

Modelling and Implementation 3D Product of Faculty of Engineering Sam Ratulangi University Buildings

Pemodelan dan Implementasi Produk 3 Dimensi Gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Eric T. Rompis, Sherwin R. U. A. Sompie, Alwin M. Sambul

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : ericrompis2@gmail.com, aldo@unsrat.ac.id, asambul@unsrat.ac.id

Received: xxxxxxxxxx; revised: xxxxxxxxxx; accepted: xxxxxxxxxx

Abstract — 3-dimensional modeling has become a necessity in many fields for research, visualization, inventory, maintenance and mapping. The building is one of the objects used as a target for 3-dimensional modeling. The 3-dimensional model of the building is often used as a medium of learning, information, made into a 3-dimensional product, a prototype and also used as research material. Therefore, a 3-dimensional model of the building is needed that has the same shape as the original. There are many methods for creating three-dimensional models. One of the methods for making three-dimensional models is to apply the close-range photogrammetry method. This study aims to build a 3-dimensional model of the building using the photogrammetric method and implemented it into a 3 dimensional printer product. The research stages generally consist of literature study, preparation, aerial photography, data processing, 3-dimensional model making, printing 3 dimensional models and results. The results of this study are in the form of a 3-dimensional model of the engineering faculty building at the Sam Ratulangi University and also in the form of a 3-dimensional product. which is a mockup. Modeling using the photogrammetric method is one method that facilitates the 3-dimensional modeling process of the building so that the results obtained are in the form of a 3 dimensional model whose shape is the same as the original.

Key words— 3-dimensional; 3D Printer; Modeling; Photogrammetry;

Abstrak — Pemodelan 3 dimensi menjadi menjadi salah satu kebutuhan di banyak bidang baik untuk penelitian, visualisasi, inventaris, pemeliharaan dan pemetaan. Gedung adalah salah satu objek yang digunakan sebagai target pemodelan 3 dimensi. Model 3 dimensi gedung sering digunakan sebagai media pembelajaran, informasi, dijadikan produk 3 dimensi, prototype dan juga digunakan sebagai bahan penelitian. Maka dari itu sangat dibutuhkan model 3 dimensi gedung yang memiliki bentuk yang sama dengan aslinya. Terdapat banyak metode untuk pembuatan model tiga dimensi. Salah satu metode untuk pembuatan model tiga dimensi adalah dengan menerapkan metode fotogrametri jarak dekat. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model 3 dimensi gedung menggunakan metode fotogrametri dan diimplementasikan ke produk printer 3 dimensi. Tahapan penelitian secara garis besar terdiri dari studi literatur, persiapan, pemotretan udara, pemrosesan data, pembuatan model 3 dimensi, mencetak model 3 dimensi dan Hasil. Hasil dari penelitian ini adalah berupa model 3 dimensi gedung fakultas teknik universitas sam ratulangi dan juga berupa produk 3 dimensi Hasil dari cetak printer 3 dimensi adalah berupa produk 3 dimensi gedung fakultas Teknik yang

berupa maket. yang berupa maket. Pemodelan dengan menggunakan metode fotogrametri adalah salah satu metode yang memudahkan proses pemodelan 3 dimensi gedung sehingga hasil yang didapat berupa model 3 dimensi yang bentuknya sama dengan aslinya.

Kata kunci — 3 Dimensi; Fotogrametri; Pemodelan; Printer 3 Dimensi;

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia berkembang pesat dan menjadi kebutuhan yang paling utama untuk seluruh aspek kehidupan manusia. Salah satunya adalah pemodelan tiga dimensi. Pemodelan tiga dimensi merupakan proses pembuatan representasi tiga dimensi dari suatu objek menggunakan perangkat lunak [1]. Representasi ini, yang disebut model tiga dimensi, dapat menyampaikan ukuran, bentuk dan objek. Untuk membuat suatu model 3 dimensi terdapat banyak metode yang bisa digunakan. Metode fotogrametri adalah salah satu metode yang dapat diterapkan untuk pembuatan model 3 dimensi [2].

Metode fotogrametri jarak dekat bisa digunakan untuk akuisisi data foto yang dimana jarak antara kamera ke objek kurang dari 300 meter. Namun, kekurangannya adalah setiap objek yang menghalangi Gedung akan ikut terbentuk pada hasil model tiga Dimensi [3]. Teknologi fotogrametri kian semakin berkembang dengan diciptakannya metode dan berbagai software pendukung, khususnya untuk pembuatan pemodelan bangunan tiga dimensi secara otomatis dari data foto udara, secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan foto udara menggunakan Drone [4].

Pemodelan 3 dimensi menjadi menjadi salah satu kebutuhan di banyak bidang baik untuk penelitian, visualisasi, inventaris, pemeliharaan dan pemetaan. Gedung adalah salah satu objek yang digunakan sebagai target pemodelan 3 dimensi. Model 3 dimensi gedung sering digunakan sebagai media pembelajaran, informasi, dijadikan produk 3 dimensi, prototype dan juga digunakan sebagai bahan penelitian. Maka dari itu sangat dibutuhkan model 3 dimensi gedung yang memiliki bentuk yang sama dengan aslinya. Namun, untuk membuat model 3 dimensi sebuah gedung terdapat kesulitan untuk membuat ukuran dan bentuk yang sama dengan aslinya.

Atas dasar itulah diharapkan dengan memanfaatkan metode fotogrametri sebagai referensi pemodelan model 3 dimensi dapat membantu proses pemodelan sehingga menghasilkan model 3 dimensi yang dapat dijadikan produk 3 dimensi.

A. Penelitian Terkait

Falahesa dkk [5] melakukan penelitian untuk membuat model 3 dimensi bangunan bersejarah menggunakan fotogrametri jarak dekat. Tujuan penelitian ini adalah untuk upaya pelestarian dengan pendokumentasian makam berupa model rekonstruksi 3 dimensi. Proses pendokumentasian ini dilakukan dengan pengakuisisian data serta pembuatan model 3 dimensi dari Mausoleum Dinger menggunakan metode fotogrametri jarak dekat.

Subakti [6] melakukan penelitian memanfaatkan foto udara drone untuk pemodelan bangunan 3 dimensi dengan otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk pembuatan pemodelan bangunan 3 dimensi dalam representasi Level of Detail 3 dengan memanfaatkan foto udara. Data yang digunakan untuk membuat model 3 dimensi secara otomatis adalah berupa gambar yang didapat dari foto udara menggunakan drone.

Trikusuma dkk [7] melakukan penelitian untuk membuat model 3 dimensi bangunan menggunakan foto udara format kecil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan berbagai hasil pengolahan foto udara sebagai bahan pemodelan 3 dimensi bangunan dan mengetahui bagaimana hasil visualisasi model 3 dimensi bangunan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Computer Generated Architecture (CGA). Hasil dari penelitian ini adalah hasil analisis kelayakan data olahan foto udara terhadap pemodelan 3 dimensi telah memenuhi kriteria dan visualisasi hasil pemodelan 3 dimensi bangunan menggunakan metode CGA telah berhasil dipetakan.

Fadjrie dkk [3] melakukan penelitian penerapan metode fotogrametri jarak dekat kombinasi data drone untuk pembuatan model 3 dimensi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model 3 dimensi Gedung Teknik Geodesi Itenas Bandung dengan penerapan metode fotogrametri jarak dekat. Hasil penelitian ini mampu menyajikan model 3 dimensi yang merepresentasikan wujud asli Gedung Teknik Geodesi Itenas.

B. Fotogrametri

Fotogrametri adalah ilmu dan teknologi untuk memperoleh hasil pengukuran yang andal melalui fotografi udara. Hal ini memberikan objek fisik dari semua ukuran yang dihasilkan fotogrametri harus masuk akal untuk menghasilkan data dan informasi yang dapat digunakan untuk berbagai hal [3].

Dengan berkembangnya teknologi pencitraan (imaging) dan komputer, fotogrametri juga terbagi menjadi dua jenis, yaitu fotogrametri analitik dan fotogrametri digital. Perbedaan keduanya terletak pada jenis data foto yang digunakan. Fotogrametri analitik menggunakan foto udara analog untuk analisis manual, sedangkan fotogrametri digital menggunakan foto digital sebagai sumber data dan mengukur objek dalam foto secara digital dengan bantuan komputer [8].

Fotogrametri jarak dekat merupakan salah satu bidang aplikasi fotogrametri. Fotogrametri jarak dekat dapat digunakan untuk merekam objek yang berjarak kurang dari 100 meter. Fotogrametri jarak dekat sering digunakan untuk

pemodelan 3 dimensi bangunan, kendaraan, atau jembatan. Fotogrametri jarak dekat adalah teknik fotogrametri yang memanfaatkan prinsip linier atau kolinear, tetapi data dikumpulkan pada jarak dekat dari 100mm hingga 300meter [9].

C. Drone

Drone adalah kendaraan udara tak berawak atau unmanned aerial vehicle (UAV) yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remote control atau komputer canggih. Drone datang dalam banyak variasi dalam ukuran, bentuk dan fungsi. Bahan drone terbuat dari bahan yang ringan, sehingga drone dapat terbang dengan cepat dan terbang pada ketinggian rendah atau tertentu. Drone itu sendiri memiliki kamera, infra merah, GPS, sensor dan alat bantu lainnya. Pada penelitian ini, drone dimanfaatkan untuk proses pengambilan data. Data yang diambil menggunakan drone yaitu data gambar gedung yang akan dijadikan model 3 dimensi. Dan untuk membantu proses pengambilan gambar menggunakan drone, maka digunakan bantuan software DJI GO 4 untuk mempermudah proses take off, pengambilan gambar, sampai proses landing drone karena proses-proses tersebut dapat diatur menggunakan smartphone.

D. Agisoft Metashape

Agisoft Metashape adalah solusi perangkat lunak mutakhir, dengan inti mesinnya mendorong fotogrametri ke batas tertingginya, sementara seluruh sistem dirancang untuk memberikan hasil spesifik industri dengan mengandalkan teknik pembelajaran mesin untuk tugas pasca-pemrosesan dan analisis. Perangkat lunak ini memungkinkan untuk memproses gambar dari kamera RGB atau multispektral, termasuk sistem multikamera, ke dalam informasi spasial bernilai tinggi di bentuk awan titik padat, model poligonal bertekstur, georeferensi orthomosaik dan DSM/DTM sejati. Pascapemrosesan lebih lanjut memungkinkan untuk menghilangkan bayangan dan artefak tekstur dari model, menghitung vegetasi indeks dan ekstrak informasi untuk peta tindakan peralatan pertanian, secara otomatis mengklasifikasikan awan titik padat, dan lain-lain. Pada penelitian ini, Agisoft Metashape digunakan untuk mengolah data. Data yang diolah adalah data berupa gambar yang telah diambil menggunakan Drone. Data tersebut diolah agar menjadi bentuk *Point Cloud* atau model 3 dimensi untuk mempermudah proses pemodelan.

E. Point Cloud

Point cloud adalah sekumpulan titik yang merepresentasikan bentuk permukaan objek yang dipindai, yang menghasilkan koordinat 3 dimensi (X, Y dan Z). Koordinat adalah perpotongan dari garis latitude dengan garis bujur sehingga akan menunjukkan lokasi pada suatu daerah yang terdiri dari nilai x,y dan z. Yang membedakan hasil koordinat 3 dimensi point cloud dengan koordinat biasa adalah, point cloud mengandung data RGB yaitu Red Green and Blue yang memberikan warna pada setiap titik, sehingga dapat membentuk model 3 dimensi yang menyerupai dengan objek yang 11 dipindai. Jumlah data point cloud yang dapat diakuisisi dalam 1 detik bisa mencapai seratus ribu sampai dengan jutaan point cloud, sehingga akan membentuk wujud

objek yang sedang dipindai beserta warnanya. Kumpulan point cloud yang memiliki bentuk dan warna dari objek, bisa digabungkan dengan data point cloud yang lain secara otomatis berdasarkan bentuk dan koordinat lokal dari point cloud[10]. Pada penelitian ini, hasil gambar yang telah diolah menggunakan Agisoft Metashape akan berupa Point Cloud. Bentuk data berupa Point Cloud tersebut akan digunakan untuk membentuk model 3 dimensi.

F. Blender

Blender adalah rangkaian pembuatan model 3 dimensi open source dan gratis. Blender mendukung keseluruhan pemodelan 3 dimensi—pemodelan, pemasangan, animasi, simulasi, rendering, pengomposisian dan pelacakan gerak, bahkan pengeditan video dan pembuatan game. Pengguna tingkat lanjut menggunakan API Blender untuk skrip Python untuk menyesuaikan aplikasi dan menulis alat khusus; sering kali ini disertakan dalam rilis Blender di masa mendatang. Blender adalah software lintas platform dan berjalan sama baiknya di komputer Linux, Windows, dan Macintosh. Antarmukanya menggunakan OpenGL untuk memberikan pengalaman yang konsisten.

G. Printer 3 Dimensi

Printer 3 dimensi adalah teknologi yang pertama kali dibuat oleh Chuck Hull dari 3D Systems Corp pada 1980-an. Sejak itu, printer 3 dimensi telah dikembangkan dan digunakan secara luas di banyak negara. Pencetakan 3 dimensi menggunakan printer khusus untuk membuat bentuk tiga dimensi. Mesin cetak memiliki kompleksitas khusus untuk dapat mencetak objek dalam aplikasi yang terlihat sama dengan gambar pada desain, tentu dalam 3 dimensi (tidak lagi terbatas pada mencetak gambar di atas kertas). Printer 3 dimensi, juga dikenal sebagai Additive Manufacturing (AM), mengacu pada proses yang digunakan untuk membuat objek 3 dimensi di mana lapisan material dibentuk di bawah kendali komputer untuk membuat objek. Objek hampir identik dalam bentuk atau geometri dan biasanya dihasilkan menggunakan data model digital dari model 3 dimensi atau sumber data elektronik lainnya seperti *Additive Manufacturing Files* (AMF).

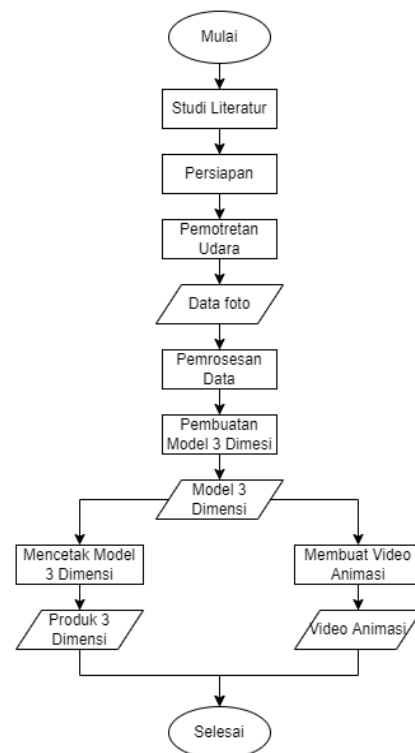
Dalam penelitian ini, untuk proses mencetak model 3 dimensi baik hardware maupun software pendukung digunakan produk dari Raise3D. Untuk hardware atau printer 3 dimensi, digunakan jenis 13 printer 3 dimensi Raise3D Pro2 Plus series. Untuk software digunakan Raise3D IdeaMaker. IdeaMaker digunakan untuk mengatur ukuran, warna, support, dan untuk export ke file gcode. IdeaMaker memiliki dukungan bawaan untuk ekosistem Raise3D. Ekosistem Raise3D berisi printer 3 dimensi, RaiseCloud, dan Perpustakaan IdeaMaker. Semua alat ini sekarang dapat diakses dari IdeaMaker hanya dengan satu klik. Untuk memulainya, pengguna dapat dengan mudah mengakses dan mengunduh template slicing baru yang siap digunakan dari Perpustakaan IdeaMaker tanpa pengaturan manual. Kemudian pengguna dapat menetapkan tugas pencetakan 3 dimensi ke RaiseCloud untuk pemantauan jarak jauh dan manajemen batch, atau OctoPrint untuk memulai printer 3 dimensi pihak ketiga hanya dalam satu klik.

II. METODE

A. Diagram Alir

Tahapan penelitian secara garis besar terdiri dari studi literatur, persiapan, pemotretan udara, pemrosesan data, pembuatan model 3 dimensi, mencetak model 3 dimensi dan Hasil. Dalam sebuah penelitian diperlukan sebuah diagram alir yang menjelaskan tahapan-tahapan penting dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Studi literatur. Studi literatur dilakukan pada buku-buku referensi yang berkaitan dengan topik, dan studi dari studi sebelumnya dan berbagai informasi yang diperoleh dari media dan internet dibahas. Hal ini untuk memperdalam dan memperluas wawasan serta menambah informasi yang relevan dengan ruang lingkup topik penelitian.
2. Persiapan, untuk melengkapi semua alat dan bahan yang diperlukan untuk proses penelitian.
3. Pemotretan udara, yaitu mengambil gambar di udara menggunakan drone.
4. Pemrosesan data, untuk memproses data kita menggunakan software Agisoft Metashape.
5. Pembuatan model 3 dimensi. Hasil model 3 dimensi dari proses sebelumnya di perbaiki agar dapat dijadikan produk printer 3 dimensi.
6. Mencetak model 3 dimensi. Ditahap ini model 3 dimensi akan dicetak menjadi sebuah produk berupa maket.
7. Membuat Video Animasi. Ditahap ini model 3 dimensi dibuat dalam bentuk video animasi.
8. Hasil. Pada tahapan ini terdapat dua hasil, yaitu produk 3 dimensi dan video animasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Perangkat Pendukung

Untuk membuat suatu model 3 dimensi dengan metode fotogrametri terdapat beberapa perangkat pendukung yang perlu kita gunakan. Seperti Agisoft Metashape, DJI DO 4, Ideamaker, Komputer, Blender, Drone DJI Mavic, Printer 3 dimensi.

C. Pemotretan Udara

Pemotretan udara yaitu pengambilan gambar di udara dengan menggunakan drone. Untuk pengambilan gambar meliputi setiap sisi gedung. Sebisa mungkin untuk setiap sudut gedung terambil karna sudut yang tidak terambil tidak akan terbentuk pada pemrosesan data. Pemotretan udara dilakukan di Kawasan Gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Pengambilan Gambar meliputi setiap sudut Gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Contoh data gambar yang diambil dapat dilihat pada Gambar 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemrosesan Data

Ditahap Pemrosesan Data ini adalah untuk mengolah Gambar menjadi model 3 dimensi. Terdapat beberapa tahap pada pemrosesan data yaitu *Align Photos*, *Build Dense Cloud*, *Build Mesh* dan *Build Texture* dapat dilihat pada Gambar 3.

1) Align Photos

Tahap yang pertama dilakukan untuk pembuatan model 3 dimensi adalah *Align Photos*. Tahapan ini bertujuan menyusun gambar yang telah diperoleh sesuai titik pengambilan gambar. Hasil *Align Photos* dapat dilihat pada Gambar 4.

TABEL I
JUMLAH GAMBAR YANG DIAMBIL MENGGUNAKAN DRONE DJI MAVIC ZOOM

No.	Nama Gedung	Jumlah Gambar
1.	Dekanat	307
2.	Ruang Dosen	124
3.	Laboratorium	138
4.	Jurusan Teknik Sipil	61
5.	Jurusan Arsitektur dan Teknik Elektro	183
Jumlah Total		813



Gambar 2. Foto Udara

2) Build Dense Cloud

Build Dense Cloud Setelah proses *Align Photos*, berikutnya dilakukan proses *Build Dense Cloud*. Prosesnya adalah dengan menyisipkan titik-titik yang masih berjarak pada hasil *Align Photos* agar membentuk sebuah objek yang berupa point clouds. Hasil *Build Dense Cloud* dapat dilihat pada Gambar 5.

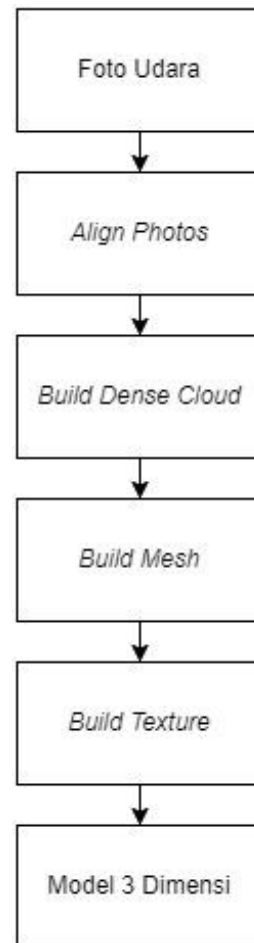
3) Build Mesh

Tahap berikutnya setelah proses *Build Dense Cloud* adalah *Build Mesh*. Tahap ini melakukan rekonstruksi 3 Dimensi dari *point cloud* yang dihasilkan oleh *Dense Cloud*, yaitu dengan menggabungkan kumpulan *tie points* yang belum tersusun sehingga saling tumpang tindih dan membentuk area permukaan. Hasil *Build Mesh* dapat dilihat pada Gambar 6.

4) Build Texture

Build Texture Tahap terakhir setelah proses *Build Mesh* adalah *Build Texture*. Tahapan ini adalah untuk memberikan tekstur dan warna pada model tiga dimensi agar dapat mendekati bentuk objek sebenarnya. Hasil *Build Texture* dapat dilihat pada Gambar 7.

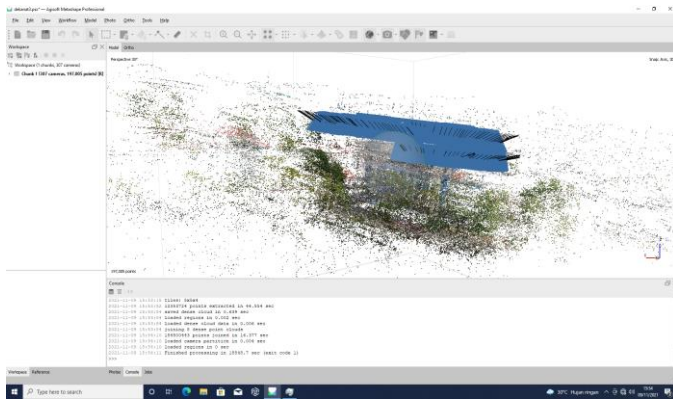
Hasil model tiga dimensi yang terbentuk dari semua proses tadi, jika dilihat memiliki bentuk yang sesuai dengan apa yang ada pada bentuk aslinya seperti pintu, anak tangga, dan jendela dapat terlihat pada model tiga dimensi. Hanya saja terdapat celah pada model tiga dimensi yang disebabkan oleh sudut yang terhalang saat pengambilan foto.



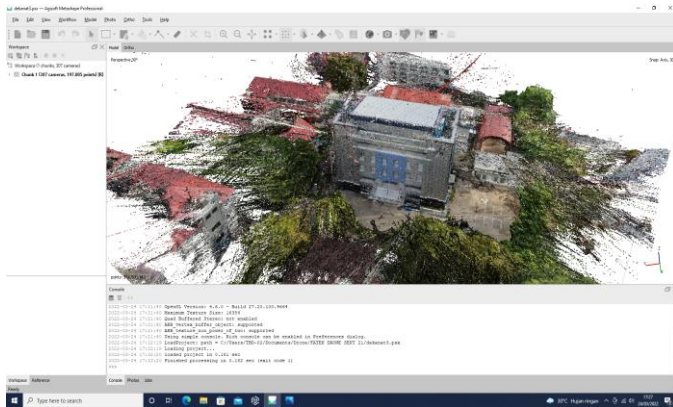
Gambar 3. Alur Kerja Pemrosesan Data

B. Pembuatan Model 3 Dimensi

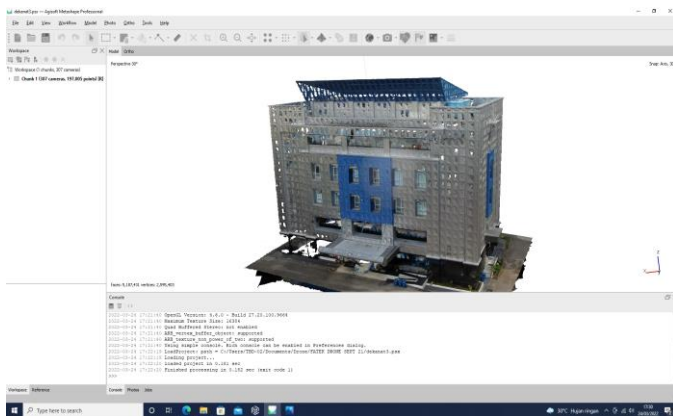
Pada tahap pembuatan model tiga dimensi aplikasi yang dipakai adalah blender. Untuk pemodelannya sendiri mengikuti model 3 dimensi hasil pemrosesan data dapat dilihat pada Gambar 8. Untuk pemodelan tiga dimensi ini kita memudahkan dengan adanya model tiga dimensi dari hasil pemrosesan data, walaupun untuk hasil yang didapat dari pemrosesan data masih memiliki sudut yang kosong. Untuk proses pemodelan dilakukan dengan mengikuti referensi dari model tiga dimensi dari hasil pemrosesan data dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil pemodelan yaitu berupa model 3 dimensi Gedung fakultas Teknik universitas sam ratulangi, yang dibuat berdasarkan referensi model 3 dimensi hasil pemrosesan data.



Gambar 4. Hasil Align Photos

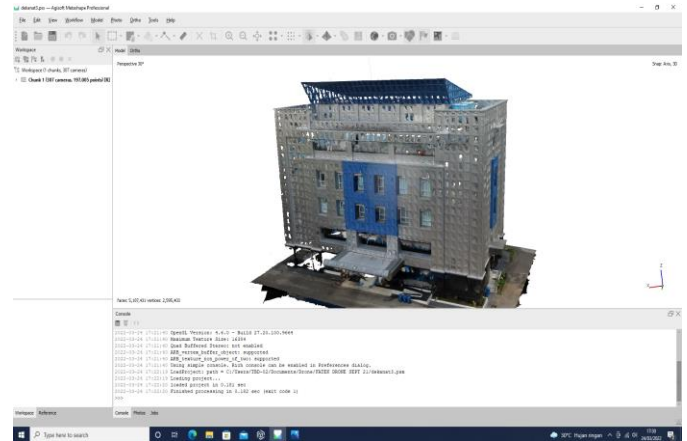


Gambar 5. Hasil Build Dense Cloud

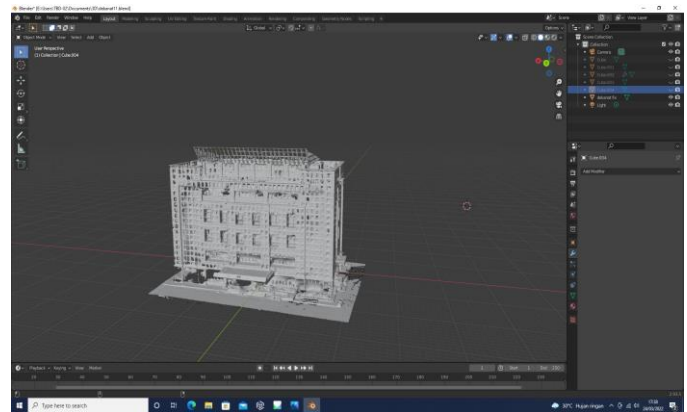


Gambar 6. Hasil Build Mesh

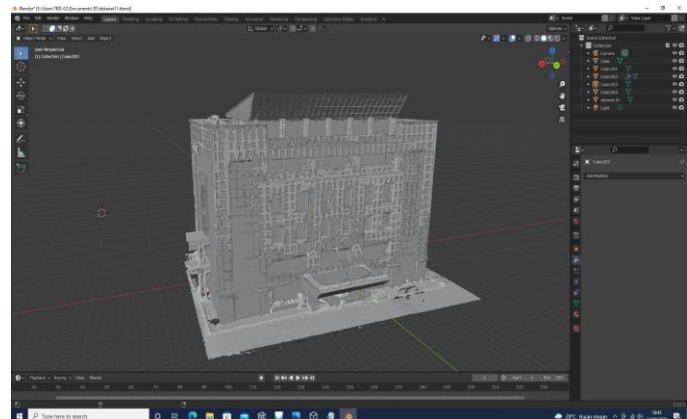
Sehingga hasil model 3 dimensi yang didapat memiliki bentuk yang sesuai dan skala yang mirip dengan aslinya. Karna untuk model 3 dimensi akan dicetak menggunakan dua warna maka model 3 dimensi dipisahkan menjadi dua bagian berdasarkan warna dapat dilihat pada Gambar 10. Untuk bagian yang akan dicetak dengan warna yang sama dipisahkan dengan bagian yang akan dicetak dengan warna yang berbeda. Setelah membuat model 3 dimensi gedung-gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi selanjutnya adalah membuat model 3 dimensi Ruang Laboratorium Teknologi Basis Data. Yang pertama adalah membuat model 3 dimensi alat-alat dan barang-barang yang ada pada ruangan laboratorium.



Gambar 7. Hasil Build Texture



Gambar 8. Hasil Pemrosesan Data



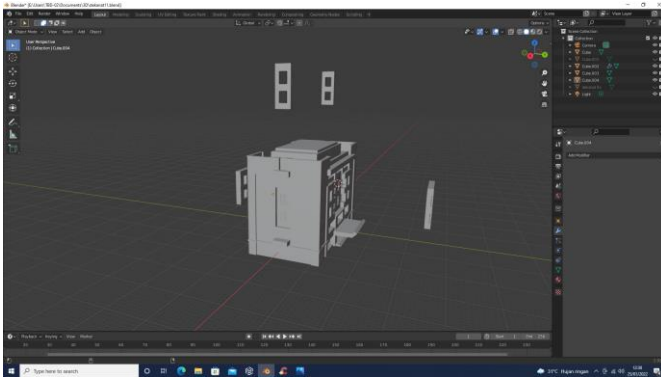
Gambar 9. Proses Pemodelan

Setelah itu semua model 3 dimensi diberikan *image texture* dan *material* warna dapat dilihat pada Gambar 11. Hasil model 3 dimensi yang telah diberikan texture dapat dilihat pada Gambar 12. Setelah semua model 3 dimensi selesai dibuat maka selanjutnya adalah menata ruangan dengan semua objek 3 dimensi yang telah dibuat. Untuk penataan ruangan menyerupai dengan keadaan ruangan aslinya dapat dilihat pada Gambar 13.

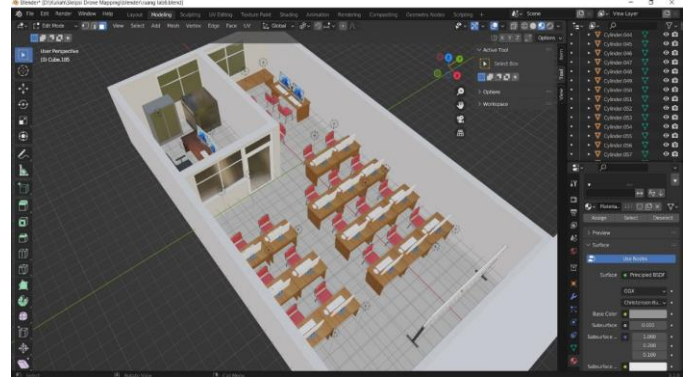
C. Mencetak Model 3 Dimensi

Mencetak Model 3 Dimensi Proses terakhir adalah mencetak model 3 dimensi dengan printer 3 dimensi. Untuk model 3 dimensi dapat dicetak harus terlebih dahulu diatur menggunakan aplikasi ideamaker. Setelah kedua bagian telah diatur sesuai posisi, maka tahap selanjutnya adalah mengatur skala model 3 dimensi yang akan dicetak menyesuaikan ukuran yang diinginkan.

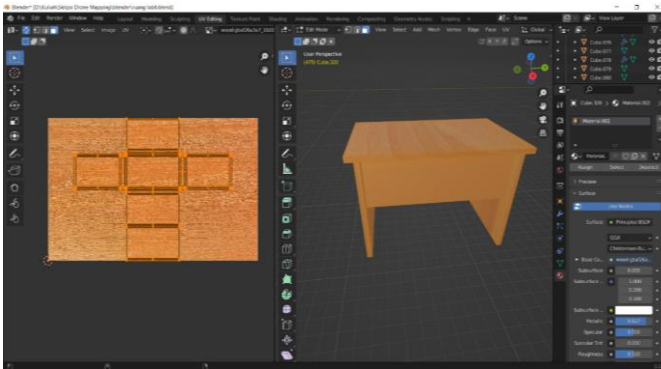
Ketika semua sudah sesuai dengan apa yang kita butuhkan, maka kita masuk ke proses slicing. Proses slicing adalah Agar bagian-bagian dicetak sesuai dengan apa yang diinginkan maka kita harus mengatur Extruder yang akan dipakai. Untuk Right Extruder menggunakan tinta warna abu-abu dan left extruder menggunakan tinta warna biru. Sesuai dengan warna yang kita inginkan maka untuk bagian utama Gedung kita menggunakan right extruder agar dicetak warna abu-abu dan untuk bagian kedua menggunakan left extruder agar dicetak menggunakan warna biru. menerjemahkan objek 3 dimensi menjadi potongan-potongan irisan menjadi kode mesin atau gcode yang memberi instruksi kepada mesin printer untuk membuat pencetakan objek 3 dimensi. Tampilan model yang akan dicetak dapat dilihat pada Gambar 14. Untuk dicetak menggunakan printer 3 dimensi maka harus file harus di export dengan format gcode ke flashdisk. Untuk dapat dipindahkan ke printer 3 dimensi agar dapat dicetak.



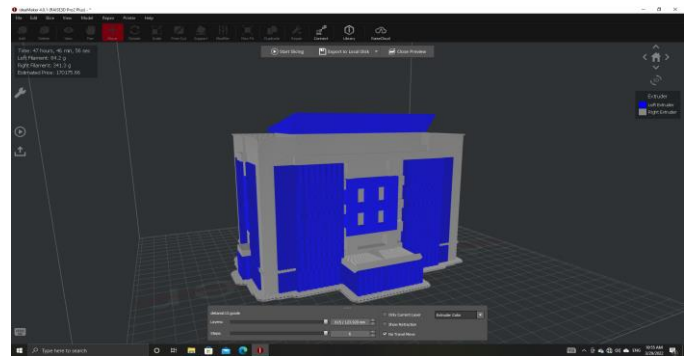
Gambar 10. Pembagian berdasarkan warna



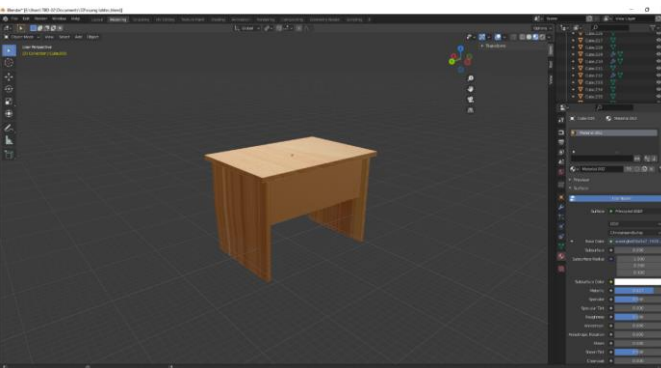
Gambar 13. Hasil pemodelan ruangan Laboratorium



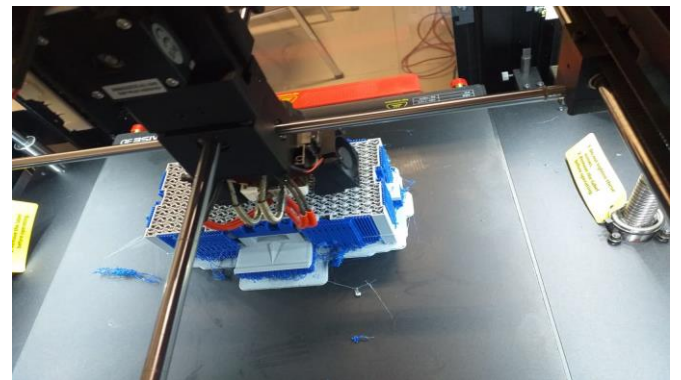
Gambar 11. Pemberian *Texture*



Gambar 14. Tampilan Model yang akan dicetak



Gambar 12. Pembagian berdasarkan warna



Gambar 15. Proses Pencetakan

Dapat dilihat pada Gambar 15 unruk proses pencetakan. Setelah flashdisk yang berisikan file gcode dicolok ke printer 3 dimensi maka kita bisa memulai proses mencetak. Untuk proses mencetak model 3 dimensi ini membutuhkan waktu yang lumayan lama tergantung ukuran dari model 3 dimensi yang akan dicetak. Dapat dilihat pada Tabel II untuk waktu pencetakan.

D. Membuat Video Animasi

Proses terakhir adalah membuat video animasi. Untuk membuat video animasi ini kita menggunakan model 3 dimensi ruangan laboratorium yang telah dibuat. Untuk pembuatan video animasi sendiri menggunakan aplikasi Blender dapat dilihat pada Gambar 16. Yang pertama adalah mengatur jalur pergerakan kamera pada lembar Animation. Selanjutnya adalah mengatur animasi pintu agar terbuka. Ketika kamera melewati pintu depan. Masuk pada lembar kerja Animation atur pada frame berapa pintu akan di buka. Untuk membuat suasana ruangan seperti yang menyerupai aslinya maka perlu pencahayaan harus sesuai. Karna lampu di ruangan laboratorium agak kuning maka untuk pencahayaan diatur sesuai warna lampu pada laboratorium dapat dilihat

TABEL II
WAKTU PENCETAKAN

No.	Nama Gedung	Waktu Pencetakan
1.	Dekanat	47 jam 46 menit
2.	Ruang Dosen	27 jam 36 menit
3.	Laboratorium	94 jam 50 menit
4.	Jurusan Teknik Sipil	24 jam 24 menit
5.	Jurusan Arsitektur dan Teknik Elektro	31 jam 7 menit

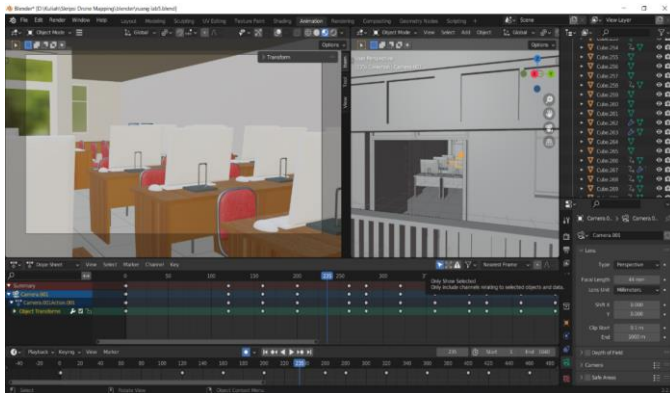
pada Gambar 17. Proses selanjutnya adalah mengatur output animasi dengan cara ke Output Properties dan atur sesuai yang format. Proses terakhir adalah render animasi. Setelah semua telah diatur maka selanjutnya tinggal render animasi.

E. Hasil Pemodelan dan Implementasi

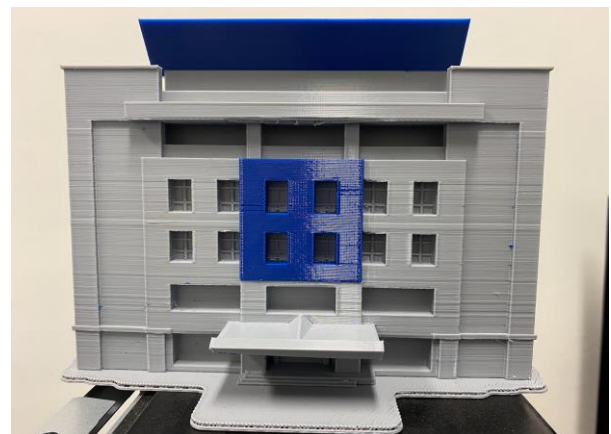
Setelah semua proses berikut adalah hasil pemodelan dan pengimplementasian model 3 dimensi gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Hasil yang di dapat adalah berupa model 3 dimensi gedung fakultas teknik universitas sam ratulangi yang dapat dilihat pada Gambar 18 dan juga berupa produk 3 dimensi Hasil dari cetak printer 3 dimensi adalah berupa produk 3 dimensi gedung fakultas Teknik yang berupa maket dapat dilihat pada Gambar 19. Hasil video animasi ruangan laboratorium teknologi basis data dengan format .MP4 dengan durasi 43 detik ukuran file 15.7 mb. Untuk potongan video animasi dapat dilihat pada Gambar 20.



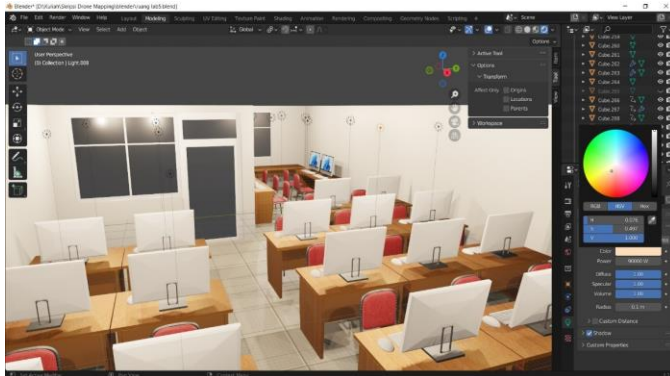
Gambar 18. Model 3 Dimensi Gedung Dekanat



Gambar 16. Pembuatan Animasi



Gambar 19. Hasil Cetak Gedung Dekanat



Gambar 17. Pengaturan Pencahayaan



Gambar 20. Potongan Video Animasi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pemodelan dengan menggunakan metode fotogrametri adalah salah satu metode yang memudahkan proses pemodelan 3 dimensi gedung sehingga hasil yang didapat berupa model 3 dimensi yang bentuknya sama dengan aslinya.
- 2) Metode fotogrametri sangat membantu pada proses pemodelan dan bisa menjadi referensi untuk pemodelan gedung.
- 3) Hasil pemodelan dapat diimplementasikan ke produk printer 3 dimensi.

B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini antara lain

- 1) Pada pengambilan data menggunakan drone harus diperhatikan sudut-sudut yang terhalangi saat pengambilan gambar.
- 2) Disarankan pada tahap slicing untuk menggunakan kualitas yang tinggi agar hasil cetak yang didapat lebih baik namun membutuhkan waktu yang lebih banyak.

V. KUTIPAN

- [1] S. Wardani, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (Ar)," *J. Teknol.*, vol. 8, no. 2, pp. 104–111, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/1119>.
- [2] D. Mulia and H. H. Handayani, "Studi Fotogrametri Jarak Dekat Dalam Pemodelan 3D Dan Analisis Volume Objek," *Geoid*, vol. 10, no. 1, p. 32, 2014, doi: 10.12962/j24423998.v10i1.687.
- [3] M. Fadjrie, S. Darmawan, J. T. Geodesi, and F. Teknik, "Penerapan Metode Fotogrametri Jarak Dekat Kombinasi Data Unmanned Aerial Vehicle Untuk Pembuatan Model 3D," pp. 10–16.
- [4] A. Y. Sapawardi, "Pembuatan Bangunan 3D Lod 2 Dari Foto Udara," 2014.
- [5] D. A. Falahesa, A. B. Cahyono, and H. Hidayat, "JARAK DEKAT (STUDI KASUS : MAUSOLEUM DINGER , JAWA TIMUR)," no. Lod 4, pp. 240–248, 2010.
- [6] B. Subakti, "Pemanfaatan Foto Udara Uav Untuk Pemodelan Bangunan 3D Dengan Metode Otomatis," *Spectra*, vol. XV, no. 30, p. 18, 2017.
- [7] F. Trikusuma and F. H. Yudo Prasetyo, "Jurnal Geodesi Undip April 2021 Jurnal Geodesi Undip April 2021," vol. 3, no. April, 2021.
- [8] B. S. Hadi, "Dasar-Dasar Fotogrametri," *Dasar Dasar Fotogram.*, pp. 1–152, 2007.
- [9] S. J. Harahap and H. H. Handayani, "Visualisasi 3D Objek Menggunakan Teknik Fotogrametri Jarak Dekat," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.14782.
- [10] P. Pujiyanto and S. Virdhian, "Penyusunan (Fitting) Data Titik (Point Cloud) Dari Proses Pemindaian (Scanning) 3 Dimensi Pada Produk Cylinder Head Cover," *Met. Indones.*, vol. 36, no. 2, p. 84, 2018, doi: 10.32423/jmi.2014.v36.84-89.

Menengah Atas di SMA Katolik Aquino Amurang (2015-2018). Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) di salah satu perguruan tinggi di Sulawesi Utara, yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado dan masuk melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dengan mengambil Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik. Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam organisasi kemahasiswaan, yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) dan menjadi bagian dari GENOTY18, dan penulis juga dipercayakan menjadi Koordinator Divisi *Cloud Computing* Unsrat IT Community (UNITY) Periode 2021/2022. Penulis bersama tim juga berhasil lolos dalam pendanaan proposal untuk Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta (PKM-KC) pada tahun 2021.



Penulis bernama lengkap Eric Timothy Rompis lahir di Tomohon 18 Mei 2000. Penulis memulai pendidikan dari Sekolah Dasar di SD GMIM Panasen (2006-2009) dan pindah ke SD GMIM 1 Tompaso (2009-2012), kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Tompaso (2012-2015) dan melanjutkan pendidikan Sekolah