

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam melakukan suatu pekerjaan. Tahap persiapan menunjang kelancaran untuk kegiatan selanjutnya. Tahap ini terbagi atas beberapa bagian yaitu persiapan lokasi penelitian, persiapan peralatan, dan persiapan bahan yang dibutuhkan didalam penelitian.

III.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan bekerjasama dengan PT. Pertamina (Persero). Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sungai Gelam Timur Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi dengan koordinat geografis $1^{\circ} 43' 11,267''$ LS - $1^{\circ} 43' 24,345''$ LS dan $103^{\circ} 47' 36,846''$ BT - $103^{\circ} 47' 49,835''$ BT. Kawasan tersebut merupakan kawasan milik PT. Pertamina EP Asset-1. Lokasi tersebut dipilih karena merupakan rencana lokasi pemboran sumur eksplorasi SGET-001, Sungai Gelam Timur, Jambi. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Lokasi Penelitian di Provinsi Jambi

Secara topografis wilayah penelitian terletak di daerah yang relatif datar. Akses menuju ke lokasi berupa jalan batu dan tanah. Jenis penutup lahan wilayah

penelitian berupa area perkebunan sawit yang dimiliki oleh PT. Petaling Mandraguna dan perkebunan karet yang dimiliki oleh Bapak Jumikan Warga RT.15 Desa Sungai Gelam. Luas wilayah penelitian mencakup ± 16 ha.

III.1.2 Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian digunakan untuk membantu proses data penelitian menjadi DTM agar dapat dilakukan uji akurasi dan dianalisis perbandingan ketelitian vertikal dari kedua DTM yang dihasilkan. Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat keras yang digunakan antara lain:
 - a. *Handheld* LiDAR untuk pengukuran LiDAR di lapangan.
 - b. Drone yang dilengkapi dengan kamera dan PPK untuk pemetaan foto udara.
 - c. *Handheld* GPS untuk navigasi dalam pencarian titik sekutu dalam pengukuran fotogrametri dan LIDAR.
 - d. GNSS geodetik untuk penentuan posisi titik koordinat sekutu dalam pemetaan foto udara dan LiDAR.
 - e. Laptop spesifikasi tinggi untuk pengolahan data foto udara dan LiDAR.
2. Perangkat lunak yang digunakan antara lain:
 - a. ArcGIS untuk pembuatan desain persebaran titik kontrol tanah pada pemetaan LiDAR.
 - b. Trimble Business Center untuk pengolahan data GNSS.
 - c. Drone Deploy untuk mengontrol drone saat pemotretan udara.
 - d. KLAU PPK untuk melakukan proses *geotaging* foto dengan koordinat PPK.
 - e. Agisoft Metashape untuk pengolahan data foto udara.
 - f. Cloud Compare untuk melakukan pengolahan data LiDAR.

III.1.3 Bahan Penelitian

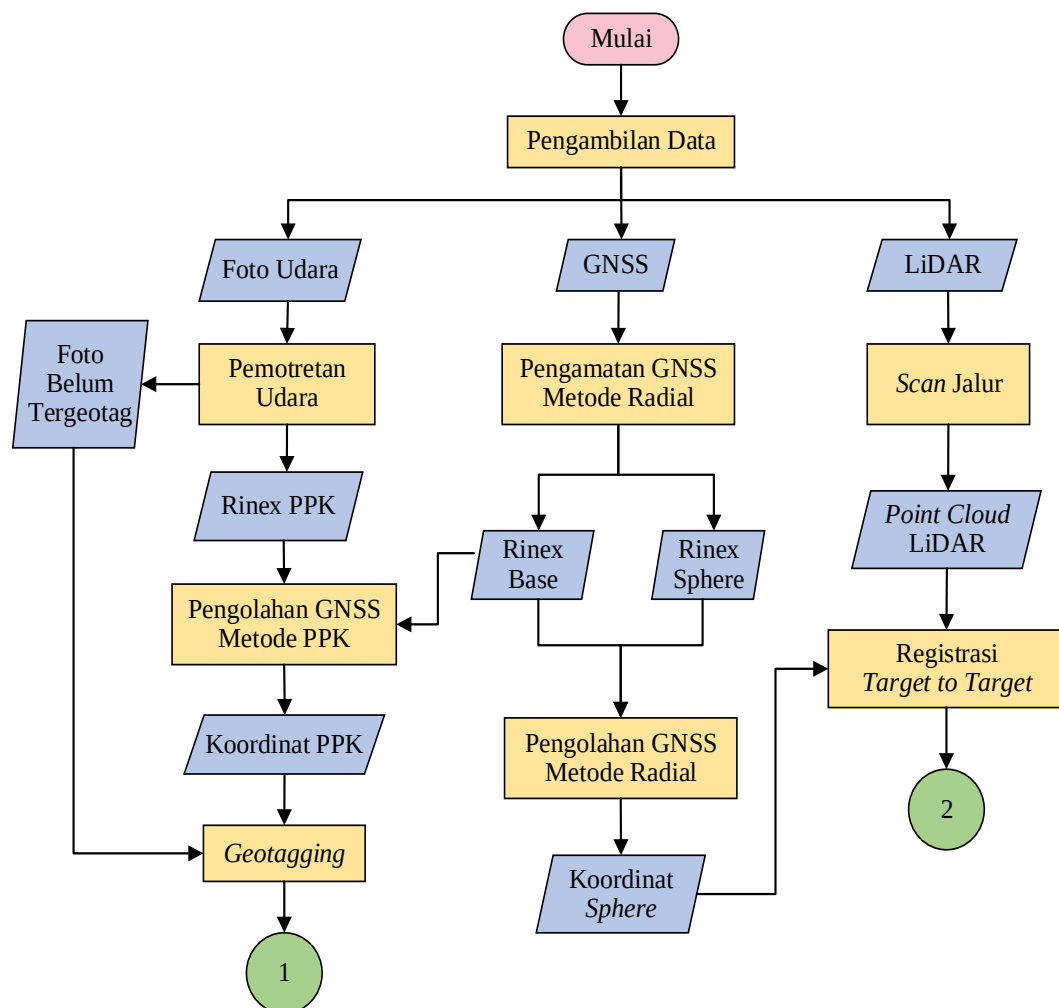
Bahan yang direncanakan untuk digunakan dalam penelitian ini antara lain:

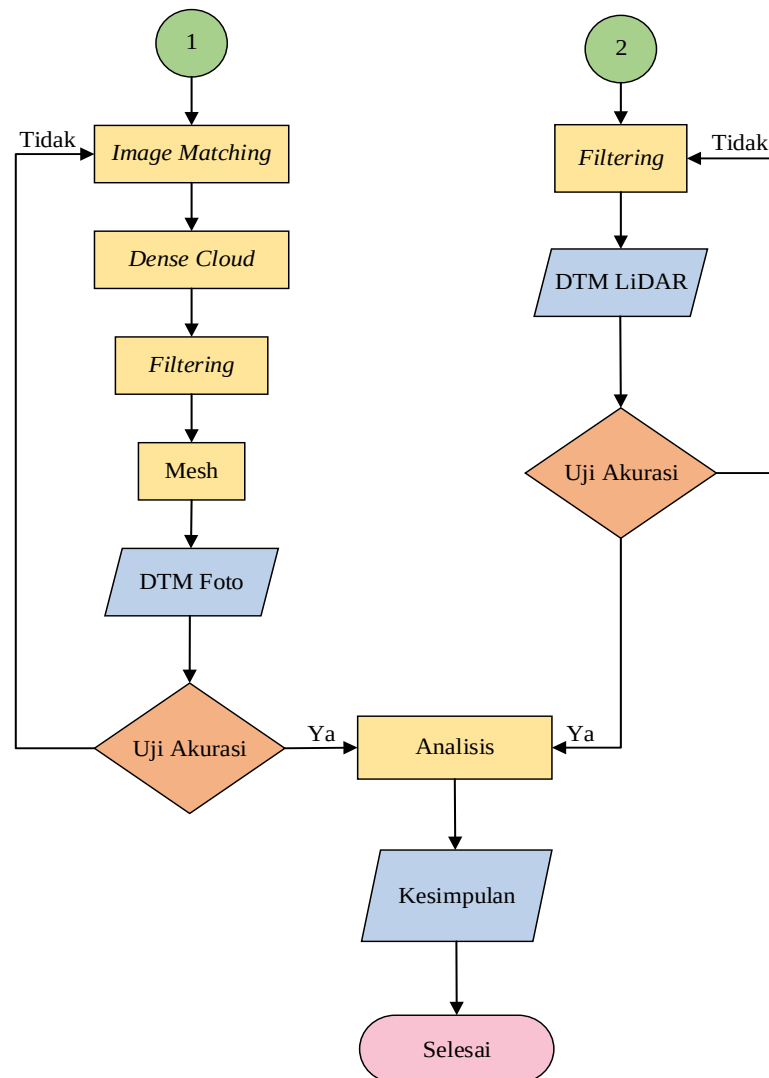
1. Data Dasar (Koordinat BM PTM 6028) milik PT. Pertamina EP Asset 1 sebagai koordinat referensi yang digunakan dalam penelitian.
2. Data DTM dari pemetaan foto udara yang dilakukan pada tanggal 11 Juli 2020 dengan area liputan wilayah Sungai Gelam Timur Jambi.

3. Data DTM dari pemetaan LIDAR yang dilakukan pada tanggal 16 Juli dengan area liputan wilayah Sungai Gelam Timur Jambi.
4. Data hasil pengamatan GNSS terhadap *base* PPK dan *sphere* yang diukur pada tanggal 11 Juli 2020 dengan area liputan wilayah Sungai Gelam Timur Jambi digunakan sebagai titik kontrol tanah dalam pemetaan foto udara dan LiDAR.
5. Data koordinat dari pemetaan terestris dengan area liputan Sungai Gelam Timur Jambi yang didapat dari PT. Pertamina (Persero) sebagai data acuan yang dianggap paling teliti.

III.2 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini secara keseluruhan tersaji dalam diagram alir pengolahan data pada Gambar III.2.





Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di wilayah milik PT. Pertamina EP Asset 1. Tahapan penelitian ini terdiri tiga tahap yaitu tahapan pengambilan data lapangan, tahap pengolahan data, dan tahap analisis ketelitian vertikal DTM (*Digital Terrain Model*) dari foto udara dan LiDAR.

III.2.1 Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data lapangan dilaksanakan di Sungai Gelam Timur Jambi. Data lapangan yang diakuisisi terdiri dari tiga tahap yaitu tahap pertama adalah pengambilan data pengamatan GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Tahap kedua adalah pengambilan data foto udara dan tahap ketiga adalah pengambilan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*).

III.2.1.1 Pengambilan Data GNSS

Tahap pengambilan data GNSS (*Global Navigation Satellite System*) dilakukan dengan menggunakan BM PTM-6028 milik Pertamina EP Asset 1 sebagai titik referensi baik untuk keperluan foto udara maupun LiDAR. BM tersebut kemudian diikatkan dengan titik referensi baru (*Base PPK*). *Base PPK* (*Post Processing Kinematic*) digunakan sebagai titik kontrol udara dalam pemetaan foto udara sekaligus sebagai referensi dalam pengamatan titik target LiDAR. Pengamatan GNSS dilakukan dengan metode statik radial. Sebelum pengamatan GNSS berlangsung, dilakukan pemasangan patok yang digunakan sebagai titik target LiDAR dimana pada penelitian ini digunakan 51 patok *sphere*. *Receiver* yang digunakan sebanyak 2 unit (1 *Base* dan 1 *Rover*). Pengamatan GNSS dilakukan dengan durasi selama 1 jam 37 menit untuk pengamatan base PPK dan 10-15 menit untuk pengamatan titik *sphere*. Lamanya pengamatan didasarkan pada panjang baseline yang diamati.

III.2.1.2 Pengambilan Data Foto Udara

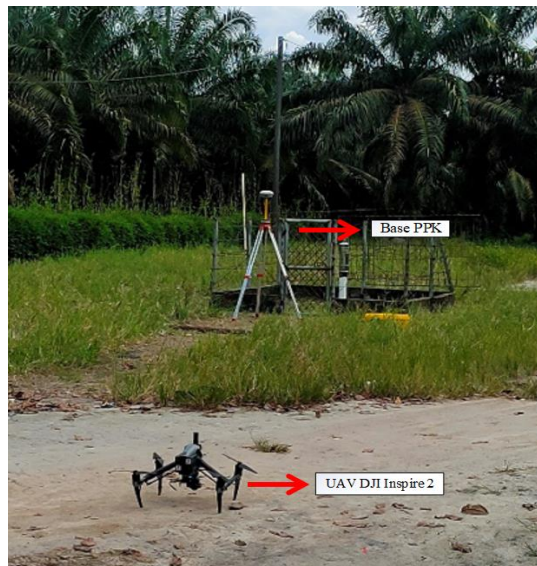
Tahap pengambilan data foto udara dilakukan di lokasi AOI (*Area of Interest*) sesuai dengan rencana. Lokasi *take off* dan *landing* dilakukan di tanah lapang dekat kantor perkebunan sawit PT. Petaling Mandraguna. Penerbangan dilakukan sesuai dengan perencanaan parameter terbang yang telah dibuat. Parameter terbang yang digunakan didalam penelitian ini disajikan pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Parameter Terbang

Parameter Terbang	Nilai
<i>Overlap</i>	90 %
<i>Sidelap</i>	60%
Tinggi Terbang	150 m
Panjang Fokus Kamera	8,8 mm
GSD	4,6 cm/pixel

Berdasarkan Tabel III.1, digunakan parameter tinggi terbang sebesar 150 m sehingga didapatkan GSD (*Ground Sampling Distance*) sebesar 4,6 cm. *Overlap* dan *sidelap* yang digunakan sebesar 90% dan 60%. Parameter

terbang yang digunakan didalam penelitian ini disesuaikan dengan kondisi wilayah penelitian yang terdiri dari lahan yang homogen berupa perkebunan sawit. Wahana udara yang digunakan adalah pesawat tanpa awak (DJI *Inspire 2*) dengan dilengkapi GNSS PPK yang berguna untuk memberikan informasi terkait koordinat foto yang dihasilkan dari pemotretan udara. Gambar III.3 memperlihatkan UAV drone yang digunakan saat pemetaan udara dan *base* PPK yang digunakan sebagai titik kontrol udara.



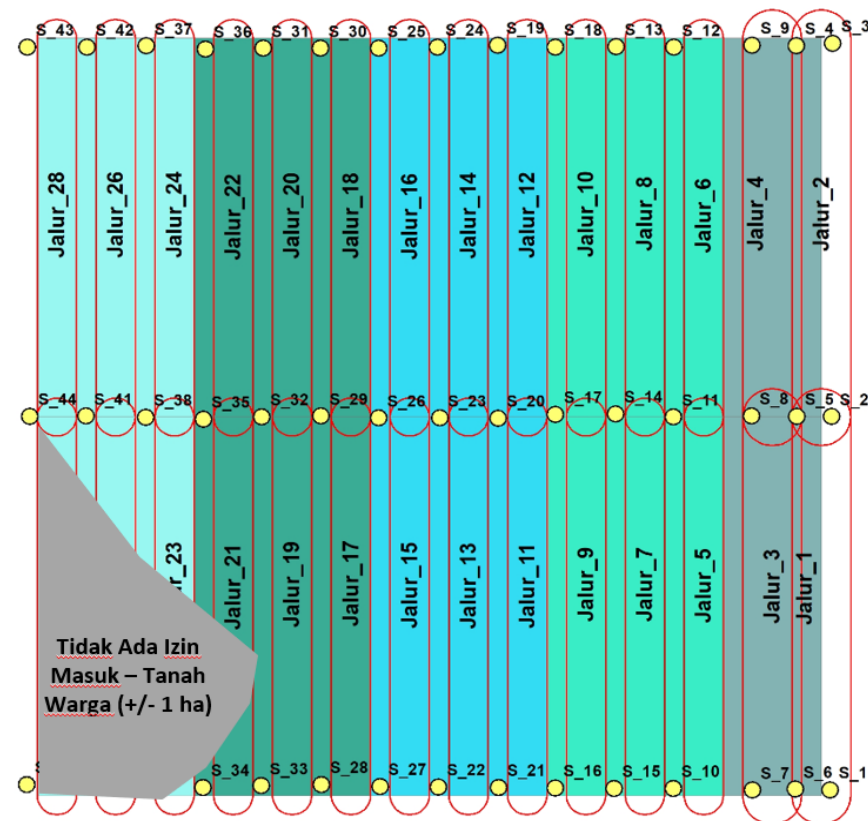
Gambar III.3 UAV dan Base PPK

Saat pemotretan berlangsung, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) menggunakan sistem *autopilot* yang akan mengikuti jalur penerbangan yang telah “di-injeksi” ke dalam memorinya sebelum penerbangan dilakukan. Selama misi penerbangan, posisi setiap saat dari pesawat dan titik-titik *exposure* akan dimonitor secara *real time* dengan cara telemetri pada frekuensi radio tertentu. Posisi dan orientasi saat *exposure* akan direkam dan dikirim secara telemetri ke aplikasi *monitoring* tersebut, sehingga *footprint* dari setiap *frame* pemotretan bisa terlihat secara langsung.

III.2.1.3 Pengambilan Data LiDAR

Tahap pengambilan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*) dilakukan sesuai dengan rencana penempatan target dan *desain* jalur *scan* yang telah dibuat. Penempatan titik target disesuaikan dengan kondisi wilayah

penelitian yang digunakan. Kondisi wilayah penelitian terdiri dari pohon-pohon yang besar sehingga diletakan titik target di area yang dapat dipindai oleh jalur *scan* pengukuran satu dengan jalur pengukuran yang selanjutnya. Pembuatan jalur *scan* disesuaikan dengan spesifikasi alat *handheld* LiDAR yang digunakan. Alat tersebut hanya mampu melakukan proses satu kali *scan* dengan durasi maksimal 15 menit. Jalur *scan* yang telah dibuat berjumlah 28 jalur dan titik target berjumlah 51 titik target. Desain jalur *scan* ditunjukkan pada Gambar III.4.



Gambar III.4 Desain Jalur Scan

Proses akuisisi data LiDAR (*Light Detection and Ranging*) dilakukan dengan cara menggunakan lokasi jalur *scan* terakhir dihari pertama menjadi lokasi jalur *scan* pertama dihari kedua, begitupun untuk hari ketiga. Untuk target yang akan dijadikan sebagai titik sekutu tidak boleh berubah posisi selama proses pemindaian. Proses akuisisi data LiDAR (*Light Detection and Ranging*) dilakukan dengan cara memindai kearah target lebih dari satu kali dengan cara mengitari target. Hal ini dilakukan agar *point clouds* yang dihasilkan semakin jelas sehingga memudahkan pada saat proses identifikasi target yang akan dijadikan sebagai acuan. Proses untuk satu kali *scan* jalur

dilakukan sepanjang 200 m dan dengan lebar 20 meter serta titik awal *scan* harus sama dengan titik akhir.

III.2.2 Pengolahan Data Lapangan

Tahapan pengolahan data lapangan untuk penelitian ini terdiri dari empat tahap yaitu pengolahan data koordinat *sphere*, pengolahan data foto udara, pengolahan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*) dan diakhiri dengan uji akurasi DTM (*Digital Terrain Model*) foto udara dan LiDAR.

III.2.2.1 Pengolahan Data GNSS

Tahap pengolahan data GNSS (*Global Navigation Satellite System*) merupakan tahap awal yang dibutuhkan dalam pengolahan data foto udara dan LiDAR. Foto udara membutuhkan data koordinat *base* PPK (*Post Processing Kinematic*) yang digunakan sebagai titik kontrol udara dalam pemetaan udara. LiDAR (*Light Detection and Ranging*) membutuhkan data koordinat titik target sebagai titik referensi dalam pemetaan LiDAR. Pengolahan data *base* PPK dan *sphere* diawali dengan mengunduh *raw* data hasil pengamatan GNSS dalam format *rinex*. Data *rinex* tersebut kemudian diolah menggunakan *software* Trimble Bussiness Center versi 3.5 untuk data pengamatan statik.

Trimble Bussiness Center adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data secara *post processing*, analisa jaringan dan perataan yang dikeluarkan oleh salah satu perusahaan alat pengukuran Trimble Bussiness Center. Pengolahan data pengamatan GNSS dengan Trimble Bussiness Center dilaksanakan melalui 5 tahapan pengolahan, yaitu *setting job*, *import file*, *data selection*, *setting control dan antenna*, serta *GNSS Post Processing*. Pengolahan data GNSS memerlukan beberapa parameter untuk dimasukan yakni data tipe antena, tinggi antena dan jenis *receiver* sesuai dengan pengukuran di lapangan. Perlu dimasukan juga data *rinex base* yang telah diketahui sebelumnya yakni data BM PTM 6028 milik PT. Pertamina EP Asset 1. Hasil akhir dari pengolahan data pengamatan GNSS dengan Trimble Bussiness Center berupa koordinat dan standar deviasi beserta *baseline*.

III.2.2.2 Pengolahan Data Foto Udara

Tahap pengolahan data foto udara dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Agisoft Metashape dengan jumlah data foto udara sebanyak 633 foto. Tahap pertama dalam pengolahan data foto udara adalah proses *image matching*. *Image matching* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik yang muncul pada foto. Proses yang menggabungkan *matching point* lebih dari 2 foto ini, bertujuan untuk menampilkan foto udara berdasarkan akuisisi dan tipe pertampalannya serta menghasilkan *sparse point clouds* yang diperlukan dalam tahap pengolahan foto berikutnya.

Tahap kedua adalah proses pembuatan *dense cloud*. *Dense Cloud* merupakan kumpulan titik tinggi dengan jumlah yang sangat banyak dari pemrosesan foto udara ^[43]. Hasil pemrosesan *build dense cloud* dijadikan dasar dalam proses *build mesh*. Tahap ketiga adalah proses pembuatan *mesh*. Proses ini merupakan proses membangun model 3D dari foto yang dihasilkan. Tahap terakhir adalah melakukan proses *filtering*. Data foto udara hasil proses awal yang berupa *point clouds* belum terklasifikasikan, sehingga perlu dilakukan proses *filtering point clouds* agar dihasilkan kelas *ground* untuk dijadikan DTM (*Digital Terrain Model*) ^[44]. Tabel III.2 menunjukkan parameter yang digunakan pada saat proses *filtering ground* pada pengolahan data foto udara.

Tabel III.2 Parameter *Filtering Ground* pada Pengolahan Data Foto Udara

Parameter	Nilai
<i>Max Angle</i>	15°
<i>Max Distance</i>	3 m
<i>Cell Size</i>	100 m

Tabel III. 2 menunjukkan parameter yang digunakan menghapus semua objek diatas permukaan tanah dan menyisakan hanya kelas *ground* untuk selanjutnya dijadikan sebuah DTM. Proses *filtering* ini dilakukan secara otomatis. Parameter yang digunakan dalam *filtering* data foto udara ini meliputi *max angle* yang merupakan batasan sudut antara model medan dan garis yang menghubungkan suatu titik pada objek yang terletak di wilayah

penelitian. *Max angle* yang digunakan di dalam penelitian ini bernilai 15° , hal ini dikarenakan wilayah penelitian terdiri dari topografi yang datar sehingga disarankan untuk menggunakan nilai *max angle* sebesar 15° . Parameter kedua merupakan *max distance* yang merupakan asumsi variasi maksimum dari ketinggian tanah daerah penelitian. *Max distance* bisa disebut dengan batasan jarak antar suatu titik dengan model medan. Parameter selanjutnya adalah *cell size* yang merupakan ukuran terbesar dari area penelitian. Ukuran tersebut didefinisikan dalam bentuk ukuran sel. Seluruh parameter yang digunakan pada saat proses *filtering* disesuaikan dengan kondisi topografi wilayah penelitian.

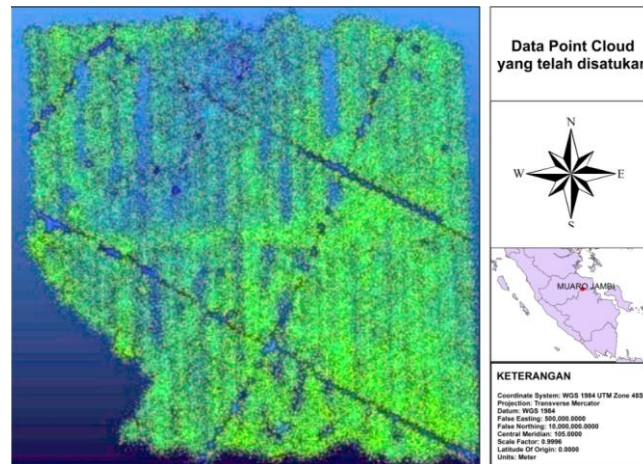
III.2.2.3 Pengolahan Data LiDAR

Tahap pengolahan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*) diawali dengan melakukan proses pengunduhan data dari *handheld* LiDAR, data yang diunduh berupa data *point clouds*. Selanjutnya data yang telah diunduh dikonversi menggunakan *software* GeoSLAM untuk selanjutnya diubah kedalam format *.Las agar dapat terbaca dan diolah dengan *software* lain. Setelah data berhasil dikonversi kedalam format *.Las, pengolahan data LiDAR dilanjutkan dengan menggunakan perangkat lunak cloud compare. Tahap pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan data dengan menggunakan *software* cloud compare adalah registrasi.

Registrasi dimulai dengan melakukan identifikasi titik target lalu memasukan koordinat global dari titik target yang dihasilkan dari pengamatan GNSS (*Global Navigation Satellite System*) terhadap *sphere*. Hal ini dilakukan untuk mentransformasi koordinat target (*Sphere*) dari sistem koordinat lokal ke sistem koordinat global. Metode registrasi yang dilakukan di dalam penelitian ini adalah metode registrasi *target to target*. Pemilihan tersebut dikarenakan metode registrasi *target to target* adalah metode yang paling baik secara kualitas ^[45]. Prinsip registrasi adalah iterasi dengan mendekatkan titik-titik yang dianggap sama pada kedua *point clouds* secara berulang. Proses registrasi diperlukan minimal 3 buah target yang diketahui koordinat tiga dimensinya ^[46].

Penelitian ini menggunakan 4 buah target. 1 buah target digunakan sebagai ukuran lebih. Dengan ukuran lebih tersebut, target yang memiliki nilai

galat registrasi melebihi batas toleransi dapat dihilangkan atau dinonaktifkan. Setelah proses registrasi selesai, dilakukan proses penyatuan keseluruhan hasil *scan* yang sebelumnya telah di registrasi. Gambar III.5 menunjukkan data *point cloud* yang telah dilakukan disatukan.



Gambar III.5 Data *Point Cloud* LiDAR yang telah disatukan

Selanjutnya setelah seluruh data *point cloud* berhasil disatukan maka dilakukan proses proses *filtering*. Proses *filtering* dilakukan untuk menyisakan titik dengan posisi vertikal paling rendah dan melakukan penyeragaman jarak antar titik sehingga menyebabkan pengurangan titik yang cukup. Parameter yang digunakan dalam proses *filtering* kelas *ground* pada pengolahan data LiDAR ditunjukkan pada Tabel III.3.

Tabel III.3 Parameter *Filtering Ground* pada Pengolahan Data LiDAR

Parameter	Nilai
<i>Scenes</i>	Relief
<i>Cloth Resolutions</i>	2,0
<i>Max Iterations</i>	500
<i>Classification Threshold</i>	0,5

Proses *filtering* pada pengolahan data LiDAR dilakukan secara otomatis dengan menggunakan parameter kelas *ground* didasarkan yang pada kondisi wilayah penelitian. Proses *filtering* dilakukan dengan menghapus semua objek diatas permukaan tanah dan menyisakan hanya kelas *ground* untuk selanjutnya dijadikan sebuah DTM dari LiDAR ^[47]. Jenis *filtering* yang digunakan pada pengolahan data LiDAR menggunakan jenis *filtering* CSF

(*Cloth Simulation Filtering*). Parameter filtering dengan metode CSF terdapat 2 bagian yaitu bagian *general* parameter dan *advanced* parameter *setting*. Bagian *general* parameter *setting* terdiri dari pilihan *steep slope*, relief dan *flat*. Pemilihan parameter ini didasarkan pada keadaan topografi dari data yang akan diproses. Pada bagian *advanced* parameter *setting* terdiri dari bagian *cloth resolution*, *max iterations* dan *classification threshold*. *cloth resolution* mengacu pada ukuran grid dari *cloth* yang digunakan untuk menutupi tanah. Semakin besar resolusi *cloth* maka DTM akan semakin kasar. *Max iterations* mengacu pada pengulangan maksimum dari simulasi *terrain*. *Classification threshold* mengacu pada ambang batas untuk mengklasifikasikan point clouds kedalam *ground* dan *non-ground* berdasarkan jarak antara titik dan simulasi *terrain*.

III.2.3 Uji Akurasi

Tahap ini dilakukan pengujian akurasi ketelitian vertikal DTM foto udara dan LiDAR yang mengacu pada ketentuan SNI 8202:2019 dan ASPRS Tahun 2014. Pengujian akurasi posisi mengacu pada perbedaan koordinat vertikal antara titik uji pada DTM foto dan LiDAR dengan titik uji dari pengukuran yang lebih teliti. Pengukuran yang lebih teliti dalam hal ini merupakan hasil dari pemetaan terestris yang telah dilakukan validasi. Hasil dari pemetaan terestris yang dianggap sebagai data yang paling teliti memiliki resolusi yang sama dengan DTM dari foto udara dan LiDAR. Analisis uji akurasi meliputi akurasi absolut dan akurasi relatif. Analisis akurasi secara visual melakukan perbandingan yang dihasilkan dari morfologi, garis profil, dan garis kontur DTM. Akurasi absolut dihitung berdasarkan perbandingan nilai elevasi titik sampel DTM dari foto udara dan LiDAR yang dibandingkan dengan hasil pemetaan terestris. Kesalahan elevasi titik satu dengan yang lainnya menunjukkan akurasi absolut DTM. Akurasi relatif dihitung berdasarkan perbandingan beda tinggi antar kedua titik sampel DTM dari foto udara dan LiDAR dengan kedua titik sampel pada pemetaan terestris. Kesalahan beda tinggi pasangan titik satu dengan yang lainnya menunjukkan akurasi relatif DTM. Selisih nilai ketinggian titik sampel dan beda tinggi antar titik sampel akan dihitung dan menghasilkan kesalahan vertikal pada DTM dari foto udara dan

LiDAR. Besar kesalahan vertikal DTM yang telah diperoleh dihitung dan menghasilkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan LE (*Linear Error*) untuk dijadikan sebagai acuan yang selanjutnya dikelompokkan sesuai klasifikasi skala peta berdasarkan SNI 8202:2019 dan ASPRS Tahun 2014.