

# **EVALUASI SURVEY PEMETAAN DENGAN MENGGUNAKAN DRONE DI PT. PELINDO MULTI TERMINAL**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**MUHAMMAD ILHAM PANGESTU  
188110108**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/2/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)27/2/25

# **EVALUASI SURVEY PEMETAAN DENGAN MENGGUNAKAN DRONE DI PT. PELINDO MULTI TERMINAL**

## **SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**Oleh:**

**MUHAMMAD ILHAM PANGESTU  
188110108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted <sup>ii</sup> 27/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)27/2/25

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Survey Pemetaan dengan menggunakan Drone di  
PT. Pelindo Multi Terminal  
Nama : Muhammad Ilham Pangestu  
NPM : 188110108  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:  
Komisi Pembimbing



Tanggal Lulus : 27 Maret 2024

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ilham Pangestu  
NPM : 188110108  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Survey Pemetaan dengan menggunakan Drone di PT. Pelindo Multi Terminal. Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

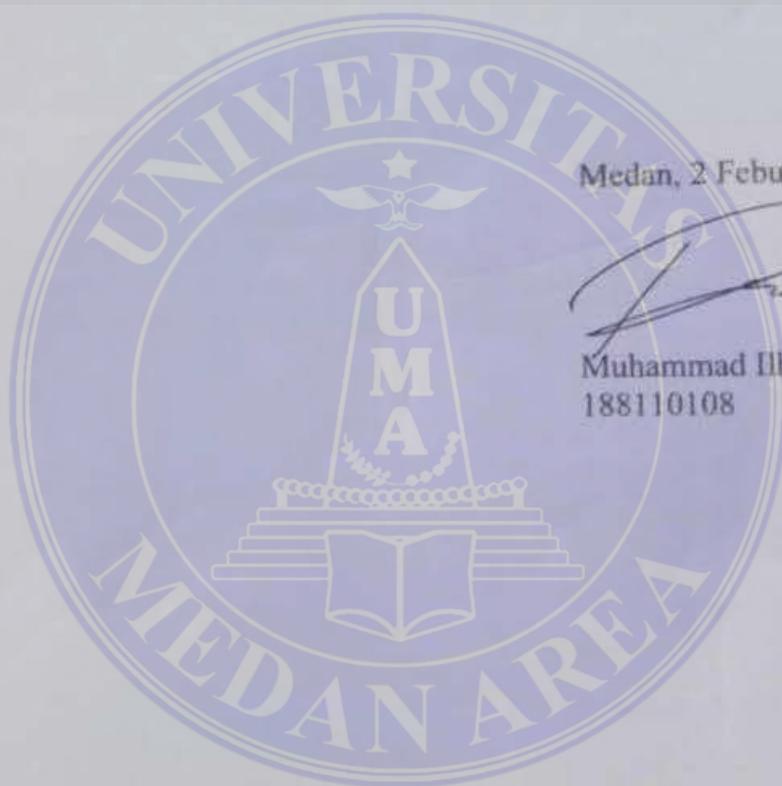
Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 2 Februari 2024  
Yang menyatakan

(Muhammad Ilham Pangestu)



### HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 2 Febuari 2024

Muhammad Ilham Pangestu  
188110108

## ABSTRAK

### **Muhammad Ilham Pangestu, NPM 188110108 (2024). Evaluasi Survey Pemetaan dengan Menggunakan Drone di PT Pelindo Multi Terminal**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pembiayaan pemetaan dan efisiensi waktu serta ketelitian pemetaan menggunakan drone. Masalah difokuskan pada pengujian metode pemetaan modern dengan *unmanned aerial vehicle* (UAV). Guna mendekati masalah ini dipergunakan acuan teori dari berbagai macam sumber yang menjelaskan bahwa perlunya percepatan pendaftaran tanah sistematis lengkap hingga pada tahun 2025 seluruh bidang tanah di Indonesia harus sudah terdaftar. Data-data dikumpulkan melalui survey langsung dan dianalisis secara kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian RAB dan jadwal proyek dapat disimpulkan bahwa penggunaan drone jauh lebih efektif dari segi bahan dan waktu pengerjaan dengan tingkat akurasi yang lebih maksimal. Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil penelitian yang real 98% di lapangan. Dengan luas lahan 80 hektar menghasilkan peta skala 1:3.000 mendapatkan nilai 3.76cm/pix. Kajian ini menyimpulkan bahwa penelitian ini memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang masuk ke dalam kriteria syarat pembuatan peta yang mengacu pada peraturan pembuatan peta topografi. Survey pemetaan menggunakan metode drone ini sangatlah lebih baik dari penggunaan metode konvensional, dari segi pengerjaan yang mudah, efisiensi waktu dan juga dari segi anggaran biaya yang relatif lebih murah.

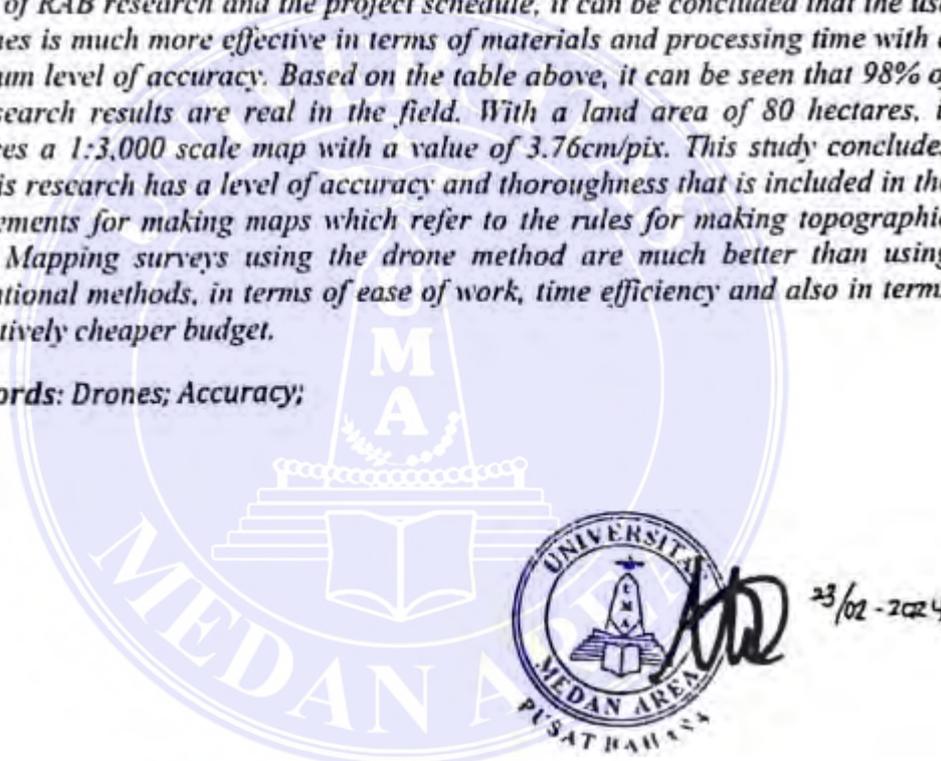
**Kata Kunci:** Drone; Ketelitian; Efisiensi

## ABSTRACT

**Muhammad Ilham Pangestu, NPM 188110108 (2024). Evaluasi Survey Pemetaan dengan Menggunakan Drone di PT Pelindo Multi Terminal**

*This research aims to determine the comparison of mapping costs and the time efficiency and accuracy of mapping using drones. The problem focuses on testing modern mapping methods with unmanned aerial vehicles (UAV). In order to approach this problem, theoretical references from various sources are used which explain that there is a need to accelerate complete systematic land registration so that by 2025 all land plots in Indonesia must be registered. Data was collected through direct surveys and analyzed qualitatively. Based on the results of RAB research and the project schedule, it can be concluded that the use of drones is much more effective in terms of materials and processing time with a maximum level of accuracy. Based on the table above, it can be seen that 98% of the research results are real in the field. With a land area of 80 hectares, it produces a 1:3,000 scale map with a value of 3.76cm/pix. This study concludes that this research has a level of accuracy and thoroughness that is included in the requirements for making maps which refer to the rules for making topographic maps. Mapping surveys using the drone method are much better than using conventional methods, in terms of ease of work, time efficiency and also in terms of relatively cheaper budget.*

**Keywords:** Drones; Accuracy;



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Binjai Pada tanggal 5 Juni 2000 dari Ayah Alm. Supriyadi dan Ibu Sri Kustina Penulis merupakan putra ke 2 dari 3 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA N 2 Tebing Tinggi dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis menjadi asisten mata kuliah Teknik Sipil pada tahun ajaran 2018/19 pada tahun 2018 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Bendung D.I Sedang Sumatera Utara.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Survey dan Pemetaan dengan judul Evaluasi Survey Pemetaan dengan menggunakan Drone di PT. Pelindo Multi Terminal, Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dan selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Sindi Sriwahyuni dan Dhony Zakaria Randa, yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Muhammad Ilham Pangestu)

## DAFTAR ISI

	Halaman
COVER .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
KATA PENGHANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3.1 Maksud Penelitian .....	2
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Pengenalan <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV) .....	8
2.2.1 Sejarah <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV) .....	13
2.2.2 <i>Quadcopter</i> .....	14
2.2.3 Parameter Kualitas Udara .....	16
2.2.4 Sistem pengiriman <i>Video Sender</i> .....	16
2.2.5 <i>Pixhawk</i> .....	17
2.2.6 <i>First-person View</i> (FPV) .....	18
2.3 Fotogrametri .....	18
2.3.1 Pemanfaatan fotogramteri .....	19
2.3.2 Desain Jalur Terbang .....	21
2.3.3 Titik Kontrol Tanah (Ground Control Point) .....	22
2.3.4 Pengertian Sistem Informasi Geografis .....	23
2.4 Penerapan Peta .....	26
2.4.1 Manfaat Peta .....	26
2.4.2 Jenis Jenis Peta .....	27

2.5 Data Spasial .....	28
2.5.1 Fungsi Analisis Spasial.....	28
2.5.2 Sumber Data Spasial .....	30
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	32
3.2 Site Plan .....	32
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.3.1 Peralatan dan Bahan .....	34
3.4 Prosuder Penelitian .....	35
3.4.1 Pelaksanaan Pemotretan Udara .....	35
3.4.2 Hasil Pengolahan Data Peta.....	37
3.4.3 .....	38
3.5 Bagan Alir Penelitian .....	42
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	43
4.1.1 Analisa Data Penelitian .....	44
4.1.2 Hasil Analisa Data Penelitian .....	58
4.2 Pembahasan .....	66
4.2.1 Perbandingan Pembiayaan Pemetaan dan Efisiensi Waktu .....	66
4.2.2 Tingkat Ketelitian Pemetaan .....	76
4.2.3 Topografi Datar.....	79
<b>BAB IV. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>81</b>
5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

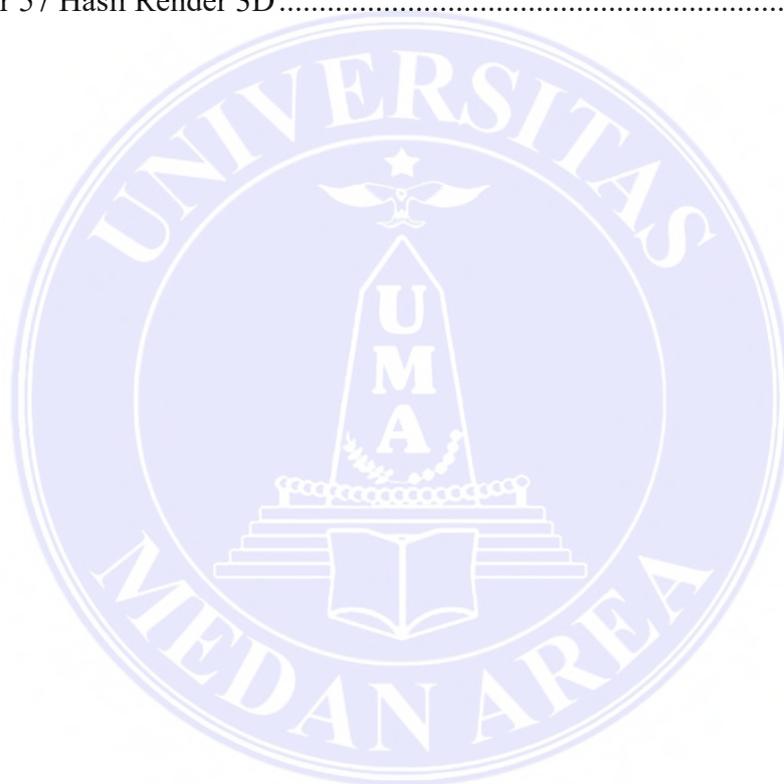
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Kategori UAV Internasional .....	9
Tabel 2 Ketelitian Geometri Peta RBI .....	11
Tabel 3 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas .....	12
Tabel 4 Rencana Wilayah Kerja .....	33
Tabel 5 Lokasi wilayah kerja .....	44
Tabel 6 Luas Pengguanaan Lahan Kawasan Terbangun .....	60
Tabel 7 Luas Pengguanaan Lahan Kawasan Belum Terbangun.....	60
Tabe 8 Biaya Langsung Personil ( <i>Drone</i> ).....	66
Tabel 9 Mobilisasi, Demobilisasi, Akomodasi Orientasi Lapangan ( <i>Drone</i> )..	67
Tabel 10 Biaya Survey Lapangan ( <i>Drone</i> ) .....	67
Tabel 11 Biaya Pembelian Perlengkapan Kantor ( <i>Drone</i> ).....	68
Tabel 12 Biaya Pembuatan Laporan ( <i>Drone</i> ) .....	68
Tabel 13 Biaya Langsung Personil .....	69
Tabel 14 Mobilisasi, Demobilisasi, Akomodasi Orientasi Lapangan.....	69
Tabel 15 Biaya Survey Lapangan .....	70
Tabel 16 Biaya Pembelian Perlengkapan Kantor.....	70
Tabel 17 Biaya Pembuatan Laporan .....	71
Tabel 18 Jadwal Pengukuran <i>Drone</i> .....	72
Tabel 19 Jadwal Pengukuran Konvensional .....	73
Tabel 20 Ketelitian Pemetaan .....	76
Tabel 21 Control points X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude .....	78
Tabel 22 Hitungan Uji Posisi Topografi Datar .....	80

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Konsep Dasar Fotogrametri .....	19
Gambar 2 Desain jalur terbang .....	22
Gambar 3 Contoh hasil <i>overlap</i> dan <i>sidelap</i> pemotretan udara .....	22
Gambar 4 Pemasangan <i>premark</i> .....	23
Gambar 5 Jenis Jenis (1) Peta Sketsa (2) Peta Dasar (3) Peta Tematik .....	27
Gambar 6 Denah lokasi penelitian .....	32
Gambar 7 Peta pembagian zonasi .....	33
Gambar 8 Ilustrasi akuisisi data pemetaan <i>drone</i> .....	34
Gambar 9 Ilustrasi rute penerbang foto udara.....	35
Gambar 10 Pemrosesan <i>matching point</i> .....	37
Gambar 11 Pemrosesan software <i>ecognition</i> .....	39
Gambar 12 Proses digitasi peta .....	39
Gambar 13 Hasil digitasi jalan, drainase dan gantry.....	40
Gambar 14 Hasil digitasi mangrove, semak belukar dan perairan.....	40
Gambar 15 Perbedaan kenampakan DTM dan DSM.....	41
Gambar 16 Bagan Alir Penelitian .....	42
Gambar 17 Peta lokasi penelitian.....	43
Gambar 18 <i>Login device</i> .....	44
Gambar 19 Metode pengambilan citra .....	45
Gambar 20 Pengaktifan drone.....	45
Gambar 21 Pengubahan mode terbang pada drone.....	46
Gambar 22 <i>Setting</i> ketinggian jalur penerbangan drone .....	46
Gambar 23 Rute <i>overlap</i> dan <i>sidelap</i> penerbangan .....	46
Gambar 24 Jalur penerbangan area kerja drone .....	47
Gambar 25 Status <i>aircraft</i> sebelum penerbangan .....	48
Gambar 26 Area lintas dan posisi drone .....	48
Gambar 27 Jalur terbang drone .....	49
Gambar 28 Data hasil foto udara .....	49
Gambar 29 Tampilan aplikasi <i>AgisoftPhotoscan Pro</i> .....	50
Gambar 30 Tampilan <i>workspace import</i> data foto.....	50
Gambar 31 Tampilan data foto yang akan di <i>import</i> .....	51
Gambar 32 Tampilan posisi dan angel camera pada proses pengolahan data.....	51
Gambar 33 Proses <i>Align Photo</i> .....	52
Gambar 34 Proses akurasi <i>pair preselection</i> .....	52
Gambar 35 Proses penggabungan foto udara.....	53
Gambar 36 Proses <i>Build Dense Cloud</i> .....	53
Gambar 37 Proses pemilihan kualitas <i>Build Dense Cloud</i> .....	53
Gambar 38 <i>Loading Proses Build Dense Cloud</i> .....	54
Gambar 39 Proses <i>Build Mesh</i> .....	54
Gambar 40 Proses memilih kualitas <i>Build Mesh</i> .....	54
Gambar 41 <i>Loding proses Build Mesh</i> .....	55
Gambar 42 Proses <i>Build Orthomosaic</i> .....	55
Gambar 43 Proses pemilihan kualitas <i>Build Orthomosaic</i> .....	56

Gambar 44 Proses <i>Export Orthomosaic</i> .....	56
Gambar 45 Proses pemilihan kualitas <i>Export Orthomosaic</i> .....	57
Gambar 46 Proses <i>Export Orthomosaic</i> .....	57
Gambar 47 Jalur <i>tracking waypoint</i> pengambilan data foto .....	59
Gambar 48 Peta penggunaan lahan .....	60
Gambar 49 Peta jaringan jalan .....	61
Gambar 50 Peta jaringan drainase dan pipa.....	61
Gambar 51 Peta topografi .....	62
Gambar 52 Peta lembaran zonasi.....	63
Gambar 53 Peta zona A.....	64
Gambar 54 Peta zona B.....	65
Gambar 55 Peta zona C.....	65
Gambar 56 Hasil desain 3 dimensi .....	66
Gambar 57 Hasil Render 3D .....	75



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau sering disebut dengan *drone* adalah perangkat terbang yang dapat dioperasikan dari jarak jauh oleh pilot atau secara mandiri. *Drone* memiliki peran penting dalam geografi sebagai alat penginderaan jauh untuk membuat berbagai jenis peta seperti penggunaan lahan, daerah rawan bencana, dan daerah aliran sungai. Tingkat efisiensi waktu dan biaya menjadi salah satu alasan *drone* menjadi alat pengukuran yang paling efektif untuk digunakan. Pemetaan menggunakan *drone* memiliki cakupan wilayah yang luas dari jarak yang dekat serta ketelitian yang tinggi dalam waktu yang singkat. Peta foto yang dihasilkan juga biasanya mempunyai skala yang besar sehingga pantas untuk dimanfaatkan dalam hal perencanaan.

Terdapat berbagai kemudahan pemetaan menggunakan *drone* namun masih banyak permasalahan pengukuran bidang tanah yang belum dipetakan di Indonesia. Kusmiarto (2017) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa Kementerian ATR/BPN belum menyelesaikan masalah lama terkait Infrastruktur Keagrarian. Terdapat 24 juta bidang tanah dari 44 bidang tanah yang terdaftar belum dipetakan di Peta Pendaftaran. Ini merupakan lebih dari 50% dari total bidang tanah tersebut (BPN, 2016). Oleh sebab itu, pemerintah menargetkan untuk mendaftarkan tujuh juta bidang tanah di tahun 2018 sedangkan di tahun 2019 naik menjadi sembilan juta bidang tanah (Permen ATR / BPN No. 25 Tahun 2015).

Berdasarkan analisis kebutuhan pemetaan serta permasalahan yang ada, perlu dilakukan penelitian terkait penggunaan drone sebagai alat pemetaan untuk mempermudah proses pemetaan di berbagai jenis bidang industri atau pertanian. Oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **Evaluasi Survey Pemetaan Dengan Menggunakan Drone di PT. Pelindo Multi Terminal.**

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa tingkat efektivitas waktu pengerjaan dan pembiayaan dalam proses survey pemetaan menggunakan *drone*
2. Bagaimana ketelitian data yang dihasilkan dari survey pemetaan dengan menggunakan drone berdasarkan standart tingkat ketelitian yang telah ditetapkan.

## 1.3 Maksud Dan Tujuan

### 1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini ialah penulis memanfaatkan perkembangan teknologi dari drone dalam sistem pemetaan dengan bertujuan mendapatkan hasil dari efisiensi waktu, meminimalisir pembiayaan dan Tingkat akurasi yang baik.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan pembiayaan pemetaan dan efisiensi waktu penggunaan drone pada survey pemetaan dengan survey secara langsung.
2. Untuk menentukan tingkat ketelitian pemetaan *drone* yang mengacu terhadap standarisasi yang telah ditetapkan.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Batasan terhadap permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian metode pemetaan menggunakan drone dengan bantuan aplikasi autocad dan arcgis.
2. Penggunaan metode *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam proses pengerjaan survey pemetaan di PT. Pelindo Multi Terminal.

Penelitian survey ini menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI-8202-2019) ketelitian peta dasar.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi atas 3 bagian yaitu:

1. Manfaat bagi ilmu pendidikan

Di harapkan hasil dari penelitian ini dapat berguna sebagai pedoman dan referensi pemanfaatan drone untuk survey pemetaan.

2. Manfaat bagi kementerian ATR/BPN

Di harapkan dapat membantu percepatan program strategi kementerian, seperti pendaftaran tanah sistematis yang lengkap.

3. Manfaat bagi penulis

Di harapkan dapat menambah pengetahuan dalam bidang survey pemetaan, membantu mengevaluasi kembali kekurangan dalam pengerjaan yang sedang di jalankan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Skripsi ini mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya atau penelitian yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan penulis. Dari hasil pencarian peneliti, ditemukan beberapa penelitian yang dianggap relevan dengan skripsi ini. Sehingga membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian sejenis di tempat yang berbeda dengan pembaharuan di berbagai bagian tertentu. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang melatarbelakangi adanya penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

1. Penelitian yang dilakukan oleh: **Pangeran S. Panjaitan, Jance M. Supit** (2021)

Berdasarkan penelitian yang berjudul “Kajian Tingkat Akurasi Dan Ketelitian Geometri Peta Dasar Dari Hasil Pengolahan Data Foto Udara Untuk Pemanfaatannya Di Sektor Pertambangan” didapatkan hasil bahwa Pengolahan foto udara dilakukan menggunakan *software Agisoft Photoscan*. Luas area foto udara adalah  $0,534 \text{ km}^2$ , data foto udara sebanyak 442 foto, data titik kontrol tanah GCP 5 titik dan data titik uji akurasi ICP sebanyak 2 titik.

Dari data tersebut pengolahan foto udara akan dilakukan dengan hasil berupa orthofoto. Dari hasil perhitungan ketelitian geometri pada peta Orthophoto yang diolah dengan perangkat lunak software Agisoft Photoscan dan berlokasi di PT. Bias Sinar Abadi didapatkan nilai ketelitian horisontal  $RMSE_r$  0,4197 m dengan nilai  $CE_{90}$  0,6368 m. Sedangkan nilai ketelitian vertikal  $RMSE_z$  0,5246 dengan nilai  $LE_{90}$  0,8656 m.

2. Penelitian yang dilakukan oleh: **I Putu Harianja Prayogo, Fabian J. Manoppo, Lucia I. R. Lefrandt (2020)**

I Putu Harianja Prayogo, Fabian J. Manoppo, Lucia I. R. Lefrandt (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter* Dalam Pemetaan Digital (*Fotogrametri*) Menggunakan Kerangka *Ground Control Point (GCP)*”

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data bahwa resolusi spasial yakni 4.4 Cm/Pixel. Hasil pemetaan foto udara menunjukkan akurasi koordinat planimetris dengan nilai CE90 sebesar 0,05 m dan LE90 sebesar 0,12, yang menunjukkan bahwa akurasi ketelitian horizontal peta memenuhi skala 1:1000, yaitu masuk ke dalam orde kelas 1, dengan ketelitian maksimum 0,3 meter. Terdapat nilai eror horizontal sebesar 0.05 m dan nilai eror vertikal sebesar 0.12 m untuk hasil pengukuran menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* drone dengan titik kontrol tanah (GCP), sementara nilai error horizontal sebesar 2.54 m dan nilai error vertikal sebesar 0.78 m untuk hasil pengukuran menggunakan *drone* tidak dengan titik kontrol tanah.

Dapat disimpulkan bahwa Untuk survey pemetaan, penggunaan UAV jauh lebih efisien dan lebih cepat daripada metode konvensional. Pengukuran dengan drone, yang memiliki luas 35 ha di Universitas Sam Ratulangi, dapat diselesaikan dalam waktu  $\pm 3$  jam, sementara pengukuran dengan metode konvensional membutuhkan waktu + 2 hari

### 3. Penelitian yang dilakukan oleh: **Budi Utomo** (2022)

Budi Utomo (2022) dalam penelitiannya yang berjudul “*Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah*” yang membahas tentang survey dan pemetaan menggunakan *drone*.

Pada tahun 2025, pemerintah bertujuan untuk menyelesaikan proses pendaftaran tanah yang komprehensif dan sistematis untuk semua bidang tanah di Indonesia, yang telah mereka percepat sejak tahun 2016. Pemerintah menargetkan untuk mencapai 7 juta bidang tanah pada tahun 2018 dan 9 juta bidang tanah pada tahun 2019. Untuk memenuhi tujuan tersebut, maka diperlukan teknologi yang dapat mengatasi permasalahan ini.

Drone menawarkan kemudahan pemetaan daratan dengan banyak sasaran, pengaturan waktu dan area pengambilan gambar yang fleksibel, serta resolusi spasial yang detail pada hasil pengambilan gambar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai keakuratan pemetaan yang dilakukan oleh drone dan membandingkan biaya foto udara yang diambil oleh drone dengan yang diambil oleh satelit. Selain itu, biaya yang diperlukan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan perekaman satelit.

Informasi dikumpulkan dari kajian karya tulis. Setelah data dikumpulkan, maka akan dianalisis dalam tiga tahap: Reduksi, Tampilan, dan Kesimpulan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan *drone* merupakan pilihan yang paling tepat untuk mempercepat pemetaan lahan.

## 2.2 Pengenalan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

*Unmanned aerial vehicle* atau disingkat UAV atau yang biasa dikenal dengan UAV atau drone, adalah perangkat terbang yang dapat dioperasikan dari jarak jauh oleh pilot atau secara mandiri. Pesawat ini memanfaatkan aerodinamis untuk tetap mengudara, dapat digunakan kembali, dan memiliki kemampuan untuk mengangkut kargo dan senjata. beban tambahan. Aplikasi utama drone ini adalah di sektor militer, namun juga digunakan untuk eksplorasi geografis, fotografi, dan videografi di lingkungan terbuka dan tidak terbatas. *Drone* memainkan peran penting dalam geografi sebagai alat penginderaan jauh untuk membuat berbagai peta seperti penggunaan lahan, daerah rawan bencana, dan daerah aliran sungai.

Pesawat ini dikendalikan secara otomatis melalui program komputer yang dirancang. *Drone* pertama dikembangkan untuk kepentingan militer. *Drone* digunakan sebagai pengintai musuh dan mengurangi korban manusia (pilot). Penggunaan *drone* untuk misi militer sejak perang dunia pertama dan perang dunia kedua sebagai prototipe. Penggunaan *drone* sekarang lebih banyak tidak hanya militer saja, aplikasi *drone* untuk pertanian, aplikasi *drone* untuk pemetaan vegetasi perkotaan, aplikasi *drone* untuk tanah longsor, aplikasi *drone* untuk tutupan lahan.

Menurut Bahar (2016), dirancang program komputer untuk mengendalikan pesawat ini secara otomatis. Tujuan awal pengembangan drone adalah untuk keperluan militer. Drone berfungsi sebagai pengintai musuh dan membantu meminimalkan jumlah korban jiwa (pilot). Ahmad (2011) mencatat bahwa drone telah digunakan untuk operasi militer sejak perang dunia pertama dan kedua, dan

berfungsi sebagai prototipe penggunaannya. Penggunaan drone kini meluas melampaui bidang militer, dan penerapannya di bidang pertanian menjadi lebih umum (Candiago, dkk.). (Feng, et.al. 2015) mengeksplorasi penggunaan drone untuk memetakan vegetasi perkotaan. Pada tahun 2015, Fernández dkk. mengeksplorasi penggunaan drone untuk mendeteksi tanah longsor. Al. (Hassan, et.al., 2016) mengusulkan penggunaan drone untuk penilaian tutupan lahan. (2011).

Pada tahun 2016, Bahar menyatakan bahwa drone diklasifikasikan berdasarkan sayapnya menjadi dua kategori: multicopter dan fixed wing. Multicopter dikategorikan menjadi dua jenis: single-rotor dan multi-rotor.. Klasifikasi *drone* secara internasional yang di kutip oleh Ahmad (2011) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori UAV Internasional (Ahmad, 2011)

No	Kategori	Berat (Kg)	Jangkauan (Km)	Tinggi terbang (m)	Daya Tahan (jam)
1	Mikro	<5	<10	250	1
2	Mini	<250/30/150	<10	150/250/300	<2
3	Jangkauan sempit	25-150	10-30	3000	2-4
4	Jangkauan Menengah	50-250	30-70	3000	3-6
5	Jangkauan jauh	>250	>70	>3000	>6

Pengelolaan operasional *drone* di Indonesia harus direncanakan dan ditangani secara matang. Saat ini, Peraturan Menteri Perhubungan No. 90 Tahun 2015 tentang Peraturan Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Wilayah Udara Indonesia mengatur tentang pengendalian pengoperasian *drone*.

Dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan di wilayah udara, kendali pesawat tak berawak tidak boleh dioperasikan di area berikut.

- a) Area udara terlarang
- b) Area udara terbatas
- c) Area keselamatan operasi penerbangan (KOP) suatu Bandar udara.

Sebuah pesawat tanpa awak yang terbang di area dengan ketinggian di bawah 500 kaki (150 meter). Dalam keadaan tertentu, seperti berpatroli di perbatasan negara dan wilayah laut, memantau cuaca, mengamati aktivitas satwa liar dan tumbuhan di taman nasional, serta melakukan survei dan pemeliharaan, pesawat tak berawak dapat digunakan pada ketinggian 500 kaki (150 meter) dengan izin.

Sebagaimana yang diputuskan oleh Direktur Jenderal Perhubungan Udara. Sebuah peta dapat didefinisikan sebagai representasi sebagian atau seluruh area permukaan bumi dengan berbagai perspektif pada bidang datar yang diperkecil dengan skala tertentu (Setyowati, et al.2014). Proses pemetaan bidang tanah adalah bagian integral dari proses pendaftaran tanah yang sistematis dan komprehensif. Pemetaan bidang tanah meliputi penggambaran secara sistematis atau sporadis hasil pengukuran bidang tanah dengan menggunakan metode tertentu pada berbagai media, seperti kertas atau film draft. Menurut Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional No.3 tahun 1997, pemetaan bidang tanah harus didasarkan pada peta dasar yang terdiri dari:

- a) Peta foto udara (baik dari wahana pesawat udara atau UAV
- b) Peta kendaraan (UAV/drone),
- c) Peta citra satelit resolusi tinggi (CSRT)

d) Peta garis

Skala yang digunakan untuk pembuatan peta dasar pendaftaran adalah 1:1.000 atau lebih pada wilayah pemukiman, untuk wilayah pertanian 1:2.500 serta di wilayah perkebunan yaitu 1:10.000.

Pada tahun 2016, Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional melaporkan bahwa tingkat ketelitian geometrik dari peta kerja untuk wilayah pemukiman, komersial, industri adalah 0,3 milimeter per skala peta, sedangkan untuk wilayah non-pemukiman, komersial, dan industri adalah 0,5 milimeter per skala peta.

Berikut adalah Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Perbandingan Harga Citra, ketelitian geometris ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ketelitian Geometri Peta RBI (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial, 2014)

No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI			
			Kelas 1		Kelas 2	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00
2	1:500.000	200	100	100	150	150,00
3	1:250.000	100	50	50	75	75,00
4	1:100.000	40	20	20	30	30,00
5	1:50.000	20	10	10	15	15,00
6	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50
7	1:10.000	4	2	2	3	3,00
8	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50
9	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75
10	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30

Sambungan Tabel 2.

No.	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI	
			Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	500	500,00
2	1:500.000	200	250	250,00
3	1:250.000	100	125	125,00
4	1:100.000	40	50	50,00
5	1:50.000	20	25	25,00
6	1:25.000	10	12,5	12,50
7	1:10.000	4	5	5,00
8	1:5.000	2	2,5	2,50
9	1:2.500	1	1,25	1,25
10	1:1.000	0,4	0,5	0,50

Nilai ketelitian di setiap kelas diperoleh melalui ketentuan seperti tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial, 2014)

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

Nilai ketelitian yang di tunjukkan pada Tabel 2 merupakan posisi peta dasar CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal. Berdasarkan data tersebut maka kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90%.

### 2.2.1 Sejarah Perkembangan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

UAV pertama kali digunakan saat terjadinya perang pada 22 Agustus 1849, ketika Austria menyerang Venice menggunakan balon yang tidak berawak dan dipenuhi bahan peledak. Beberapa balon diluncurkan dari gunung es Austria. Sebagian diantaranya meledak di belakang garis Austria karena hembusan angin yang tidak menentu. Torpedo udara, yang sekarang disebut rudal jelajah, dikembangkan selama dan segera setelah Perang Dunia I, dan pertama kali digunakan sebagai pesawat tanpa pilot.

Penerbangan pertama Pesawat Otomatis Hewitt-Sperry, juga dikenal sebagai bom terbang, berlangsung pada 12 September 1916, menampilkan gagasan tentang pesawat tak berawak. Keberhasilan pesawat tak berawak sebelumnya menyebabkan pengembangan pesawat tak berawak yang dikendalikan radio (RC) di Inggris dan AS pada tahun 1930. Inggris mengembangkan *Fairey Queen* yang dikendalikan radio pada tahun 1931, yang didasarkan pada *Fairey IIIF*.

Pada tahun 1935, percobaan dilanjutkan dengan produksi pesawat kendali radio yang lebih besar, DH 82B *Queen Bee*. Setelah beberapa waktu, istilah *Queen Bee* konon menyebabkan diadopsinya istilah drone untuk pesawat tak berawak. Reginald Denny bertanggung jawab atas produksi awal drone dalam skala besar.

Tahun 1940: Inovasi oleh Nazi Jerman V-1 menunjukkan bahwa UAV dapat menjadi mesin perang, dan Amerika berusaha menghancurkan V-1.

Tahun 1960: Amerika menjadikan UAV penting untuk pengawasan rahasia dalam perang Vietnam.

Tahun 1970: Israel terus mengembangkan Firebee, yang berhasil hingga akhir perang Vietnam. Sementara negara lain mulai mengembangkan sistem UAV, Amerika Serikat telah menetapkan jenis UAV yang berbeda.

Tahun 1980: Selama akhir tahun 1970 hingga 1980, Pasukan Angkatan Udara Israel, yang agresif dalam pengembangan UAV, mengembangkan beberapa UAV baru.

Tahun 1990 hingga sekarang: UAV menjadi penting dan tetap dalam teknologi tinggi gudang senjata militer di berbagai tempat, mulai dari Amerika Serikat dan Eropa hingga Asia dan Timur Tengah. Selain itu, mereka digunakan untuk tujuan damai, seperti memantau kondisi lingkungan di bumi.

UAV ke depan: UAV depan dapat berubah menjadi MAV, atau kendaraan udara kecil yang dapat mengudara dan mendarat di telapak tangan operator. MAV sedang dikembangkan di Israel, Amerika Serikat, Inggris, dan Korea.

### 2.2.2 *Quadcopter*

*Quadcopter* pada dasarnya adalah versi helikopter bermotor. Sebuah *quadcopter* dilengkapi dengan empat motor penggerak utama yang disusun dalam formasi persegi dan diposisikan pada jarak yang sama dari pusat beban *quadcopter*. *Quadcopter* adalah jenis helikopter yang hanya menggunakan satu motor dan digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk pengawasan, pencarian, penyelamatan, dan inspeksi. Dasar komponen penyusun *quadcopter* terdiri atas:

1. Motor *brushless*
2. *Flight controller*
3. Penerima RC dan antenna
4. ESC (*Electrical Speed Controller*)
5. Baterai
6. Sensor *accelerometer* dan *gyro*

Motor quadcopter masing-masing menghasilkan daya dorong dan torsi. Sistem kendali quadcopter mengendalikan kecepatan motor, yang pada gilirannya menentukan sudut quadcopter. Dua motor quadcopter berputar dalam arah jarum jam, dan dua lainnya berputar dalam arah berlawanan. Akibatnya, percepatan sudut yaw akan hampir nol jika keempat motor berputar dengan kecepatan yang sama.

Sebuah artikel berjudul "*Navigation and Control System of Quadrotor Helicopter*" ditulis oleh Didik Setyo P., Nu Rhahida, dan Bachtiar Septiawan (2010). Dalam artikel tersebut dijelaskan bahwa diferensial kecepatan pada motor quadrotor diperlukan untuk melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat lain. Prinsip kerja quadrotor bergantung pada kecepatan motor masing-masing sisi, pergerakan quad-rotor *helicopter* yang dikontrol dengan memvariasikan *pitch* dan torsi roll yang dihasilkan secara mandiri.

Berdasarkan penelitian Wiguna, 2013 dijelaskan bahwa *quadcopter* dapat mempertahankan posisinya ketika mode *holding position* diaktifkan dari salah satu *channel* jauh pilot. Selain itu, melalui radio frekuensi 900Mhz, mereka dapat mengirim data telemetri ke GCS dalam bentuk GUI.

### 2.2.3 Parameter Kualitas Udara

Berdasarkan pemantauan, parameter harus ditetapkan untuk menentukan batas penelitian. Parameter sangat dibutuhkan untuk menentukan batasan penelitian yang akan dilaksanakan. Menurut Suguiarta (2008) dalam jurnal penelitiannya terdapat beberapa parameter yang bermanfaat untuk mengukur kondisi udara, antara lain:

#### 1. Debu

Pencemar udara yang paling utama bersumber dari kendaraan bermotor ini yang menyebabkan menumpuknya debu atmosfer bumi.

#### 2. Timbal (Pb)

Timbal dapat ditemui di udara dikarenakan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin ataupun solar tidak terbakar sempurna sehingga menghasilkan zat buang sisa yang menyebabkan udara menjadi tercemar. Sifat akumulatif gas timbal menyebabkan bahan bakar mengandung timbal meskipun jumlah timbalnya sangat kecil.

#### 3. Karbon Monoksida (CO)

Asap kendaraan bermotor yang banyak melintasi area menyebabkan lebih banyak gas karbon monoksida di udara.

### 2.2.4 Sistem Pengiriman Video Sender

Sisi pemancar (Tx) dan sisi penerima (Rx) dapat menerima data audio dan video melalui perangkat Video Sender. Rizal A Duyo membuat hipotesis dalam jurnalnya yang berjudul "Aplikasi Rangkaian Terintegrasi mc 1374 Sebagai Pemancar Audio Video Pada Kanal Televisi Sangat Tinggi Frekuensi" bahwa

video sender yang dibuat menggunakan metode rangkaian terintegrasi akan menjadi lebih kecil secara fisik, tetapi jarak pancarnya akan lebih jauh. Perangkat video sender ini mengirimkan informasi dalam bentuk suara dan gambar ke kanal televisi saat beroperasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengirim video dapat mencapai jarak 26 meter pada kondisi terhalang, sedangkan pada lintasan langsung (*offline*) dapat mencapai jarak 26 meter.

### 2.2.5 Pixhawk

*Pixhawk* adalah sistem autopilot maju yang dibuat oleh 3D Robotika berdasarkan proyek hardware terbuka PX4. Ini memiliki prosesor dan teknologi sensor canggih dari ST *Microelectronics*® serta sistem operasi *real-time* NuttX, yang memberikan kinerja, fleksibilitas, dan keandalan yang luar biasa untuk mengendalikan setiap kendaraan autonomus. Berikut adalah fitur utama Pixhawk :

- a) Memiliki prosesor 32 bit STM32F427 Cortex M4
- b) Memiliki 14 output PWM/Servo; (8 dengan override manual dan failsafe; 6 tambahan, kompetible dengan daya tinggi
- c) Memiliki banyak pilihan konektivitas untuk peripheral tambahan, seperti UART, I2C, dan CAN.
- d) Integrasi pemulihan dalam penerbangan dan override manual dengan prosesor yang berdedikasi dan sumber daya terpisah.
- e) Integrasi pencampuran dengan autopilot konsisten dan petunjuk menimpa mode pencampuran.

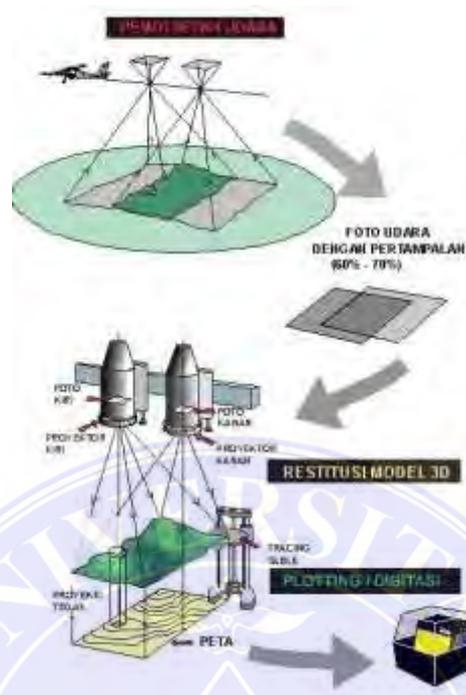
### 2.2.6 *First-person View (FPV)*

*First-person view (FPV)* adalah cara untuk mengontrol kendaraan radio control dari sudut pandang pilot. Biasanya digunakan untuk pesawat radio kontrol atau UAV. Kamera yang dipasang memungkinkan kita dengan mudah mengendalikan wahana dan memiliki sensasi seperti kita berada di dalamnya.. Dua sistem utama dalam penggunaan FPV adalah perekam di udara dan ground station, atau bagian di darat.

## 2.3 Fotogrametri

*Fotogrametri* juga dikenal sebagai survei udara, adalah metode pemetaan yang memanfaatkan fotografi udara. Gambar *fotogrametri* yang dihasilkan berbentuk foto peta dan tidak dapat digunakan langsung sebagai dasar atau lampiran pada publikasi peta. *Fotogrametri* adalah seni, ilmu pengetahuan, dan teknologi menangkap data dan informasi tentang suatu objek dan kondisi sekitarnya melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambar fotografis (yang menghasilkan pengambilan gambar). Teknik *fotogrametri* dapat digunakan sebagai salah satu metode pengumpulan data objek 3D. Sumber data utama untuk teknik ini adalah foto udara. Foto udara memberikan cara alternatif untuk mengumpulkan informasi 3D yang dapat digunakan untuk menentukan ketinggian suatu fitur topografi, seperti bangunan. (Prayogo, 2020).

### 2.3.1 Pemanfaatan fotogramteri



Gambar 1. Konsep Dasar *Fotogrametri* (Santoso, 2004)

#### 1. Identifikasi, Pengukuran dan Pemetaan

##### a) Identifikasi Objek

Dalam foto udara, ukuran (panjang, lebar, tinggi, atau volume) suatu objek dapat diidentifikasi atau dikenali jenisnya karena gambar objek disertai dengan informasi skala yang ada di informasi tepi.

##### b) Pengukuran ketinggian tempat dan kemiringan lereng

##### c) Pemetaan dan penyuntingan peta topografi

Bentuk tiga dimensi suatu bentuk lahan adalah ciri yang paling jelas, dan dapat dianalisis dengan mudah dengan menggunakan model stereoskopis.

Data untuk membuat peta dapat diperoleh dari sejumlah besar data dari foto udara.

d) Alat bantu studi geomorfologi dan geologi

Fotogrametri telah banyak membantu disiplin ilmu geomorfologi. Efek 3-D dalam foto udara, dikombinasikan dengan pembesar-besaran vertikal, memfasilitasi studi kondisi lahan oleh ahli geomorfologi. Kemajuan perangkat lunak untuk fotogrametri digital telah meningkatkan analisis fitur geomorfologi dan geologi. DEM dan TIN yang merupakan bentuk pemodelan tanah memfasilitasi penciptaan dan representasi bahkan rekonstruksi fenomena fisiografi oleh ahli geomorfologi dan geologi serta mahasiswa dengan menggunakan teknik fotogrametri digital.

2. Pemetaan persil/pendaftaran tanah

Pengukuran dan analisis perwujudan persil lahan menjadi lebih mudah karena resolusi spasial citra saat ini kurang dari 1 meter. Secara umum, foto berskala besar sangat dibutuhkan untuk pembuatan peta persil.

3. Perencanaan dan Evaluasi Pembangunan Fisik

Perencanaan, yang membutuhkan data fisik lahan, pasti dilakukan sebelum pembangunan sarana dan prasarana fisik. Data fisik yang umumnya digunakan adalah, bentuk, posisi dan orientasi, kemiringan lereng luas, dan penggunaan lahan. Data ini dapat diperoleh jika menggunakan foto udara.

4. Perencanaan Jalan Raya

Informasi tentang bentuk lahan, ketinggian, kemiringan, arah, jarak, dan jumlah material yang diperlukan untuk menyesuaikan medan merupakan pertimbangan yang diperlukan dalam perencanaan jalan raya, serta karakteristik fisik lainnya dari kawasan yang akan dilalui jalan tersebut. Fotogrametri dapat menawarkan solusi untuk menghemat uang dan

memberikan informasi akurat tentang kondisi lahan dan ukuran aspek yang diperlukan melalui waktu pengukuran yang lebih cepat, akurasi yang dapat diandalkan, dan efektivitas biaya.

#### 5. Perencanaan Jalan Kereta Api

Terdapat beberapa persyaratan untuk kondisi lahan perkeretaapian yaitu kemiringan jalur kereta api, arah rel kereta api harus tajam sehingga perlu penimbunan sebelum penggunaan lahan. Dengan menggunakan foto udara untuk menganalisis arah dan orientasi area, jalur kereta api yang sesuai dapat ditentukan. Berdasarkan informasi kemiringan, dimungkinkan untuk menentukan area yang perlu ditebang dan jumlah tanah yang diperlukan untuk mengisi area yang tenggelam agar jalur kereta api dapat digunakan.

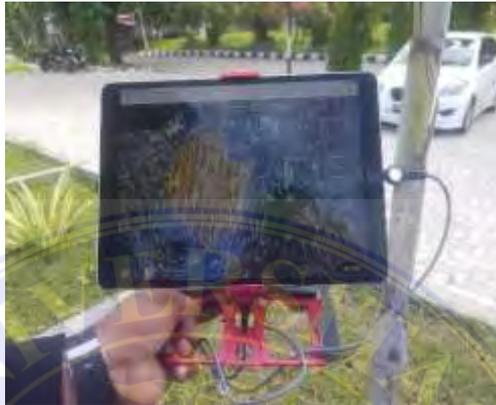
#### 6. Perencanaan Lahan Permukiman

Sebelum merencanakan lahan permukiman perlu dikumpulkan beberapa informasi yang meliputi rincian bentuk lahan, kemiringan lereng, orientasi lokasi, aksesibilitas, jarak dari sumber bencana, potensi banjir, pengelolaan drainase, posisi dalam kaitannya dengan penggunaan lahan lain, serta sistem drainase dan kemiringannya. Semua data tersebut bisa didapatkan dengan menggunakan drone dan metode perhitungannya melibatkan teknik fotogrametri.

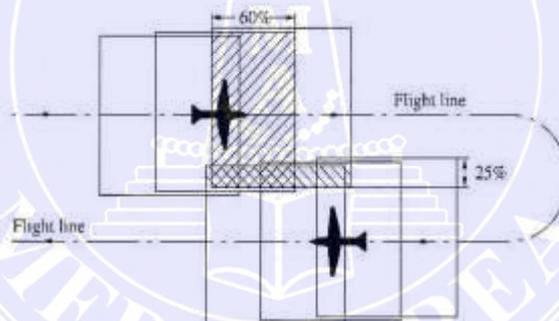
### 2.3.2 Desain Jalur Terbang

Penggunaan Aplikasi Pix4D *Capture* pada *smartphone* dengan sistem operasi Android dan iOS dapat membantu menentukan desain jalur terbang. AOI (*Area of Interest*) yang akan dipetakan menentukan jalur terbang penerbangan.

Rencana jalur terbang wahana *drone* harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya situasi medan, situasi cuaca, ketinggian terbang, pengambilan spot kamera, besar pertampalan overlap pada foto udara, waktu, dan jarak tempuh wahana (Kembuan et al., 2022).



Gambar 2. Desain jalur terbang (Fabian, 2020)



Gambar 3. Contoh hasil *overlap* dan *sidelap* pemotretan udara (Surya, 2017)

### 2.3.3 Titik Kontrol Tanah (Ground Control Point)

Pembuatan premark (penandaan titik kontrol tanah) dan pengukuran koordinatnya menggunakan GPS adalah langkah pertama dalam melakukan kegiatan foto udara. Secara umum, premark dibuat dalam bentuk tanda silang, dengan titik premark berada tepat di tengah tanda silang. Untuk premark, warna

yang mencolok biasanya dipilih karena lebih mudah dilihat saat pengolahan foto udara.



Gambar 4. Pemasangan *premark* (Fabian, 2020)

#### 2.3.4 Pengertian Sistem Informasi Geografis

Aronaff (1989) menyebutkan bahwa SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang dapat memasukkan, mengelola, memanipulasi, dan menganalisis data, sekaligus memberikan penjelasan. Sedangkan Gistut (1994) menyatakan bahwa SIG merupakan suatu sistem yang mampu membantu pengambilan keputusan spasial dan dapat menggabungkan deskripsi lokasi dengan atribut fenomena yang ada pada lokasi tertentu.. Ada beberapa prosedur untuk input data SIG dalam pengolahan Sistem Informasi Geografi (SIG), menurut Adam (2012):

1. Digitasi manual menggunakan digitizer

Meja digitizer digunakan untuk memasukkan data.

2. Digitasi di layar monitor

Input data dilakukan langsung di layar monitor.

3. Penyiaman (automatic scanning) to vector (menggunakan ArcScan)

Data raster dapat diinput dengan cepat menggunakan metode ini, tetapi mempunyai kekurangan dalam mengubah semua gambar yang ada menjadi bentuk vektor. Keterbatasan manual digitizing membuat metode ini banyak dikembangkan.

4. Koordinat geometri

Posisi, panjang, dan luas yang sesuai dengan pengukuran lapangan dapat diketahui pengguna melalui metode koordinat geometri. Untuk melakukan ini, nilai koordinat dari objek dimasukkan ke dalam data spasial.

5. Data langsung dari GPS

Bantuan alat GPS yang digunakan saat melakukan metode ini memungkinkan peninjau lapangan untuk secara otomatis mengidentifikasi daerah yang rawan banjir.

1. Hasil pengolahan gambar penginderaan jauh digital (*image processing*), yaitu:

a. Peta Digital

Bagi sistem informasi geografik, peta digital sangat penting karena kemampuan untuk menampilkan dan menangani basis data spasial atau bergeoreferensi adalah hal yang membedakan mereka dengan sistem informasi lainnya.

b. Data Tabular

Data yang terdiri dari teks, angka, atau biner yang disimpan dalam tabel. merupakan gambaran dari data tabular. Data tabular terdiri atas dua jenis yaitu yang terikat dengan objek peta dan yang tidak terikat.

c. Data *Image*

Data yang dimasukkan ke dalam database SIG dapat berupa gambar, foto, dan objek grafis digital lainnya seperti foto lokasi bangunan pelintas, pintu air, tapal batas, obyek penting, dan lainnya.

d. Data Digital Lainnya

Secara umum, basis data SIG dapat diterima dan disimpan dengan baik hampir semua jenis data digital yang ingin dimasukkan dan ditampilkan. Selain data peta digital, gambar, dan tabular, sistem ini juga dapat memasukkan data berbentuk digital lainnya, seperti musik, animasi, dan film.

e. Analisis data

Data yang tersimpan dalam sistem basis data yang bersangkutan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan pemilik sistem. Sistem ini dapat melakukan analisis seperti spatial, tabular, numeris, statistik, dan textual.

f. *Output*

Pengguna dapat memperoleh informasi yang disajikan dalam berbagai format, seperti grafik, peta tematik, dan tabel, sebagai hasil dari proses analisis-analisis yang telah disebutkan sebelumnya.

SIG memiliki kelebihan dalam menghasilkan peta tematik sebagai hasil akhir dari analisisnya. Satuan pemetaan (*mapping unit*) diperlukan untuk digunakan sebagai acuan keruangan (*spatial reference*) karena informasi tentang parameter tumpang tindih kegiatan dan lahan ini disajikan dalam bentuk peta.

## 2.4 Penerapan Peta

Russell C. Brinker (1984) mendefinisikan peta adalah gambaran atau proyeksi sebagian permukaan bumi pada bidang datar atau kertas pada skala tertentu. Peta memiliki berbagai jenis dan manfaat sesuai jenisnya.

### 2.4.1 Manfaat Peta

Manfaat utama peta adalah sebagai berikut:

1. Mencatat kondisi, kualitas, dan kuantitas suatu tempat.
2. Sebagai alat untuk merencanakan serta mengolah hasil bumi.
3. Alat komunikasi masyarakat dengan pihak luar.

Peta juga memiliki manfaat lain jika digunakan saat melakukan penelitian yaitu :

1. Mempermudah peneliti untuk memahai wilayah saat observasi dan penelitian.
2. Sebagai alat untuk menginput seluruh data yang ada di lapangan.
3. Sebagai alat peneliti untuk memaparkan hasil penelitian, seperti yang dinyatakan DAI (2007).

## 2.4.2 Jenis Jenis Peta

Jenis-jenis peta dapat dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu:

1. Peta Sketsa.

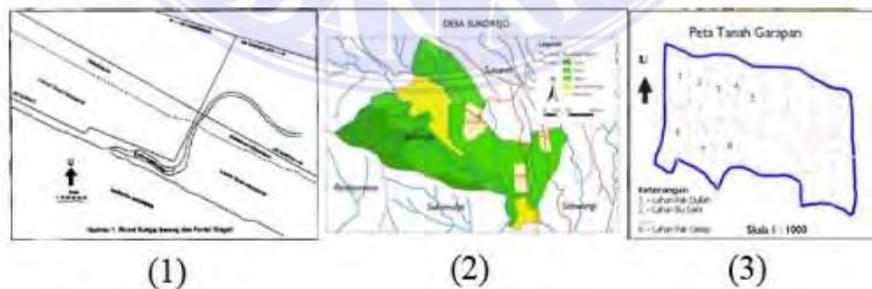
Peta sketsa adalah peta sementara yang biasanya menyertakan landmark alam, karena peta ini dapat membantu orang mengidentifikasi suatu lokasi dengan mudah.

2. Peta Dasar

Peta dasar ialah peta yang menunjukkan landmark atau fitur yang dapat dijadikan acuan, seperti sungai, jalan, dan bukit, serta dapat digunakan sebagai landasan untuk membuat peta tematik.

3. Peta Tematik.

Peta tematik merupakan pelengkap peta biasa, yang menyertakan simbol atau warna tertentu. Informasi mengenai kondisi lapangan dapat dikomunikasikan dengan menggunakan simbol dan warna tertentu. Peta tematik terdiri atas peta jenis tanah, peta kemiringan lahan, peta kepemilikan lahan, dan lain-lain.



Gambar 5. Jenis Jenis (1) Peta Sketsa (2) Peta Dasar (3) Peta Tematik

(Adam, 2012)

## 2.5 Data Spasial

Sistem informasi geografis mengandalkan data spasial sebagai landasan operasionalnya.. Sedangkan data spasial diartikan sebagai data yang berkaitan dengan posisi, objek, dan hubungan antar keduanya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan informasi yang mencakup rincian tentang bumi, seperti permukaan, bawah permukaan, badan air, dan atmosfer (Rajabidfard dan Williamson, 2000).

Analisis spasial mengacu pada kumpulan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan sebaran dan susunan suatu fenomena spasial, dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman kita tentangnya. Tujuan melakukan analisis spasial adalah untuk mengungkap informasi baru yang dapat menjadi landasan pengambilan keputusan di bidang yang diteliti.

### 2.5.1 Fungsi Analisis Spasial

Menurut Nurpilihan dkk, (2011), Fungsi analisis spasial terdiri:

1. Klasifikasi (*reclassify*)

Fungsi ini menggunakan kriteria khusus untuk mengklasifikasi ulang data spasial menjadi data spasial dalam bentuk baru. Salah satu cara memperoleh data spasial kemiringan adalah dengan menggunakan data spasial ketinggian permukaan bumi (topografi). Informasi ini kemudian dapat dinyatakan sebagai persentase nilai kemiringan.

## 2. *NetWork* (jaringan)

Fungsi ini berkaitan dengan data spasial garis yang digunakan dalam industri transportasi. Misalnya, dalam jaringan spasial analisis fungsi, jarak terpendek antara dua titik tidak dihitung menggunakan selisih absis dan ordinat titik awal dan akhir. Namun, menggunakan teknik alternatif dalam kerangka jaringan.

## 3. *Overlay*

Fungsi ini menghasilkan data spasial baru dengan menggunakan setidaknya dua set data spasial sebagai masukan. Misalnya, jika memerlukan data ketinggian permukaan bumi, kadar air tanah, dan jenis tanah guna menciptakan kawasan yang cocok untuk ditanami tanaman tertentu seperti padi.

## 4. *Buffering*

Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru berupa poligon yang terletak pada jarak tertentu dari data spasial masukan. Titik data spasial akan menghasilkan data spasial baru berbentuk lingkaran yang mengelilingi titik pusat. Garis akan menghasilkan data spasial tambahan dalam bentuk poligon yang mengelilingi garis.

## 5. *3D analysis*

Fungsi analisis spasial ini banyak menggunakan fungsi interpolasi untuk menampilkan data spasial dalam ruang tiga dimensi. Sebagai contoh, digunakan untuk menentukan ketinggian, tataguna tanah, jaringan jalan, dan utilitas dalam model tiga dimensi.

## 6. *Digital image processing*

Data spasial permukaan bumi (citra digital) banyak diperoleh dari perekaman data satelit yang berformat raster. Ini memungkinkan SIG raster untuk melakukan

analisis. Sebagai contoh, ada subfungsi yang menangani koreksi radiometrik, geometrik, filtering, clustering, dan lain-lain.

### 2.5.2 Sumber Data Spasial

Data spasial dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber (Nurpilihan, 2011) diantaranya adalah:

#### 1. Citra Satelit

Data ini didapatkan dari satelit yang menggunakan sensor untuk merekam gambaran permukaan bumi atau kondisi. Biasanya digunakan untuk mengawasi sumber daya alam yang ada di permukaan bumi, mengetahui perubahan lahan dan lingkungan, serta kegunaan lain yang berkaitan dengan aktifitas manusia di permukaan bumi. Teknologi ini memiliki kelebihan dalam merekam wilayah yang luas dengan tingkat resolusi yang sangat tinggi.

#### 2. Peta Analog,

Data ini merupakan versi awal dari data spasial, dan satu-satunya variasi adalah cara penyimpanannya. Peta analog adalah metode konvensional dalam menyajikan informasi spasial, menggunakan kertas atau film untuk menampilkan datanya. Jadi, dengan kemajuan teknologi, peta analog kini dapat dipindai dan diubah ke dalam format digital sebelum disimpan dalam database.

#### 3. Foto Udara (*Aerial Photographs*)

Data foto udara atau citra satelit biasa digunakan untuk menghasilkan data spasial. Perbedaannya dengan citra satelit hanya terletak pada cakupan wilayah dan kendaraan yang digunakan. Pesawat biasanya digunakan untuk fotografi udara. Secara teknis, proses pengumpulan data sangat mirip dengan citra satelit.

#### 4. Data Tabular

Data tabular sangat berperan penting dalam kelengkapan data spasial. Data tabular disediakan dalam bentuk tabel. Contoh yang paling umum yaitu data sensus penduduk, ekonomi, dan sosial. Selanjutnya data tabular nantinya akan digabungkan dengan data spasial untuk mendapat tema tertentu.



## B A B III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian PT. Pelindo Multi Terminal cabang Dumai terletak pada koordinat  $101^{\circ}27'28.07''E$   $1^{\circ}41'6.30''N$  dan memiliki luas mencapai 80.40 hektar yang berada pada Kelurahan Buluh Kasap, Kecamatan Dumai Timur, Kota Dumai, Provinsi Riau. Adapun peta alokasi penelitian seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Denah lokasi penelitian (Data primer, 2023)

### 3.2 Site Plan

Rencana wilayah kerja dibagi menjadi 3 bagian yang dibuat berdasarkan area zonasi pelabuhan A, B dan C serta mempermudah dalam memproses dan penyajian data.

Tabel 4. Rencana Wilayah Kerja (Data primer, 2023)

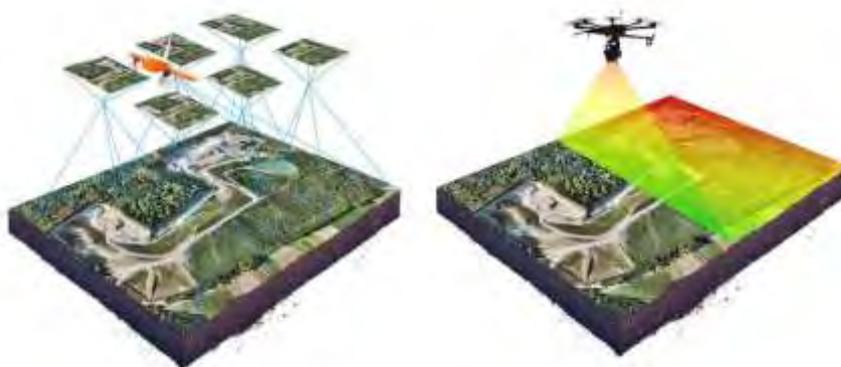
Rencana Kerja	Luas	Keterangan
Zona A	26.80 Ha	Entrance A, Gudang 345, Dermaga A
Zona B	31.25 Ha	Dermaga B, Navigasi, PT. SAN, PT. KLK
Zona C	22.35 Ha	Dermaga C, Gudang, Seaways, Smartcorp
Luas Total	80.40 Ha	



Gambar 7. Peta pembagian zonasi (Data primer, 2023)

### 3.3 Metode Penelitian

Penggunaan pesawat udara tanpa awak (UAV) untuk pemetaan adalah istilah untuk pesawat udara tanpa awak yang menggunakan sensor yang menghadap ke bawah, seperti kamera RGB atau *multispektral*. Dalam proses pengambilan data, gambar atau objek di atas permukaan tanah diambil berulang kali dari berbagai sudut, dan setiap gambar atau objek di atas permukaan tanah diberi tanda koordinat. Proses pengambilan data menggunakan drone menghasilkan peta dua dimensi dan tiga dimensi, seperti yang digambarkan di sini.



Gambar 8. Ilustrasi akuisisi data pemetaan *drone* (www.wingtra.com, 2020)

Dengan menggunakan perangkat lunak *fotogrametri*, *orthomosaics georeferenced*, model elevasi, atau model area tiga dimensi dapat dibuat dari data yang sudah diambil di lapangan.

### 3.3.1 Peralatan dan Bahan

Dalam penelitian ini terdapat 2 jenis peralatan yang di gunakan yaitu *hardware* dan *software*.

#### 1. *Hardware*

Beberapa komponen *hardware* yang digunakan adalah Drone DJI Phantom 4 Pro V.2.0, Drone DJI Mavic Air 2s, Laptop Asus ROG Strix GL503, Workstation PC Intel Xeon E5-2670 v3, GPS GNSS Geodetic, Premark GCP.

#### 2. *Software*

Beberapa komponen *software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah DJI Fly (Android/iOS), Pix4D Capture (Android/iOS), Google Earth Pro, Agisoft Metashape Professional 64 Bit, Global Mapper 25, Garmin Basecamp 64 Bit, ArcGIS 10.4, PCI Geomatica.

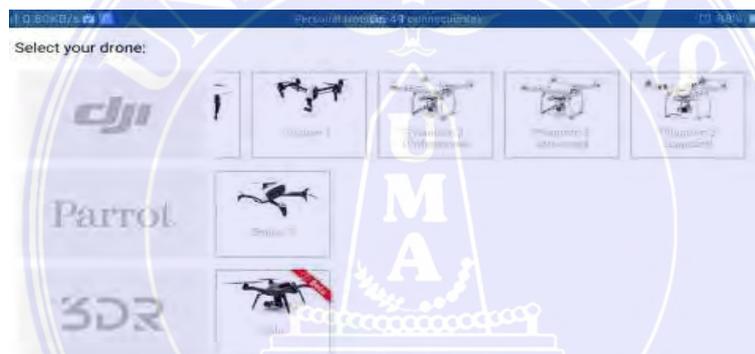
### 3.4 Prosuder Penelitian

Persiapan, seperti halnya sebelum menggunakan *drone* untuk pemetaan, sangat penting. Sebelum pemotretan foto udara dilakukan, persiapan awal, perencanaan awal, dan survei dilakukan. Pada titik ini, tujuannya adalah untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang keadaan saat ini di area rencana proyek dan lingkungannya.

#### 3.4.1. Pengambilan Data

##### a. *Login* dan memilih *Device*

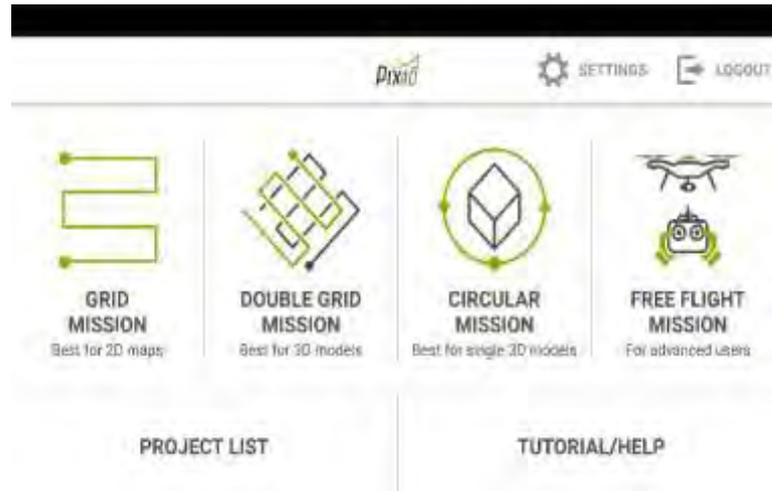
*Login/ Register* terlebih dahulu dan pilih Aircraft sesuai merk dan model.



Gambar 18. *Login device* (Data primer, 2023)

##### b. Metode Pengambilan Citra

Pilih misi terbang sesuai kebutuhan pengambilan terbang opsi: *Grid Mission* untuk pemetaan 2D.



Gambar 19. Metode pengambilan citra (Data primer, 2023)

c. Aktifkan *Drone*

Aktifkan *Drone* dan sambungan *Remote* dengan perangkat *mobile*.



Gambar 20. Pengaktifan drone (Data primer, 2023)

d. Ubah Mode Terbang ke “F” *Function*

Pastikan mode terbang pada *Remote* pada posisi “P” atau *Position*.



Gambar 21. Perubahan mode terbang pada drone (Data primer, 2023)

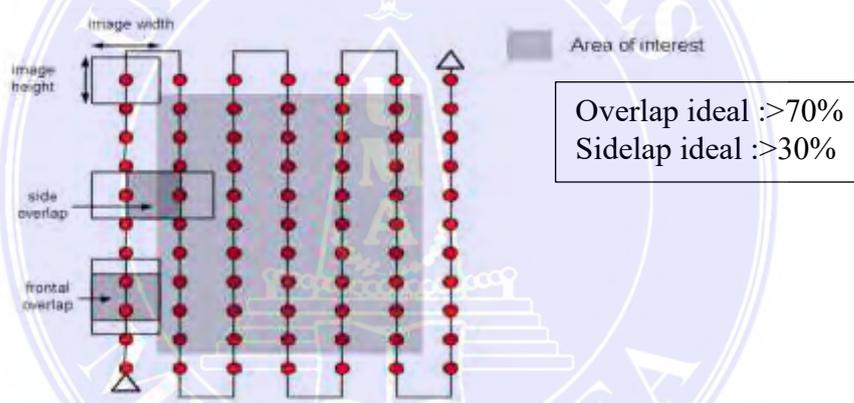
e. *Setting*

*Altitude* adalah ketinggian *Aircraft* diatas permukaan tanah.



Gambar 22. *Setting* ketinggian jalur penerbangan drone (Data primer, 2023)

*Overlap* adalah tumpang tindih antar blok foto sisi depan dan belakang. *Sidelap* adalah tumpang tindih antar blok foto sisi samping kiri dan kanan.



Gambar 23. Rute *overlap* dan *sidelap* penerbangan (Data primer, 2023)

Semakin besar nilai kerapatan *sidelap* dan *overlap* maka akan memengaruhi interval jalur terbang semakin rapat dan durasi pengambilan citra semakin lama. Hal ini sesuai dengan penelitian Utomo, 2023 yang menjelaskan bahwa jumlah foto udara yang dihasilkan oleh UAV bervariasi berdasarkan ketinggian terbang, yang dipengaruhi oleh wilayah cakupan pengukuran yang semakin besar seiring dengan ketinggian UAV, yang dapat menghasilkan resolusi orthophoto yang lebih rendah.

f. Tentukan Area Kerja

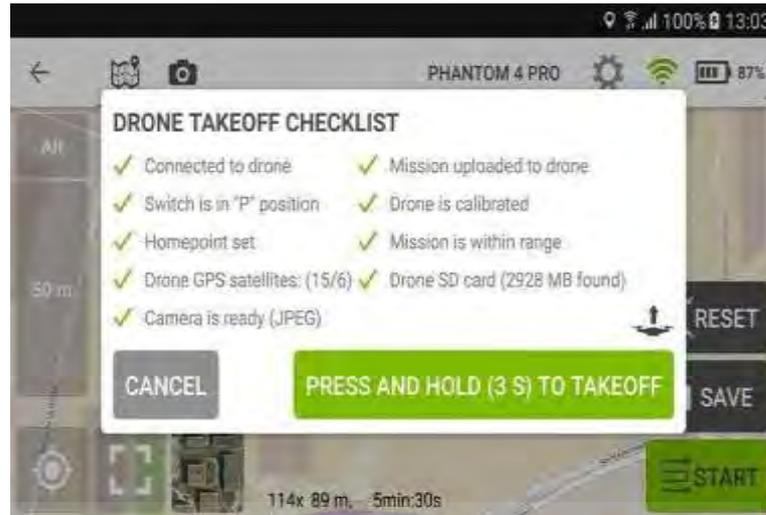
Ketika Area Poligon ditarik sesuai area kerja yang akan dipetakan maka secara otomatis aplikasi akan langsung *generate* jalur *start* hingga *finish* sesuai *sidelap* dan *overlap* yang telah dibuat sebelumnya. Sesuai dengan penjelasan tersebut Widodo (2023) menyatakan bahwa untuk menghasilkan gambar tumpang tindih, lintasan penerbangan dibuat sepanjang garis paralel. Perencanaan jalur penerbangan drone membutuhkan beberapa faktor agar resolusi spasial yang dihasilkan tepat.



Gambar 24. Jalur penerbangan area kerja drone (Data primer, 2023)

g. Pengecekan Status *Aircraft*

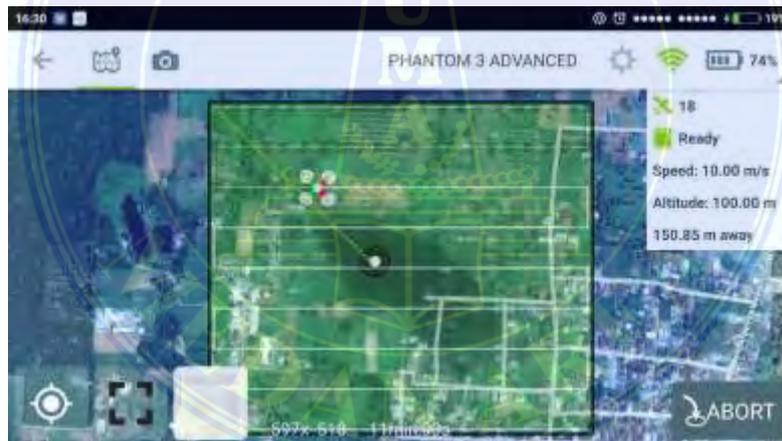
Pastikan *Checklist* pada menu *pre-flight* tercentang semua, seperti GPS, *Memory*, Kalibrasi, *Home Point*, dan lain-lain, hal ini menandakan *Aircraft* telah siap untuk diterbangkan lalu tekan dan tahan 3 detik untuk *takeoff*.



Gambar 25. Status *aircraft* sebelum penerbangan (Data primer, 2023)

h. Cek dan Pantau Posisi *Aircraft*

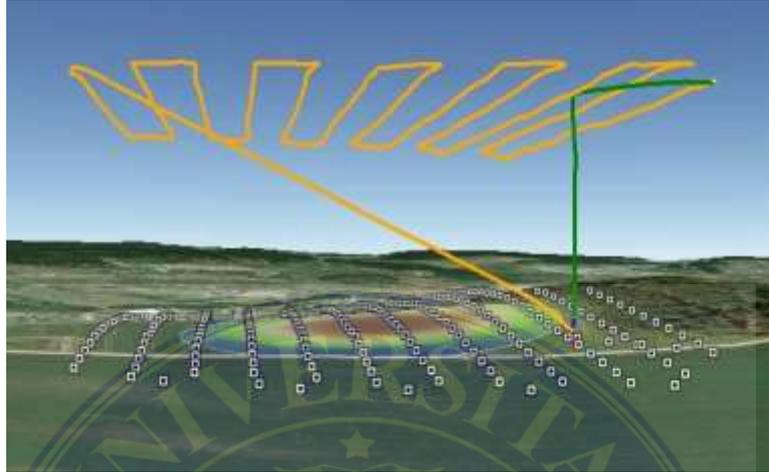
*Drone* akan *take off* lalu mencari jalur start lalu melintasinya hingga jalur finish.



Gambar 26. Area lintas dan posisi drone (Data primer, 2023)

i. Tampilan Rute / Jalur Terbang

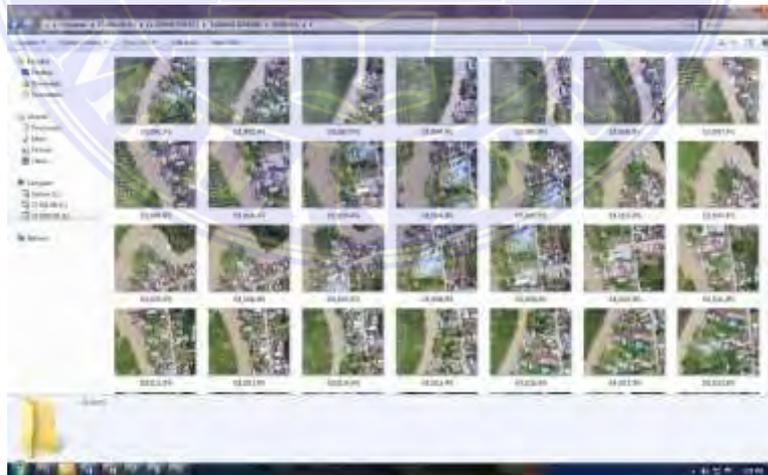
Apabila Selesai Aircraft akan otomatis kembali landing pada posisi awal take-off.



Gambar 27. Jalur terbang drone (Data primer, 2023)

j. Copy File Photo

File yang dihasilkan adalah Foto Standar berformat .JPEG lalu copykan file tersebut pada komputer untuk selanjutnya ke tahap *Processing*.

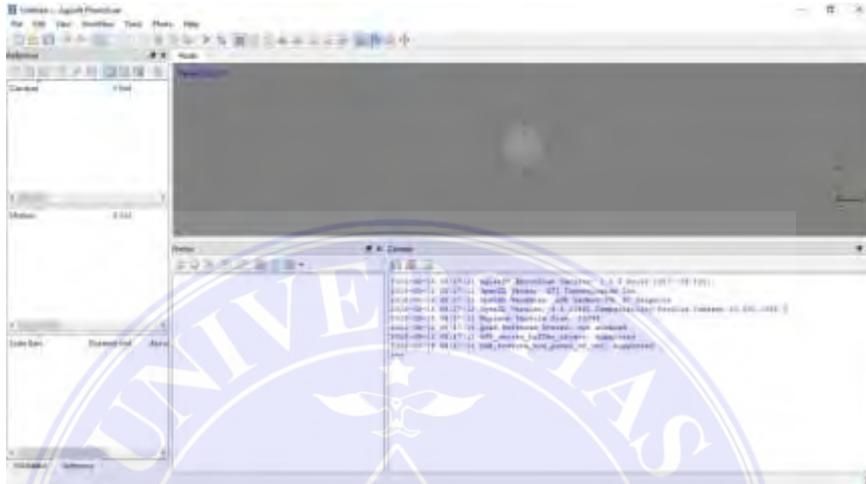


Gambar 28. Data hasil foto udara (Data primer, 2023)

## 2) Prosesing Data

### a. Buka Aplikasi *AgisoftPhotoscan Pro*

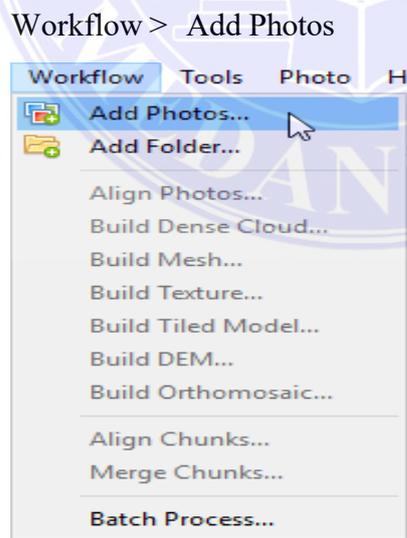
Setelah membuka program *Agisoft Photoscan*, akan muncul interface seperti berikut.



Gambar 29. Tampilan aplikasi *AgisoftPhotoscan Pro* (Data primer, 2023)

### b. *Import* Foto Hasil *Flight Mission*

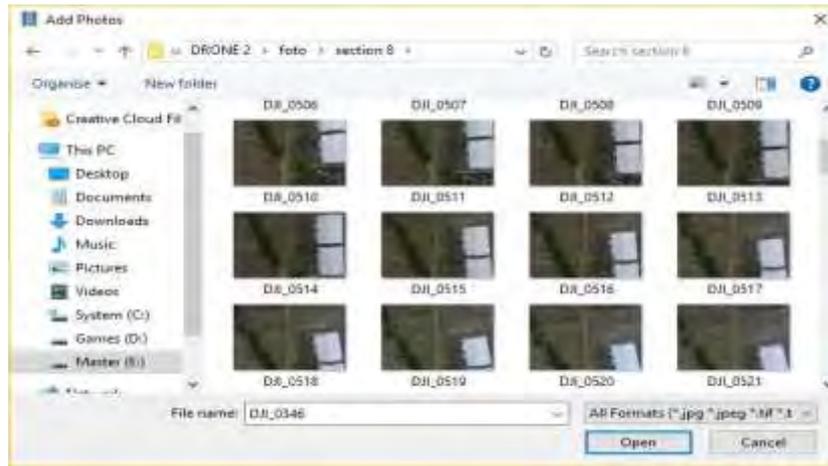
Memasukkan foto udara kedalam *workspace*, pada *toolbar* menu anda dapat klik.



Gambar 30. Tampilan *workspace import* data foto (Data primer, 2023)

Kemudian akan muncul jendela *Add Photos*, Pilih foto yang ingin anda proses.

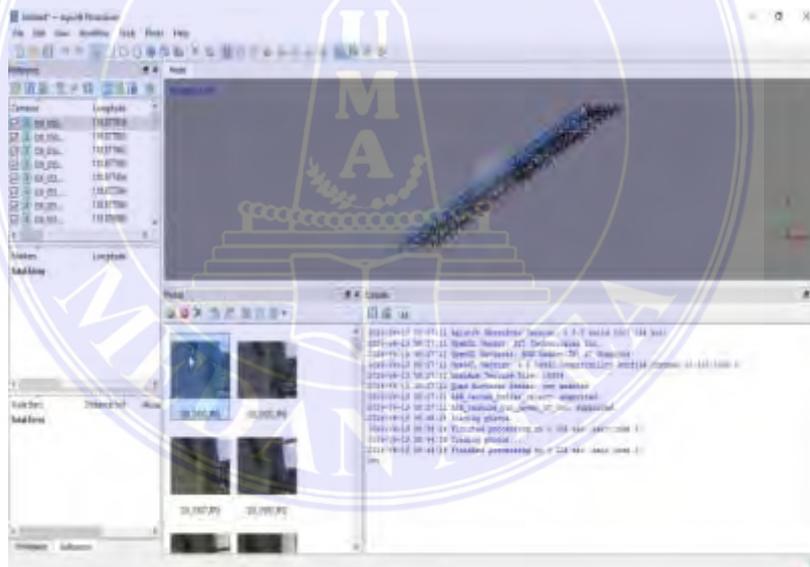
Kemudian tekan *Open*.



Gambar 31. Tampilan data foto yang akan di *import* (Data primer, 2023)

c. Tampilkan Posisi dan Angel Camera

Pada jendela Model akan muncul titik posisi masing-masing foto. Titik – titik tersebut didapat dari informasi *geolocation* foto tersebut secara otomatis.



Gambar 32. Tampilan posisi dan angel camera pada proses pengolahan data  
(Data primer, 2023)

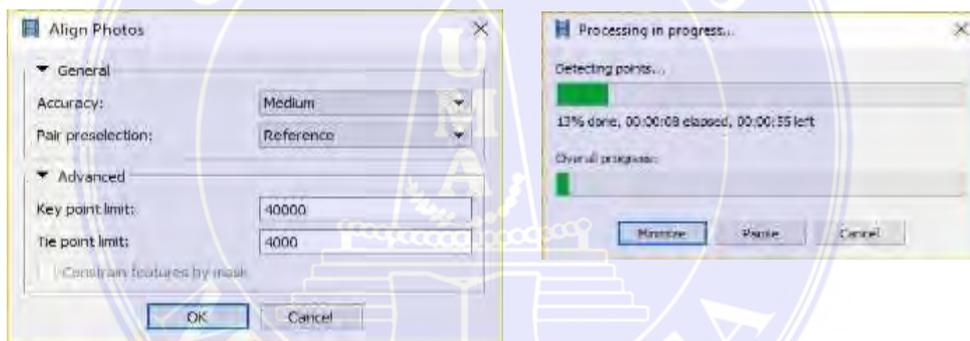
d. *Align Photo Process*

Apabila foto telah siap, maka *project* dapat segera diproses. Langkah pertama lakukan *Align Photos*, *Workflow > Align Photos*



Gambar 33. Proses *Align Photo* (Data primer, 2023)

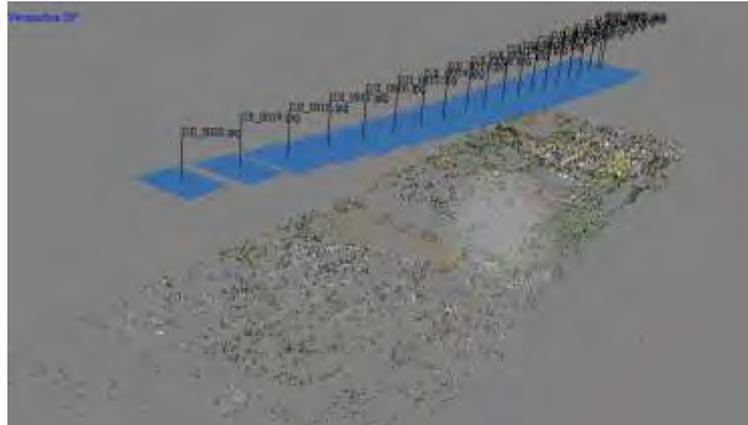
Pada jendela *Align Photos*, silahkan pilih akurasi yang anda inginkan (semakin tinggi semakin lama prosesnya). Untuk *pair preselection* pilih *reference*. Tekan OK untuk memproses.



Gambar 34. Proses akurasi *pair preselection* (Data primer, 2023)

#### e. *Build Dense Cloud*

*Align Photo* adalah proses menyatukan atau menggabungkan semua foto dengan metode *Pair Selection* atau merelasikan kesamaan warna pada masing – masing foto. Terlihat titik – titik pixel yang membentuk pola fotogrametri atau biasa disebut *Dense Cloud*. Pada titik inilah yang akan dijadikan struktur penggabungan foto udara pada proses *Build Dense Cloud*



Gambar 35. Proses penggabungan foto udara (Data primer, 2023)

Langkah selanjutnya, klik *Workflow* > *Build Dense Cloud*.



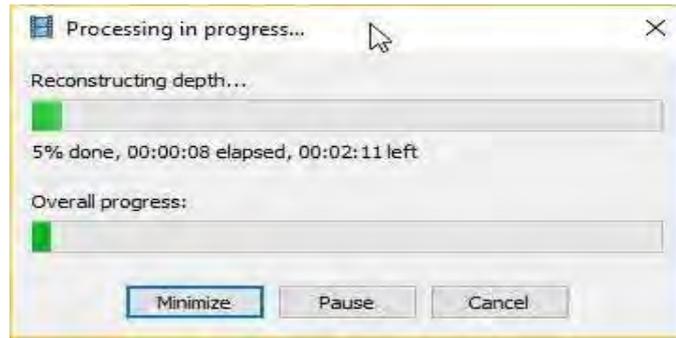
Gambar 36. Proses *Build Dense Cloud* (Data primer, 2023)

Pilih kualitas yang anda inginkan. Tekan OK.



Gambar 37. Proses pemilihan kualitas *Build Dense Cloud* (Data primer, 2023)

*Loading Proses pada Build Dense Cloud.*



Gambar 38. Loading proses *Build Dense Cloud* (Data primer, 2023)

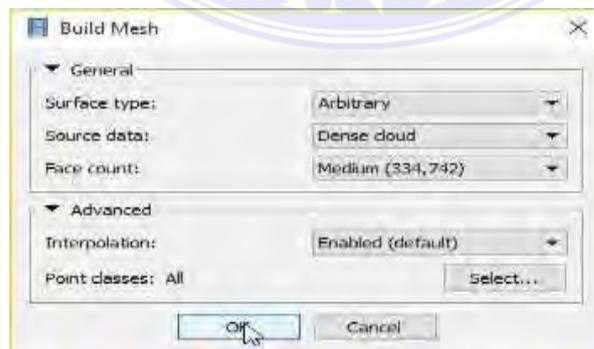
f. *Build Mesh*

Setelah itu tahap selanjutnya adalah membuat *mesh*. *Workflow* > *Build Mesh*



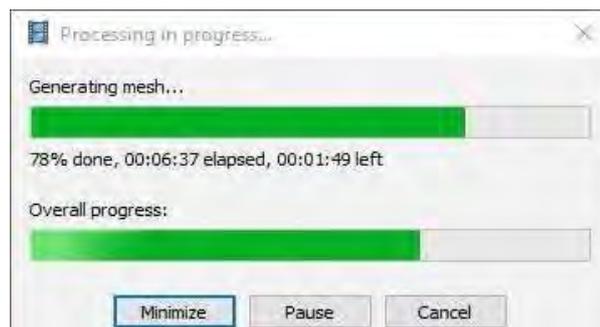
Gambar 39. Proses *Build Mesh* (Data primer, 2023)

Pilih kualitas yang anda inginkan. Tekan OK.



Gambar 40. Proses memilih kualitas *Build Mesh* (Data primer, 2023)

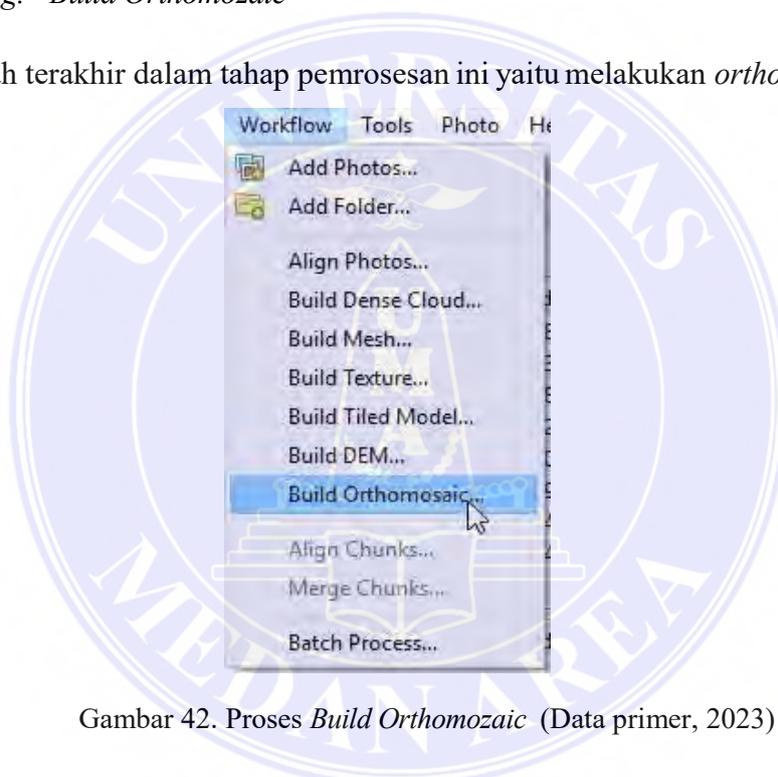
*Loading Proses pada Build Mesh.*



Gambar 41. Loading proses *Build Mesh* (Data primer, 2023)

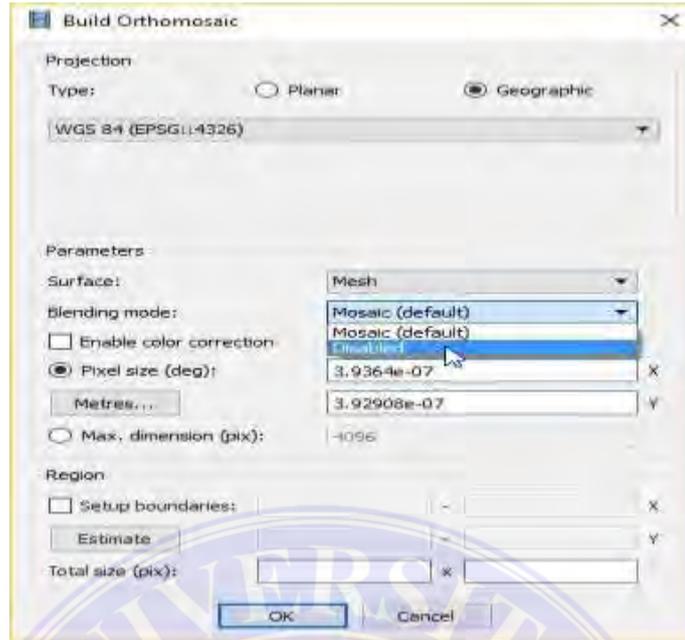
g. *Build Orthomosaic*

Langkah terakhir dalam tahap pemrosesan ini yaitu melakukan *orthomosaic*.



Gambar 42. Proses *Build Orthomosaic* (Data primer, 2023)

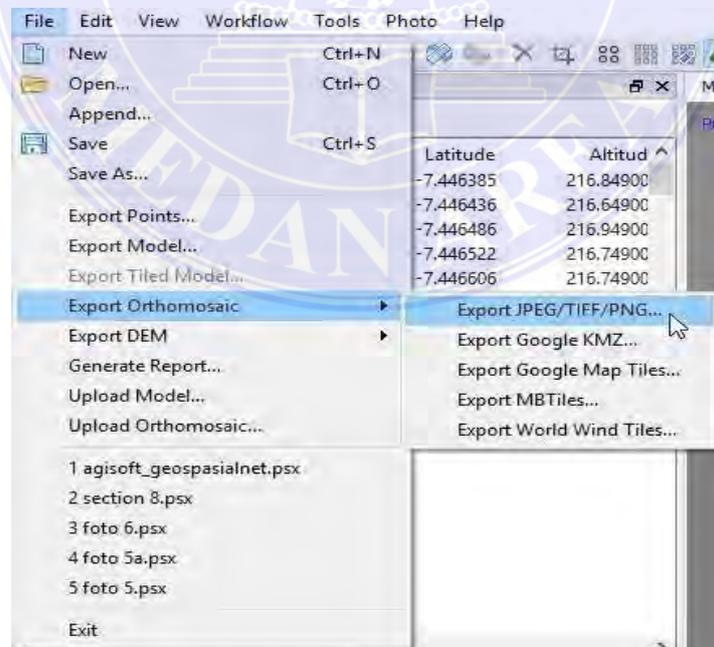
Pilih kualitas yang anda inginkan. Tekan OK.



Gambar 43. Proses pemilihan kualitas *Build Orthomosaic* (Data primer, 2023)

#### h. Export

Setelah proses selesai andapun dapat meng-*eskport* hasilnya. *File>Export Orthomosaic>Export JPG/TIDD/PNG.*



Gambar 44. Proses *Export Orthomosaic* (Data primer, 2023)

Pilih kualitas yang anda inginkan. Tekan OK.



Gambar 45. Proses pemilihan kualitas *Export Orthomosaic* (Data primer, 2023)

## 5. Output Data

### a. Hasil Render Foto Udara *Agisoft Photoscan*



Gambar 46. Proses *Export Orthomosaic* (Data primer, 2023)

### 3.4.2 Hasil Pengolahan Data Peta

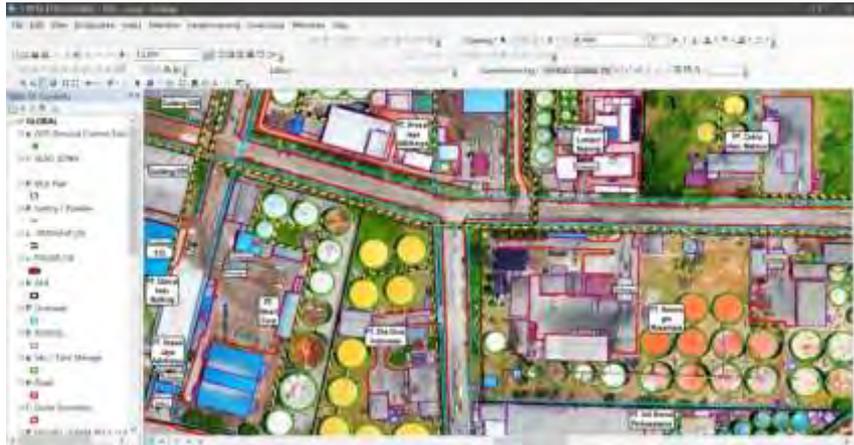
Untuk memenuhi ketentuan teknis, beberapa lembar peta skala akan disusun berdasarkan data orthophoto, data kontur topografi, dan data vektor hasil ekstraksi fitur. Mulanya *Orthophoto* dibuat dengan menggabungkan data gambar foto yang sudah ada dan menghasilkan cloud titik jarang, yang merupakan titik objek. Selanjutnya, proses digitasi membutuhkan foto tegak yang telah dibuat.

Mengubah data raster menjadi data vektor dikenal sebagai digitasi. Hasil digitasi dapat mengandung informasi tambahan tentang objek yang dimaksud. Sejauh ini, hasil fotogrametri digunakan untuk mengidentifikasi tutupan lahan, kesehatan tanaman, dan blank spot, serta jumlah pokok pohon.



Gambar 11. Pemrosesan software ecognition (Data primer, 2023)

Analisis juga dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan data khusus untuk analisis sebaran pohon sawit, seperti *Trimble eCognition Oil Palm Application*. Perangkat lunak ini dapat digunakan selain perangkat lunak kecerdasan buatan yang dibuat sendiri.

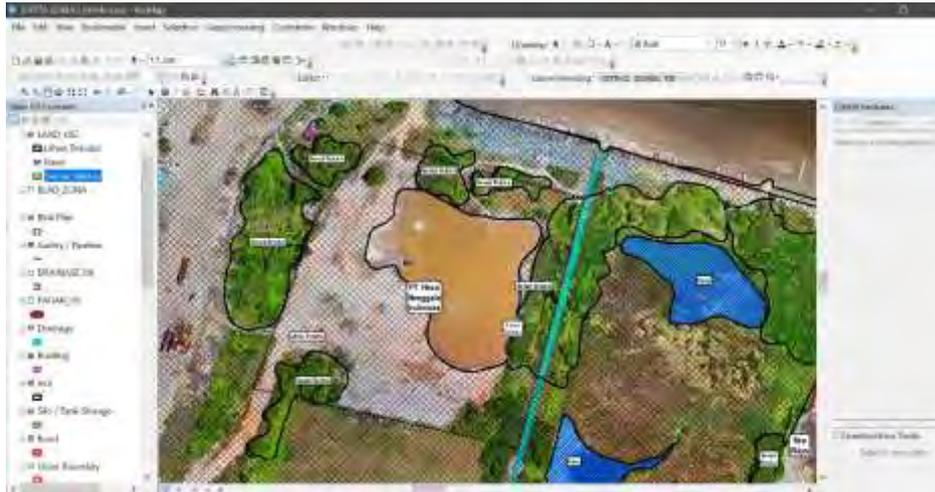


Gambar 12. Proses digitasi peta (Data primer, 2023)

Terdapat beberapa analisis yang perlu dilakukan dengan menggunakan orthophoto hasil dari metode fotogrametri diantaranya adalah analisis topografi, jalan, perairan, permukiman, sawit, semak belukar, bekas galian, kebun campuran, lahan terbuka, mangrove, rawa dan toponimi.

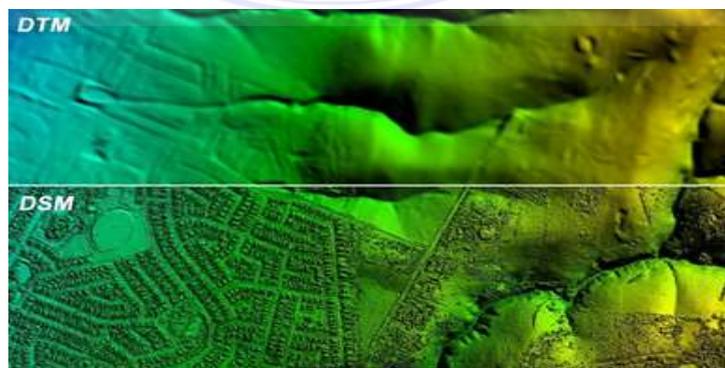


Gambar 13. Hasil digitasi jalan, drainase dan gantry (Data primer, 2023)



Gambar 14. Hasil digitasi mangrove, semak belukar dan perairan (Data primer, 2023)

Selain menggunakan orthophoto, data DEM yang dihasilkan dari olahan data fotogrametri juga dapat digunakan untuk melakukan analisis tambahan. Digital Elevation Model (DEM) adalah representasi model relief rupa bumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan di dunia nyata (real world) yang dibuat dengan bantuan teknologi virtual reality dan komputer grafis. Menurut Fatchurohman, 2022 dalam penelitiannya rekonstruksi DEM hasil ortorektifikasi foto dapat mendukung presisi tinggi pengukuran. Ortorektifikasi bertujuan untuk mengubah proyeksi foto udara, yaitu dari pusat menjadi ortogonal proyeksi, untuk meminimalkan distorsi geometris (Marfai, et al. 2018).



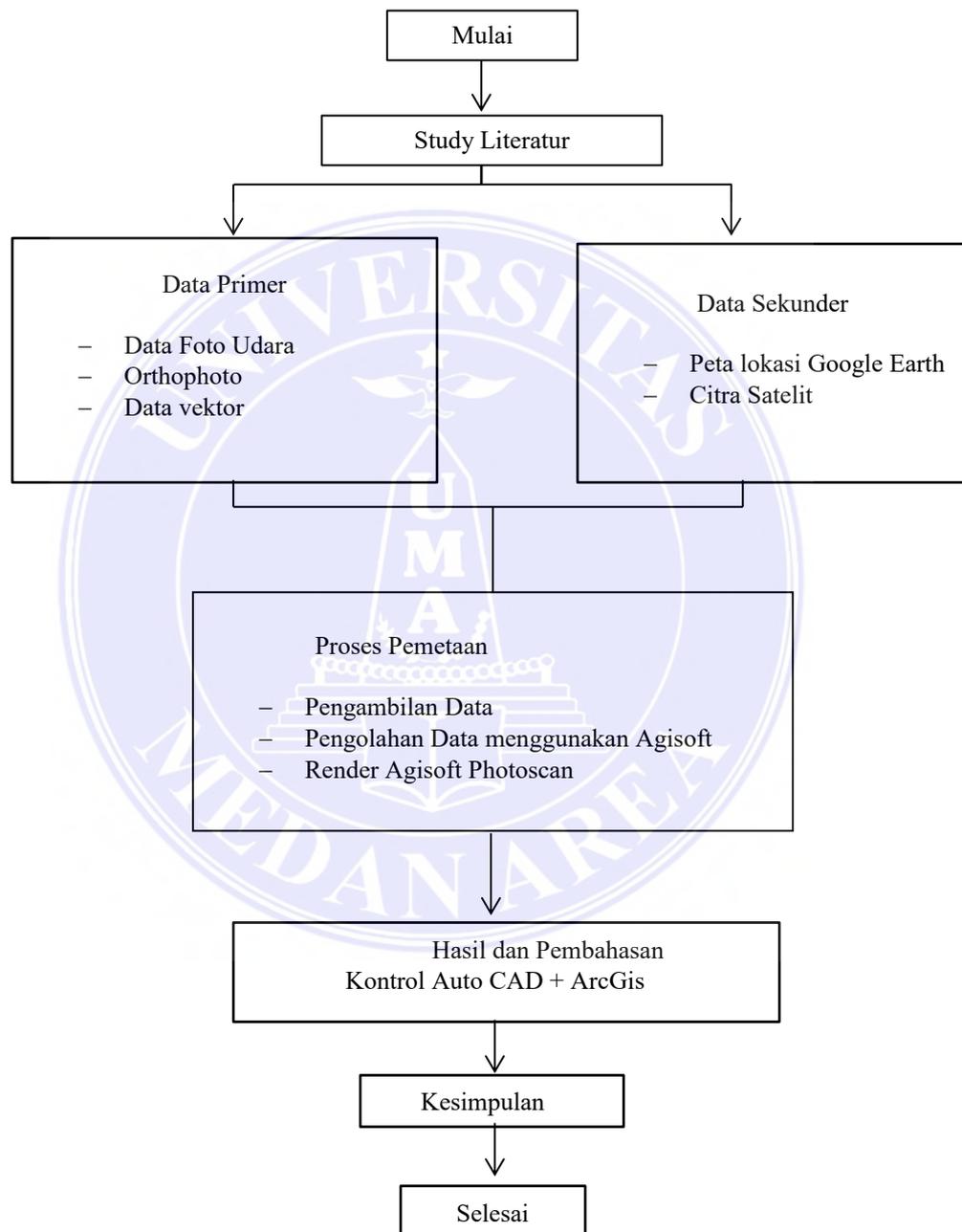
Gambar 15. Perbedaan kenampakan DTM dan DSM (Data primer, 2023)

Data ini diperoleh melalui proses pemotongan data DSM dari data DTM. DSM adalah representasi digital dari permukaan tanah, termasuk objek di atasnya, sedangkan DTM adalah representasi digital dari permukaan tanah yang tidak termasuk objek di atasnya. Hasil dari analisis ini adalah peta topografi berupa data raster dan kontur yang memiliki satuan nilai meter diatas permukaan laut.



### 3.5 Kerangka Berfikir

Proses pelaksanaan penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Gambar 22 menunjukkan skema tahapan penelitian secara ringkas.



Gambar 16. Kerangka Berfikir

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan penelitian, analisis data maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian ini memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang masuk kedalam kriteria syarat pembuatan peta yang mengacu pada peraturan pembuatan peta topografi.
2. Dari hasil penelitian ini dapat kita simpulkan bahwa survey pemetaan menggunakan metode drone ini sangatlah lebih baik dari penggunaan metode konvensional, dari segi pengerjaan yang mudah, waktu yang singkat serta biaya yang relatif lebih murah.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dalam penelitian, maka peneliti mengajukan beberapa saran yaitu :

1. Terdapat beberapa keterbatasan teknis dari sistem UAV saat ini mungkin memerlukan penyelesaian, seperti masa pakai baterai yang membatasi durasi penerbangannya.
2. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat membahas lebih banyak studi kasus saat menggunakan UAV atau seperti sistem UAS atau RPV di lingkungan kerja yang paling keras dan membawa berbagai jenis sensor tambahan, misalnya jangkauan atau inframerah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam S useno dan Ricky Agus T, 2012, *Penggunaan Quantum GIS Dalam Sistem Informasi Geografis*, Quantum GIS, Bogor.
- Agus Taufik Mulyono, 2007, *Disertasi Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistematis*, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- DAI, 2017, *Panduan Pemetaan Partisipatif*, Environmental Services Program, Malang.
- Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional. 2016. Petunjuk Teknis Pengukuran Dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap. Jakarta : Direktorat Jenderal Infrastruktur.
- Ditjen Bina Marga, 2006, *Statistik Jalan Nasional dan Provinsi*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Draft RTRW 2011 – 2031, *Peta Struktur Ruang Kota Medan*, Draft Revisi Tata Ruang Wilayah 2011-2031, Medan.
- Fatchurohman, H., Cahyadi, A., & Purwanto, T. H. (2022, February). Worst-Case tsunami inundation modeling using high-resolution UAV-DEM in various coastal typologies, case study Gunungkidul coastal area. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 986, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
- Kembuan, G. J., Pandey, S. V., & Lefrandt, L. I. (2022). Pemetaan Topografi Di Wilayah Perumahan Griya Paniki Indah Dengan Menggunakan Fotogrametri Serta Perbandingan Ketelitian Akurasi Dengan Ground Control Point (GCP). *TEKNO*, 20(82), 503-510.
- Marfai, M. A., Khakim, N., Cahyadi, A., Rosaji, F. S. C., Fatchurohman, H., & Wibowo, Y. A. (2018, April). Topographic data acquisition in tsunami-prone coastal area using Unmanned Aerial Vehicle (UAV). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 148, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Nurpilihan Bafdal, K harista Amaru, Boy Macklin Pareira, 2011, *Buku Ajar Sistem Informasi Geografis*, Jurusan Teknik Manajemen industry Pertanian FTIP UNPAD, Bandung.

- Panjaitan, P. S., & Supit, J. M.(2021). Kajian Tingkat Akurasi Dan Ketelitian Geometri Peta Dasar dari Hasil Pengolahan Data Foto Udara untuk Pemanfaatannya di Sektor Pertambangan. *Jurnal Penelitian Tambang*, 4(2).
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional No.3 tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah.
- Peraturan Menteri Perhubungan No 90 Tahun 2015 tentang Pengendalian Pengoprasian Pesawat Udara Tanpa Awak Di Ruang Udara Dilayani di Indonesia.
- Permen ATR/BPN No. 25 Tahun 2015 Tentang Rencana Strategis Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional.
- Peraturan Pemerintah, *Undang – Undang nomor 34 tahun 2006* tentang jalan, tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 nomor 4655, Jakarta. Sudjana. M. A., 1989, *Metoda Statistika Edisi ke 6*, Penerbit TARS ITO,
- Prayogo, I. P. H., Manoppo, F. J., & Lefrandt, L. I. (2020). Pemanfaatan teknologi unmanned aerial vehicle (uav) quadcopter dalam pemetaan digital (fotogrametri) menggunakan kerangka ground control point (GCP). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(1).
- Program for Hydro – Meteorological Risk Mitigation Secondary Cities in Asia, Indonesia, Bandung.
- Ramadhani, Yoniar Hufan. et Al. 2015. Pemetaan Pulau Kecil Dengan Pendekatan Berbasis Objek Menggunakan Data Unmanned Aerial Vehicle (Uav): Studi Kasus Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Bogor: *Jurnal Majalah Ilmiah Globë*, Volume 17 No. 2 Desember 2015: 125-134.
- Santoso, B., 2004. *Fotogrametri*, TGD ITB, Bandung.
- Utama, M. R. W., Komarudin, M., & Trisanto, A. (2013). Sistem Kendali Holding Position Pada Quadcopter Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 7(1), 34-46.
- Utomo, E., Bakri, M. D., & Syarif, I. A. (2023). Identifikasi dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Teknologi UAV–Quadcopters dengan Parameter Perubahan Tinggi Penerbangan. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 1-14.

- Utomo, B. (2017). Drone untuk percepatan pemetaan bidang tanah. *Media Komunikasi Geografi*, 18(2), 146-155.
- Wibowo, A. A., Aditiya, M. I., & Damayanti, I. N. (2022). Pemanfaatan UAV untuk Identifikasi Penggunaan Lahan di Sekitar Pantai Sadranan Gunungkidul. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(09), 1036-1043.
- Widodo, S., Farida, A., Maysyurah, A., & Widiyanto, A. (2023). Pemanfaatan Teknologi Drone Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka Ground Control Point (GCP) di Daerah Irigasi Waibu Distrik Salawati Tengah. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 5(02), 36-43.

