

BAB III

METODE PENELITIAN

Sebagai bentuk penghormatan terhadap permintaan pihak terkait, nama perusahaan dan sejumlah informasi sensitif dalam penelitian ini disamarkan demi menjaga kerahasiaan

3.1 Objek dan Ruang Lingkup Penelitian

Objek dari penelitian yang dilakukan ini adalah fenomena okupasi ilegal yang terjadi di area operasional salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak pada industri pertambangan. Ruang lingkup dari penelitian ini adalah penggunaan fotogrametri untuk pemantauan lahan operasional, fotogrametri digunakan untuk proses analisis dan identifikasi okupasi di area operasional perusahaan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data kuantitatif yang bersifat sekunder karena data berasal dari pihak lain yang sudah dikumpulkan untuk diolah menjadi data untuk keperluan analisis.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode analisis regresi linier berganda. Menurut Mona, M., dkk. (2015) analisis regresi linier berganda merupakan analisis yang memiliki lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh yang signifikan dari dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data citra foto udara serta data-data spasial dari area operasional perusahaan. Sumber data pada penelitian ini bersumber dari hasil akuisisi tim lapangan perusahaan.

3.3 Variabel Dan Jenis Data Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sumber daya manusia, waktu pelaksanaan, serta cakupan luasan, sedangkan variabel terikat yang digunakan adalah efektivitas fotogrametri

a) Variabel Bebas (*Independent Variable*)

1) Sumber Daya Manusia (SDM)

Variabel yang mempengaruhi, berupa Sumber Daya Manusia (X_1). Sumber Daya Manusia (SDM) mengacu pada jumlah personel atau

tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan kegiatan di lapangan, yaitu pada kegiatan identifikasi pelaku okupasi, perintisan & penjaluran, serta pemagaran. Sumber Daya Manusia (SDM) dihitung berdasarkan banyaknya individu yang tercatat dalam laporan pelaksanaan kegiatan pada hari kerja tertentu.

2) Waktu Operasional

Variabel yang mempengaruhi, berupa waktu operasional (X_2). Waktu operasional mengacu pada total durasi kegiatan yang dilakukan oleh tim dalam satu hari kerja, dihitung dalam satuan menit. Variabel ini penting karena menentukan seberapa lama tim bekerja dan sejauh mana waktu tersebut digunakan secara produktif.

3) Luas Cakupan Area

Variabel yang mempengaruhi, berupa luas cakupan area (X_3). Luas cakupan area merupakan luas wilayah yang berhasil dijangkau oleh tim dalam satu kali kegiatan. Data ini diperoleh dari hasil dokumentasi serta perhitungan area kerja berdasarkan laporan lapangan.

b) Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

1) Efektivitas Kerja

Variabel yang dipengaruhi, berupa efektivitas kerja (Y). Efektivitas kerja merupakan variabel terikat yang menggambarkan tingkat efisiensi pelaksanaan kegiatan pengamana lahan berdasarkan tiga variabel bebas yang sudah disebutkan sebelumnya.

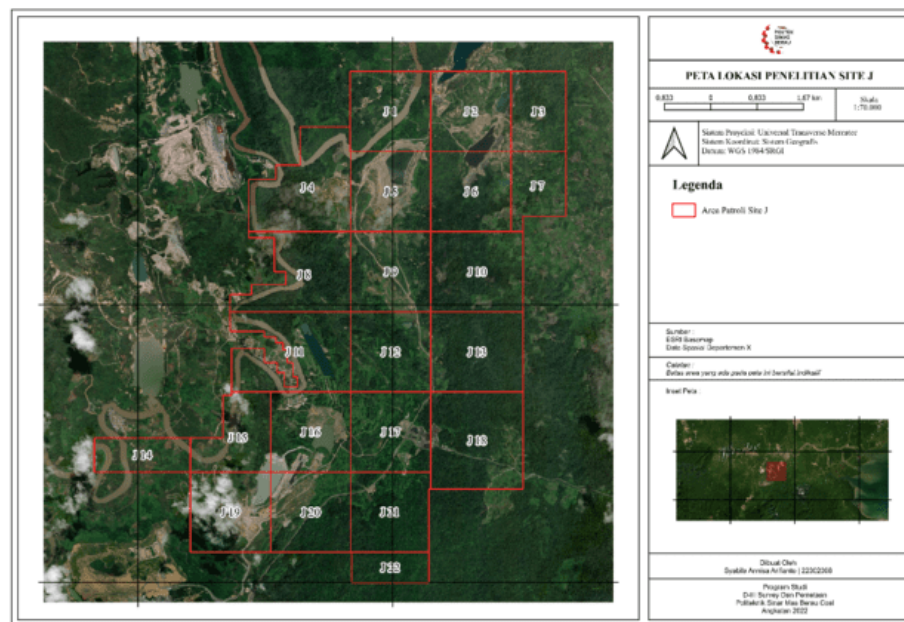
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Seluruh data diperoleh dari hasil akuisisi yang telah dilakukan oleh tim lapangan dari perusahaan. Data yang dikumpulkan terdiri atas data spasial, yaitu foto udara dan batas area operasional maupun lahan bebas milik perusahaan. Selain itu, juga diperoleh data non-spasial berupa laporan pelaksanaan patroli yang memuat informasi terkait parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini.

Data spasial yang digunakan berperan dalam identifikasi lokasi okupasi yang terjadi di area operasional perusahaan, data ini menjadi sumber informasi lokasi dari pelaksanaan patroli yang dilakukan. Sedangkan data non-spasial memberikan kontekstual mengenai kegiatan di lapangan. Seluruh data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis efektivitas digunakan nya fotogrametri dalam upaya pengamanan lahan operasional di perusahaan, yang dilakukan melalui analisis regresi linear berganda.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk mendapatkan data spasial dan non spasial yang relevan dengan permasalahan yang diteliti adalah melalui metode fotogrametri berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), untuk pengambilan foto udara secara *real-time*. Serta pengumpulan data melalui dokumen hasil pelaporan pelaksanaan kegiatan patroli oleh tim lapangan.

3.5 Lokasi Penelitian



Gambar Error! No text of specified style in document.-1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di area *site J*, yang merupakan kawasan hutan yang mengelilingi wilayah pasca tambang. Lokasi penelitian dipilih karena area ini memiliki potensi kerentanan terhadap okupasi lahan ilegal, yang sering kali terjadi di kawasan hutan yang belum sepenuhnya dikelola atau diawasi. Luas area terbang kurang lebih 6.800 hektar. Luasnya area ini mencakup wilayah yang berpotensi menjadi sasaran okupasi lahan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, mengingat letaknya yang berada di sekitar wilayah pasca tambang yang mungkin belum sepenuhnya terjaga.

3.6 Persiapan

Tahapan persiapan meliputi pengumpulan alat, serta data yang berupa data spasial dan data atribut

A. Alat

- Laptop Legion Pro 5 16IRX9
Intel® Core™ i9-14900HX 2.20 GHz, 64-bit
- 6 Unit DJI Air 3 + Controller
- 24 Unit Baterai DJI Air 3
- QGIS
- Microsoft Excel
- RStudio 64 bit
- Printer Canon G2020

B. Data

1. Batas area patroli site J
2. Citra foto udara area site J (Akuisisi foto udara)
3. Data Hasil Pelaksanaan Patroli Darat

3.7 Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan Data

Setelah itu dilakukan tahapan pengumpulan data yang terdiri dari akuisisi foto udara serta pengumpulan data-data spasial berupa batas operasional. Pada proses akuisisi foto udara dilakukan serangkaian kegiatan yang dimulai dari pembuatan plan patroli udara atau plan terbang. Pada proses ini terdiri dari kegiatan pembuatan jalur terbang untuk *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), kemudian melakukan pengaturan ketentuan *sidelap*, *overlap*, serta kecepatan terbang. Jika sudah dilakukan pengaturan ini, maka selanjutnya adalah melakukan pemotretan foto udara pada area yang sudah ditentukan. Hasil dari pemotretan foto udara ini adalah *orthophoto* yang selanjutnya harus dilakukan pengolahan agar menjadi satu kesatuan citra foto udara.

Proses pengolahan ini terdiri dari, *add photo*, *add photo* merupakan salah satu langkah untuk menambahkan seluruh foto yang akan diolah. Setelah foto udara ditambahkan selanjutnya adalah melakukan proses penyelarasan foto-foto tersebut. Tahap ini berfungsi untuk mengorientasikan antar satu foto dengan foto lain sehingga dapat membentuk titik-titik dari *point cloud model* dari objek yang sama antar foto walau masih ada jarak (*sparse point cloud model*). Setelah dilakukan *align photo* selanjutnya adalah memvisualisasikan titik yang jarang tersebut (*sparse point cloud model*) menjadi *point cloud* baru yang lebih rapat akan tetapi tetap didasarkan pada posisi kamera. *Point cloud* yang lebih rapat ini disebut dengan *dense cloud*. Setelah *build dense cloud*, selanjutnya adalah membangun *mesh*. *Mesh* yang akan dibuat ini merupakan hasil dari *dense cloud* yang sudah dibuat sebelumnya untuk menghasilkan model 3D dari seluruh titik *point cloud* yang sudah dibentuk sebelumnya. Setelah *mesh* selesai dibuat, selanjutnya melakukan pembuatan *Digital Elevation Model* (DEM), dan terakhir membuat *Orthomosaic* dari DEM yang sudah dibuat.

Analisis & Identifikasi

Setelah proses pengumpulan data dilakukan, selanjutnya dilakukan analisis & identifikasi sebagai bentuk intrerpretasi dari foto udara yang sudah dilakukan. Rangkaian proses analisis & identifikasi ini berupa identifikasi titik temuan okupasi, kemudian dilakukan identifikasi luasan temuan okupasi, serta dilakukan identifikasi jenis okupasi dikategorikan menjadi (bukaan lahan, ladang, kebun).

Pelaksanaan Patroli Darat

Patroli darat dilakukan berdasarkan hasil temuan okupasi dari proses analisis & identifikasi sebelumnya. Proses patroli darat meliputi beberapa kegiatan yaitu identifikasi pelaku okupasi, perintisan & penjaluran, dan pemagaran. Proses ini dilakukan sebagai upaya untuk mencegah penambahan luasan okupasi maupun penambahan okupasi baru. Hasil dari pelaksanaan patroli

darat ini akan berupa data-data kegiatan patroli harian yang mencakup parameter-parameter yang digunakan yaitu sumber daya manusia, waktu operasional, serta luas cakupan area.

Uji Asumsi Klasik

Setelah kegiatan patroli darat dilakukan, data hasil kegiatan tersebut dikumpulkan dan digunakan sebagai dasar untuk analisis selanjutnya. Data ini mencakup informasi penting seperti jumlah sumber daya manusia yang terlibat, waktu operasional yang digunakan dalam pelaksanaan patroli, serta cakupan luasan area yang berhasil diamankan. Sebelum dilakukan analisis regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap efektivitas pengamanan lahan berbasis fotogrametri, data terlebih dahulu diuji melalui serangkaian uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik ini mencakup uji normalitas untuk memastikan distribusi residual yang normal, uji multikolinearitas untuk menghindari hubungan antar variabel bebas yang terlalu tinggi, uji heteroskedastisitas untuk memastikan konsistensi varians residual, serta uji autokorelasi untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar residual secara berurutan. Hasil dari uji asumsi klasik ini menjadi dasar penting untuk menilai apakah model regresi linear berganda layak digunakan, sehingga hasil analisis yang diperoleh nantinya dapat diinterpretasikan secara valid dan akurat dalam konteks efektivitas pelaksanaan patroli darat yang berbasis pada data fotogrametri.

Analisis Regresi Linear Berganda

Setelah data hasil patroli darat diuji dan dinyatakan memenuhi seluruh kriteria dari uji asumsi klasik meliputi normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi—maka proses analisis dilanjutkan dengan menggunakan metode regresi linear berganda. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui dan mengukur sejauh mana variabel bebas, yaitu jumlah Sumber Daya Manusia (SDM), waktu operasional, dan cakupan area, secara simultan maupun parsial memengaruhi variabel terikat, yaitu efektivitas pelaksanaan patroli darat berbasis fotogrametri. Regresi linear berganda memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi hubungan kuantitatif antar variabel, serta memperkirakan nilai efektivitas berdasarkan kombinasi dari ketiga parameter tersebut. Hasil dari analisis ini ditunjukkan melalui nilai koefisien regresi masing-masing variabel, nilai signifikansi (*p-value*), serta nilai koefisien determinasi (R^2 dan *adjusted* R^2) yang mengindikasikan seberapa besar kontribusi variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat. Dengan demikian, model regresi linear berganda menjadi dasar analitis dalam mengevaluasi keberhasilan penerapan teknologi fotogrametri dalam mendukung upaya pengamanan lahan operasional perusahaan secara efektif dan terukur.

Kesimpulan

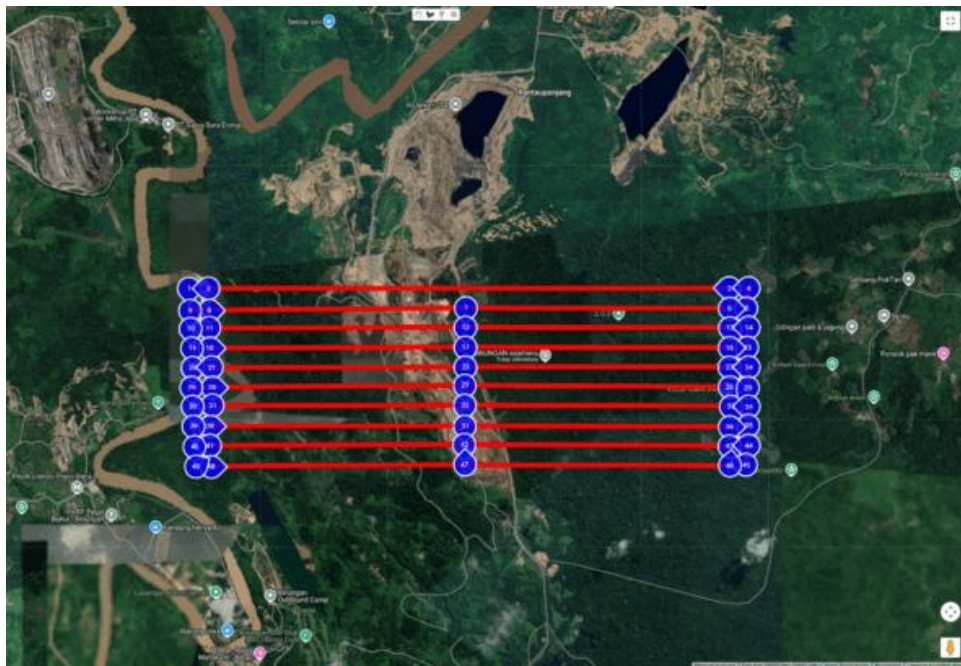
Proses penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda yang sudah dilakukan.

3.8 Pengumpulan Data

Pengumpulan Data Fotogrametri (Akuisisi Foto Udara)

Perencanaan Misi Terbang (*Flight Planning*)

1) Jalur Terbang



Gambar Error! No text of specified style in document.-3 Perencanaan Misi Terbang

2) Pengaturan Rencana Terbang

Tabel Error! No text of specified style in document.-1 Pengaturan Rencana Terbang

No	Rencana Terbang	Keterangan
1	Sidelap	60 %
2	Overlap	70 %
3	Kecepatan Terbang	10 m/s
4	Tinggi Terbang	300 m

Dalam pelaksanaan proses pemotretan foto udara menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di *site J* perusahaan, penentuan parameter jalur terbang menjadi hal penting yang mempengaruhi kualitas dan hasil dari foto udara yang diambil. Jalur terbang ditentukan dengan

mempertimbangkan beberapa parameter teknis yaitu *sidelap*, *overlap*, kecepatan terbang, serta ketinggian terbang dari drone yang digunakan.

Berdasarkan perencanaan jalur terbang yang sudah dibuat di *Web Waypointmaps*, nilai *sidelap* ditetapkan sebesar 60 % dan nilai *overlap* sebesar 70%. Penggunaan nilai *sidelap* dan *overlap* yang tinggi seperti ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap area dalam wilayah tercakup dalam beberapa foto, sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam proses pelaksanaan akuisisi foto udara metode fotogrametri terutama saat pembuatan orthophoto.

Adapun kecepatan terbang UAV dalam perencanaan terbang ini diatur dengan nilai sebesar 10 m/s. Pengaturan kecepatan ini dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat stabilitas pengambilan gambar serta kemampuan kamera untuk menangkap citra secara tajam dan tidak blur. Jika digunakan kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kualitas foto menurun, karena pada beberapa kondisi cuaca di lapangan terkadang berangin pada saat proses pemotretan foto udara.

Ketinggian terbang UAV dalam perencanaan terbang ini ditetapkan pada ketinggian 300 meter di atas permukaan tanah. Ketinggian ini sudah dipertimbangkan untuk mendapatkan cakupan area yang luas sebagai kebutuhan utama sekaligus juga untuk tetap mempertahankan tingkat detail objek yang dapat diidentifikasi dari hasil pemotretan foto udara yang dihasilkan

Secara keseluruhan, konfigurasi jalur terbang ini sudah melalui proses *trial and error* untuk bisa menghasilkan data foto udara yang optimal, baik dari segi kualitas visual citranya serta dari segi akurasi spasialnya. Hal ini menjadi salah satu hal penting dalam mendukung proses identifikasi dan analisis penggunaan lahan pada site J sebagai bagian dari upaya pengamanan lahan operasional perusahaan.

Pelaksanaan Pemotretan Foto Udara (*Data Acquisition*)

1) Tahap P2H Alat



Gambar Error! No text of specified style in document.-4 Pelaksanaan Pemotretan Foto Udara - Tahap P2H Alat

2) Tahap Pemotretan Foto Udara



Gambar Error! No text of specified style in document.-5 Pelaksanaan Pemotretan Foto Udara - Tahap P2H Alat

Sebelum dilakukan penerbangan drone, pilot drone melakukan pengecekan terhadap kondisi unit. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak ada kerusakan pada fisik unit yaitu pada rangka drone, propeller, dan bagian-bagian lainnya. Selain pada fisik unit, pemeriksaan juga dilakukan pada gimbal dan kamera untuk memastikan tidak ada kerusakan. Selain pada unit, pemeriksaan juga dilakukan pada baterai untuk memastikan kondisi daya baterai apakah daya terisi penuh sebelum dilakukan nya penerbangan. Selain pada unit, pemeriksaan kondisi

lingkungan menjadi salah satu hal yang dilakukan sebelum dilakukan penerbangan drone karena hasil dari foto udara berpengaruh dari cuaca lingkungan pada saat akuisisi data foto udara dilakukan.

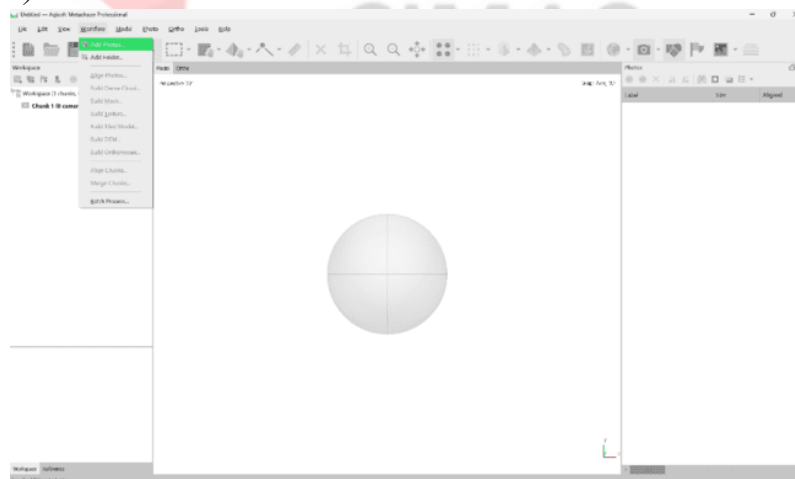
Pengumpulan Data Spasial

Selain data foto udara yang sudah diakuisisi, pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan data batas area patroli *site J* perusahaan. Hasil citra foto udara kemudian di *overlay*-kan dengan data area patroli yang ada. Dari data batas tersebut selanjutnya dilakukan proses identifikasi titik okupasi pada area penelitian yaitu pada *site J*.

Pengolahan Orthophoto

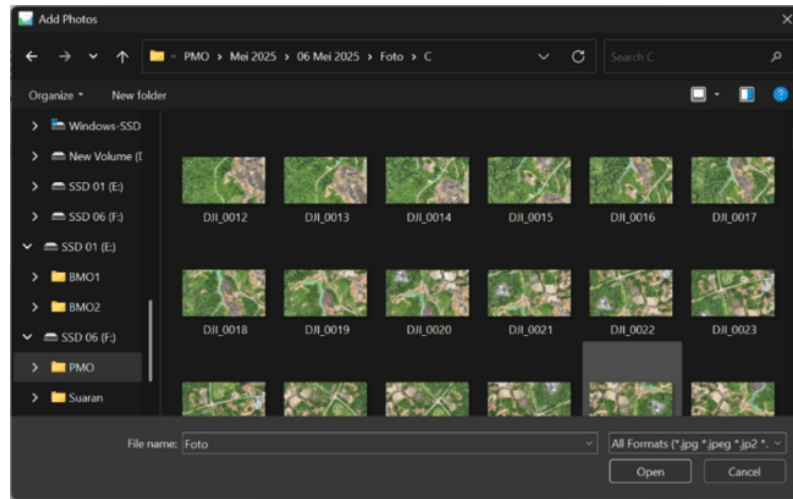
Setelah melakukan proses pengambilan foto udara, hasil *orthophoto* yang sudah didapat kemudian diolah pada *software* Agisoft dengan tahapan sebagai berikut :

1) Add Photo



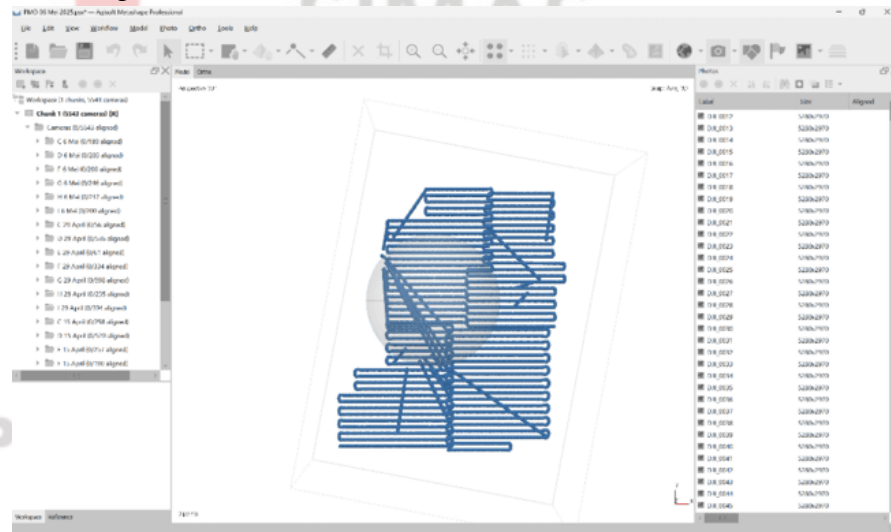
Gambar Error! No text of specified style in document.-6 Pengolahan Orthophoto - Add Photo

2) Import Data



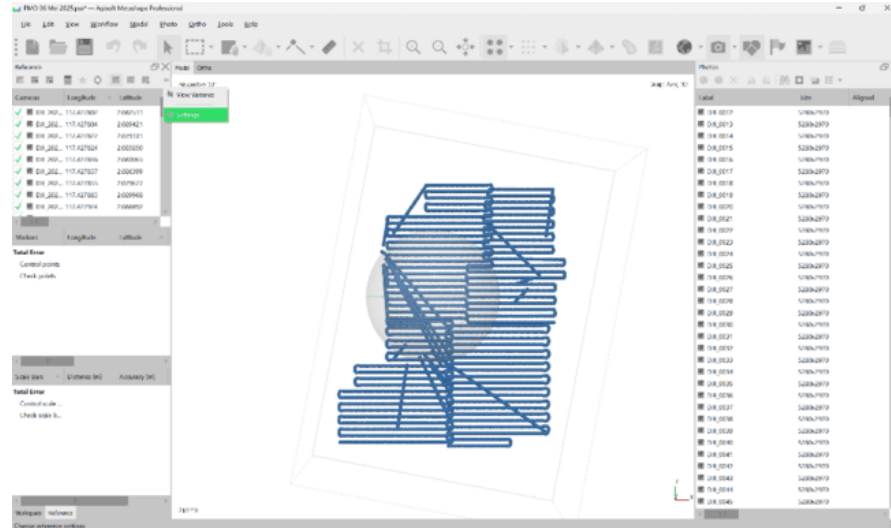
Gambar Error! No text of specified style in document.-7 Pengolahan Orthophoto - Import Data

3) Hasil Import Data

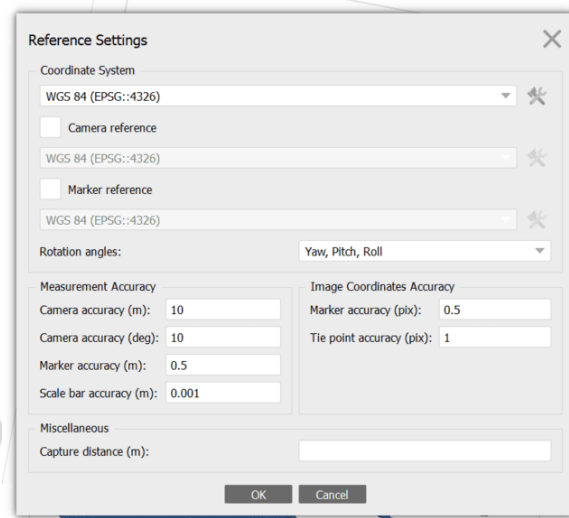


Gambar Error! No text of specified style in document.-8 Pengolahan Orthophoto - Hasil Import Data

4) Reference Settings

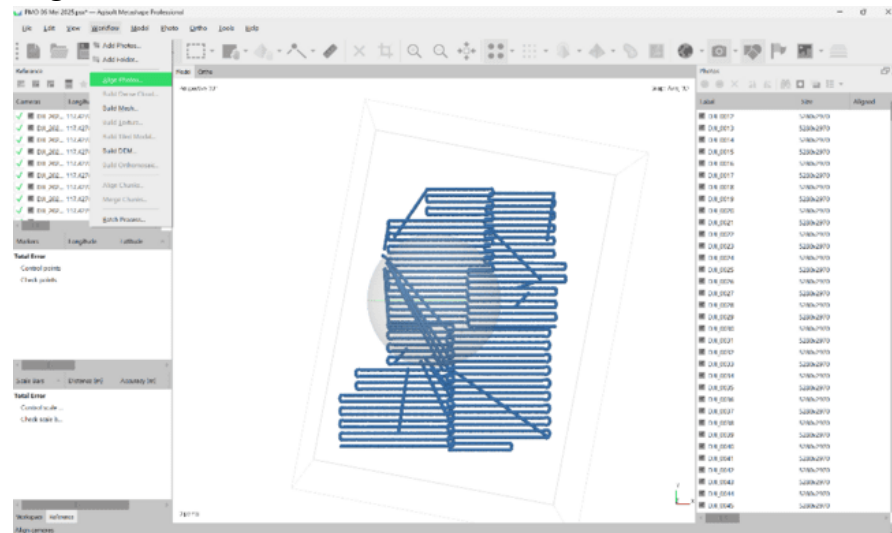


Gambar Error! No text of specified style in document.-9 Pengolahan Orthophoto - Reference Settings

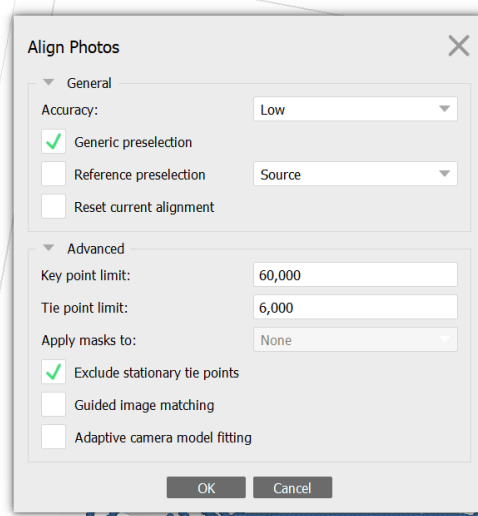


Gambar Error! No text of specified style in document.-10 Pengolahan Orthophoto - Komponen Reference Settings

5) *Align Photos*

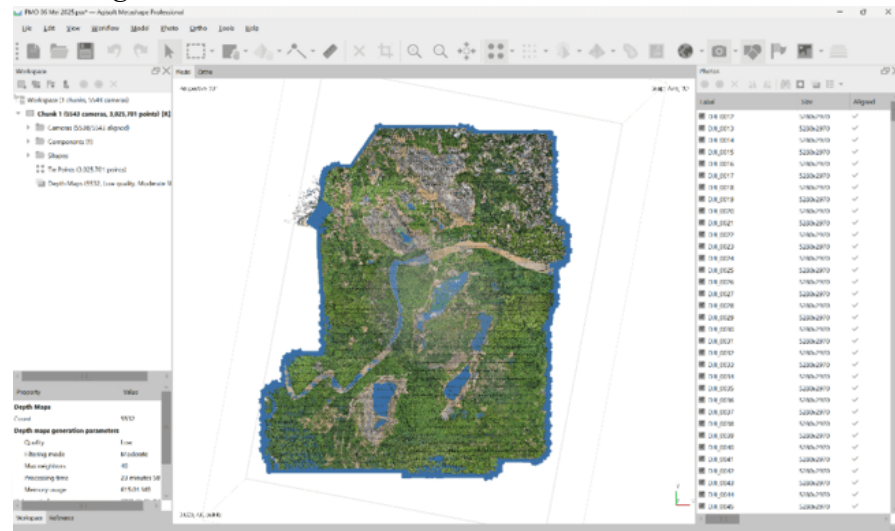


Gambar Error! No text of specified style in document.-11 Pengolahan Orthophoto - *Align Photos*



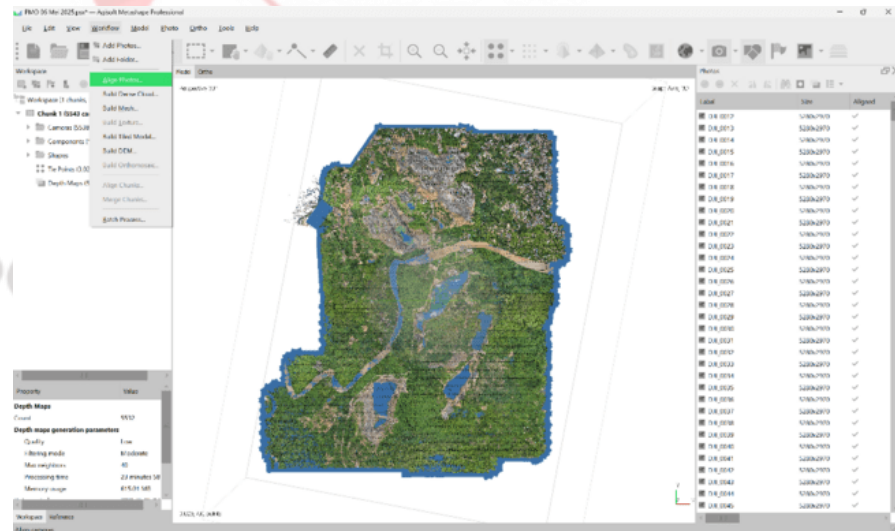
Gambar Error! No text of specified style in document.-12 Pengolahan Orthophoto - *Komponen Align Photos*

6) Hasil Align Photos

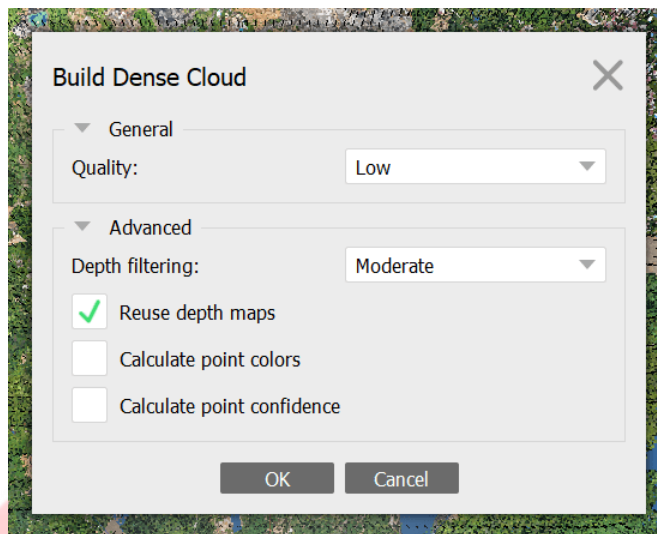


Gambar Error! No text of specified style in document.-13 Pengolahan Orthophoto
- Hasil Align Photos

7) Build Dense Cloud

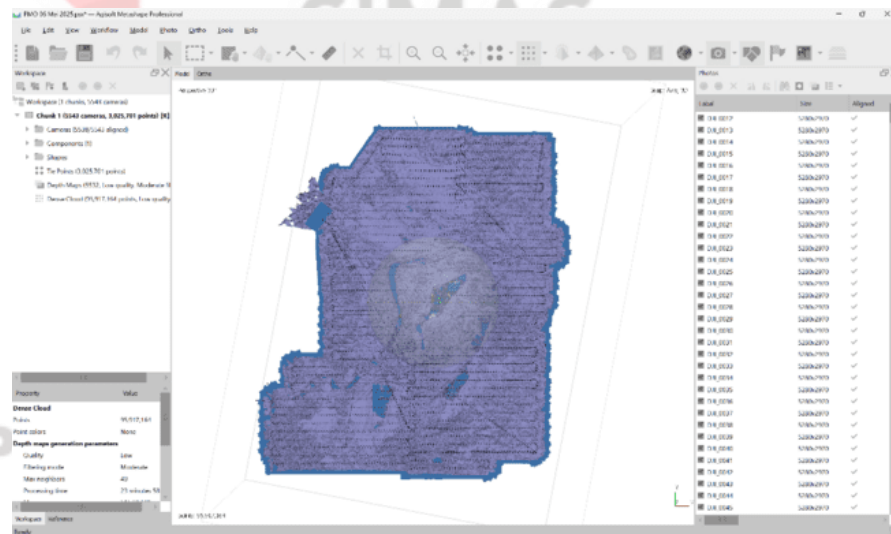


Gambar Error! No text of specified style in document.-14 Pengolahan Orthophoto
- Build Dense Cloud



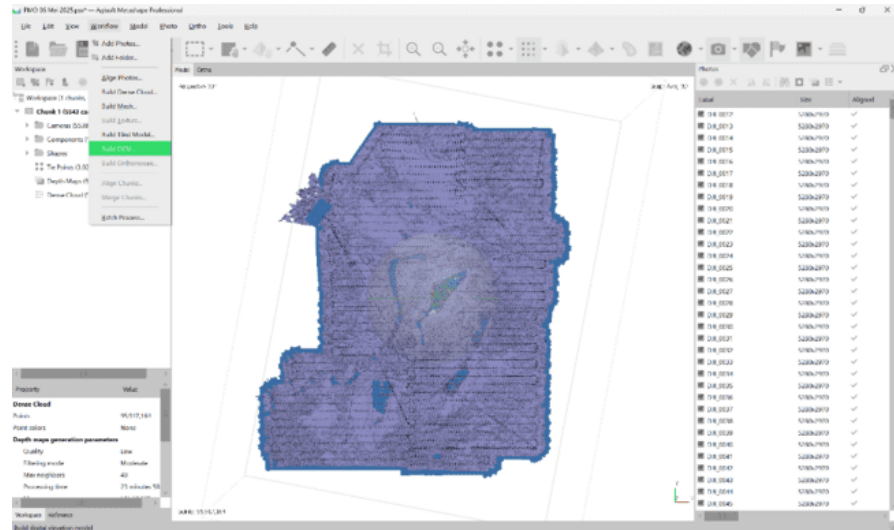
Gambar Error! No text of specified style in document.-15 Pengolahan Orthophoto
- *Komponen Build Dense Cloud*

8) Hasil *Build Dense Cloud*

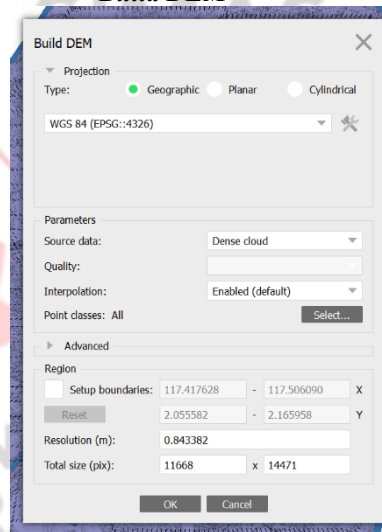


Gambar Error! No text of specified style in document.-16 Pengolahan Orthophoto
- *Hasil Build Dense Cloud*

9) Build DEM

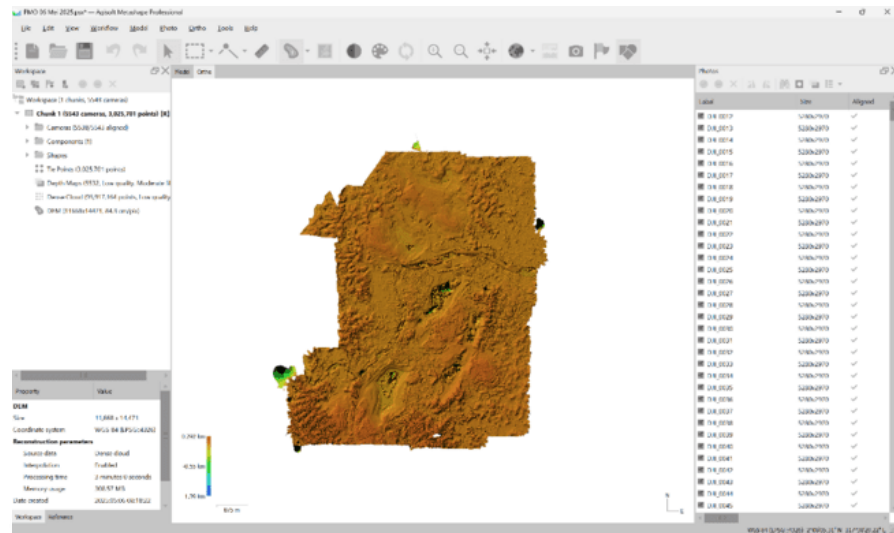


Gambar Error! No text of specified style in document.-17 Pengolahan Orthophoto
- Build DEM



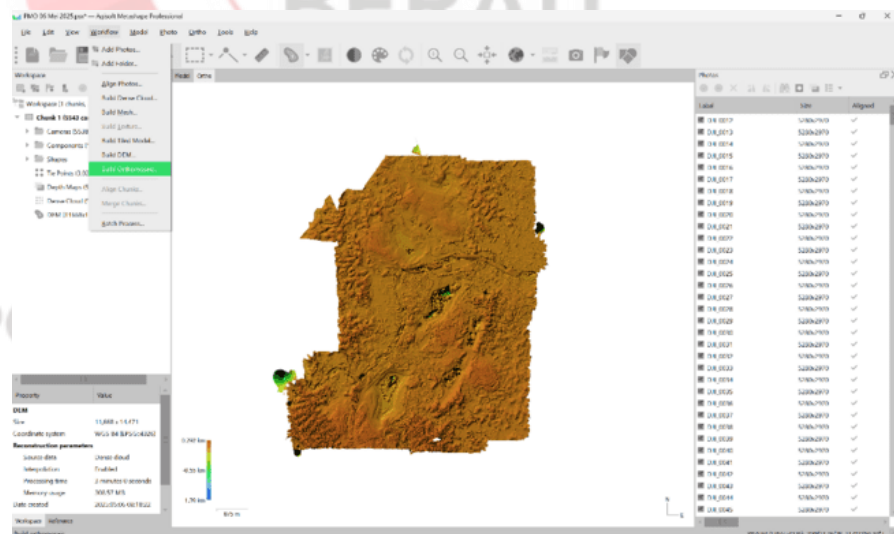
Gambar Error! No text of specified style in document.-18 Pengolahan Orthophoto
- Komponen Build DEM

10) Hasil Build DEM

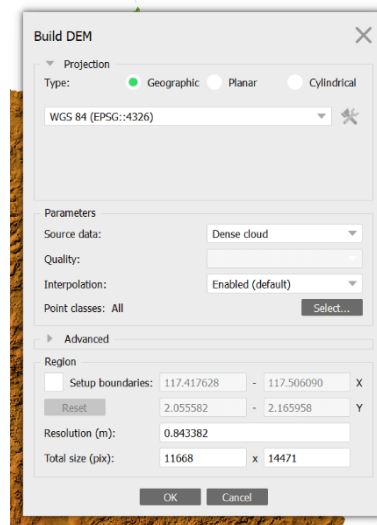


Gambar Error! No text of specified style in document.-19 Pengolahan Orthophoto
- Hasil Build DEM

11) Build Orthomosaic

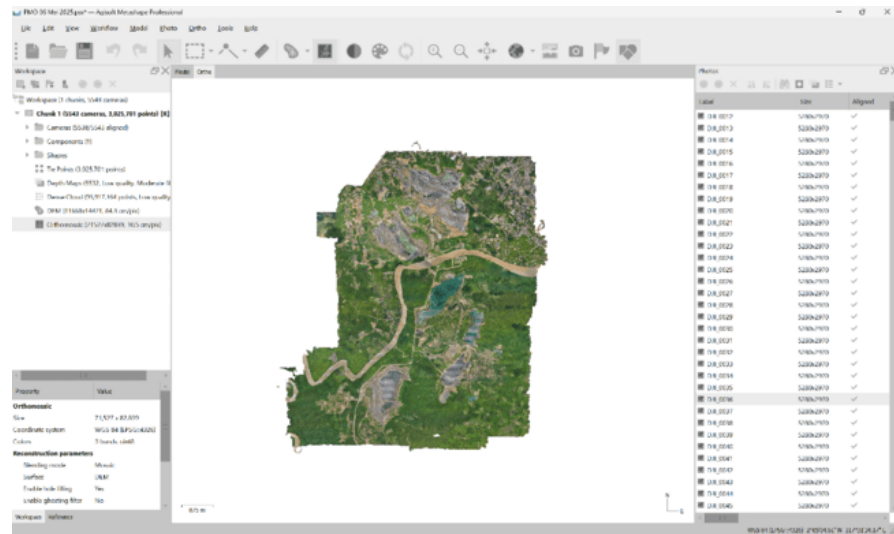


Gambar Error! No text of specified style in document.-20 Pengolahan Orthophoto
- Build Orthomosaic



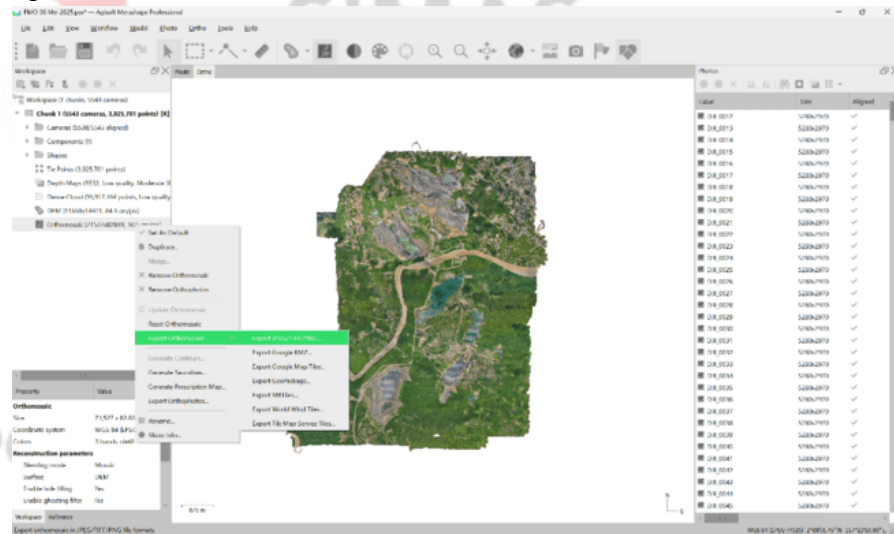
**Gambar Error! No text of specified style in document.-21 Pengolahan Orthophoto
- Komponen *Build Orthomosaic***

12) Hasil *Build Orthomosaic*

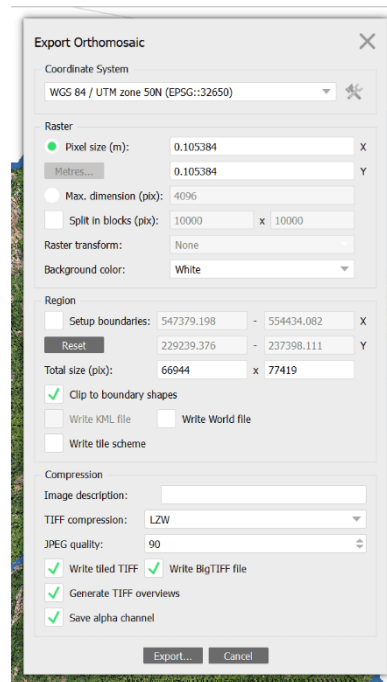


Gambar Error! No text of specified style in document.-22 Pengolahan Orthophoto
- Hasil *Build Orthomosaic*

13) Export Orthomosaic



Gambar Error! No text of specified style in document.-23 Pengolahan Orthophoto
- Export *Orthomosaic*



**Gambar Error! No text of specified style in document.-24 Pengolahan Orthophoto
- Komponen *Export Orthomosaic***

**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**