

PERBANDINGAN METODE PENGUKURAN JARAK DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY

Ichwan Kurniawan, Much. Rifqi Maulana

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Pratama

Jl. Patriot 25 Pekalongan

Telp (0285)427816

email : ichwan.ana10@gmail.com, rifqi_13@yahoo.com

ABSTRAKS

Pengukuran panjang atau jarak merupakan pengukuran untuk mengetahui nilai dari suatu titik ke titik yang lain, untuk mengetahui nilai tersebut dapat menggunakan Penggaris, Meteran maupun Jangkar Sorong. Penggunaan alat ukur tentunya tidak dapat digunakan tiap waktu dan kondisi, jika objek ukur berada ditempat yang tidak mudah dijangkau, mungkin akan mempersulit proses pengukuran objek. Pengukuran jarak menggunakan penanda berbasis *Augmented Reality* dapat memberikan presisi tinggi. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)* memungkinkan menampilkan objek *virtual 3D* kedalam lingkungan nyata secara *real-time*. Lingkungan dan objek nyata dapat digeneret melalui pengamatan kamera, dan dengan menambahkan penentuan titik dan vector dapat ditentukan ukuran nilai sebuah objek atau ruangan secara *real-time*.

Prosentase tingkat akurasi yang paling mendekati adalah menggunakan metode pengukuran *Euclidean distance* yaitu rata-rata 98%, sedangkan dengan menggunakan metode pengukuran *Manhattan distance* yaitu rata-rata 91%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi perhitungan dengan menggunakan metode pengukuran *Euclidean distance* lebih akurat 7% dibanding metode *Manhattan distance*. Selain itu perbandingan penyimpangan pengukura dengan menggunakan metode *Euclidean distance* dan *Manhattan distance*, dapat dilihat penyimpangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Euclidean distance* rata-rata sebesar 0.56 cm, jika diubah dalam bentuk prosentase penyimpangannya hanya 2% saja. Sedangkan rata-rata penyimpangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Manhattan distance* sebesar 2.12 cm, jika diubah dalam bentuk prosentase penyimpangannya sebesar 9%.

Hasil percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, pengukuran menggunakan metode *Euclidean distance* dapat direkomendasikan untuk perhitungan virtual, hal ini karena dengan menggunakan metode *Euclidean distance* akurasi perhitungan mencapai 98% dan tingkat penyimpangannya hanya 2% dari pengukuran dengan penggaris dalam lingkungan nyata.

Keyword: *Euclidean Distance, Manhattan Distance, Augmented Reality, Alat Ukur*

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengukuran objek dan ruang dalam duni nyata, membutuhkan alat ukur untuk mengetahui nilai panjang, lebar, tinggi maupun volume sebuah objek atau ruangan. Penggunaan alat ukur dapat menentukan akurasi nilai pengukuran sebuah objek maupun ruang. Penggunaan alat ukur tentunya tidak dapat digunakan tiap waktu dan kondisi, jika objek ukur berada ditempat yang tidak mudah dijangkau, mungkin akan mempersulit proses pengukuran objek. Dengan

memanfaatkan teknologi, proses pengukuran objek atau ruangan nyata dapat teratasi. Salah satunya teknologi yang dapat digunakan sebagai alat ukur adalah teknologi *mobile augmented reality*.

Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)* memungkinkan menampilkan objek *virtual 3D* kedalam lingkungan nyata secara *real-time* [2]. Dengan pemanfaatan teknologi *AR* jarak antara titik satu dengan titik yang lain dalam lingkungan nyata dapat dilihat secara *real-time*.

Generasi image dari *augmented reality display* yang berhubungan dengan pengamatan pengguna, terhadap perangkat *augmented reality* yang digunakan dapat mempermudah pengamatan pengguna dalam membuat dan menentukan objek dalam lingkungan nyata [3]. Pengukuran jarak menggunakan penanda berbasis *Augmented Reality* dapat memberikan presisi tinggi, hasil perhitungan dari jarak penanda menunjukkan bahwa ukuran ruang yang diukur menggunakan aplikasi berbeda 3% dari ukuran manual, hal ini berarti dengan system dapat memberikan akurasi yang tinggi dalam pengukuran [1]. Lingkungan dan objek nyata dapat digeneret melalui pengamatan kamera, dan dengan menambahkan penentuan titik dan vector dapat ditentukan ukuran nilai sebuah objek atau ruangan secara *real-time*.

Dalam penelitian ini, akan memanfaatkan *3D Library* berbasis *Webpage Three.js* [4] yang digunakan sebagai mengolah Objek *Three Dimensional* (3D) pada lingkungan *Webpage*, *Web Framework A-Frame* [5] untuk membuat konten *Virtual Reality* (VR) berbasis Web, dan *Library Augmented Reality (AR) ar.js* [6] berbasis Web untuk membuat *AR image tracking*, *location based AR* dan *Marker Tracking* pada lingkungan Web.

Pada penelitian ini akan membahas perbandingan penyimpangan antar pengukuran alat dilingkungan nyata dengan pengukuran secara visual dengan metode pengukuran *Eucloden Disntance* dan pengukuran *Manhattan Distance*, dalam hal ini tiap hasil pengukuran jarak dua titik akan dibandingkan antara pengukuran alat dilingkungan nyata dengan pengukuran secara virtual.

Jarak *Manhattan* Pengukuran jarak terpendek (dalam blok kota), jumlah dari Panjang proyeksi segmen garis antara titik ke sumbu koordinat dari sistem koordinat, sedangkan jarak *Euclidean* juga dikenal sebagai jarak L2 (atau norma L2 kuadrat) [7]. Pengukuran jarak vector antara dua titik yang dapat menggunakan metode pengukuran vector dalam lingkungan komputasi. Melalui pengamatan secara langsung dengan teknologi *Augmented Reality* pengukuran dapat dilakukan secara *real-time*, penanda *marker*

diidentifikasi sebagai titik objek yang akan dikur jaraknya.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 *Augmented Reality*

Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) memungkinkan menampilkan objek *virtual 3D* kedalam lingkungan nyata secara *real-time* [2]. Generasi *image* dari *augmented reality display* yang berhubungan dengan pengamatan pengguna, terhadap perangkat *augmented reality* yang digunakan dapat mempermudah pengamatan pengguna dalam membuat dan menentukan objek dalam lingkungan nyata [3]. Menurut Barfield & Caudell pada tahun 2001, sebuah konsep yang mensimulasikan bagian dari dunia di sebuah lingkup *virtual reality* komputer namun sekaligus tetap mempertahankan aspek perangkat yang nyata [8]. Perkembangan *augmented reality* yang diterapkan dalam perangkat bergerak, dapat memberikan informasi kepada pengguna tentang dunia nyata.

Augmented Reality Display adalah image pembentukan sistem yang menggunakan seperangkat komponen optic, elektronik, dan mekanik untuk menghasilkan gambar suatu tempat pada jalur optic di antara mata pengamat dan benda fisik untuk dapat ditambah [3]. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *augmented reality* pandangan pengguna seolah-olah ditambahkan lingkungan virtual ke dalam dunia nyata.

Menurut Oliver dan Ramesh tahun 2015, ada beberapa generasi *image* dari *augmented reality display* yang berhubungan dengan pengamatan pengguna, terhadap perangkat *augmented reality* yang digunakan.

- a. Pertama, *Retinal Display* generasi ini memungkinkan retina dari pengguna berhubungan langsung dengan perangkat *augmented reality*. Yang artinya perangkat tersebut terpasang di depan mata pengguna atau pengamat.
- b. Kedua, *Head Mounted Display* generasi optic ini hampir sama dengan generasi sebelumnya *retinal display*. Pengguna atau pengamat memasang perangkat *augmented reality* dengan kepala mereka, namun tidak bersentuhan langsung dengan retina atau mata pengguna.

- c. Ketiga, *Hand-held Display*, generasi ini perangkat *augmented reality* benar-benar terlepas dari kepala pengguna atau pengamat. Perangkat tersebut berada digenggaman tangan pengguna. Dengan pergerakan menggunakan tangan, penglihatan pengguna tetap akan melakukan pengamatan. Generasi ini banyak digunakan dalam perangkat ponsel atau perangkat bergerak, perangkat ini menggunakan lensa dan layar sebagai penghubung pengguna dan objek yang diamati.
- d. Terakhir yang keempat, generasi ini perangkat *augmented reality* benar-benar telah terlepas dari tubuh pengguna dan mengintegrasikannya kedalam lingkungan nyata. Aplikasi Perangkat Bergerak.

1.2.2 Metode Pelacakan Berbasis Penglihatan

Penambahan mengenai informasi tambahan dengan tampilan pengguna yang disediakan oleh komputer, objek-objek virtual harus diberikan dari sudut pandang yang sama. Namun pendekatan berbasis *Marker* tidak mungkin dikembangkan untuk *AR* yang mengharuskan pengguna untuk berada di tempat yang luas, contohnya seperti pabrik industri [13]. Hal ini dikarenakan penanda atau *marker* yang digunakan berbasis kertas, yang sulit ditangkap oleh kamera.

Metode pelacakan penanda atau *marker* yang dapat digunakan untuk menghitung tempat kamera secara *real-time* [14]. Dengan menggunakan pelacakan berbasis penanda objek virtual dapat berubah sesuai dengan kondisi nyata secara *real-time*.

1.2.3 Metode Pengukuran

a. Euclidean Distance

Biasa disebut dengan jarak L2, pengukuran jarak ini juga termasuk dalam jarak matrik [9] [7].

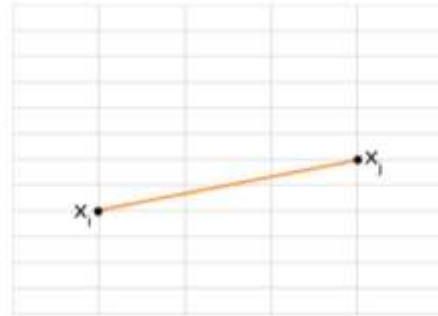
Dapat didefinisikan pada rumus.

$$D_{Euclidean}(x_i, x_j) = \sqrt{(x_{ik} - x_{jk})^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Rumus 1.1 *Euclidean Distance* [7]

Jarak *Euclidean* adalah jalur terpendek antara x_i ke x_j yang menunjukkan garis lurus [9] [7].



Gambar 1.1 *Representasi Euclidean Distance*

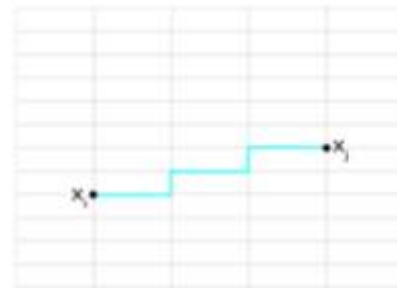
b. Manhattan Distance

Sering disebut dengan jarak L1 atau block city [9] [7], pada awalnya dikemukakan oleh Minkowsky, didefinisikan pada rumus [7].

$$D_{Manhattan}(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^d |x_{ik} - x_{jk}|$$

Rumus 1.2 *Manhattan Distance* [7]

Pengukuran ini mengukur jarak dari x_i ke x_j dengan menjumlah semua jarak terdekat dari titik antara x_i ke x_j [9] [7].



Gambar 1.2 *Representasi Manhattan Distance*

2 METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

1. Membuat script program pengukuran dengan memanfaatkan *library* dan *framework* berbasis webyang telah ditentukan sebelumnya.
2. Analisis dan perencanaan jarak pengukuran yang akan dibandingkan.
3. Mengatur kalibrasi/penyetaraan pengukuran antara pengukuran dalam bentuk point vector dengan bentuk centimeter di lingkungan nyata.

- 4 Implementasi pengukuran dengan menggunakan teknologi *augmented reality* dengan metode pengukuran *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* pada lingkungan nyata.
- 5 Evaluasi dengan melakukan perbandingan antara pengukuran jarak dengan menggunakan alat ukur dengan pengukuran menggunakan komputerisasi berbasis teknologi *augmented reality* dan metode pengukuran *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* pada lingkungan nyata secara *real-time*.

2.2 Pengumpulan Data

Script Program Pengukuran Berbasis *Augmented Reality*

Pada tahap ini pembuatan script program pengukuran, memanfaatkan *library* dan *framework* yang telah ditentukan sebelumnya. Pembuatan program *Augmented Reality* berbasis web menggunakan *library AR.js* dan *framework A-Frame* sedangkan untuk pengukuran jarak antara dua *marker* dengan menggunakan *library Three.js*.

Table 2.1 Source Library dan function

No	Script
1	<code><script src="js/aframe.min.js"></script></code>
2	<code><script src="js/aframe-ar.js"></script></code>
3	<code><script src="js/aframe-text-geometry-component.min.js"></script></code>
4	<pre> <script> let markerVisible = { m0: false, m1: false}; AFRAME.registerComponent('registerevents', { init: function () { let marker = this.el; marker.addEventListener('markerFound', function() { markerVisible[marker.id] = true; }); marker.addEventListener('markerLost', function() { markerVisible[marker.id] = false; }); } }); </script> </pre>
5	<pre> <script> AFRAME.registerComponent('run', { init: function() { this.m0 = document.querySelector("#m0"); this.m1 = document.querySelector("#m1"); this.p0 = new THREE.Vector3(); this.p1 = new THREE.Vector3(); let geometry = new THREE.CylinderGeometry(0.05, 0.05, 1, 12); geometry.applyMatrix(new THREE.Matrix4().makeTranslation(0, 0.5, 0)); </pre>

No	Script
	<pre> geometry.applyMatrix(new THREE.Matrix4().makeRotationX(THREE.Math.degToRad(90))); let material = new THREE.MeshLambertMaterial({color: 0xFF0000}); this.cylinder = new THREE.Mesh(geometry, material); this.cylinderGroup = document.querySelector("#cylinderGroup").object3D; this.cylinderGroup.add(this.cylinder); }, tick: function (time, deltaTime) { if (markerVisible["m0"] && markerVisible["m1"]) { this.m0.object3D.getWorldPosition(this.p0); this.m1.object3D.getWorldPosition(this.p1); //Jarak Camera terhadap objek 2 let camPos = this.el.object3D.position; let cam_dis = camPos.distanceTo(this.p0); let cam_dis_cm = camPos.distanceTo(this.p0)*5.10; let text_cam_info = cam_dis_cm.toFixed(2) + ' cm'; let cam_info = document.getElementById("cam_info"); cam_info.setAttribute("text-geometry", "value", "Camera Distance : "+text_cam_info); //Jarak objek 0 dengan objek 1 dengan Euclidean Distance let distance = this.p0.distanceTo(this.p1); let cm = distance*5.10; let text = cm.toFixed(2) + ' cm'; let ukur1 = document.getElementById("ukur1"); ukur1.setAttribute("text-geometry", "value", "Euclidean Distance: "+distance.toFixed(2)); ukur1.setAttribute("text-geometry", "value", "Euclidean Distance: "+text); //Jarak objek 0 dengan objek 1 dengan Euclidean Distance let distance2 = this.p0.manhattanDistanceTo(this.p1); let cm2 = distance2*4.42; let text2 = cm2.toFixed(2) + ' cm'; let ukur2 = document.getElementById("ukur2"); ukur2.setAttribute("text-geometry", "value", "Manhattan Distance: "+text2); //panjang Cylinder this.cylinderGroup.lookAt(this.p1); this.cylinder.scale.set(1,1,distance); this.cylinder.visible = true; } else { this.cylinder.visible = false; } } }); </script> </pre>

Selanjutnya setelah pembuatan *script* program pengukuran berbasis *augmented reality*, program dijalankan melalui *browser*.

2.3 Analisis dan Perencanaan

2.3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Pemanfaatan teknologi *augmented reality* untuk pengukuran di lingkungan nyata, dilakukan dengan menggunakan personal komputer yang

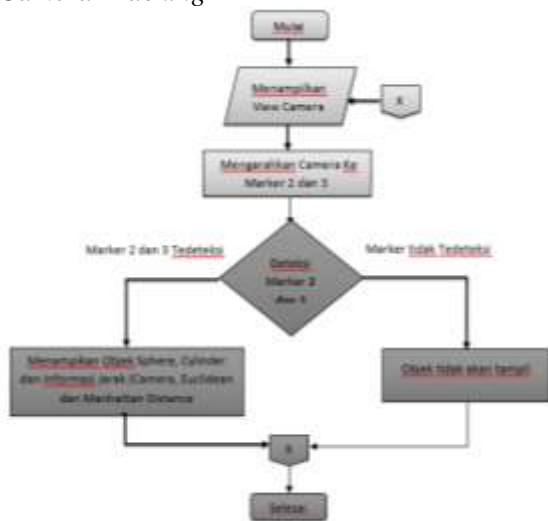
dilengkapi dengan camera. Untuk implementasi pada perangkat *personal computer (pc)* menggunakan *laptop HP G42* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi *Software dan Hardware*

Processor	Type	Intel
	Size	Core i5 M 460 2.53 GHz 2.53 GHz
Memory	Internal	RAM 4 GHz
Camera	Type	External Camera
	Manufacture	Logitech HD WebCAM
	Resolution	720P
Features	Os	Windows 10
	Browser	Firefox

2.3.2 Perancangan Konfigurasi Jaringan

Setelah mempersiapkan kebutuhan *hardware* dan *software*, menentukan *marker* yang akan digunakan sebagai penanda di lingkungan nyata. Perencanaan Perancangan Alur *Multimaker Camera Tracking*



Gambar 2.1 Diagram *Flowchart Alur Tracking Multimaker*

Table 2.2 *Marker*

No	Barcode Number	Marker Barcode	Keterangan
1	2		Sebagai <i>marker</i> utama dengan posisi konstan, jarak kamera akan diukur diantara <i>marker</i> 2 dengan posisi kamera. Semua informasi mengenai jarak akan ditampilkan pada <i>marker</i> 2

No	Barcode Number	Marker Barcode	Keterangan
2	3		Sebagai <i>secondary marker</i> , <i>marker</i> ini bersifat dinamis bergerak sesuai dengan jarak pengukuran.

Sedangkan penetuna jarak pengukuran sebagai berikut:

Table 2.3 Penentuan Jarak Pengukuran

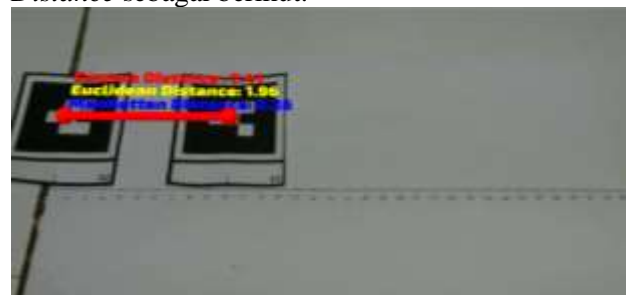
No	Titik Awal (cm)	Titik Akhir (cm)	Jarak (cm)
1	1	10	10
2	1	13	13
3	1	16	16
4	1	19	19
5	1	22	22
6	1	25	25
7	1	28	28
8	1	31	31

Setelah menentukan jarak pengukuran dengan menggunakan penggaris dalam satuan cm, selanjutnya akan dilakukan penyetaraan atau kalibaris. Hal ini bertujuan agar pengukuran dalam lingkungan nyata (cm) dan pengukuran secara virtual (point) mempunyai ukuran yang sama.

2.4 Mengatur Kalibrasi Ukuran

Seperti yang telah dijelaskan dalam pembahasan sebelumnya bahwa pengukuran dalam lingkungan nyata berbeda. Pengukuran pada lingkungan nyata dapat diukur secara langsung dengan alat ukur penggaris dengan satuan ukur cm, sedangkan pengukuran pada lingkungan virtual dengan komputasi grafis diukur dengan menggunakan metode pengukuran *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* dengan satuan point.

Hasil penentuan kalibarsi pada metode pengukuran *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance* sebagai berikut.



Gambar 2.2 Kalibrasi Pengukuran

Table 2.4 Kalibrasi Pengukuran

No	Motode	Jarak (Point)	Kalibrasi (Point)	Hasil (cm)
1	<i>Euclidean Distance</i>	1.96	$10/1.96 = 5.10$	cm distance* = 5.10
2	<i>Manhattan Distance</i>	2.26	$10/2.26=4.42$	cm distance* = 4.42

Setelah melakukan kalibrasi pada kamera menggunakan kalibrasi *Euclidean distance*

2.5 Implementasi Pengukuran

Implementasi *Pengukuran*, akan dilakukan 8 kali pengukuran sesuai dengan penentuan jarak yang telah direncanakan, yaitu, 1 ke 10, 1 ke 13, 1 ke 16, 1 ke 19, 1 ke 22, 1 ke 25, 1 ke 28 dan 1 ke 31. Proses *Pengukuran*, akan menggunakan jarak kamera dengan marker 2 rata-rata sejauh 37.76 cm dengan metode pengukuran menggunakan *Euclidean distance*.

1. Pengukuran Pertama

Pada tahap *pengukuran pertama* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker*: marker 2 pada nilai 1 cm dan *marker end*: marker 3 pada nilai 10 cm.

Pada saat proses *pertama* marker 2 berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan marker 3 berada pada nilai 10 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap marker 2 adalah 37.80 cm.

Table 2.5 Hasil pengukuran pertama

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.80	0
2	<i>Euclidean</i>	10.00	0
3	<i>Manhattan</i>	10.07	-0.07

Dari proses *pengukuran pertama* tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak -0.07 cm terhadap pengukuran 10 cm

2. Pengukuran Ke-dua

Pada tahap *pengukuran ke-dua* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker*: marker 2 pada nilai 1 cm dan *marker end*: marker 3 pada nilai 13 cm.

Pada saat proses *pertama* marker 2 berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan marker 3 berada pada nilai 13 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap marker 2 adalah 37.78 cm.

Table 2.6 Hasil pengukuran ke-dua

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.78	0
2	<i>Euclidean</i>	12.85	0.14
3	<i>Manhattan</i>	12.73	0.27

Dari proses *pengukuran ke-dua* tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 0.27 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.14 cm terhadap pengukuran 13 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan lebih sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

3. Pengukuran Ke-tiga

Pada tahap *pengukuran ke-tiga* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker*: marker 2 pada nilai 1 cm dan *marker end*: marker 3 pada nilai 16 cm.

Pada saat proses *pengukuran ke-tiga* marker 2 berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan marker 3 berada pada nilai 16 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap marker 2 adalah 37.80 cm.

Table 2.7 Hasil pengukuran ke-tiga

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.80	0
2	<i>Euclidean</i>	15.63	0.37
3	<i>Manhattan</i>	15.14	0.76

Dari proses *pengukuran ke-tiga* tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 0.76 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.37 cm terhadap pengukuran 16 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan lebih sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

4. Pengukuran Ke-empat

Pada tahap *pengukuran ke-empat* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker*: marker 2 pada nilai 1 cm dan *marker end*: marker 3 pada nilai 19 cm.

Pada saat proses *pengukuran ke-empat* marker 2 berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan marker

3 berada pada nilai 19 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap *marker 2* adalah 37.79 cm.

Table 2.8 Hasil pengukuran ke-empat

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.79	0
2	Euclidean	18.37	0.63
3	Manhattan	17.39	1.61

Dari proses *pengukuran ke-empat* tersebut dapat di lihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 1.61 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.63 cm terhadap pengukuran 19 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan leibh sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

5. Pengukuran Ke-lima

Pada tahap *pengukuran ke-lima* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker: marker 2* pada nilai 1 cm dan *marker end: marker 3* pada nilai 22 cm.

Pada saat proses *pengukuran ke-lima* *marker 2* berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan *marker 3* berada pada nilai 22 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap *marker 2* adalah 37.84 cm.

Table 2.9 Hasil pengukuran ke-lima

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.84	0
2	Euclidean	21.18	0.82
3	Manhattan	19.45	2.55

Dari proses *pengukuran ke-lima* tersebut dapat di lihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 2.55 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.82 cm terhadap pengukuran 22 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan leibh sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

6. Pengukuran Ke-enam

Pada tahap *pengukuran ke-enam* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker: marker 2* pada nilai 1 cm dan *marker end: marker 3* pada nilai 25 cm.

Pada saat proses *pengukuran ke-enam* *marker 2* berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan *marker 3* berada pada nilai 25 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap *marker 2* adalah 37.77 cm.

Table 2.10 Hasil pengukuran ke-enam

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.77	0
2	Euclidean	24.10	0.90
3	Manhattan	21.52	3.48

Dari proses *pengukuran ke-enam* tersebut dapat di lihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 3.48 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.90 cm terhadap pengukuran 25 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan leibh sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

7. Pengukuran Ke-tujuh

Pada tahap *pengukuran ke-tujuh* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal ini *start marker: marker 2* pada nilai 1 cm dan *marker end: marker 3* pada nilai 28 cm.

Pada saat proses *pengukuran ke-tujuh* *marker 2* berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan *marker 3* berada pada nilai 28 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap *marker 2* adalah 37.75 cm.

Table 2.11 Hasil pengukuran ke-tujuh

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.75	0
2	Euclidean	27.11	0.89
3	Manhattan	23.70	4.30

Dari proses *pengukuran ke-tujuh* tersebut dapat di lihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 4.30 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.89 cm terhadap pengukuran 28 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan leibh sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

8. Pengukuran Ke-delapan

Pada tahap *pengukuran ke-delapan* ditentukan terlebih dahulu *start* dan *end marker*, dalam hal

ini start marker: marker 2 pada nilai 1 cm dan marker end: marker 3 pada nilai 31 cm.

Pada saat proses pengukuran ke-enam marker 2 berada pada nilai 1 cm pada penggaris dan marker 3 berada pada nilai 25 cm pada penggaris, dengan jarak kamera terhadap marker 2 adalah 37.76 cm.

Table 2.12 Hasil pengukuran ke-delapan

No	Jarak	Hasil (cm)	Penyimpangan (cm)
1	Camera	37.76	0
2	Euclidean	30.25	0.75
3	Manhattan	26.96	4.04

Dari proses pengukuran ke-delapan tersebut dapat di lihat bahwa terdapat perbedaan antara metode *Euclidean distance* dengan *Manhattan distance*, terdapat selisih penyimpangan pada pengukuran *manhattan distance* sebanyak 4.04 cm dan *Euclidean distance* sebanyak 0.75 cm terhadap pengukuran 31 cm, terlihat pengukuran *Euclidean distance* memiliki penyimpangan lebih sedikit dibanding dengan *Manhattan distance*.

Dari data tiap pengukuran, dari pengukuran pertama sampai ke-delapan ini adakan diuji perbandingan penyimpanan pengukuran dengan metode pengukuran *Euclidean distance* dan *Manhattan distance* dengan pengukuran penggaris pada lingkungan nyata.

3 EVALUASI DAN HASIL

3.1 Perbandingan Pengukuran

Dapat dilihat dari hasil implementasi pengukuran, bahwa metode pengukuran *Euclidean distance*, memperoleh penyimpangan lebih sedikit dibandingkan dengan metode pengukuran *Manhattan distance*.

Table 3.1 Hasil Perbandingan Pengukuran

Jarak (Cm)	x1 (10)	x2 (13)	x3 (16)	x4 (19)	x5 (22)	x6 (25)	x7 (28)	x8 (31)
Camera	37.80	37.78	37.80	37.79	37.84	37.77	37.75	37.76
Euclidean	10.00	12.86	15.63	18.37	21.18	24.10	27.11	30.25
Manhattan	10.07	12.73	15.24	17.39	19.45	21.52	23.70	26.96

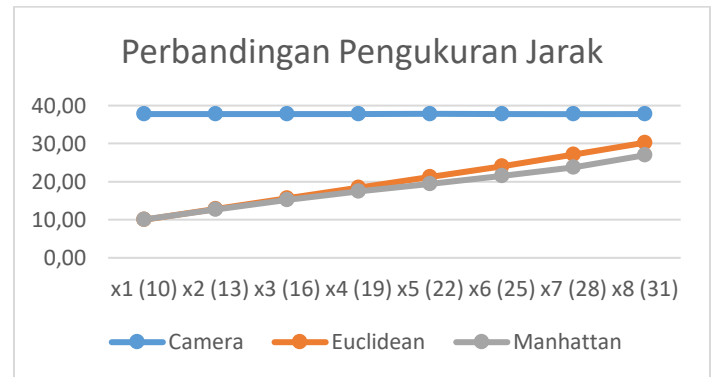
Sedangkan prosentase akurasi pengukuran antara metode pengukuran *Euclidean distance* dan *Manhattan distance* dengan pengukuran penggaris sebagai berikut.

Table 3.2 Prosentase Akurasi Perbandingan Pengukuran

Jarak (Cm)	x1 (10)	x2 (13)	x3 (16)	x4 (19)	x5 (22)	x6 (25)	x7 (28)	x8 (31)	Rata-rata
Camera	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Euclidean	100%	99%	98%	97%	96%	96%	97%	98%	98%
Manhattan	101%	98%	95%	92%	88%	86%	85%	87%	91%

Dapat dilihat rata-rata prosentase pengukuran bahwa, pengukuran dengan menggunakan metode *Euclidean distance* tingkat akurasinya sebesar 98% mendekati pengukuran dengan penggaris dalam dunia nyata. Sedangkan pengukuran dengan menggunakan metode *Manhattan distance* tingkat akurasinya sebesar 91% mendekati pengukuran dengan penggaris dalam dunia nyata.

Hadil perbandingan pengukuran dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Pengukuran

Selanjutnya dari hasil pengukuran jarak menggunakan metode *Euclidean distance* dan metode *Manhattan distance*, akan dicari penyimpangan pengukuran terhadap pengukuran dengan penggaris dalam lingkungan nyata.

3.2 Menentukan Korelasi Antar Sampel

Hasil pengukuran jarak menggunakan metode *Euclidean distance* dan metode *Manhattan distance*, selanjutnya akan dilihat penyimpangan pengukuran terhadap pengukuran dengan penggaris dalam lingkungan nyata. Hasil perbandingan penyimpangan pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Table 3.3 Hasil Perbandingan Penyimpangan Pengukuran

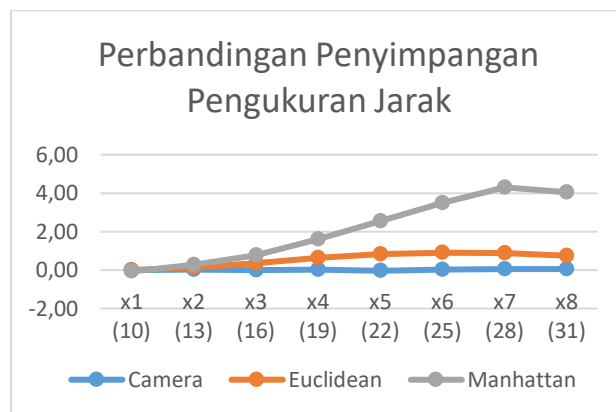
Jarak (Cm)	x1 (10)	x2 (13)	x3 (16)	x4 (19)	x5 (22)	x6 (25)	x7 (28)	x8 (31)	Rata-rata	
Camera	0.00	0.02	0.00	0.01	-	0.04	0.03	0.05	0.04	0.01
Euclidean	0.00	0.14	0.37	0.63	0.82	0.90	0.89	0.75	0.56	
Manhattan	-	0.07	0.27	0.76	1.61	2.55	3.48	4.30	4.04	2.12

Sedangkan prosentase perbandingan penyimpangan pengukuran sebagai berikut.

Table 3.4 Hasil Perbandingan Penyimpangan Pengukuran

Jarak (Cm)	x1 (10)	x2 (13)	x3 (16)	x4 (19)	x5 (22)	x6 (25)	x7 (28)	x8 (31)	Rata-rata
Camera	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Euclidean	0%	1%	2%	3%	4%	4%	3%	2%	2%
Manhattan	-1%	2%	5%	8%	12%	14%	15%	13%	9%

Terlihat bahwa metode perhitungan *Manhattan distance* menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antara dua titik semakin banyak penyimpangan yang dihasilkan. Hasil perbandingan penyimpangan pengukuran dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3.4 Grafik Perbandingan Penyimpangan Pengukuran

Rata-rata penyimpangan metode pengukuran *Euclidean distance* terhadap pengukuran dengan penggaris sebesar 0.56 cm, artinya penyimpangan hanya 2% dari pengukuran dengan penggaris. Sedangkan rata-rata penyimpangan metode pengukuran *Manhattan distance* terhadap pengukuran dengan penggaris sebesar 2.12 cm,

artinya penyimpangan hanya 9% dari pengukuran dengan penggaris.

3.3 Hasil Pengujian Pengukuran

Hasil dari percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, pengukuran menggunakan metode *Euclidean distance* dapat direkomendasikan untuk perhitungan virtual. Hal ini karena dengan menggunakan metode *Euclidean distance* akurasi perhitungan mencapai 98% dan tingkat penyimpangannya hanya 2% dari pengukuran dengan penggaris dalam lingkungan nyata.

4 KESIMPULAN

Dari hasil yang telah dicapai terkait dengan perbandingan pengukuran antara pengukuran dengan penggaris pada lingkungan nyata dengan pengukuran dengan menggunakan metode *Euclidean distance* dan *Manhattan distance*, dapat dilihat bahwa pengukuran dengan menggunakan dua metode pengukuran vector berbasis *augmented reality* dapat dilakukan. Namun dari pengukuran dengan menggunakan dua metode pengukuran vector tersebut dihasilkan tingkat akurasi dan penyimpangan yang berbeda.

Prosentase tingkat akurasi yang paling mendekati adalah menggunakan metode pengukuran *Euclidean distance* yaitu rata-rata 98%, sedangkan dengan menggunakan metode pengukuran *Manhattan distance* yaitu rata-rata 91%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi perhitungan dengan menggunakan metode pengukuran *Euclidean distance* lebih akurat 7% dibanding metode *Manhattan distance*. Selain itu perbandingan penyimpangan pengukuran dengan menggunakan metode *Euclidean distance* dan *Manhattan distance*, dapat dilihat penyimpangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Euclidean distance* rata-rata sebesar 0.56 cm, jika diubah dalam bentuk prosentase penyimpangannya hanya 2% saja. Sedangkan rata-rata penyimpangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Manhattan distance* sebesar 2.12 cm, jika diubah dalam bentuk prosentase penyimpangannya sebesar 9%.

Hasil percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, pengukuran menggunakan

metode *Euclidean distance* dapat direkomendasikan untuk perhitungan virtual, hal ini karena dengan menggunakan metode *Euclidean distance* akurasi perhitungannya mencapai 98% dan tingkat penyimpangannya hanya 2% dari pengukuran dengan penggaris dalam lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Salin, B. Poonpong and K. Charlee, "The Use of Marker-Based Augmented Reality in Space Measurement," in *International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (ISM 2019)*, Calabria, 2020.
- [2] G. Chang, P. Morreale and P. S. Medicherla, "Applications of Augmented Reality Systems in Education," in *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, San Diego, 2010.
- [3] B. Oliver and R. Ramesh, *Spatial Augmented Reality*, Mitsubishi Electric Research Laboratory, 2005.
- [4] Threejs, "Threejs Fundamentals," Threejs, [Online]. Available: <https://threejsfundamentals.org/threejs/lessons/threejs-fundamentals.html>. [Accessed 5 Mei 2020].
- [5] Aframe, "A-Frame," Introduction, [Online]. Available: <https://aframe.io/docs/1.0.0/introduction/>. [Accessed 5 Mei 2020].
- [6] J. Etienne, N. Carpignoli and A. O. Community, "AR.js - Augmented Reality on the Web," AR.js Documentation, [Online]. Available: <https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/>. [Accessed 2 Mei 2020].
- [7] T. Hertz, "Learning Distance Functions: Algo Rithms and," Hebrew University, Hebrew , 2006.
- [8] S. Alistair, *Multimedia and Virtual Reality Designing Multisensory User Interfaces*, Lawrence Erlbaum Associates, 2003, p. 12.
- [9] M. Alfatih, P. S. Ary, W. Rifki, A. R. Harits , H. R. Hashfi , D. P. Antonius and A. H. C. Ummu , "Distance Measurements Method for The Demite Pronunciation Assessment," in *2018 IEEE 8th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, Bandung, 2018.