



INTISARI

Panggung Krapyak merupakan salah satu bangunan penanda bersejarah dari sumbu kosmologis Yogyakarta yang didirikan pada tahun 1760 dan telah diakui sebagai warisan budaya dunia oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO). Umur bangunan yang sudah tua ditambah dengan pengaruh bencana alam seperti gempa bumi tahun 2006 memperlemah struktur bangunan ini. Tidak tersedianya data yang menyimpan informasi mengenai geometri Panggung Krapyak ini menjadi masalah apabila di kemudian hari diperlukan renovasi setelah terjadi kerusakan pada bangunan. Pada penelitian ini, pemodelan 3 dimensi dimanfaatkan sebagai upaya untuk membuat arsip digital yang mampu dijadikan sebagai acuan apabila terjadi kerusakan di kemudian hari. *Neural Radiance Field* atau biasa disingkat NeRF merupakan teknik rekonstruksi foto menjadi tampilan 3 dimensi yang saat ini menjadi alternatif penggunaan teknik fotogrametri. Berbeda dengan fotogrametri yang menyimpan data dalam bentuk seperti *point cloud* atau *mesh*, NeRF hanya menampilkan gambar yang seolah-olah memiliki geometri 3 dimensi. Perkembangan NeRF yang semakin pesat menghasilkan banyak konfigurasi teknik dalam merepresentasikan tampilan 3 dimensi. NeRF dipilih sebagai teknik rekonstruksi karena dinilai lebih unggul dibanding fotogrametri pada objek dengan permukaan homogen seperti Panggung Krapyak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat arsip digital Panggung Krapyak sekaligus mengetahui cara rekonstruksi dan potensi akurasi geometri NeRF dalam skenario objek yang homogen serta mengetahui berbagai konfigurasi teknik NeRF.

Proses rekonstruksi foto menjadi model tampilan 3 dimensi diawali dengan teknik *Structure from Motion* yang menghasilkan titik-titik dengan nilai koordinat dan arah (x, y, z, θ, ϕ) . *Neural network* kemudian digunakan dalam mengubah nilai berupa koordinat (x, y, z) dan arah (θ, ϕ) menjadi representasi warna dan *volume density*. Model kemudian disimpan dalam representasi volumetrik atau *radiance field*. Konfigurasi teknik NeRF yang menghasilkan *radiance field* ini memiliki bermacam variasi, dalam penelitian ini konfigurasi yang digunakan adalah nerfacto. Pengonversian model *radiance field* menjadi *point cloud* kemudian dilakukan untuk mempermudah proses pemodelan. *Filtering point cloud* dilakukan agar memperoleh *point cloud* yang terbebas dari *noise*. Proses *scaling point cloud* dilakukan dengan menggunakan data ukuran panjang sebenarnya dari pengukuran *total station*. Pemodelan 3 dimensi kemudian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Blender. Uji akurasi dilakukan dengan pengecekan toleransi nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) model terhadap nilai ambang batas akurasi model berdasarkan standar *Open Geospatial Consortium* (OGC). Terakhir, uji statistik menggunakan 26 sampel ukuran bangunan sebenarnya dilakukan untuk pengecekan terhadap signifikansi perbedaan panjang model dengan panjang bangunan sebenarnya.

Berdasarkan hasil *point cloud* yang terbentuk, terdapat bagian dinding bangunan yang berlubang pada area yang homogen, jumlah foto yang sedikit menjadi alasan hasil tersebut. Hasil pemodelan kemudian dihitung akurasinya menggunakan acuan data pengukuran *total station* yang memiliki tingkat ketelitian lebih tinggi. Nilai RMSE model didapatkan sebesar 0,49 m yang memenuhi nilai ambang batas *Level of Detail* (LOD) 3 sebesar 0,50 m. Selain itu, uji statistik dengan distribusi *t student* juga menunjukkan nilai *t* hitung sebesar 0,95 yang lebih kecil dibanding nilai *t* tabel dengan interval konfidensi 95% sebesar 2,47. Berdasarkan uji statistik tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbedaan dimensi model dengan dimensi sebenarnya tidak signifikan.

Kata kunci: *Neural Radiance Field, Structure from Motion, Pemodelan 3D*



ABSTRACT

Panggung Krapyak is one of the historical landmark buildings on the cosmological axis of Yogyakarta, built in 1760 and recognized as a world cultural heritage by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). The building's old age, along with the impact of natural disasters such as the 2006 earthquake, has weakened its structural integrity. The unavailability of data that stores information about the geometric of Panggung Krapyak becomes a problem if in the future renovation is needed after damage occurs to the building. In this study, 3D modeling is utilized as an effort to create a digital archive that can serve as a reference in the event of future damage. Neural Radiance Field (NeRF) is a photo reconstruction technique into 3D scene representation that currently serves as an alternative to photogrammetry. Unlike photogrammetry, which stores data in forms such as point clouds or meshes, NeRF displays images that appear to have three-dimensional form. The rapid development of NeRF has resulted in various technique configurations to represent 3D appearances. NeRF was selected as the reconstruction technique in this study because it is considered superior to photogrammetry when applied to objects with uniform surfaces, such as Panggung Krapyak. This study aims to create a digital archive of Panggung Krapyak while also exploring the reconstruction process and the potential geometric accuracy of NeRF in uniform object scenarios, as well as examining various NeRF technique configurations.

The photo to 3D reconstruction process begins with Structure from Motion technique, which produces points with coordinate and direction values (x, y, z, θ, ϕ) . A neural network is then used to transform these coordinate (x, y, z) and direction (θ, ϕ) values into representations of color and volume density. The model is then stored in a volumetric representation or radiance field. The NeRF technique configuration used in this study is nerfacto. The conversion of the radiance field model into a point cloud is then carried out to facilitate the modeling process. Point cloud filtering is performed to obtain noise free data. Scaling of the point cloud is conducted using actual length measurements obtained from total station data. The 3D modeling is then carried out using Blender. Accuracy testing is conducted by checking the Root Mean Square Error (RMSE) value of the model against the model accuracy threshold based on the standards of the Open Geospatial Consortium (OGC). Finally, a statistical test is conducted to evaluate the significance of dimensional differences between the model and the actual building.

Based on the resulting point cloud, there are parts of the building's wall that appear hollow in uniform areas, with the limited number of photos identified as the cause. The model's accuracy was evaluated using total station measurement data, which offers a higher level of precision. The model's RMSE value was found to be 0.49 meters, meeting the accuracy threshold for Level of Detail (LOD) 3, which is 0.50 meters. In addition, the statistical test using t-student distribution showed a t-calculated value of 0.95, which is smaller than the t-table value of 2.47 at a 95% confidence interval. Based on this statistical test, it can be concluded that the dimensional difference between the model and the actual structure is not significant.

Keywords: 3D modelling, Close range photogrammetry, NeRF, Structure from Motion