

PEMBUATAN AUGMENTED REALITY BERBASIS TITIK UNTUK MENDUKUNG BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

Point Based Augmented Reality to Support Building Information Modelling (BIM)

Arif Rohman ¹, Aris Rinaldi ², Fajar Hidayat ¹

¹ Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sumatera

² Balai Teknik Bendungan, Kementerian PUPR

Korespondensi: arif@gt.itera.ac.id

Diterima: 21 Januari 2022; Direvisi: 5 Maret 2022; Disetujui: 5 April 2022

ABSTRAK

Pembangunan aplikasi BIM untuk mendukung proses pekerjaan konstruksi saat ini semakin gencar dilakukan. Hal ini dikarenakan BIM dapat membuat pekerjaan konstruksi lebih terarah sehingga biaya dapat dihemat dan waktu pekerjaan menjadi efisien. BIM sendiri saat ini terdiri atas beberapa level mulai dari pembuatan model 2D hingga aplikasi yang bisa diakses bersama seluruh pengguna. Salah satu hal yang penting dalam BIM adalah informasi terkait dengan rencana dan progress bangunan yang akan besinggungan langsung dengan ruang spasial. Salah satu metode yang dapat menggabungkan antara rencana dan progres adalah aplikasi Augmented Reality (AR). Penelitian ini mencoba membuat aplikasi Augmented Reality sederhana yang dapat menunjukkan titik-titik rencana tapak bangunan dan bentuk bangunan. Pembuatan aplikasi AR ini menggunakan perangkat lunak Unity dan dijalankan pada ponsel berbasis Android. Hasil menunjukkan bahwa koordinat lokasi titik rencana hasil stake out di lapangan sudah menunjukkan posisi yang sesuai meskipun terdapat batasan yaitu akurasi posisinya akan bergantung pada akurasi GPS pada perangkat ponsel.

Kata kunci: BIM, Augmented Reality, stake out, GPS.

ABSTRACT

The creation of the BIM application to support the construction work process increased recently. This is because BIM can make construction work more directed that will reduce the cost, and more efficient time consuming. BIM itself currently consists of several levels ranging from making 2D models to applications that can be accessed by all users. One of the important things in BIM is information related to the plan and progress of buildings that will be directly bounded with spatial space. One method that can combine the plan and progress is an Augmented Reality (AR) application. This study tries to make a simple augmented reality application that can show points of building tread plans and building shapes. The AR applications used Unity software and run-on Android-based phones. The results showed that the location of the planned point by the stake out had shown the appropriate position even though there was a limitation, namely the accuracy of its position would depend on GPS accuracy on the cell phone device.

Keywords: BIM, Augmented Reality, stake out, GPS.

PENDAHULUAN

Building Information Modelling (BIM) merupakan suatu metode dalam konstruksi infrastruktur yang mengintegrasikan mode virtual berikut data teknisnya dan mensimulasikan seluruh informasi pada sebuah proyek pembangunan ke dalam model tiga dimensi [1]. BIM adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Oleh sebab itulah maka di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi [2]. Berdasar pada [3], penerapan BIM saat ini terbatas untuk bangunan gedung negara dengan luas di atas 2.000 m² dan lebih dari dua lantai. Saat ini penggunaan BIM sudah berkembang luas, tidak hanya hanya pada bangunan gedung namun juga pada pekerjaan mega infrastruktur lainnya, yaitu di antaranya implementasi pada pembangunan Bendungan Margatiga (Lampung), renovasi Stadion Utama Gelora Bung Karno (GBK) (Jakarta), Pasar Atas Bukittinggi (Sumatera Barat), Gedung IAIN Palu (Sulawesi Tengah) dan Arena Aquatic (Papua).

Secara umum, di Indonesia, BIM terbagi atas 4 level [2], yaitu: level 0, level 1, level 2 dan level 3.

a. BIM Level 0

Pada level 0, proses pekerjaan melalui gambar/software 2D, belum terdapat kolaborasi tipe apapun.

b. BIM Level 1

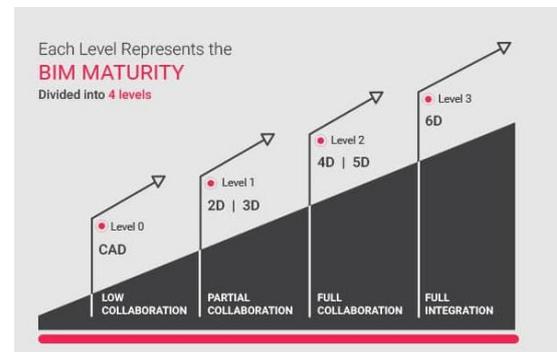
Pada level 1, proses pekerjaan terdapat kombinasi antara gambar/software 2D dan 3D yang mana gambar/file 3D berfungsi untuk visualisasi guna mempermudah pekerjaan. Terdapat standar CAD dan informasi yang dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.

c. BIM Level 2

Pada level 2, proses pekerjaan dilakukan secara kolaboratif antar berbagai disiplin keilmuan yaitu rekayasa sipil, arsitek, manajemen konstruksi, survei dan lainnya, yang mana model dihasilkan dalam gambar/file 2D atau dan 3D namun belum dalam satu file model. Informasi yang dipertukarkan dengan protokol dan format yang disetujui (IFC2, misalnya, atau COBie3).

d. BIM Level 3

Pada level 3, proses pekerjaan dilakukan secara kolaborasi penuh antar berbagai disiplin ilmu pengetahuan, yaitu rekayasa sipil, arsitek, manajemen konstruksi, survei dan lainnya yang mana file output dalam satu file model 3D yang bisa diakses oleh semua *stake holder*. BIM level 3 ini dinamakan juga sebagai OpenBIM.



Gambar 1 Level-level BIM

Sumber: [2][4]

Berdasar pada [2] penggunaan BIM wajib pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2.000 m² (dua ribu meter persegi) dan di atas 2 (dua) lantai. Keluaran dari perancangan merupakan hasil desain menggunakan BIM untuk; a. gambar arsitektur, b. gambar struktur, c. gambar utilitas (mekanikal dan elektrik), d. gambar lansekap, e. rincian volume pelaksanaan pekerjaan, f. rencana anggaran biaya. Hal tersebut tentunya dapat mempermudah pekerjaan konstruksi infrastruktur secara terintegrasi sehingga proses konstruksi menjadi lebih efisien dan efektif. Selain itu, BIM juga menuntut Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia untuk dapat beradaptasi dengan teknologi masa kini sehingga dapat meningkatkan kualitas kerja. Dalam perencanaan dan progres pekerjaan, integrasi teknologi berdampak pada kemudahan akses pekerjaan oleh berbagai *stake holder* terkait guna kelancaran komunikasi dan birokrasi. Aktualisasinya, penerapan BIM tidak hanya berdampak di tahap perencanaan, namun juga pada tahap perancangan model, pengadaan, pelelangan, pelaksanaan/konstruksi model, dan operasi dan pemeliharaan.

Augmented Reality untuk Perencanaan Konstruksi

Melalui tulisannya yang berjudul "A Survey of Augmented Reality" pada tahun 1997, Ronald T Azuma menyatakan bahwa Augmented Reality merupakan teknologi yang menggabungkan benda-benda nyata dan maya pada lingkungan nyata, sangat interaktif dan dalam waktu sebenarnya (real time), dan benda atau objek

yang digabungkan dapat berupa benda dua dimensi atau tiga dimensi sebagai representasi benda maya atau nyata [5]. Teknologi Augmented Reality akhir-akhir ini mulai sering digunakan karena teknologi AR memiliki kelebihan dalam proses menyampaikan informasi kepada pengguna. Dengan menggunakan teknologi AR, dapat ditambahkan pengertian dan informasi tambahan pada dunia nyata dimana sistem ini mengambil dunia nyata sebagai dasar dan menggabungkan beberapa teknologi dengan menambahkan data kontekstual agar objek tersebut dapat mudah dipahami [6].

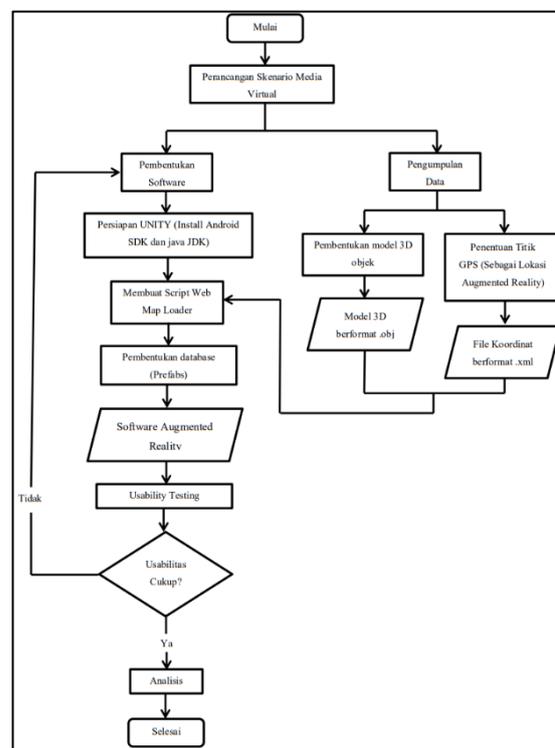
Penggunaan augmented reality dalam perencanaan konstruksi sangat mungkin untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan teknologi augmented reality dapat menciptakan sebuah gambar objek virtual tiga dimensional sesuai dengan pandangan pengguna yang sebenarnya dan penempatan objek di dalam dunia nyata dengan definisi hubungan geometrik antara virtual dan objek fisik [7]. Sebagai contoh penggunaan teknologi augmented reality dalam perencanaan di bidang konstruksi adalah dengan membuat model augmented reality dari bangunan yang akan dibuat. Tentu hal ini akan sangat membantu banyak pihak, baik itu marketing yang akan melakukan penjualan atau pekerja yang akan membangun bangunan tersebut [8]. Sejauh mana aplikasi AR menggunakan aplikasi pada ponsel dapat membantu proses pengembangan BIM menjadi dasar utama riset ini dilakukan.

Proses penampalan model bangunan pada dunia nyata yang berdomain spasial dilakukan dengan metode stake out. Stake out merupakan kegiatan memindahkan desain titik yang telah direncanakan ke posisi sesungguhnya di lapangan, yang biasanya dilakukan dengan menggunakan alat Total Station atau GPS Geodetik [9]. Informasi untuk stake out yang digunakan adalah jarak dan arah (azimut) dari posisi pengamat terhadap objek rencana. Pada penelitian ini, proses stake out yang dilakukan adalah menentukan model AR titik bangunan relative terhadap pengamat menggunakan alat bantu ponsel yang memiliki GPS. Untuk saat ini, penelitian membatasi bahasan pada penentuan rencana titik.

METODE

Objek pada perencanaan konstruksi akan selalu memiliki bentuk diantara titik (*point*), garis (*line*), atau luasan (*polygon*). Contoh objek titik adalah tiang pancang, rangka bangunan, dan titik bor. Objek garis biasanya berupa garis jalan, dinding bangunan, dan perkabelan. Objek luasan berupa

rencana tapak bangunan atau lantai, dan atap. Objek titik merupakan objek yang pasti ada pada keseluruhan bentuk dan bahkan dapat mewakili bentuk lain sehingga penentuan posisi titik menjadi sangat penting untuk dilakukan. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode stake out menggunakan GPS pada ponsel dengan menggunakan bantuan perangkat lunak augmented reality untuk objek titik yang direncanakan koordinatnya. Proses ini akan dilakukan pada aplikasi berbasis android dan secara garis besar terdiri dari dua tahapan dalam pembentukannya yaitu pengumpulan data dan pembuatan aplikasi. Alur pembentukan aplikasi dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 2. Proses pembuatan objek dilakukan pada perangkat lunak Unity yang digabungkan dengan data spasial berbentuk titik. Adapun objek yang digunakan adalah model 3D tugu yang sudah dibuat sebelumnya oleh Ezzat dan kemudian disesuaikan oleh yang diposisikan sesuai koordinat titik BM ITR-2 yang berada di kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA).



Gambar 2 Diagram Alir

Proses tumpang susun objek rencana titik bangunan dengan dunia nyata dapat dilakukan jika kedua hal tersebut berada pada bidang referensi yang sama. Penelitian ini menggunakan GPS pada ponsel sebagai alat untuk stake out yang memiliki referensi pada system World Geodetic System (WGS) tahun 1984 atau biasa dikenal dengan WGS84. Dengan demikian, model titik rencana harus dibentuk pada system yang sama juga. Normalnya posisi titik ini adalah posisi titik sebuah benda yang akan direncanakan

konstruksinya. Pada penelitian ini, titik tersebut akan diwakili oleh titik yang sudah diketahui koordinatnya yaitu titik ITR-2 yang memiliki koordinat pada system WGS84 seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Koordinat titik ITR-2

Lintang	Bujur	Tinggi
5.3567 LS	105.3153 BT	
Easting (UTM 48 S)	Northing (UTM 48 S)	106.467 meter
534940.234 meter	9407886.691 meter	

Untuk membuat model titik rencana, proses pertama yang dilakukan adalah pengumpulan data untuk pembentukan model 3D dengan luaran model berformat obj. Format model 3D ini dipilih karena perangkat lunak Unity sebagai media pembentukan aplikasi dapat menerima beberapa format model 3D yang salah satunya adalah format obj. Proses selanjutnya adalah penentuan titik acuan untuk penempatan model di lapangan dengan format koordinat X dan Y (lintang dan bujur) yang memiliki format xml. Setelah pengumpulan data, proses selanjutnya adalah pembentukan aplikasi dengan menggunakan Unity. Tahap pertama adalah mempersiapkan perangkat lunak dengan menambahkan android SDK dan Java JDK agar aplikasi dapat digunakan pada ponsel dengan sistem operasi Android. Setelah itu dilakukan pembuatan wadah file posisi menggunakan Web Map Loader untuk membaca koordinat berformat xml yang telah dibuat sebelumnya. Pada wadah yang sama juga dilakukan proses prefabs yang merupakan wadah dari model titik 3D yang telah dibentuk. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi android yang memiliki data rencana titik yang diwakili oleh objek titik berupa tugu yang memiliki posisi pada sistem WGS84.

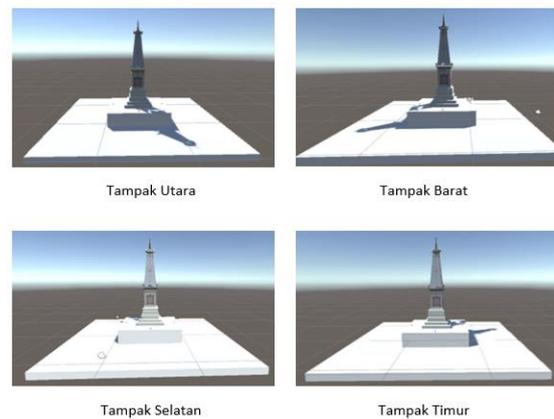
Setelah aplikasi AR selesai dibuat, proses terakhir adalah *usability testing* dengan konsep stake out. Secara sederhana, proses stakeout adalah kebalikan dari proses pemetaan dengan prinsip polar dimana ketika proses pemetaan prosesnya adalah penentuan titik objek dengan jarak dan arah sedangkan pada proses stake out jarak dan arahnya di ekstrak menggunakan informasi dua titik yang diketahui. Dua titik yang diketahui yang pertama yaitu posisi titik pengamat yang didapatkan dari bacaan GPS pada ponsel, titik kedua adalah titik target yaitu posisi titik rencana. Formulasi untuk mendapatkan jarak dan arah dari titik pengamat ke titik objek akan memenuhi persamaan 1 dan 2.

$$\text{Jarak } p_{\text{target}} = \sqrt{\frac{(X_{\text{target}} - X_{\text{pengamat}})^2}{(Y_{\text{target}} - Y_{\text{pengamat}})^2}} \quad (1)$$

$$\text{Azimut } p_{\text{target}} = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{(X_{\text{target}} - X_{\text{pengamat}})}{(Y_{\text{target}} - Y_{\text{pengamat}})} \right) \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada tahap pertama adalah model 3D yang merepresentasikan titik berupa tugu yang dapat dilihat bentuknya pada gambar 3. Model 3D yang dibuat telah juga diset arah orientasinya terhadap empat arah mata angin. Ukuran tapak model 3D tugu ini disesuaikan dengan dimensi dari titik BM ITR-2. Proses ini dilakukan untuk melihat kesesuaian posisi yang dihasilkan antara titik rencana dan titik referensi.



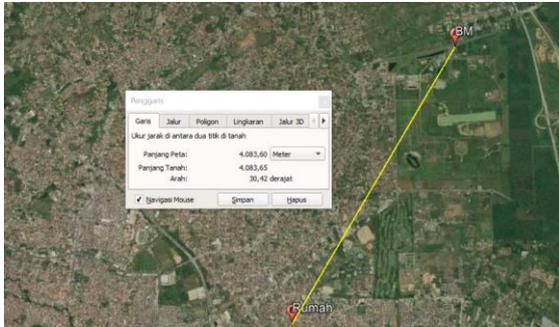
Gambar 3 Model 3D Titik Tugu dan Arah Orientasinya pada Unity

Hasil kedua adalah *augmented reality* posisi model tersebut pada dunia nyata. Aplikasi AR dapat menunjukkan jarak dan arah dari titik pengamat, dalam hal ini posisi ponsel, menuju ke arah target yaitu titik rencana menggunakan bentuk garis dan angka. Data inilah yang digunakan sebagai dasar stake out. Pada penelitian ini, titik rencana dan pengamat sengaja dibuat terpisah jauh untuk memperlihatkan bahwa AR memang cocok digunakan untuk pemantauan proses pembanguan. Hasil arah dan jarak untuk proses stake out posisi objek titik tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Informasi Arah dan Jarak dari Pengamat Terhadap Target

Untuk memvalidasi data ukuran yang dihasilkan oleh aplikasi, perhitungan jarak pengamat dan target dihitung juga manual pada aplikasi Google Earth. Hasil dari AR menunjukkan jarak pengamat dan target seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 adalah sejauh 4.081,58 meter sedangkan jarak yang dihitung manual dari Google Earth adalah 4.083,65 meter seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 Jarak Pengamat dan Target dari Google Earth

Diskusi

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan proses stake out untuk menentukan model AR titik bangunan relatif terhadap pengamat menggunakan alat bantu ponsel yang memiliki GPS sebagai usaha untuk mendukung BIM. Meskipun secara umum penentuan posisi objeknya sudah menunjukkan hasil yang memuaskan, tetapi dapat dilihat bahwa posisi titik rencana pada AR ketika dilihat secara dekat, posisi titik rencana meleset kurang lebih 4,88 meter seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6 Hasil AR pada Lokasi Titik Referensi

Hasil tersebut didapatkan kemungkinan besar dikarenakan oleh penentuan posisi yang digunakan hanya mengandalkan posisi dari GPS ponsel. Seperti diketahui bahwa GPS yang ada

pada ponsel bertipe GPS navigasi dengan penentuan posisi secara absolut. Tipe GPS ini memiliki ketelitian posisi di kisaran 3-6 meter pada situasi yang baik, dan akan lebih dari 6 meter ketika sinyal terhalang (misalnya di dalam hutan). Hal ini dapat diatasi dengan memberikan koreksi terhadap data GPS misalnya dengan metode koreksi Real Time Kinematik (RTK). Untuk mendapatkan hasil ini maka ponsel yang digunakan harus memiliki perangkat keras dan perangkat lunak tambahan dan tidak umum ada di pasaran.

KESIMPULAN

Proses perancangan BIM ditujukan salah satunya agar kontrol terhadap pembangunan dapat dilakukan dengan baik. Salah satu perkembangan teknologi yang dapat digunakan untuk membantu pembangunan BIM adalah teknologi *Augmented Reality*. Hasil pada penelitian ini memperlihatkan bahwa untuk mengontrol rencana pembangunan fisik yang diwakili oleh titik, teknologi AR dapat memperlihatkan bentuk rencana 3D dengan baik. Dengan teknologi AR, rencana infrastruktur yang akan dibangun dapat dibayangkan dengan mudah akan seperti apa nantinya. Meskipun demikian tetap terdapat batasan karena kemampuan alat yang digunakan. GPS pada ponsel yang bertipe navigasi yang digunakan sebagai acuan posisi pengamat memiliki akurasi rendah sehingga posisi objek rencana dan titik acuan yang seharusnya sama bergeser pada aplikasi AR sejauh 4,88 meter. Meskipun demikian, nilai pergeseran ini masih pada toleransi alat yang digunakan yang memang memiliki ketelitian paling baik sekitar 3-6 meter.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada LPDP Water Professional dan Teknik Geomatika ITERA yang telah memberikan *insight* pembuatan BIM menggunakan AR yang dibutuhkan pada banyak pekerjaan konstruksi pengendali air ukuran besar seperti bendungan atau embung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "https://www.pu.go.id/berita/kementerian-an-pupr-terus-tingkatkan-pemanfaatan-teknologi-bim-dalam-pembangunan-infrastruktur." https://www.pu.go.id/berita/kementerian-an-pupr-terus-tingkatkan-pemanfaatan-teknologi-bim-dalam-pembangunan-infrastruktur (accessed Jan. 04, 2022).

[2] H. Kusumartono *et al.*, *Panduan Adopsi*

- BIM dalam Organisasi*. Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.
- [3] *Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018 tentang Pembangunan Gedung Negara*. 2018.
- [4] "<https://www.united-bim.com/bim-maturity-levels-explained-level-0-1-2-3/>".
- [5] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.
- [6] J. Nurdiansyah and A. Choiron, "Augmented Reality Untuk Media Promosi Rumah Pada Alang-Alang Construction Berbasis Android," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 99–106, 2018, doi: <https://doi.org/10.31328/jointecs.v3i3.814>.
- [7] B. A. Suryawinata, "Pemanfaatan Augmented Reality Dalam Memvisualisasikan Produk Perumahan Melalui Internet," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 1, no. 2, pp. 758–769, 2010, doi: <https://doi.org/10.21512/comtech.v1i2.2583>.
- [8] M. Rizal and L. Sandiana, "Aplikasi Pemasaran Perumahan Berbasis Teknologi Augmented Reality," *Inspir. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 6, no. 2, pp. 140–147, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.35585/inspir.v6i2.2423>.
- [9] D. B. Susetyo, H. T. Yuniar, and L. R. Saputra, "Standarisasi Aplikasi Survey Pemetaan Terestris Dalam Bidang Konstruksi Struktur Bawah Bangunan," 2013.