

NASKAH ORISINAL

Pembuatan Peta Ortofoto dan *Digital Surface Model* Kawasan Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang Berbasis Fotogrametri

Shofiyatul Qoyimah* | Arwan Putra Wijaya | Muhammad Adnan Yusuf

Departemen Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Korespondensi

*Shofiyatul Qoyimah, Departemen Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. Alamat e-mail: shofiyatulqoyimah@lecturer.undip.ac.id

Alamat

Laboratorium Fotogrametri dan Penginderaan Jauh, Departemen Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat tahun 2023 dilaksanakan di Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang untuk menghasilkan peta ortofoto dan *Digital Surface Model* (DSM). Luaran didapatkan dari pengolahan 72 foto udara yang diambil dari wahana pesawat udara tanpa awak (PUTA), menggunakan teknik fotogrametri. Luas area yang dipetakan sebesar 0,0307 km², resolusi ortofoto dan DSM berurutan sebesar 1,45 cm/piksel dan 2,91 cm/piksel, serta kerapatan titik tinggi sebesar 0,118 titik/cm². RMSE peta pada arah X,Y,XY (r), dan Z berturut-turut adalah 2,702 cm, 2,079 cm, 3,409 cm dan 2,440 cm. Nilai ini memenuhi standar ketelitian peta pada skala 1:1000 dengan kelas 1. Pada ortofoto, timbunan tanah dan lumpur yang terbawa oleh banjir teridentifikasi sebagai objek berwarna coklat muda. Tanggul sementara yang dibangun ditunjukkan sebagai objek berwarna putih yang memanjang pada sisi tenggara perumahan yang berbatasan dengan sungai. DSM menunjukkan bahwa area perumahan ini, memiliki ketinggian tanah yang relatif datar (warna biru muda hingga hijau muda). Area yang cukup tinggi berada mengelilingi perumahan, yang secara nyata dapat ditemui pada obyek: tanggul buatan, pepohonan, dan ladang (warna kuning hingga merah). Luaran ini di kemudian hari dapat digunakan untuk mengestimasi luasan area terdampak serta menentukan titik kumpul evakuasi saat terjadi bencana banjir.

Kata Kunci:

Digital Surface Model, Fotogrametri, Perumahan Dinar Indah, Peta Ortofoto, Sosialisasi

1.1 | Latar Belakang

Perumahan/ *cluster* Dinar Indah adalah salah satu perumahan yang berada di RT 06/ RW 25, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. *Cluster* ini terdiri dari 44 kepala keluarga (KK) dengan lokasi yang dekat dengan cekungan Kali Babon-Pengkol, di mana posisi perumahan berada di wilayah yang sedikit lebih rendah dari tanggul sungai^[1]. Permasalahan yang sering terjadi di perumahan tersebut adalah terjadinya bencana banjir yang kerap melanda. Salah satunya adalah kejadian banjir bandang yang melanda pada tanggal 6 Januari 2023 dengan kedalaman banjir sekitar 2 meter. Banjir tersebut merupakan yang terparah dan kesekian kalinya menerjang Perumahan Dinar Indah. Banjir terjadi sebagai dampak dari jebolnya tanggul Kali Babon-Pengkol yang berada di belakang perumahan pada pukul 14.00 WIB. Akibat banjir tersebut, sedikitnya ada 37 kepala keluarga dengan total 147 jiwa terdampak, dan 1 orang meninggal dunia^[1].

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan warga perumahan tersebut, didapatkan beberapa permasalahan yang dihadapi terkait bencana banjir yang sering terjadi. Pertama, warga tidak dapat mengestimasi seberapa luas banjir memberikan dampak terhadap lingkungan mereka. Terutama, luasan dari lumpur atau tanah yang menumpuk di sekitar perumahan akibat terbawa oleh arus banjir. Kedua, warga belum bisa menentukan titik kumpul atau titik evakuasi yang aman ketika terjadi banjir. Hal ini disebabkan karena mereka tidak mampu untuk menaksir ketinggian permukaan tanah yang ada di sekitar perumahan, serta perbedaannya dengan muka air sungai saat surut maupun saat banjir. Kondisi perumahan, riwayat kejadian bencana banjir dan kedua permasalahan inilah yang menjadi latar belakang dilaksanakannya kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan pada tahun 2023.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Berdasarkan uraian identifikasi permasalahan di atas, maka kiranya perlu untuk mengetahui gambaran umum bentuk topografi kawasan perumahan tersebut secara detil. Termasuk di dalamnya adalah objek fisik yang ada dan informasi ketinggian di area sekitar perumahan tersebut. Informasi mengenai bentuk topografi dan ketinggian suatu area dapat diperoleh melalui suatu peta. Peta memiliki beberapa bermanfaat, seperti memberikan informasi baik arah, letak, luas, jarak, maupun kondisi lingkungan suatu tempat dan kemungkinan usaha yang dilakukan^[2]. Peta yang dibuat meliputi peta ortofoto dan peta *Digital Surface Model* (DSM). Peta ortofoto dapat memberikan gambaran topografi permukaan bumi serta posisinya (koordinat) pada arah horizontal melalui citra ortofoto sebagai gabungan (mozaik) dari beberapa foto udara. Lebih lanjut, informasi ketinggian dapat ditunjukkan melalui *Digital Surface Model* (DSM). Pembuatan citra ortofoto dan DSM menggunakan metode fotogrametri dengan alat untuk pemotretan udara menggunakan Pesawat Udara Tanpa Awak (PUTA). Teknologi ini memberikan keuntungan berupa pengolahan data yang dapat dilakukan secara *online* dan *real-time* dengan kualitas peta yang tinggi^[3]. Dengan adanya peta, maka masyarakat dapat memonitor perubahan dan perkembangan kawasan perumahan, mengestimasi jarak rumah mereka terhadap sumber banjir, mengetahui dan menghitung luasan area yang terdampak banjir, serta dapat melakukan mitigasi bencana seperti menentukan titik dan jalur evakuasi ke tempat yang lebih aman.

1.3 | Target Luaran

Luaran dari kegiatan ini berupa teknologi/ pengetahuan tepat guna yang dapat diimplementasikan oleh pihak masyarakat di Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Kegiatan pengabdian dilakukan dengan pembuatan peta ortofoto dan *Digital Surface Model* (DSM) berdasarkan data foto udara yang diambil menggunakan Pesawat Udara Tanpa Awak (PUTA) dengan pengolahan data berbasis fotogrametri.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Pesawat Udara Tanpa Awak (PUTA)

Pesawat udara tanpa awak (PUTA) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh penerbang (pilot) atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan menggunakan hukum aerodinamika^[4]. Berdasarkan Peraturan Menteri No.37 Tahun 2020, sistem pesawat udara tanpa awak (SPUTA) dapat dikategorikan berdasar berat dan tujuan operasionalnya. Berdasarkan berat maksimum tinggal landasnya, sistem pesawat udara dengan berat maksimum 25 kg dikategorikan sebagai sistem pesawat udara kecil tanpa awak (SPUKTA). Sedangkan sistem pesawat udara dengan berat di atas 25 kg dikategorikan

sebagai sistem pesawat udara tanpa awak (SPUTA)^[5]. Berdasarkan tujuan penggunaannya, SPUKTA dapat dibagi menjadi kegunaan hobi dan/atau rekreasi, dan selain hobi dan/atau rekreasi. Sedangkan untuk SPUTA, dapat dibagi menjadi tujuan *research and development*, *crew training*, *market survey*, *production flight testing*, dan tujuan sesuai CASR Part 21 paragraf 21.25^[6].

2.2 | Fotogrametri

Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi energi elektromagnetik yang terekam^[7]. Penggunaan foto digital sebagai sumber data untuk dilakukan pengukuran objek pada foto dengan komputer merupakan konsep dasar dari fotogrametri digital^[8]. Beberapa keuntungan yang didapat dari penggunaan Teknik fotogrametri digital adalah kemudahan dan kecepatan dalam pengambilan / akuisisi data, kemampuan pengolahan data secara *online* dan *real-time*, proses otomatisasi yang maksimal^[3], serta mampu memberikan kemudahan dalam pengambilan citra/ foto dengan kualitas baik untuk pengukuran dengan presisi tinggi^[9].

2.3 | Peta Ortofoto dan Digital Surface Model (DSM)

Ortofoto atau digital ortofoto atau *orthoimage* adalah suatu gambar digital hasil dari pemotretan udara yang telah mengalami penghilangan *error/* kesalahan pergeseran (*displacement*) yang disebabkan baik oleh sudut pemotretan (*camera angle*) maupun kondisi permukaan bumi (*terrain*)^[10].

2.4 | Ketelitian Geometri Peta

Ketelitian geometri suatu peta adalah ketidakpastiaan posisi suatu objek (koordinat) pada peta jika dibandingkan dengan posisi (koordinat) sebenarnya dari objek tersebut. Komponen ketelitian geometri meliputi akurasi horizontal dan akurasi vertikal. Dikarenakan lokasi pengabdian tidak berada baik pada lingkungan pantai maupun laut nasional, maka acuan pedoman ketelitian geometri yang dipakai adalah ketelitian geometri peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang tercantum pada Perka BIG No. 15 Tahun 2014^[11]. Akurasi horizontal dan vertikal, masing-masing ditunjukkan oleh nilai CE90 dan LE90. Artinya bahwa kesalahan koordinat suatu objek pada peta tidak melebihi nilai CE90 dan LE90 dengan tingkat kepercayaan 90%. Rumus memperoleh nilai CE90 dan LE90 mengacu pada standar dari US NMAS (*United States National Map Accuracy*) seperti yang tercantum di bawah^[11]:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz$$

dengan:

RMSEr = *Root Mean Square Error* pada posisi X dan Y (horizontal)

RMSEz = *Root Mean Square Error* pada posisi Z (vertikal)

Adapun persamaan untuk menghitung RMSE adalah sebagai berikut^[11]:

$$RMSEr = \sqrt{\frac{\sum((X_{data} - X_{cek})^2 + (Y_{data} - Y_{cek})^2)}{n}}$$

$$RMSEz = \sqrt{\frac{\sum((Z_{data} - Z_{cek})^2)}{n}}$$

dengan:

n = jumlah total pengecekan pada peta

X = nilai koordinat pada sumbu X (data: yang diukur di lapangan, cek: pada peta)

Y = nilai koordinat pada sumbu Y (data: yang diukur di lapangan, cek: pada peta)

Z = nilai koordinat pada sumbu Z (data: yang diukur di lapangan, cek: pada peta)

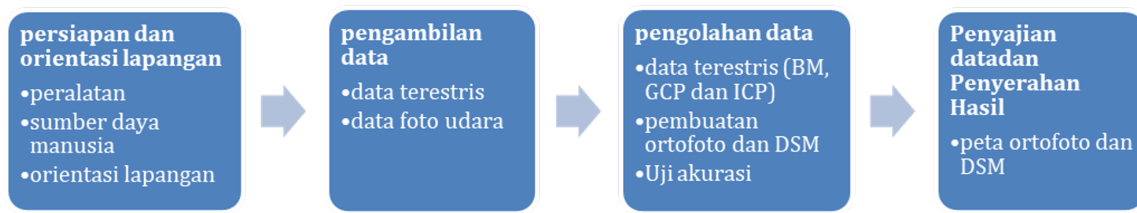
3 | METODE KEGIATAN

3.1 | Data dan Peralatan Penunjang

Beberapa data yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi: foto udara hasil dari pemotretan menggunakan SPUTA, dan koordinat *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP) sebagai hasil dari pengukuran terestris. Untuk mendukung kegiatan ini, dibutuhkan peralatan penunjang baik perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras termasuk di antaranya: laptop untuk melakukan proses pengolahan data, SPUTA sebagai alat pemotretan udara, dan GPS Geodetik dan Total Station untuk pengukuran terestris. Perangkat lunak yang digunakan: untuk mengolah data survei terestris sehingga menghasilkan koordinat GCP dan ICP, untuk menghasilkan ortofoto dari kumpulan foto udara dan untuk membuat peta foto dari ortofoto.

3.2 | Tahapan Pelaksanaan

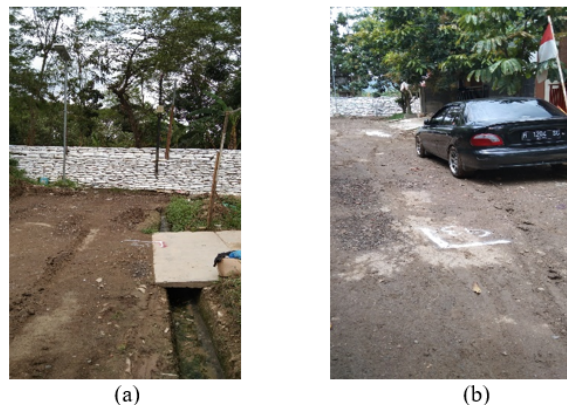
Tahapan pelaksanaan pengabdian masyarakat dapat dilihat pada Gambar (1) berikut:



Gambar 1 Diagram alir kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

1. Persiapan dan orientasi lapangan

Pada tahap ini, dilakukan kegiatan persiapan alat, sumber daya manusia, serta orientasi lapangan. Untuk persiapan alat, meliputi menyiapkan alat survei terestris, menyewa SPUTA, serta pengecekan kondisi awal sebelum proses pengambilan data.



Gambar 2 (a) Melihat kondisi tanggul sementara; (b) Pemberian tanda lokasi GCP dan ICP.

Persiapan sumber daya manusia meliputi pembagian *job-desc* bagi personil dan penentuan jadwal pengambilan data. Selain itu, sebelum proses pengambilan data, perlu dilakukan orientasi lapangan guna menentukan luasan area yang akan dikaji, menentukan jumlah titik kontrol dan menilai beberapa resiko dan hambatan yang mungkin ditemui di lapangan selama proses pengambilan data. Kegiatan orientasi lapangan dapat dilihat pada Gambar (2).

2. Pengambilan data

(a) Data terestris

Data terestris berupa koordinat / posisi 3 dimensi titik – titik ikat pengukuran (Bench Mark) diukur menggunakan GPS geodetik. Koordinat X,Y,Z dari titik GCP dan ICP diukur menggunakan Total station dengan pengukuran yang diikatkan pada Bench Mark. Total, terdapat 5 buah Bench Mark, 5 buah GCP dan 5 buah ICP yang dibuat pada lokasi pemotretan. Data koordinat dar BM, GCP dan ICP merupakan hasil akhir dari proses pengolahan menggunakan *software* pengolah data terestris.

(b) Data foto udara

Data foto udara didapat dengan cara melakukan pemotretan area kajian secara vertikal menggunakan (PUTA) yang dilengkapi oleh sebuah kamera digital. Kamera digital yang digunakan merupakan set kit dari PUTA, yang memiliki panjang fokus sebesar 8,8 mm, piksel size 2,41 mikrometer, dan resolusi 5472 x 3648 piksel. PUTA diterbangkan setinggi 55,6 m sesuai jalur terbang yang telah dibuat sebelumnya. Pemotretan udara menghasilkan 72 *scene* foto dengan resolusi piksel sebesar 1,45 cm.

(c) Pengolahan data

Pada tahap ini, baik data survei terestris maupun data foto udara akan diolah secara terpisah menggunakan *software* yang sesuai. Hasil pengolahan data terestris berupa koordinat BM digunakan untuk menghitung dan melakukan perataan kesalahan dari koordinat GCP dan ICP. Selanjutnya koordinat GCP dan ICP digunakan dalam pengolahan foto udara berdasar prinsip fotogrametri. Pengolahan foto udara bersama dengan data koordinat GCP dan ICP menggunakan perangkat lunak khusus berbasis fotogrametri (Agisoft Photoscan) untuk menghasilkan mosaic foto udara (ortofoto) dan informasi ketinggian permukaan tanah (*Digital Surface Model*). Kalibrasi kamera juga dilakukan secara simultan dengan metode *self calibration* bersamaan dengan pembentukan ortofoto dan DSM. Ketelitian dari ortofoto dan DSM selanjutnya diuji menggunakan rumus RMSE dari selisih nilai koordinat ICP pada ortofoto dengan pengukuran terestris.

(d) Penyajian data dan penyerahan hasil

Sebagai tahap akhir, ortofoto dan DSM yang telah dilakukan uji akurasi, diolah menggunakan perangkat lunak berbasis Sistem Informasi Geografis (QGIS) untuk menghasilkan peta foto udara dan peta DSM yang skala petanya telah ditentukan. Kedua peta tersebut kemudian diserahkan kepada pengurus RT setempat dalam acara sosialisasi dan penyerahan hasil kegiatan pengabdian.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Pengukuran Terestris

Pengukuran terestris di lapangan menghasilkan koordinat arah horizontal (X dan Y) dan vertikal (Z) dari 2 titik BM, 4 titik bantu, 5 GCP dan 5 ICP dalam sistem koordinat *Universal Transverse Mercator* (UTM) Zone 49S. Visualisasi persebaran titik-titik tersebut dapat dilihat pada Gambar (3), dan koordinatnya ditunjukkan pada Tabel 1.

4.2 | Ortofoto

Pengolahan 72 foto udara menggunakan perangkat lunak berbasis fotogrametri menghasilkan sebuah ortofoto dengan luas area cakupan sebesar 0.0307 km² dan memiliki resolusi sebesar 1.45 cm/piksel. Pengaturan yang dipilih dalam tahapan *alignment image* adalah *highest*, dan tahapan *depth maps generation* adalah *high*. Ortofoto dibuat pada sistem koordinat proyeksi UTM Zone



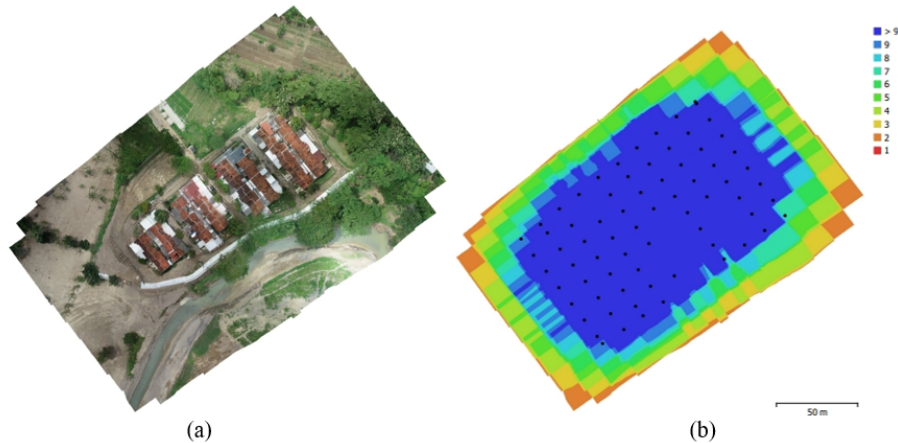
Gambar 3 Lokasi pengambilan foto udara dan persebaran titik GCP dan ICP.

Tabel 1 Koordinat BM, Titik Bantu, GCP dan ICP

Titik	Koordinat		
	Easting (X)	Northing (Y)	Elevasi (Z)
BM 1	441322,286	9219105,541	61,513
BM 2	441338,286	9219113,631	61,344
Titik Bantu 1	441348,195	9219108,488	60,062
Titik Bantu 2	441373,477	9219125,170	60,190
Titik Bantu 3	441320,133	9219087,050	59,876
Titik Bantu 4	441298,098	9219067,953	59,856
GCP 1	441399,289	9219089,290	59,550
GCP 2	441289,892	9219049,217	59,939
GCP 3	441330,613	9219079,689	59,858
GCP 4	441324,752	9219040,339	59,551
GCP 5	441288,831	9219055,318	59,866
ICP 1	441379,146	9219074,630	59,563
ICP 2	441325,966	9219092,700	59,941
ICP 3	441310,155	9219055,070	59,719
ICP 4	441378,331	9219118,727	60,003
ICP 5	441359,014	9219092,276	59,709

49S dengan waktu total yang dibutuhkan (termasuk pembuatan DSM di dalamnya) sebesar 14 menit 40 detik. Dalam tahapan ini, parameter internal kamera juga turut dikalibrasi, meliputi: panjang fokus (8,890 mm), *principal point x* (-10,423 mm), *principal point y* (-6,415), *radial distortion* (K1: -0,00810326, K2: -0,0312832, K3: 0,0700543, K4: -0,040977), *decentering distortion* (P1: -0,0011993, P2: -0,00104087). Ortofoto dan visualisasi posisi kamera dan *image overlap* dapat dilihat pada Gambar (4).

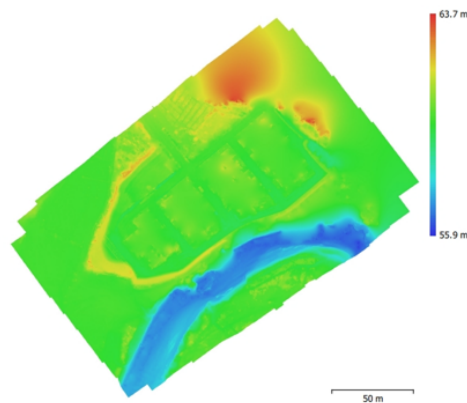
Hasil pemotretan udara menunjukkan bahwa terdapat timbunan tanah dan lumpur pada area tersebut (yang terbawa oleh banjir) yang divisualkan dengan objek berwarna coklat muda. Tanggul sementara yang dibangun juga dapat teramati, yakni berupa objek berwarna putih yang memanjang pada sisi tenggara perumahan yang berbatasan dengan sungai. Area perumahan ini dapat divisualkan dengan baik karena terbentuk dari 9 maupun lebih dari 9 foto udara yang saling bertampalan (*overlap*).



Gambar 4 (a) Ortofoto; (b) Visualisasi posisi kamera (titik) dan *image overlap* (warna).

4.3 | Digital Surface Model (DSM)

Digital Surface Model (DSM) dihasilkan dari pengolahan 36.013.705 *dense cloud* dalam waktu 24 detik. Sistem koordinat yang digunakan dalam DSM adalah UTM zone 49S, dengan resolusi sebesar 2,91 cm/piksel dan kerapatan titik sebesar 0,118 titik/cm². Visualisasi DSM ditampilkan pada Gambar (5). Hasil DSM menunjukkan bahwa area perumahan ini, memiliki ketinggian tanah yang relatif datar, dan bahkan sama dengan ketinggian pinggiran sungai (warna biru muda hingga hijau muda). Area yang cukup tinggi berada mengelilingi perumahan, yang secara nyata dapat ditemui pada obyek: tanggul buatan, pepohonan, dan ladang (warna kuning hingga merah).



Gambar 5 Visualisasi *Digital Surface Model* (DSM).

4.4 | Ketelitian Ortofoto dan DSM

Ortofoto dan DSM yang dihasilkan kemudian diuji ketelitiannya menggunakan rumus RMSE (pers) dari titik ICP yang didapat dari pemodelan (ortofoto dan DSM) dan pengukuran terestris. Koordinat akhir dan kesalahan ICP ditunjukkan pada Tabel 2 dengan RMSE pada arah X,Y,XY (r), dan Z berturut-turut adalah 2.702 cm, 2.079 cm, 3.409 cm dan 2.440 cm. Sehingga, ortofoto memiliki kesalahan mendatar sebesar 3.409 cm dan ketinggian sebesar 2.440 cm, di mana keduanya melebihi ukuran resolusinya (1.45 cm/piksel). Namun begitu, nilai CE90 (pers) dan LE90 (pers) dari kedua hasil tersebut secara berurutan sebesar 0.052 cm dan 0.040 cm. Nilai ini memenuhi standar ketelitian peta pada skala 1:1000 dengan kelas 1 (berdasarkan Perka BIG No.15 Tahun 2014).

Tabel 2 Koordinat dan Kesalahan ICP pada Ortofoto dan DSM

Titik	Koordinat pada Ortofoto			Kesalahan		
	X	Y	Z	X	Y	Z
ICP01	441379,171	9219074,649	59,567	2,490	1,870	0,363
ICP02	441325,942	9219092,709	59,966	-2,430	0,890	2,484
ICP03	441310,196	9219055,039	59,738	4,140	-3,150	1,948
ICP04	441378,346	9219118,739	60,044	1,470	1,240	4,098
ICP05	441359,037	9219092,252	59,726	2,260	-2,420	1,699

4.5 | Penyajian dan Penyerahan Hasil

Tahap akhir dari kegiatan ini adalah pembuatan *layout* peta ortofoto dan DSM. Kemudian, ortofoto dan DSM yang telah diberi *layout*, dicetak dan diserahkan kepada pengurus RT 06 RW XXVI. Penyerahan peta ortofoto dan DSM dilaksanakan di salah satu rumah penduduk dengan agenda berupa paparan kegiatan, hasil, diskusi dan dengar pendapat seperti yang ditunjukkan pada Gambar (6).



Gambar 6 (a) Sesi diskusi; (b) Penyerahan hasil peta ortofoto dan DSM kepada perangkat RT 06 RW 25 Perumahan Dinar Indah.

Dari kegiatan dengar pendapat, didapatkan dua hal penting yang menjadi perhatian dan kebutuhan warga setempat, yaitu:

1. Masyarakat membutuhkan adanya sistem peringatan dini melalui sensor yang dipasang pada sempadan sungai yang lebih canggih dan terintegrasi pada aplikasi pada perangkat ponsel. Selama ini, warga di kawasan ini telah memiliki sensor peringatan debit air sungai yang dibuat secara swadaya. Dimana, pengamatan secara *real time* hanya dapat dilakukan melalui CCTV di sekitar sungai, tetapi tidak dapat diakses melalui ponsel.
2. Masyarakat ingin mengetahui tingkat resiko kebencanaan, terutama bencana banjir pada kawasan perumahan mereka. Hal ini dapat menjadi bahan penelitian ke depannya dalam membuat suatu peta resiko bencana banjir pada perumahan tersebut. Peta resiko bencana banjir ini, oleh masyarakat di kemudian hari dapat digunakan sebagai rujukan ke pemerintah dalam menyatakan apakah kawasan perumahan ini masih layak huni atau memang perlu dilakukan relokasi secara keseluruhan.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan 72 foto udara di kawasan Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang menggunakan 5 GCP menghasilkan sebuah ortofoto dengan luas area cakupan sebesar 0,0307 km² dan memiliki resolusi sebesar 1,45 cm/piksel. Hasil pemotretan udara menunjukkan bahwa terdapat timbunan tanah dan lumpur pada area tersebut (yang terbawa oleh banjir) yang divisualkan dengan objek berwarna coklat muda. Tanggul sementara yang dibangun juga dapat teramati, yakni berupa objek berwarna putih yang memanjang pada sisi tenggara perumahan yang berbatasan dengan sungai. *Digital Surface Model* (DSM)

memiliki resolusi sebesar 2,91 cm/piksel dan kerapatan titik sebesar 0,118 titik/cm². Hasil DSM menunjukkan bahwa area perumahan ini, memiliki ketinggian tanah yang relatif datar, dan bahkan sama dengan ketinggian pinggiran sungai (warna biru muda hingga hijau muda). Area yang cukup tinggi berada mengelilingi perumahan, yang secara nyata dapat ditemui pada obyek: tanggul buatan, pepohonan, dan ladang (warna kuning hingga merah). Ortofoto dan DSM yang dihasilkan memiliki ketelitian yang ditunjukkan melalui RMSE pada arah X,Y,XY (r), dan Z berturut-turut adalah 2,702 cm, 2,079 cm, 3,409 cm dan 2,440 cm. Nilai ini memenuhi standar ketelitian peta pada skala 1:1000 dengan kelas 1 (berdasarkan Perka BIG No.15 Tahun 2014). Hasil diskusi dengan masyarakat saat proses penyerahan hasil kepada masyarakat, didapatkan bahwa masyarakat membutuhkan adanya sistem peringatan dini melalui sensor yang dipasang pada sempadan sungai yang lebih canggih dan terintegrasi pada aplikasi pada perangkat ponsel. Selain itu, mereka juga ingin mengetahui tingkat resiko kebencanaan, terutama bencana banjir pada kawasan perumahan tersebut. Kedua topik ini dapat dijadikan bahan penelitian maupun pengabdian dosen di bidang geodesi ke depannya.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada:

1. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro selaku penyokong pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.
2. Ketua RT dan segenap warga RT 06 RW XXVI Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang.
3. PT. Terra Drone Indonesia selaku partner dalam akuisisi dan pengolahan data.
4. Mahasiswa yang tergabung dalam tim pengabdian kepada masyarakat.

Referensi

1. Tribun Jateng com, Sebab Perumahan Dinar Indah Semarang Bisa Terendam Hingga 2 Meter, Banjir Bandang Tewaskan 1 Orang; 2023. <https://jateng.tribunnews.com/2023/01/07/sebab-perumahan-dinar-indah-semarang-bisa-terendam-hingga-2-meter-banjir-bandang-tewaskan-1-orang>.
2. Prihatmaji YP. Penyuluhan dan Pemetaan Lokasi Rumah. AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship) 2013;2(01):20–22.
3. Memon ZA, Majid MZA, Mustaffar M. The use of photogrammetry techniques to evaluate the construction project progress. Jurnal Teknologi 2006;p. 1â–15.
4. Kementerian Perhubungan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 37 Tahun 2020 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia. Jakarta: Kementerian Perhubungan 2020;.
5. Kementerian Perhubungan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 63 Tahun 2021 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 107 tentang Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak. Jakarta: Kementerian Perhubungan 2021;.
6. Asosiasi Pilot Drone Indonesia. Indonesia Remote Pilot Learning Handbook. Jakarta: Kementerian Perhubungan; 2022.
7. Wolf PR. Elements of Photogrammetry. McGraw-Hill Higher Education; 1983.
8. Hadi BS. Dasar-dasar Fotogrametri. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ekonomi, UNY 2007;.
9. El-Hakim S, Gruen A. Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement. USGS Publications Warehouse; 2001.
10. U S Geological Survey. Digital orthophotos. USGS Publications Warehouse; 1993.

11. Badan Informasi Geospasial. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Badan Informasi Geospasial 2014;.

Cara mengutip artikel ini: Qoyimah, S., Wijaya, A.P., Yusuf, M.A., (2024), Pembuatan Peta Ortofoto dan *Digital Surface Model* Kawasan Perumahan Dinar Indah, Kelurahan Meteseh, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang Berbasis Fotogrametri, *Sewagati*, 8(4):1994–2003, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i4.2061>.