau TB/U di bawah minus dua standar deviasi ($< -2SD$). Anak-anak dengan PB/U atau TB/U yang terletak di atas tiga standar deviasi (lebih dari $+3SD$) harus ditindaklanjuti dan dirujuk ke fasyankes yang lebih tinggi untuk mendeteksi penyebab stunting segera (misalnya, anak yang sangat tinggi menurut umurnya sedangkan orang tua normal tinggi). Kementerian Kesehatan menyatakan bahwa anak-anak dengan *z-score* kurang dari $-2.00SD$ atau standar deviasi (*stunted*) atau kurang dari $-3.00SD$ dianggap sangat *stunted*. (Pencegahan Stunting pada Masyarakat Desa Simandolak Kecamatan Benai Kabupaten Kuantan Singingi Pebriandi et al., 2023).

2.1.5. Android

Android adalah sistem operasi *Linux* yang bersifat terbuka (*open source*) dibuat untuk perangkat seluler layar sentuh seperti tablet dan *smartphone*. (Adlan Al Hawari Nasution and Suryana, 2023).

Android adalah *platform open source* yang memungkinkan pengembang aplikasi untuk membuat, memasukkan, dan memperluas teknologi baru yang lebih canggih. *Platform* ini juga akan terus berkembang untuk membangun aplikasi *mobile* yang inovatif, dan pengguna dapat menggunakan *library* dan *tools* yang diperlukan untuk membangun aplikasi yang lebih baik. Ini membuat Android membantu pengembang meningkatkan efisiensi pembuatan aplikasi.

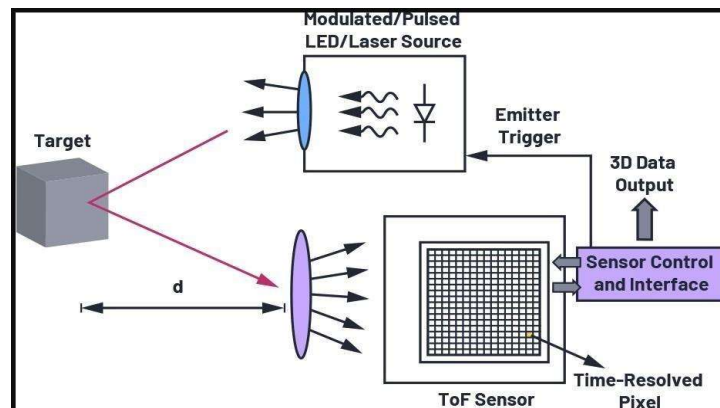
Android, berbasis di California, Amerika Serikat, menjalin kerja sama dengan *Google* sejak Juli 2005. Android, sistem operasi yang dikembangkan oleh *Google* dengan basis kernel *Linux*, berfungsi untuk mendukung kinerja perangkat elektronik layar *smartphone* sebagai media hiburan, seperti bermain *game*, menonton film, dan media sosial, (Adlan Al Hawari Nasution & Suryana, 2023)

Android terus mengupdate melalui perbaikan *bug* dan penambahan fitur baru hingga saat ini, membuat jumlah *smartphone* yang menggunakan sistem operasi berbasis Android semakin meningkat. Arsitektur android berbasis objek, artinya komponen penyusunnya adalah objek yang dapat digunakan kembali dan dapat digunakan kembali. Arsitektur Android memulai tahap pertama dari *Linux Kernel*, *Library*, *Android Libraries*, *Android Runtime*, *Application Framework*, lalu *Application Layer*.

Java adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat Android. *Tools* dalam Android SDK mengkompilasi kode menjadi sebuah android *package*, sebuah *file archive* dengan akhiran (*.apk*). Bersamaan dengan data dan *file resource*, semua kode dalam *file* (*.apk*) digunakan oleh perangkat android untuk menginstall aplikasi. *Tools* dalam pembuatan aplikasi android yaitu *JDK*, *Android SDK*, dan *AVD*.

2.1.6. Time Of Flight

Time of Flight (ToF) merupakan cara untuk mengukur jarak dari objek dengan menggunakan gelombang mikro dan waktu pengiriman sinyal ke pengirim sinyal (Barnett Vigor Pangkey & Chyan, 2023). Sensor ToF menggunakan lampu inframerah untuk membuat representasi tiga dimensi dari objek yang dipandangnya, dan *Time-of-Flight* menggunakan lampu inframerah untuk membuat representasi tiga dimensi dari objek yang berada di bidang pandangnya. ToF adalah pengukuran waktu yang dibutuhkan gelombang atau objek untuk melintasi jarak tertentu melalui media. Kemudian, menggunakan informasi yang dihasilkan untuk mempelajari sifat-sifat yang berbeda dari gelombang atau objek tersebut. Waktu yang dibutuhkan sinar untuk terpancar dan terpantul kembali diukur untuk mengukur jarak antara kamera dan permukaan objek. Cahaya yang terpancar dan terpantul kembali juga diukur untuk mengukur jarak antara kamera dan permukaan objek. Dengan cara ini, kamera dapat memetakan permukaan dan menggunakan data ini untuk membuat gambar 3D.



Gambar 2. 7 Cara kerja sensor ToF

Definisi di atas menunjukkan bahwa kamera ToF dapat memindai, mendeteksi jarak, dan melacak gerak objek. Kemampuan ini memungkinkan teknologi berkembang menjadi berbagai aplikasi. Gravitasi dapat mempengaruhi gelombang yang dikirim dengan kecepatan tertentu. Berikut formula yang dapat digunakan untuk menghitung objek dengan sensor :

$$Time\ of\ Flight = \frac{2\ v_0\ \sin\ \theta}{g}$$

Time of Flight = waktu dalam satuan detik (s)

v_0 = kecepatan awal gelombang (m/s)

θ = sudut saat gelombang ditransmisikan terhadap bidang horizontal (derajat)

g = percepatan terhadap gravitasi ($9.8\ m/s^2$)

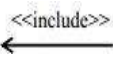
ToF juga akan membantu pengembang membuat aplikasi AR yang lebih baik untuk perangkat seluler. Mengukur lingkungan dalam tiga dimensi akan sangat membantu dalam deteksi dan pengenalan objek.

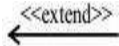
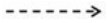
2.1.7 Unified Modeling Language (UML)

Untuk merancang, mendokumentasikan, dan memvisualisasikan sistem perangkat lunak, khususnya yang berorientasi objek, *Unified Modeling Language (UML)* adalah bahasa pemodelan visual umum. UML memungkinkan penggunaan berbagai diagram notasi visual untuk menunjukkan struktur internal sistem dan interaksi antar komponennya.

1. Use Case

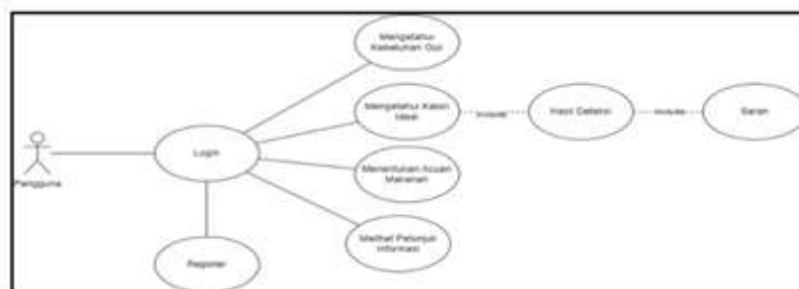
Tabel 2. 6 Use Case

Simbol	Nama Simbol	Keterangan
	<i>Actor</i>	Gambar pengguna eksternal atau sistem interaktif lainnya.
	<i>Use Case</i>	Tugas atau layanan yang diberikan sistem kepada aktor
	<i>Association</i>	Hubungan antara pengguna/aktor dan <i>use case</i> .
	<i>Include</i>	Untuk menunjukkan bahwa setiap <i>use case</i> selalu melibatkan <i>use case</i> lain.

	<i>Extend</i>	Menunjukkan bahwa <i>use case</i> bisa diperluas oleh <i>use case</i> lain.
	<i>Generalization</i>	Hubungan pewarisan yang terjadi antara aktor dan <i>use case</i> .

Sumber : (Data Penelitian, 2025)

Pada tabel diatas adalah contoh dari simbol-simbol penggunaan *use case*. Berikut adalah contoh dari *use case* aplikasi pendeteksi gizi



Gambar 2. 8 Use Case Diagram

Sumber : (Rosita, Gandarrityaz, Cahyani, & Gardiarini, 2024)

2. Activity diagram

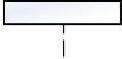
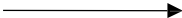
Tabel 2. 7 Activity Diagram

Simbol	Nama Simbol	Keterangan
	<i>Activity</i>	Semua aktivitas yang dilakukan sistem biasanya dimulai dengan kata kerja.

	Status Awal	Awal sebuah <i>activity</i> diagram
	<i>Join</i>	Penggabungan lebih dari satu aktivitas menjadi satu
	<i>Decision</i>	Percabangan didalam aktivitas lebih dari satu
	<i>Swimline</i>	Pemisah antar <i>actor</i> dan system pada <i>activity</i> diagram
	Status akhir	Akhir dari apa yang dilakukan system pada <i>activity</i> diagram

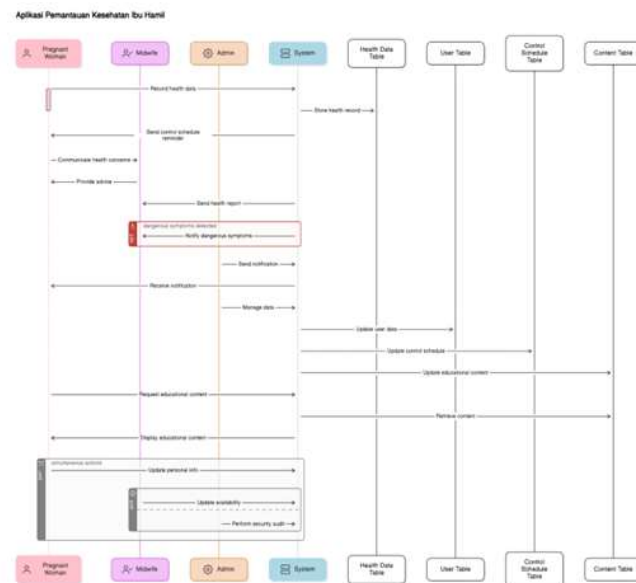
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

Penggunaan simbol-simbol tersebut kita bisa membuat sebuah *activity* diagram menjadi sebuah aktifitas sistem kepada pengguna nya. Contoh dari *Activity* diagram deteksi kebutuhan gizi.

		berinteraksi dengan sistem.
	<i>Lifeline</i>	Objek dalam sistem yang terlibat dalam komunikasi.
	<i>Message</i>	Aliran komunikasi antara objek, berupa pemanggilan metode.
	<i>Activation Bar</i>	Menunjukkan objek sedang menjalankan suatu proses.

Sumber : (Data Penelitian, 2025)

Penggunaan simbol-simbol pada *sequence* diagram dapat membuat suatu gambaran sistem yang diperlukan. Berikut ditampilkan contoh dari *sequence* diagram.



Gambar 2. 10 Sequence Diagram

Sumber : (Ramadhan Hamzah et al., 2024)

2.2. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu

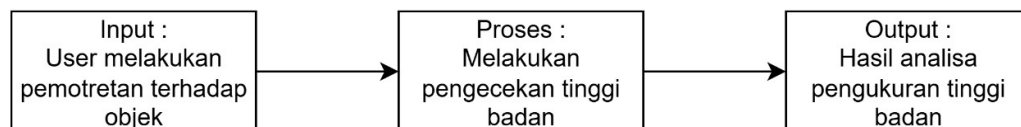
No.	Peneliti	Tahun	Judul	Keterangan
1.	Hudi Kusuma Bharata	2020	“Pemanfaatan Kamera TOF <i>Smartphone</i> untuk Pencatatan Kehadiran Mahasiswa dengan Metode <i>Face Recognition</i> ”	Mengembangkan sistem kehadiran kelas otomatis dengan proses deteksi wajah menggunakan kamera ToF

2.	<i>Andani Achmad, Zahir Zainuddin dan Muh Fadhil JR Husain</i>	2020	<i>“Augmented Reality 3D untuk Pengenalan Organ Tubuh Manusia”</i>	Menampilkan model 3D dari sistem organ tubuh manusia beserta penjelasan singkat dari tiap-tiap organ tubuh yang ada pada manusia dalam bentuk suara menggunakan <i>augmented reality</i>
3.	<i>Rizaldy Hakim A., Doni Kristiawwan G., Reynaldi A., Farid R., Bayu Firman S., dan Bayu Adhi S.</i>	2020	<i>“Augmented Reality Measurement Sederhana Menggunakan OS Android (ArealSure)”</i>	Mengembangkan aplikasi pengukuran berbasis android dengan tingkat keakuratan 90% dengan menerapkan <i>augmented reality</i>
4.	<i>Juan Barnett Vigor Pangkey, Phie Chyan</i>	2023	<i>“RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT BANTU PENDUKUNG MOBILITAS BAGI TUNANETRA MENGUNAKAN SENSOR TIME OF FLIGHT BERBASIS ARDUINO”</i>	Membangun aplikasi dan prototype berupa alat bantu pendukung mobilitas untuk para tunanetra.

5.	Indah Purnama Sari, Ismail Hanif atubara, Al Hamidy Hazidar, Mhd Basri	2022	Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan <i>Augmented Reality</i> sebagai Media Pembelajaran	Mengembangkan aplikasi media pembelajaran yang digunakan sebagai alat peraga pemodelan geometri bangun ruang dan ditampilkan secara visual 3D menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i>
6.	M Ramadani Akbar Ariyadi, Sri Lestanti, Sabitul Kirom	2023	KLASIFIKASI BALITA STUNTING MENGGUNAKAN <i>RANDOM FOREST CLASSIFIER</i> DI KABUPATEN BLITAR	Pengujian algoritma <i>Random Forest</i> dengan data balita stunting menunjukkan bahwa skenario terbaik adalah menggunakan 80% data untuk pelatihan dan 20% data untuk pengujian, dengan akurasi tertinggi sebesar 90.1%, presisi 71.4%, dan recall 62.5%.

7	Abdul Hamid, Lorreta Anak Puan , Norfauzi Tamin, Andi Maslan, Darmawan A.S	2025	Development of Conventional Lathe Machine User Manual by Using Augmented Reality Frameworks	merancang dan mengembangkan manual mesin menggunakan konsep multimedia interaktif berkarakter Augmented Reality (AR)
---	---	------	---	---

2.3. Kerangka Pemikiran



1. Input

Tahap awal dimana *user* melakukan pemotretan objek balita menggunakan kamera belakang *smartphone* yang dilengkapi dengan sensor *Time Of Flight*.

2. Proses

Ketika *user* sudah memotret objek balita maka, aplikasi akan melakukan proses pengecekan tinggi badan balita tersebut dengan berdasarkan pada data yang bersumber dari Kemenkes. Proses yang dilakukan pada tahapan ini ialah *scanning*, *marking*, *measuring* dan *classifying* pada aplikasi *mobile*.

3. Output

Hasil analisa dari proses kemudian akan menampilkan informasi apakah objek balita tersebut terindikasi mengalami stunting atau tidak. Sistem yang tampil berupa hasil pengukuran dari objek gambar dalam hitungan centimeter.