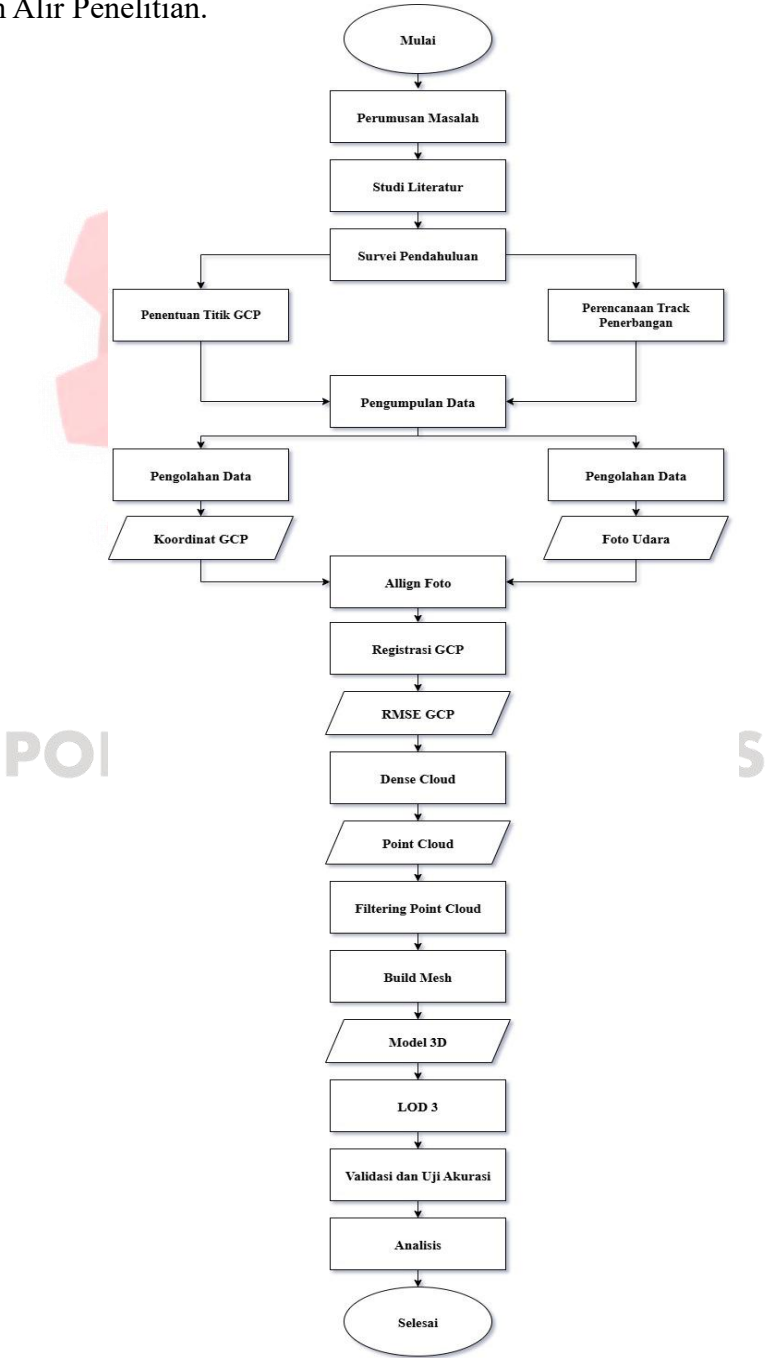


BAB III
METODE PENELITIAN

1.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini memberikan struktur langkah yang mendeskripsikan proses penelitian. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alur proses penelitian yang akan di lakukan untuk pembuatan 3D *modelling* bangunan Keraton Sambaliung.

1. Penelitian dimulai dengan merumuskan tujuan utama yang ingin dicapai, ruang lingkup yang spesifik, serta pendekatan metode yang sesuai pada tahap persiapan dilakukan studi literatur, pengumpulan referensi dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan teknologi fotogrametri jarak dekat serta pemodelan 3D untuk pelestarian cagar budaya guna memahami metode terbaik, standar kualitas yang harus diterapkan, serta tantangan yang mungkin dihadapi dalam penelitian ini. Menganalisis metode pemetaan dan pemodelan 3D yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Memahami standar akurasi dan resolusi data dalam fotogrametri jarak dekat. Menentukan perangkat lunak dan perangkat keras yang sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini. yang mencakup penentuan permasalahan, alokasi sumber daya, serta jadwal pelaksanaan agar penelitian berjalan sistematis.
2. Melakukan survei pendahuluan untuk memahami kondisi lapangan dan menyusun strategi pengumpulan data. Survei pendahuluan dilakukan untuk memperoleh gambaran awal kondisi lokasi penelitian, mengidentifikasi titik-titik kontrol yang diperlukan untuk proses fotogrametri. Melakukan observasi awal lokasi penelitian untuk memahami kondisi medan dan struktur bangunan. Mengumpulkan data sekunder seperti peta wilayah, sejarah bangunan, serta regulasi terkait pemetaan kawasan cagar budaya. Menentukan titik GCP untuk meningkatkan akurasi pemetaan dengan fotogrametri. melakukan persiapan alat seperti *RTK GPS CHCNAV i50* untuk pengukuran koordinat, drone untuk pengambilan foto udara, dan *software* pengolahan data, serta menentukan lokasi penelitian, titik *Ground Control Point* (GCP).
3. Melakukan perencanaan jalur track penerbangan *drone* dirancang berdasarkan hasil survey pendahuluan dengan mempertimbangkan kondisi lapangan, tinggi objek, sudut pemotretan terbaik, serta area yang harus dicakup agar data yang diperoleh cukup untuk membangun model 3D yang detail dan akurat. Menentukan parameter penerbangan seperti ketinggian, kecepatan, serta pola jalur orbit. Menggunakan *software* perencanaan penerbangan untuk menentukan lintasan dan area cakupan pemotretan. Menyesuaikan jalur track dengan kondisi medan dan potensi hambatan seperti pepohonan atau bangunan lain.
4. Melakukan pengambilan data, peneliti menggunakan perangkat *RTK GPS CHCNAV i50* untuk mendapatkan koordinat titik GCP dengan akurasi tinggi melalui proses pengukuran langsung di lapangan, mencatat hasil koordinat, serta memastikan data tersebut dapat digunakan untuk koreksi spasial pada tahapan pengolahan data. Lalu dilakukan penerbangan dengan menerbangkan

drone sesuai dengan track yang telah di rencanakan untuk mengambil gambar dengan *overlap* 80%.

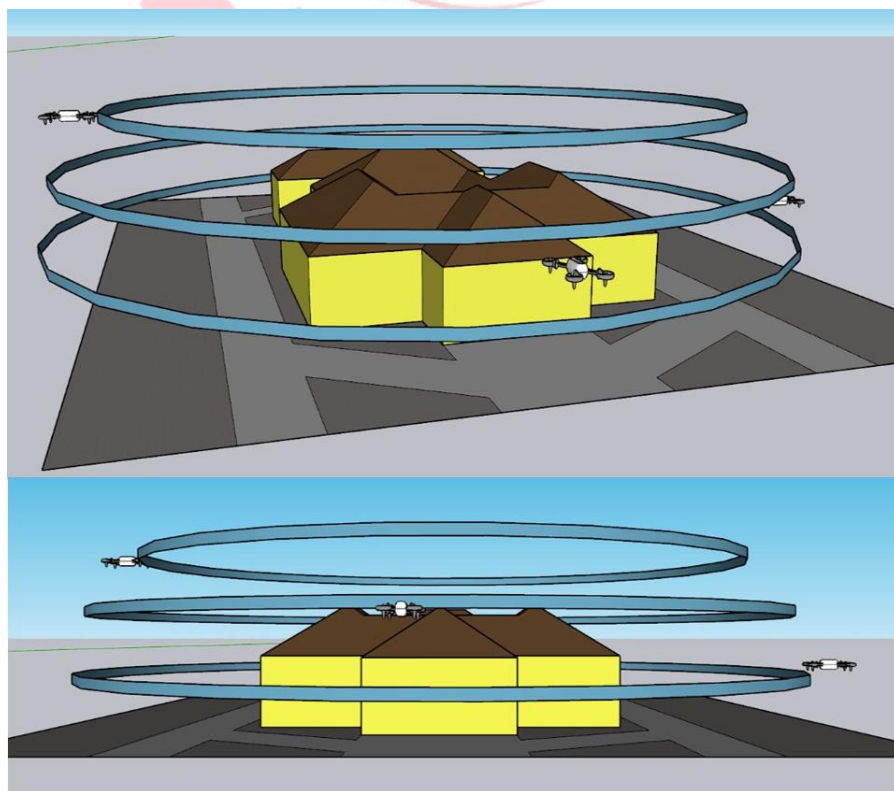
5. Data foto udara dikumpulkan menggunakan Drone *DJI Mavic 3 Enterprise* yang diterbangkan sesuai rencana pola penerbangan dengan tumpang tindih (*overlap*) antar gambar sebesar 70–80%, sehingga memastikan semua objek penelitian terliput dengan baik dan menghasilkan dataset yang konsisten dan berkualitas.
6. Data dari foto udara dan GCP diolah menggunakan *software* khusus seperti dengan langkah-langkah utama seperti penyelarasan foto *align photo*, koreksi geospasial dengan melakukan registrasi data GCP, dan validasi hasil untuk menghasilkan mosaik foto udara yang akurat. Aligment foto, serta penyaringan gambar berkualitas rendah, dan koreksi awal, untuk menyusun foto berdasarkan titik titik kesamaan dan membangun orientasi awal.
7. Melakukan proses pembuatan *dense cloud* dilakukan dengan mengonversi titik-titik hasil *image alignment* menjadi titik padat yang merepresentasikan bentuk dan struktur bangunan secara lebih detail sebagai dasar untuk pemodelan lebih lanjut. Menghasilkan titik padat dari foto yang telah diselaraskan dengan mempertimbangkan kualitas dan kepadatan data. Menghapus dan melakukan *Filtering* titik-titik *outlier* atau *noise* yang dapat mengganggu struktur model yang akan dibuat. Dan memeriksa kelengkapan data dengan melihat distribusi titik dalam model awal.
8. Melakukan proses *build mesh* dari data *point cloud* yang dihasilkan selama pengolahan dilakukan proses pembuatan *mesh* atau permukaan model dengan menyusun titik-titik menjadi jaringan poligon yang merepresentasikan bentuk objek secara lebih jelas dan terstruktur. Mengubah *point cloud* menjadi permukaan berbasis poligon untuk membentuk geometri bangunan. Menghaluskan atau memperbaiki bagian permukaan yang cacat akibat *noise* atau data yang kurang. Menyesuaikan resolusi *mesh* untuk mendapatkan keseimbangan antara detail model dan efisiensi pemrosesan untuk memastikan tidak ada distorsi atau ketidaksesuaian warna ataupun model.
9. Model 3D yang telah terbentuk disesuaikan ke dalam standar LOD 3, yaitu model yang mencakup elemen arsitektur utama seperti dinding, atap, jendela, serta elemen dekoratif dengan tingkat detail tinggi sesuai dengan standar pemetaan bangunan cagar budaya. Menyesuaikan model agar sesuai dengan spesifikasi LOD 3 dengan memasukkan detail arsitektur utama. Mengoreksi geometri model untuk menghilangkan kesalahan yang dapat mempengaruhi keakuratan struktur. Mengevaluasi model berdasarkan standar fotogrametri dan kebutuhan konservasi bangunan bersejarah.
10. Melakukan validasi model yang telah dibuat melakukan pengukuran manual di lapangan lalu menganalisa selisih nilai pengukuran dan data model pada

software. Membandingkan pengukuran GCP di lapangan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan memastikan bahwa model sesuai dengan kondisi nyata dari bangunan yang dipetakan. Menggunakan titik GCP yang telah diukur dan beberapa objek pada bangunan yang telah diukur secara langsung untuk membandingkan posisi model dengan data lapangan. Menghitung *error* antara model yang dihasilkan dengan koordinat sebenarnya. Lalu melakukan perbaikan pada model jika ditemukan ketidaksesuaian yang signifikan.

11. Melakukan penyusunan laporan, setelah seluruh proses penelitian selesai, laporan yang disusun mencakup setiap proses dan tahapan penelitian secara sistematis.

1.2 Pendekatan Penelitian

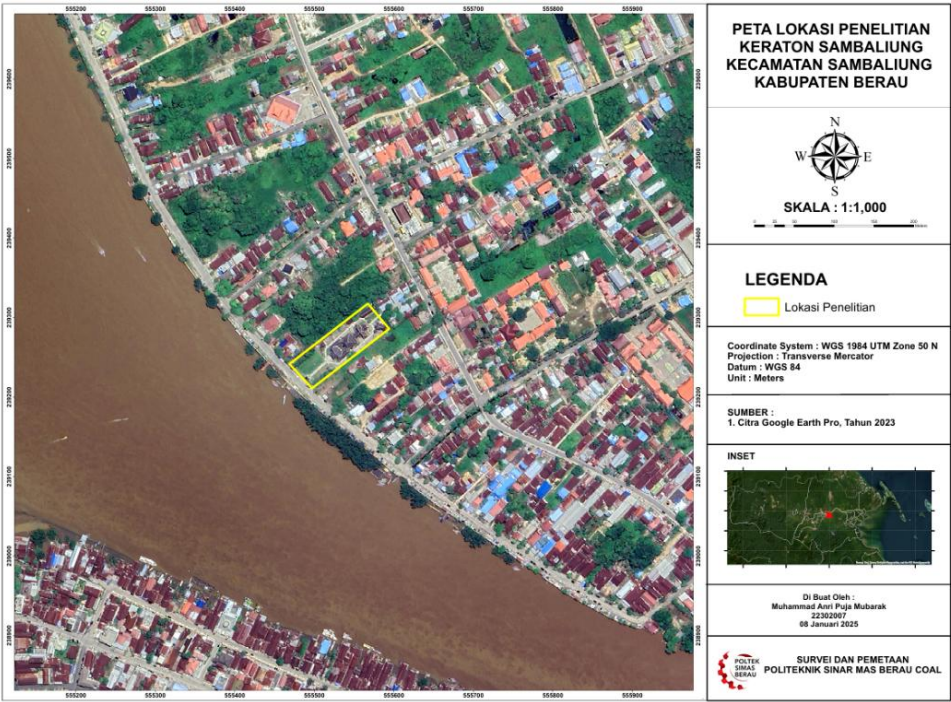
Metode pengumpulan dan pengambilan data menggunakan *oblique orbital*, penerbangan dilakukan dengan tiga trek yang berbeda dengan sudut kamera yang telah di rencanakan, trek pertama dilakukan pada ketinggian 25 meter dengan sudut kamera 60 derajat untuk menangkap bagian atas pada bangunan, trek kedua dengan ketinggian 15 meter dengan sudut kamera 45 derajat untuk menangkap bagian badan bangunan, dan trek ketiga dengan ketinggian 5 meter dengan sudut kamera 35 derajat untuk mengambil bagian bawah pada bangunan. Ketiga trek di lakukan pengambilan gambar dengan *overlap* 80%, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. 2 Trek Penerbangan

1.3 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di area Kompleks Keraton Sambaliung yang terletak di Kecamatan Sambaliung, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Keraton Sambaliung berdiri di tepi Sungai Segah, di bangun pada abad ke-19 diatas tanah seluas 1,5 ha dan memiliki bangunan utama dengan luas 750 meter persegi. Lokasi penelitian di tunjukan pada Gambar 3.1 peta lokasi penelitian yang mana area nya mencakup dalam *polygon* berwarna kuning .



Gambar 3. 3 Peta Lokasi Penelitian

1.4 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan beberapa alat dan perangkat pendukung yang menunjang proses akuisisi dan pengolahan data fotogrametri. Pemilihan alat didasarkan pada kebutuhan akurasi, efisiensi kerja, serta kompatibilitas dengan sistem pengolahan data fotogrametri 3D. Berikut adalah rincian alat dan bahan yang digunakan beserta spesifikasinya :

Tabel 3. 1 Alat dan Spesifikasi

No.	Alat	Spesifikasi Teknis
1.	GPS Geodetik <i>CHCNAV i50</i>	Akurasi Horizontal 8 mm + 1 ppm, vertikal 15 mm + 1 ppm Frekuensi multi-GNSS RTK Ready

2.	Drone <i>DJI Mavic 3 Enterprise</i>	Kamera 20 MP, CMOS 4/3, zoom hybrid 56x, waktu terbang 45 menit
3.	Laptop <i>ASUS TUF GAMING F15</i>	Intel Core i5-10300H, RAM 4 GB, GPU NVIDIA Geforce GTX 1650
4.	<i>Software Agisoft Metashape Profesional</i>	Untuk pemrosesan fotogrametri 3D dari foto udara, fitur SfM dan MVS

