

ABSTRAK

Cheryl Devina Halim:

Skripsi

Pembuatan 3D *Point Cloud* dengan *Photogrammetry* dan DCGAN

Rekonstruksi objek 3D dari gambar merupakan suatu proses yang memiliki banyak tantangan seperti variabilitas objek, kompleksitasnya, dan informasi yang dapat didapatkan dari gambar. Sudah ada beberapa penelitian sebelumnya yang melakukan rekonstruksi objek 3D dari gambar tetapi metode tersebut seringkali melakukan generalisasi terhadap rekonstruksi yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan 3D *point cloud* yang akurat hanya dengan menggunakan input *multi-image* dengan metode *photogrammetry* dan *Deep Convolutional Generative Adversarial Network* (DCGAN). *Ground truth* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *depth map* hasil rendering objek dan akan dilakukan *post processing* untuk mengubah *depth map* menjadi *point cloud*.

Metode ini menghasilkan *depth map* garis besar dari objek yang akan direkonstruksi dari dataset *ShapeNet* yang memiliki 55 kategori objek. Metode ini belum bisa mengalahkan metode yang menggunakan *point cloud* sebagai *ground truth* dan melakukan rekonstruksi dari *random vector* dalam evaluasi MMD-CD dan MMD-EMD. Rekonstruksi 3D objek menggunakan *multi-image* dapat dilakukan dengan GAN tetapi kurang baik ketika GAN digabung dengan metode *photogrammetry*.

Kata kunci: *point cloud*, rekonstruksi objek 3D, *photogrammetry*, DCGAN

ABSTRACT

Cheryl Devina Halim:

Undergraduate Thesis

3D Point Cloud Generation with Photogrammetry and DCGAN

3D object reconstruction from images is a process that presents many challenges, such as object variability, complexity, and the information that can be obtained from images. There have been several previous studies that have performed 3D object reconstruction from images, but these methods often generalize the resulting reconstruction.

This research aims to produce accurate 3D point clouds using only multi-image input with photogrammetry and Deep Convolutional Generative Adversarial Network (DCGAN) methods. The ground truth used in this study is the depth map resulting from object rendering, and post-processing will be performed to convert the depth map into a point cloud.

This method generates an outline depth map of the object to be reconstructed from the ShapeNet dataset, which has 55 object categories. This method has not been able to outperform methods that use point clouds as ground truth and perform reconstruction from random vectors in the MMD-CD and MMD-EMD evaluations. 3D object reconstruction using multi-image can be done with GAN, but it performs poorly when GAN is combined with the photogrammetry method.

Keywords: point cloud, 3D object reconstruction, photogrammetry, DCGAN

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SEGMENT PROGRAM	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penelitian.....	4
2. LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1 3D Object Reconstruction.....	6
2.1.2 3D Point Cloud.....	6
2.1.3 Photogrammetry	8
2.1.4 Generative Adversarial Network (GAN)	8
2.1.5 Deep Convolutional Generative Adversarial Network (DCGAN)	9
2.1.6 ShapeNetCore Dataset	9
2.1.7 Chamfer Distance (CD)	11
2.1.8 Earth Mover's Distance (EMD)	12
2.1.9 Coverage	12
2.1.10 Minimum Matching Distance (MMD).....	12
2.2 Tinjauan Studi.....	12
2.2.1 3D point cloud generation reconstruction from single image based on image retrieval (Chen et al., 2021)	12
2.2.2 Flow-based GAN for 3D Point Cloud Generation from a Single Image (Wei et al., 2022).	13
2.2.3 Conditional GAN for Point Cloud Generation (Z. Yang et al., 2023)	13

3. ANALISIS DAN DESAIN SISTEM	15
3.1 Analisis Masalah.....	15
3.2 Desain Sistem.....	15
3.2.1 Konversi Dataset.....	16
3.2.2 Preprocessing	17
3.2.3 Model Generasi Point Cloud	27
3.2.4 <i>Post Processing Fusion</i>	28
4. IMPLEMENTASI SISTEM	30
4.1 Konversi <i>Dataset</i>	30
4.2 Preprocessing	32
4.3 Model Generasi <i>Point Cloud</i> dan Implementasi <i>Fusing</i>	40
5. EVALUASI DAN PENGUJIAN SISTEM	48
5.1 Pengujian Penggunaan <i>Masking</i>	48
5.2 Pengujian Learning Rate	50
5.3 Pengujian Jumlah Perspektif	51
5.3.1 Pengujian 8 Perspektif Tanpa Masking	58
5.3.2 Pengujian 8 Perspektif dengan Background Noise dan Grayscale.....	60
5.4 Analisa Pengujian Kompleksitas <i>Discriminator</i>	64
5.4.1 Pengujian Kompleksitas <i>Discriminator</i> pada 4 Perspektif	64
5.4.2 Pengujian Kompleksitas <i>Discriminator</i> pada 8 Perspektif	65
5.5 Analisa Performa Model terhadap Semua <i>Class</i>	66
5.5.1 Analisa Hasil Depth Map Terburuk	67
5.5.2 Analisa Hasil Depth Map Terbaik	69
5.6 Pengujian Penggabungan <i>Point Cloud</i>	70
6. KESIMPULAN DAN SARAN	74
6.1 Kesimpulan	74
6.2 Saran.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori-kategori pada Dataset.....	10
Tabel 3.1 Contoh Taksonomi <i>Dataset Airplane</i>	16
Tabel 3.2 Matriks Transformasi <i>Quaternion</i> 4 Perspektif	20
Tabel 3.3 Matriks Transformasi <i>Quaternion</i> 8 Perspektif	21
Tabel 3.4 Matriks Perkalian <i>Mapping</i> 2D ke 3D	29
Tabel 4.1 Hubungan Segmen Program dengan Desain Sistem.....	30
Tabel 5.1 Contoh <i>Depth Map</i> dengan dan tanpa <i>Masking</i>	48
Tabel 5.2 Hyperparameter Learning Rate	50
Tabel 5.3 Hasil <i>Depth Map</i> 4 Perspektif <i>Class Airplane</i> dan <i>Chair</i>	51
Tabel 5.4 Hasil <i>Depth Map</i> 8 Perspektif <i>Class Airplane</i> dan <i>Chair</i>	52
Tabel 5.5 Perbandingan Hasil <i>Mask</i> 4 Perspektif dan 8 Perspektif	53
Tabel 5.6 Evaluasi MMD-CD dan MMD-EMD terhadap Tiga <i>Class</i> 4 Perspektif	54
Tabel 5.7 Evaluasi MMD-CD dan MMD-EMD terhadap Tiga <i>Class</i> 8 Perspektif	56
Tabel 5.8 Perbandingan <i>Depth Map</i> 8 Perspektif Menggunakan dan Tanpa <i>Masking</i>	58
Tabel 5.9 Perbandingan <i>Mask</i> 8 Perspektif Menggunakan dan Tanpa <i>Masking</i>	59
Tabel 5.10 Perbandingan <i>Depth Map</i> dengan Penggunaan <i>Background</i> Berbeda	61
Tabel 5.11 Perbandingan <i>Mask</i> dengan Penggunaan <i>Background</i> Berbeda	62
Tabel 5.12 Hasil MMD-CD dan MMD-EMD Semua <i>Class</i> 8 Perspektif	66
Tabel 5.13 Contoh Hasil Generasi <i>Depth Map</i> dan <i>Mask</i> Model untuk <i>Class</i> dengan Hasil Evaluasi Terburuk.....	68
Tabel 5.14 Contoh Hasil Generasi <i>Depth Map</i> dan <i>Mask</i> Model untuk <i>Class</i> dengan Hasil Evaluasi Terbaik.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Topografi Vegetasi Dalam Representasi 3D Point Cloud	7
Gambar 2.2 Contoh Hasil 3D <i>Point Cloud</i> oleh <i>Deep Learning Model</i>	7
Gambar 2.3 Pemandangan Hasil Survei Sistem UAV	8
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Block Diagram</i> Arsitektur GAN.	9
Gambar 2.5 Contoh Objek dari <i>ShapeNetCore</i>	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Proses <i>Framework Point Cloud Generation</i>	16
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Proses <i>Preprocessing</i>	18
Gambar 3.3 Contoh <i>Rendering</i> 4 Perspektif <i>Airplane</i>	18
Gambar 3.4 Hasil <i>Rendering</i> 4 Perspektif <i>Airplane</i> Setelah <i>Cropping</i>	19
Gambar 3.5 Hasil <i>Rendering</i> 4 Perspektif <i>Airplane</i> Setelah <i>Resizing</i> dan <i>Padding</i>	20
Gambar 3.6 Hasil <i>Rendering Depth Map</i> dengan Transformasi <i>Quaternion</i>	22
Gambar 3.7 Hasil <i>Rendering</i> 4 Perspektif <i>Depth Map Airplane</i> Setelah <i>Cropping</i>	23
Gambar 3.8 Hasil <i>Rendering</i> 4 Perspektif <i>Depth Map Airplane</i> Setelah <i>Resizing</i> dan <i>Padding</i>	24
Gambar 3.10 Contoh <i>Depth Map Airplane</i> dengan <i>Z-near</i> 0.1 dan <i>Z-far</i> 1.4	25
Gambar 3.11 Hasil Generasi <i>Mask</i> dari <i>Depth Map</i>	26
Gambar 3.12 Contoh 3D <i>Point Cloud Airplane</i> yang dihasilkan	27
Gambar 3.14 Contoh Hasil <i>Mapping Depth Map</i> tanpa Translasi	29
Gambar 5.1 Perbandingan <i>Discriminator Loss</i> antara Penggunaan <i>Masking</i> dan tanpa <i>Masking</i> ..	49
Gambar 5.2 Perbandingan <i>Generator Loss</i> antara Penggunaan <i>Masking</i> dan tanpa <i>Masking</i>	49
Gambar 5.3 Perbandingan <i>Validation Loss</i> Learning Rate Annealing, Fixed, dan Restart	51
Gambar 5.4 Perbandingan <i>Training</i> dan <i>Validation Loss</i> pada 4 Perspektif Kategori <i>Airplane</i>	55
Gambar 5.5 Perbandingan <i>Training</i> dan <i>Validation Loss</i> pada 4 Perspektif Kategori <i>Car</i>	55
Gambar 5.6 Perbandingan <i>Training</i> dan <i>Validation Loss</i> pada 4 Perspektif <i>Class Chair</i>	56
Gambar 5.8 Perbandingan <i>Training</i> dan <i>Validation Loss</i> pada 8 Perspektif Kategori <i>Car</i>	58
Gambar 5.10 Perbandingan <i>Depth Map Loss</i> antara Penggunaan <i>Masking</i> dan Tanpa <i>Masking</i> ...	60
Gambar 5.11 Perbandingan <i>Mask Loss</i> dalam Penggunaan <i>Masking</i> dan Tanpa <i>Masking</i>	60
Gambar 5.12 Contoh <i>Depth Map</i> dengan <i>Background Grayscale</i> (0.5)	61
Gambar 5.13 Contoh <i>Depth Map</i> dengan <i>Background Noisy</i>	61
Gambar 5.14 Contoh <i>Fusing Point Cloud</i> dengan <i>Depth Map Noisy Background</i>	63
Gambar 5.15 Grafik <i>Depth Map Loss</i> untuk Model dengan Input <i>Background Noisy</i> , <i>Grayscale</i> , dan <i>Original</i>	63
Gambar 5.16 Perbandingan <i>Discriminator Loss</i> pada 1 <i>Class</i> dan Input 4 Perspektif	65

Gambar 5.17 Perbandingan <i>Discriminator Loss</i> pada 1 <i>Class</i> dan Input 4 Perspektif	65
Gambar 5.18 Perbandingan Generator Loss antara Complex Discriminator dan Less Complex Discriminator.....	66
Gambar 5.19 Perbandingan Discriminator Loss antara Complex Discriminator dan Less Complex Discriminator.....	66
Gambar 5.20 Mapping 8 Perspektif Point Cloud pada Axis Class Chair	70
Gambar 5.21 Contoh Fusing 8 Perspektif <i>Point Cloud Class Airplane</i>	71
Gambar 5.22 Contoh <i>Fusing</i> 8 Perspektif <i>Point Cloud Class Airplane</i> setelah <i>Inverse</i>	72
Gambar 5.23 Contoh Penggabungan Satu Pasang Perspektif <i>Class Chair</i>	72

DAFTAR SEGMENT PROGRAM

Segment Program 4.1 Konversi <i>Dataset</i>	30
Segment Program 4.2 <i>Rendering Image</i>	32
Segment Program 4.3 <i>Cropping Image</i>	34
Segment Program 4.4 <i>Resizing dan Padding Image</i>	35
Segment Program 4.5 <i>Rendering Depth Map</i>	35
Segment Program 4.6 <i>Cropping Depth Map</i>	36
Segment Program 4.7 <i>Resizing dan Padding Depth Map</i>	37
Segment Program 4.8 <i>Parameter Tuning dan Pembuatan Mask</i>	37
Segment Program 4.9 Pembuatan <i>Ground Truth Point Cloud</i>	38
Segment Program 4.10 Model Generasi <i>Point Cloud</i>	40
Segment Program 4.11 <i>Post Processing Fusion</i>	44