

Perancangan Aplikasi ARmaps Berdasarkan *Real Environment* dan *Real World Camera View* untuk Visualisasi Penunjuk Arah

Anna Syahrani¹, Dede Wira Trise Putra², Aulia Rahma³

Program Studi Teknik Informatika

Institut Teknologi Padang

Padang, Indonesia

¹annasyahrani@itp.ac.id, ²dedewtp339@yahoo.com, ³aulyhaa@gmail.com

Abstract—Aplikasi penunjuk arah yang ada saat ini telah memiliki kemampuan untuk melacak suatu lokasi dalam tampilan peta 2D dan 3D. Walaupun aplikasi tersebut menjadi pilihan pengguna *smartphone* dalam pelacakan lokasi, perkembangan perangkat komunikasi seluler memungkinkan penunjuk arah dan pelacakan lokasi divisualisasikan (*visualization guiding*) menggunakan teknologi *augmented reality*. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan tampilan grafis suatu antarmuka dalam memvisualisasikan arah penunjuk lokasi yang diinginkan pengguna secara *real-time view*. Penelitian ini memberikan rancangan antarmuka aplikasi ARmaps untuk pelacakan lokasi dan penunjuk arah yang menggabungkan *real environment* dan objek virtual dalam *real world camera view interface* memanfaatkan fitur GPS *smartphone*. Hasil dari pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa aplikasi yang dirancang telah berhasil mendeteksi koordinat lokasi awal yang akan diterapkan untuk memvisualisasikan arah penunjuk lokasi secara *real-time view*.

Keywords—*augmented reality; visualization guiding; real-time view; ARmaps; antarmuka*

I. PENDAHULUAN

Augmented reality (AR) merupakan teknologi yang mengintegrasikan objek grafis virtual 2 dimensi (2D) dan 3 dimensi (3D) ke dalam dunia nyata (*reality*) melalui suatu media secara *real time*. AR telah dikembangkan sejak 50 tahun yang lalu, dimana aplikasi tersebut digunakan di dunia kedokteran, industri (misalnya untuk keperluan perbaikan (*repair*) dan perawatan (*maintenance*) suatu mesin, hiburan, militer, dan navigasi [1]. Salah satu bentuk pengembangan teknologi AR yang diusulkan dalam penelitian ini berupa aplikasi penunjuk arah (navigasi) atau pelacakan lokasi. Berdasarkan hasil survei kebiasaan pengguna (*user behavior*) terhadap aplikasi penunjuk arah atau pelacakan lokasi yang ada saat ini, diketahui bahwa 88.2% responden (dari 34 responden) telah terbiasa menggunakan aplikasi *mobile* untuk pencarian lokasi. Aplikasi tersebut memang sudah memiliki kemampuan untuk melacak suatu lokasi dalam tampilan peta 2D dan 3D. Namun hasil pencariannya masih belum merepresentasikan lokasi yang diinginkan pengguna. Selain itu, grafis yang menampilkan lokasi tersebut belum dapat memvisualisasikan

arah penunjuk lokasi (*visualization guiding*) secara *real-time view*. Walaupun aplikasi tersebut menjadi pilihan pengguna *smartphone* dalam pelacakan lokasi, perkembangan perangkat komunikasi seluler memungkinkan penunjuk arah dan pelacakan lokasi divisualisasikan (*visualization guiding*) menggunakan teknologi AR.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu adanya *real world camera view* dalam aplikasi penunjuk arah atau pelacakan lokasi. Mengingat bentuk luaran dari penelitian ini berupa produk (aplikasi), maka aplikasi yang diusulkan selanjutnya akan diberi nama ARmaps. ARmaps diharapkan menjadi salah satu alternatif solusi dalam membantu pengguna untuk memvisualisasikan pemetaan atau penunjuk arah dengan bantuan objek 3D berbasis AR. Aplikasi ini didukung oleh sistem *mobile outdoor (mobile outdoor system)* yang memungkinkan pengguna untuk bergerak atau berpindah (yang tidak dibatasi oleh tempat) dengan memanfaatkan teknologi nirkabel [2]. ARmaps memiliki fitur *real world camera view* untuk *visualization guiding* berbasis AR yang digunakan sebagai penunjuk arah dari lokasi asal ke lokasi tujuan, menu inputan lokasi tujuan, dan *egocentric view* dalam bentuk peta 2D. Pada penelitian awal ini, fitur yang dimiliki ARmaps baru sebatas *real world camera view* yang dapat menampilkan pelacakan koordinat lokasi asal. *Real world camera view* tersebut memanfaatkan fitur kamera yang tertanam pada *smartphone*. Penelitian awal ini selanjutnya akan menjadi dasar dari penelitian lanjutan, seperti pengembangan fitur menu inputan lokasi tujuan dan penerapan metode *GPS-based tracking* untuk *visualization guiding* berbasis AR.

Penelitian ARmaps yang dibahas dalam makalah ini memfokuskan pada tahapan perancangan dan antarmuka aplikasi untuk *visualization guiding*. Makalah ini terdiri dari lima bagian, bagian 1 menjelaskan latar belakang dilakukannya penelitian ini, bagian 2 berkaitan dengan *state-of-the art* dari penelitian, bagian 3 membahas rancangan aplikasi, bagian 4 membahas hasil rancangan aplikasi, dan bagian 5 merupakan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan saat ini, kontribusi, dan rencana penelitian selanjutnya (*future work*).

Penelitian ini didukung oleh LP2M Institut Teknologi Padang melalui Hibah Penelitian Institusi Tahun Anggaran 2017 No. Kontrak 12/27.O10.4.2/PN/2017.

II. PENELITIAN TERKAIT

Teknologi *augmented reality* (AR) membutuhkan ruang nyata (*real environment*) sebagai pondasi. Beragam data kontekstual dan informasi dalam bentuk virtual ditambahkan pada *real environment* untuk meningkatkan pemahaman seseorang terhadap suatu objek. Kombinasi informasi virtual dengan *real environment* dapat diaplikasikan untuk berbagai skenario [3]. Skenario yang menerapkan teknologi AR dapat dijumpai pada bidang kedokteran (*medical*), seperti memvisualisasikan simulasi operasi, simulasi pembuatan vaksin virus, dan berbagai penelitian lainnya. Di bidang industri, AR digunakan untuk memvisualisasikan komponen-komponen yang digunakan dalam perakitan mesin kendaraan. Skenario lainnya, dapat dijumpai dalam menampilkan informasi konten dari suatu produk. Dari berbagai skenario tersebut dapat disimpulkan bahwa AR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi secara *real time* dengan aplikasi yang menampilkan grafis virtual 3D.

Penelitian tentang AR telah banyak dilakukan salah satunya adalah penelitian yang membagi AR menjadi 2 (dua) kelompok [4], kelompok pertama membagi bidang penelitian (*research areas*) AR menjadi 5 (lima) jenis, yaitu: *tracking techniques*, *interaction techniques*, *calibration and registration*, aplikasi AR, dan *display techniques*. *Tracking techniques* adalah penelitian yang paling banyak dilakukan [5], yakni sebesar 20.1 % (63/313). Sementara itu, kelompok kedua membagi 6 (enam) topik bahasan yang merefleksikan *research areas* tersebut, yaitu *evaluation/testing*, *mobile/wearable*, AR *authoring*, *visualization*, *multimodal AR*, dan *rendering*. *Mobile/wearable AR* adalah topik yang paling banyak dibahas [6], yakni sebesar 6.1%. Dalam penelitian ini, peneliti akan memfokuskan pembahasan pada *tracking techniques* menggunakan *mobile/wearable AR* yang dikombinasikan dengan *visualization* dan *evaluation/testing*.

Pada penelitian [7] membahas tentang pengaruh *mobile maps* dan AR untuk keperluan navigasi yang memanfaatkan fitur GPS pada *smartphone*. Penelitian tersebut membangun 3 (tiga) purwarupa (*prototypes*), yaitu implementasi *mobile map-based*, *AR-based*, dan *voice-based guidance*. Prinsip kerjanya adalah memberikan informasi navigasi kepada pejalan kaki melalui tampilan *egocentric* (menyerupai tampilan aplikasi google maps). Informasi yang diperoleh oleh pengguna berupa jalur yang telah dilewati dan jalur tujuan menuju ke lokasi. Sementara aplikasi AR dapat menampilkan *real world camera view* dengan memanfaatkan fitur kamera yang tertanam pada *smartphone*. Pengguna akan memperoleh informasi navigasi melalui jalur virtual, nama jalan yang dilalui, dan tampilan *landmark* mengikuti rute yang dilalui. Pengujian yang dilakukan yaitu membandingkan dua kelompok pengguna, yaitu pengguna '*familiar*' dan '*unfamiliar*' terhadap rute yang dilalui. Hasil yang diperoleh adalah pengguna yang memperoleh informasi navigasi melalui tampilan *egocentric* membutuhkan usaha (*mental effort*) yang lebih dalam menerjemahkan informasi. Sedangkan pengguna yang menggunakan aplikasi AR untuk bantuan navigasi tidak membutuhkan usaha (*mental effort*) yang berarti. Mereka secara 'pasif' dapat mengikuti arahan *turn-by-turn* informasi hingga sampai ditujuan melalui *voice-based interface*. Dalam penelitian ARmaps ini, penulis merancang dan membangun

satu purwarupa (*prototype*) yang dapat mendeteksi koordinat awal suatu lokasi dan menandainya dengan objek virtual 3D. Penelitian ini akan menjadi dasar dalam pengembangan selanjutnya berupa navigasi yang menggabungkan tampilan *egocentric* dan visualisasi AR dalam *real world camera view*.

Penggunaan teknologi GPS dalam aplikasi AR [8] dimanfaatkan untuk memberikan informasi secara virtual ketika melewati objek-objek yang ada disekeliling pengguna. Informasi dapat berupa video, gambar, teks, atau simbol yang berbeda-beda berdasarkan *landmark* yang dilewati. Konten informasi berkaitan dengan lokasi *WiFi spots*, ATMs, parkir, transportasi, dan cuaca. Sementara itu, makalah ini membahas tentang rancangan dan antarmuka penentuan koordinat lokasi awal yang menggabungkan *real environment* dan objek virtual dalam *real world camera view interface* dalam satu aplikasi. Aplikasi ini memanfaatkan teknologi GPS dan kamera yang tertanam dalam *smartphone*.

III. ARMAPS

Perancangan aplikasi ARmaps diawali dengan menganalisis kebutuhan perancangan perangkat lunak. Analisis kebutuhan dilakukan melalui 2 (dua) metode pengumpulan, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer bertujuan untuk mengetahui pola perilaku / kebiasaan pengguna (*user behavior*) perangkat *smartphone* terhadap aplikasi penunjuk arah atau pelacakan lokasi yang ada saat ini, sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan untuk menemukan *novelty* berdasarkan pada hasil studi literatur. Analisis kebutuhan diperlukan untuk mendokumentasikan dan mengukur kebutuhan perancangan sistem. Selanjutnya, dimulai tahap perancangan aplikasi ARmaps. Perancangan ARmaps merujuk pada konsep panduan perancangan aplikasi *mobile* [9]. Konsep tersebut membagi perancangan aplikasi *mobile* menjadi 3 (tiga) bagian (*layer*), yaitu analisis, desain, dan pengujian. Pembagian *layer* tersebut mengacu pada beberapa aturan perancangan antarmuka, yaitu delapan aturan emas Shneiderman, tujuh panduan *usability* untuk perangkat *mobile*, standar *human-centred design*, dan *mobile web best practices* 1.0. Gambar 1 menunjukkan bagaimana aplikasi ARmaps dirancang dan dikembangkan. Diawali oleh pengumpulan data untuk keperluan analisis kebutuhan sistem (*context of use*), kemudian perancangan (*context of medium*), dan pengujian (*context of evaluation*).

A. Layer 1 (Context of Use)

Layer 1 ini disebut juga sebagai tahapan analisis kebutuhan pengguna (*context of use*). Pada tahap ini seluruh data dan informasi yang dibutuhkan untuk perancangan aplikasi dikumpulkan, seperti karakteristik pengguna, lingkungannya, dan mendefinisikan sistem yang diperlukan.

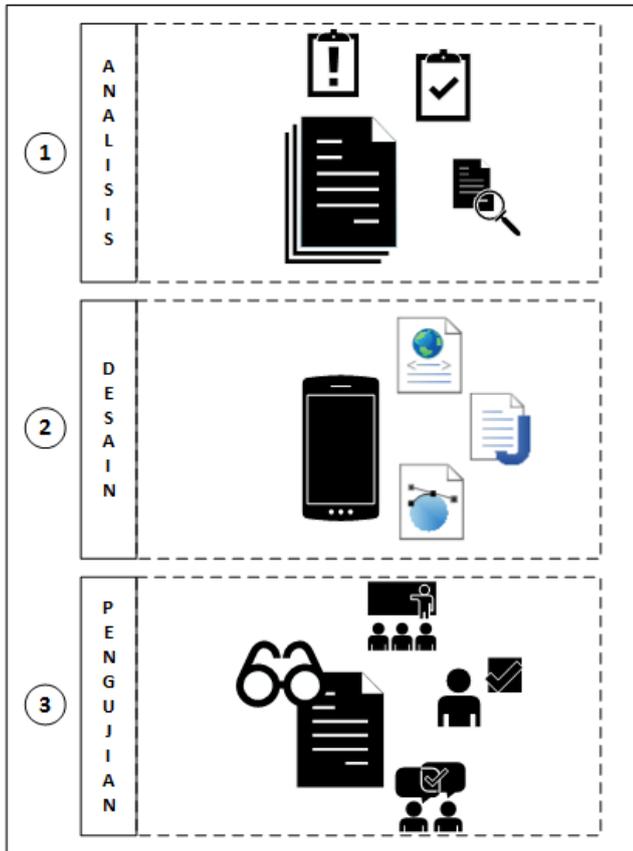
B. Layer 2 (Context of Medium)

Perancangan ARmaps dibagi menjadi dua tahapan, pertama perancangan antarmuka aplikasi dan kedua penerapan metode *GPS-based tracking*. Untuk penerapan metode tersebut masih dalam tahap pengembangan sampai dengan makalah ini ditulis. Sementara itu, perancangan antarmuka dirancang berdasarkan

kondisi *real environment* dan *real world camera view* agar dapat menampilkan visualisasi pendeteksian koordinat awal suatu lokasi yang menjadi dasar dalam penunjuk arah secara *real-time view*.

C. Layer 3 (Context of Evaluation)

Layer ini disebut juga sebagai tahapan pengujian aplikasi. Pengujian yang akan dilakukan berkaitan dengan kesesuaian rancangan terhadap kebutuhan pengguna. Tahapan ini akan menjadi pembahasan tersendiri dalam penelitian berikutnya.



Gambar 1. Tiga layer perancangan aplikasi mobile [9]

IV. HASIL DAN DISKUSI

Perancangan aplikasi ARmaps dilakukan setelah memperoleh hasil analisis kebutuhan. Pengumpulan data primer dilakukan melalui kuesioner¹ yang melibatkan 34 responden, 79.4% responden adalah mahasiswa yang berusia 19 tahun (20.5%). Kuesioner terdiri dari 5 (lima) kategori pertanyaan; pertama, tentang perangkat dan pengguna. Kedua, tentang aplikasi dan peta, selanjutnya kelebihan dan kekurangan aplikasi peta dan navigasi yang ada saat ini, kemudian saran dan harapan pengguna terhadap usability aplikasi peta dan navigasi yang ada saat ini. Terakhir, kategori kuesioner berkaitan dengan identitas responden.

¹ <https://goo.gl/VAdLpt>

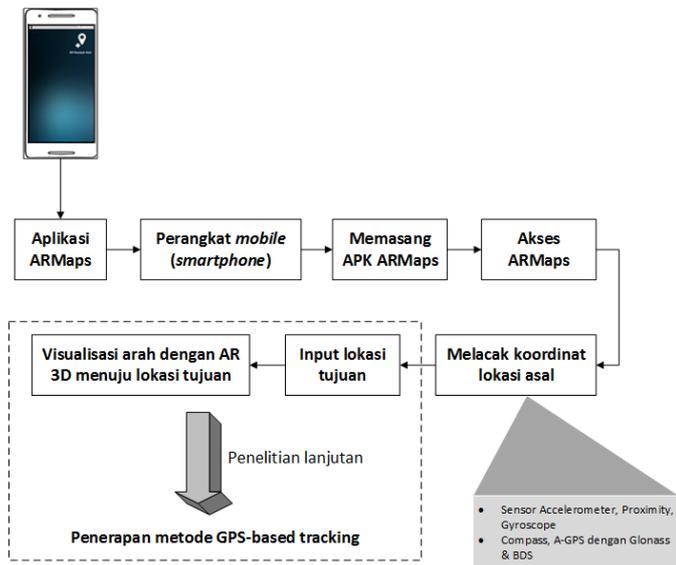
Smartphone dengan sistem operasi android menjadi pilihan terbanyak responden, yaitu sebesar 85.3%. Sebanyak 20 responden (58.7%) menggunakan perangkat tersebut antara 1 sampai dengan 6 jam sehari. Adapun aplikasi yang paling sering digunakan oleh responden adalah media sosial (88.2%). Untuk pertanyaan yang berkaitan dengan jenis aplikasi yang paling sering digunakan, responden dapat memilih lebih dari satu pilihan jawaban yang disediakan, yaitu media sosial, musik dan video player, browser, *document viewer* (word, excel, PDF), foto atau video editor, games, dan aplikasi 360 (beauty lips).

Kategori pertanyaan kedua berkaitan dengan aplikasi dan peta. Adapun hasil pengumpulan data primer diketahui bahwa 91.2% responden menggunakan aplikasi Google Maps sebagai aplikasi peta dan navigasi. Pencarian lokasi menjadi alasan responden untuk menggunakan aplikasi tersebut (88.2%). Responden juga diminta untuk memberikan penilaian apakah tampilan peta dan navigasi dapat menampilkan keadaan yang sebenarnya. Sebanyak 52.9% responden menjawab setuju dengan memilih jawaban skala 3 dan 44.1% responden menyatakan setuju bahwa aplikasi berhasil menuntunnya sampai ke tujuan yang diinginkan. Kategori kuesioner ke 4 (empat), responden diminta untuk memberikan saran untuk aplikasi peta dan navigasi. Kategori saran ini tidak diwajibkan untuk diisi. Sebanyak 18 responden memberikan saran untuk aplikasi peta, dan 15 responden memberikan saran untuk aplikasi navigasi yang ada saat ini.

Berdasarkan hasil pengumpulan data primer, maka dapat disimpulkan bahwa pengguna aplikasi peta dan navigasi masih membutuhkan adanya aplikasi yang mampu menampilkan kondisi *real-time view* menuju ke suatu lokasi yang diinginkan, seperti kondisi lingkungan, jalan, dan bangunan yang berada di sekitar lokasi yang dituju. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan rancangan aplikasi yang mampu menampilkan objek (*real world camera view*) menggunakan *smartphone* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai visualisasi arah penunjuk suatu lokasi.

ARmaps yang dirancang saat ini baru sebatas pendeteksian koordinat lokasi awal. Adapun tahapan perancangan ARmaps diilustrasikan pada Gambar 2. Untuk memperoleh koordinat dari lokasi secara *real-time* maka digunakan dua variabel yaitu latitude dan longitude. Setiap variabel akan mendefinisikan titik koordinat asal (*original*), seperti `private float originalLatitude;` `private float originalLongitude;` dan titik koordinat yang berhasil diperbaharui (*current*), seperti `private float currentLongitude;` `private float currentLatitude;`. Setelah mendefinisikan variabel, unity engine *user interface* akan mendapatkan koordinat posisi pengguna (lokasi asal/awal). Perlu diketahui bahwa aplikasi ARmaps dibuat menggunakan *platform* Unity². Pada Gambar 2 juga terlihat ada dua penelitian lanjutan yang saat ini masih dilakukan, yaitu pembuatan input lokasi tujuan dan penerapan metode *GPS-based tracking* untuk visualisasi arah berbasis AR.

² <https://unity3d.com/>



Gambar 2. Blok diagram sistem ARmaps

Setelah antarmuka ARmaps selesai dibuat, maka dilakukan pengujian menggunakan 4 (empat) *smartphone* dengan merek dan spesifikasi berbeda, diuji menggunakan tiga variabel, yaitu sudut kemiringan, waktu tunda (*delay*), dan jarak (*distance*). Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. PENGUJIAN ARMAPS DENGAN EMPAT JENIS PERANGKAT SMARTPHONE

No.	Jenis Handphone	Pengujian Ke-	Kemiringan	Delay (ms)	Distance (m)	
1	Xiaomi Redmi 4A Fitur Sensor : • Accelerometer, Proximity • Gyroscope • A-GPS with Glonass & BDS Sistem Operasi : Android 6.0.1 (Marshmallow)	1	< 90°	23°	00.26.06	1.32352647430551
		2		33°	00.23.05	2.03699378676805
		3		43°	00.30.74	4.24599894647827
		4	90°		00.29.65	2.03699378676805
		5	> 90°	120°	00.40.18	8.67643838028402
		6		150°	00.21.18	2.54762148374886
		7		170°	00.11.48	1.98550787899754
2	Oppo A57 Fitur Sensor : • Fingerprint (front-mounted) • Accelerometer, proximity • Compass, A-GPS Sistem Operasi : Android 6.0.1 (Marshmallow)	1	90°	-	0	-
3	ASUS Zenfone 3 Max ZC553KL Fitur Sensor : • accelerometer, Proximity • Gyroscope, Compass • A-GPS with Glonass & BDS Sistem Operasi : Android 6.0.1 (Marshmallow)	1	< 90°	23°	00.38.01	10.2042100962445
		2		33°	00.15.09	10.2042100962445
		3		43°	00.17.03	6.54026945511873
		4	90°		00.16.06	7.93516617236958
		5	> 90°	120°	00.22.89	1.69839123982371
		6		150°	00.24.00	8.26465118333112
		7		170°	00.45.03	0
4	Sony Xperia S Fitur Sensor : • Accelerometer, Proximity • Gyroscope, Compass • A-GPS with Glonass Sistem Operasi : Android 4.1.2 (Jelly Bean)	1	90°	-	12121212121212	-

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa salah satu *smartphone* tidak dapat menampilkan objek AR. Hal ini dikarenakan *smartphone* tidak memiliki sensor gyroscope. *Smartphone* yang dapat dijadikan sebagai media uji memiliki sistem operasi dengan versi minimum KitKat, sehingga dapat diketahui bahwa ada salah satu *smartphone* yang memiliki fitur sensor lengkap namun tidak memenuhi syarat minimum sistem operasinya, maka aplikasi yang dirancang tidak dapat menampilkan objek AR. Hal ini terlihat dari *output* di antarmuka aplikasi yang menampilkan keterangan $distance = 121212121212$. *Distance* merupakan jarak antara dua titik, yaitu titik awal dan titik akhir dari koordinat (latitude dan longitude). Ketika pengujian berlangsung, peneliti mengarahkan *smartphone* sesuai dengan sudut kemiringan yang dijadikan sebagai salah satu indikator pengujian, selanjutnya aplikasi akan mendeteksi koordinat lokasi pengujian, kemudian dalam *delay* tertentu aplikasi akan menampilkan objek AR 3D. Adapun indikator berhasilnya pembacaan koordinat lokasi pengujian ditunjukkan dari nilai *distance* yang selalu berubah-ubah seiring dengan perubahan posisi pengguna ketika memegang *smartphone*. *Delay* yang dimaksud dalam pengujian aplikasi ini adalah lamanya aplikasi dapat mendeteksi lokasi dan menampilkan objek AR. Sementara itu, sudut kemiringan yang digunakan selama pengujian terdiri atas tiga kategori sudut, yaitu; sudut lancip ($<90^\circ$), 90° , dan sudut tumpul ($>90^\circ$). Adapun tampilan *prototype* aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Antarmuka *real world camera view* ARmaps

Jarak (*distance*) yang tampil pada antarmuka aplikasi diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2). Variabel R pada Persamaan (1) merupakan radius satelit dari bumi yaitu sebesar 6378.137 KM, sementara itu variabel c pada

Persamaan (3) digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik latitude dan longitude.

$$distance = R * c; \quad (1)$$

$$distance = distance * 1000f; \quad (2)$$

$$c = 2 * \text{Mathf.Atan2}(\text{Mathf.Sqrt}(a), \text{Mathf.Sqrt}(1 - a)) \quad (3)$$

V. KESIMPULAN DAN PENELITIAN SELANJUTNYA

Perancangan aplikasi ARmaps dapat digunakan sebagai alternatif dalam memvisualisasikan arah penunjuk lokasi berdasarkan *real environment* dan *real world camera view*. Aplikasi ini telah dapat membaca koordinat awal suatu lokasi secara *real-time*. Antarmuka aplikasi juga dapat menampilkan posisi koordinat tersebut dalam grafis AR 3D.

Hasil rancangan ARmaps merupakan dasar untuk pekerjaan selanjutnya yaitu menerapkan metode *GPS-based tracking* untuk mendukung keakurasian data lokasi yang akan divisualisasikan dalam grafis AR 3D. Selain itu, perlu diuji tingkat akurasi koordinatnya, pengujian usability, dan analisis lebih dalam tentang seberapa efisienkah aplikasi ini dapat memandu pengguna menuju ke suatu tempat, kemungkinan resiko yang terjadi, dan solusi untuk mengatasi resiko tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh LP2M Institut Teknologi Padang (ITP) melalui Hibah Penelitian Institusi Teknologi Padang dengan nomor kontrak 12/27.O10.4.2/PN/2017. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti ARmaps Dede Wira Trise Putra dan Aulia Rahma atas kerjasamanya dalam menyelesaikan tahap demi tahap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," pp. 355–385, 1997.
- [2] J. Carmigniani, B. Furht, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani, and M. Ivkovic, "Augmented reality technologies, systems and applications," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, 2011.
- [3] K. Smparounis, D. Mavrikios, M. Pappas, and V. Xanthakis, "A virtual and augmented reality approach to collaborative product design and demonstration," 2007.
- [4] F. Zhou, H. Been-Lirn Duh, and M. Billinghurst, "Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR," pp. 193–202, 2008.
- [5] M. Billinghurst, A. Clark, and G. Lee, "A Survey of Augmented Reality," *Found. Trends® Human-Computer Interact.*, vol. 8, no. 2–3, pp. 73–272, 2015.
- [6] G. Papagiannakis, G. Singh, and N. Magnenat-Thalmann, "A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems," *Comput. Animat. Virtual Worlds*, vol. 19, no. 1, pp. 3–22, Feb. 2008.
- [7] H. Huang, M. Schmidt, and G. Gartner, "Spatial Knowledge Acquisition with Mobile Maps, Augmented Reality and Voice in the Context of GPS-based Pedestrian Navigation: Results from a Field Test," *Cartogr. Geogr. Inf. Sci.*, vol. 39, no. 2, pp. 107–116, 2012.
- [8] Z. Yovcheva, D. Buhalis, and C. Gatzidis, "Smartphone Augmented Reality Applications for Tourism," *e-Review Tour. Res.*, vol. 10, no. 2, pp. 63–66, 2012.
- [9] N. Z. B. Ayob, A. R. C. Hussin, and H. M. Dahlan, "Three layers design guideline for mobile application," *Proc. - 2009 Int. Conf. Inf. Manag. Eng. ICIME 2009*, pp. 427–431, 2009.