



## Pemetaan Kondisi Sarana dan Prasarana Infrastruktur Berbasis Foto Udara pada Kelurahan Kairagi Dua Kecamatan Mapanget Kota Manado

**Estrellita V. Y. Waney<sup>1</sup>, Sherley Runtunuwu<sup>2</sup>, Deyke J. F. Mandang<sup>3</sup>, Donny R. J. Taju<sup>4</sup>, Pendekar T. Lonan<sup>5</sup>**

Program Studi D4-KBG, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado <sup>1,2,3,4,5</sup>  
E-mail: [ewaney@ymail.com](mailto:ewaney@ymail.com)

### *Abstrak*

*Sarana prasarana infrastruktur diantaranya: jalan dan sistem drainase, merupakan suatu kerangka dasar pada suatu permukiman yang bermanfaat sebagai komponen pelayan masyarakat yang berfungsi mendukung segala aktifitas yang ada di permukiman tersebut melalui fasilitas-fasilitas yang disiapkan. Penelitian dengan skema Penelitian Dasar Produk Vokasi ini bertujuan untuk melakukan pemetaan berbasis foto udara dengan memanfaatkan citra satelit maupun wahana unmanned aerial vehicle (UAV) terhadap kondisi eksisting prasarana transportasi jalan dan jaringan drainase yang terdapat pada Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan pengambilan data sekunder di kantor Kelurahan dan dilanjutkan dengan survey lokasi untuk mendapatkan sebagian data primer. Data primer dan sekunder yang didapatkan kemudian diolah dan digunakan pada kegiatan pengambilan foto udara dengan Drone yang sudah dipasang kamera khusus untuk foto udara, yang dioperasikan dengan software-nya. Hasil foto udara diolah dengan aplikasi untuk kemudian dibuat pemetaan. Dari hasil penelitian didapat bahwa daerah Kelurahan Kairagi Dua menempati area seluas 382,63 Ha. Panjang jalan yang ada sejauh 62.164m, termasuk jalan kota dan lingkungan dengan material aspal sepanjang 45.707m dan material paving sepanjang 5.046m. Panjang jaringan drainase sejauh 47,499m, termasuk saluran drainase terbuka dan tertutup.*

**Kata kunci:** drainase, fotogrametri, jalan, pemetaan

### *Abstract*

*Infrastructure facilities including: roads and drainage systems, are a basic framework in a residence that is useful as a component of community service that functions to support all activities in the residence through the facilities provided. This research with the scheme of Penelitian Dasar Produk Vokasi aims to carry out aerial photography-based mapping by utilizing satellite images and unmanned aerial vehicle (UAV) vehicles on the existing conditions of road transportation infrastructure and drainage networks in Kairagi Dua Village, Mapanget District, Manado City. The research location was conducted in the Kairagi Dua Village, Mapanget District, Manado City. The methodology used in this study begins with collecting secondary data at the Kelurahan office and continues with a site survey to obtain some primary data. The primary and secondary data obtained are then processed and used in aerial photography activities with*



*drones that have been installed with special cameras for aerial photography, which are operated with the software. The results of aerial photos are processed with applications for later mapping. From the results of the study, it was found that the Kairagi Dua Village area occupies an area of 382.63 Ha. The length of the existing road is 62,164m, including city and environmental roads with 45,707m of asphalt material and 5,046m of paving material. The length of the drainage network is 47,499m, including open and closed drainage channels.*

**Keyword:** *drainage, photogrammetry, road, mapping*

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur berkelanjutan bertujuan mewujudkan ketahanan air, kedaulatan pangan, dan ketahanan energi, juga konektivitas bagi penguatan daya saing, layanan infrastruktur dasar permukiman dan perumahan, dan keterpaduan pembangunan antar daerah, antar sektor, dan antar tingkat pemerintahan untuk mensejahterakan masyarakat. Pengembangan infrastruktur berkelanjutan secara terpadu akan meningkatkan kinerja jaringan irigasi, penyediaan air baku untuk semua kebutuhan, kapasitas pengendalian daya rusak air, kemantapan jalan, kebutuhan hunian dengan prasarana dan sarana pendukung, penyediaan sanitasi layak (pengelolaan limbah dan sampah), serta penanganan *backlog* rumah hunian dan kualitas infrastruktur permukiman di perkotaan dan perdesaan. Pelayanan infrastruktur merupakan peran kunci dalam mewujudkan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

Pembangunan sarana dan prasarana infrastruktur memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung aktivitas ekonomi, sosial, budaya, serta kesatuan dan persatuan bangsa terutama sebagai modal dasar dalam memfasilitasi interaksi dan komunikasi di antara kelompok masyarakat serta mengikat dan menghubungkan antar wilayah. Pembangunan sarana dan prasarana, yang menjadi kesatuan dari pembangunan nasional, diharapkan dapat menjadi motor penggerak pertumbuhan perekonomian nasional dan mendukung daya saing nasional secara global. Dukungan sarana dan prasarana terhadap pertumbuhan ekonomi nasional terutama diwujudkan dalam peran jaringan transportasi, komunikasi, dan informatika yang memungkinkan orang, barang, dan jasa bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dan pertukaran informasi secara cepat. Selain itu, dukungan sarana dan prasarana juga diwujudkan dalam peran sumber daya air, listrik, serta perumahan dan pemukiman yang menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan masyarakat. Kodoatie (2005) juga menyatakan bahwa komponen prasarana secara umum terdiri dari prasarana sumberdaya air, sistem drainase, jaringan air bersih, limbah padat/sampah, air limbah dan transportasi. Akan tetapi, data prasarana atau infrastruktur dasar yang menjadi objek dalam penelitian yang akan dilakukan adalah prasarana transportasi jalan, jaringan drainase dan kondisi sarana persampahan.

Selanjutnya, lingkup wilayah kelurahan yang memiliki peran sebagai “pelayan” masyarakat dengan melaksanakan pelayanan masyarakat secara administrasi juga berperan aktif dalam melaksanakan peningkatan dan pemeliharaan kualitas lingkungan kelurahan. Fungsi pelayanan yang diamanahkan oleh pemerintah berhierarki atau kecamatan ini berbeda dengan pengelolaan tingkat Desa yang memiliki pendanaan tersendiri (APBDesa). Hal ini menjadikan pelayanan kelurahan tidak dapat melaksanakan kegiatan, merencanakan dan mengurus sendiri secara swakelola. Hal tersebut kelurahan perlu melakukan pengusulan atau pengadaan pada

pembangunan atau pengembangan bahkan pemeliharaan infrastruktur pada tingkat kecamatan dengan mekanisme Dana Kelurahan yang menjadi dana alokasi umum (DAU) Tambahan, hal ini berbeda dengan APBDesa, dalam arti proses akan membutuhkan persetujuan pemerintah kecamatan atau organisasi perangkat daerah (OPD) kabupaten.

Dengan demikian maka proses pendaatan sangat penting bagi kelurahan untuk memperlihatkan kondisi kualitas lingkungan yang membutuhkan alokasi dana untuk meningkatkan kualitas lingkungan. Kualitas data yang dibutuhkan untuk efisien dan efektif dengan memudahkan kelurahan dalam penunjukkan data sehingga perlu membutuhkan akurasi dan kemudahan dalam menampilkan data, seperti dalam berbentuk digital daring maupun dalam bentuk pemetaan dengan citra satelit ataupun pemetaan dengan memanfaatkan foto udara wahana unmanned aerial vehicle (UAV). Kegiatan pendaatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran permasalahan kondisi kualitas lingkungan kelurahan, sehingga pemerintah kelurahan dapat mengawali proses peningkatan kualitas lingkungan dengan berperan dalam memberikan informasi dalam proses perencanaan sehingga dapat terserap penganggaran di tingkat kecamatan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian yang dapat menghasilkan produk dalam bentuk peta yang menggambarkan kondisi aktual sarana dan prasarana (transportasi jalan, jaringan drainase dan sarana persampahan) yang terdapat di Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Diharapkan hasil penelitian dapat bermanfaat sebagai referensi kebijakan kepada pengambil keputusan pada pemerintah Kota Manado untuk menerapkan pengembangan kota dengan konsep infrastruktur berkelanjutan dengan pemanfaatan teknologi pada pemetaan sarana dan prasarana dalam lokasi daerah tertentu.

## 2. DASAR TEORI

Sarana prasarana infrastruktur merupakan suatu kerangka atau dasar pada suatu permukiman yang berfungsi mendukung segala aktifitas yang ada di permukiman tersebut melalui fasilitas-fasilitas yang disiapkan dan bermanfaat sebagai komponen pelayan masyarakat. Dalam pengembangannya, infrastruktur selayaknya mempertimbangkan rencana tata ruang wilayah dan kapasitas daya dukung lingkungan melalui kajian lingkungan hidup strategis. Kementerian Pekerjaan Umum telah mengeluarkan Permen PU Nomor: 494/PRT/M2005 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Perkotaan (KSNP Kota) dengan visi terwujudnya kawasan perkotaan yang aman, layak huni, berkeadilan sosial, sejahtera, berbudaya, produktif, dan berkembang secara berkelanjutan, serta saling memperkuat dalam mewujudkan pengembangan wilayah. Sebagai salah satu misinya adalah mengembangkan sarana dan prasarana perkotaan yang memenuhi Standar Pelayanan Perkotaan (SPP).

Selanjutnya, prasarana adalah kelengkapan dasar fisik suatu lingkungan, kawasan, kota atau wilayah (*spatial space*) sehingga memungkinkan ruang tersebut berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan infrastruktur merupakan sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunan-bangunan gedung dan fasilitas publik yang lain yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam lingkup sosial dan ekonomi (Grigg, 1988 dalam Kodoatie, 2005).

Klasifikasi ruang jalan berdasarkan konsep Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Sistem Perkotaan, Dinas PU 1996 (dalam Mirsa, 2011) dapat dibedakan ke dalam beberapa kelas jalan (Tilaar dkk, 2019), diantaranya adalah:

1. Berdasarkan sistem jaringannya: sistem primer, sistem sekunder

2. Berdasarkan fungsinya: jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal
3. Berdasarkan pola jalan: pola tidak teratur, pola radial konsentris, pola bersudut siku
4. Berdasarkan karakter dan intensitas lalu lintas: Pelayanan A, B, C, D, E dan F.
5. Berdasarkan jangkauan pelayanan: jalan yang melintas di dalam kota dan jalan yang menghubungkan antar kota

Penelitian ini sudah melakukan pemetaan sarana dan prasarana infrastruktur berkelanjutan yang terdapat di Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Pemetaan yang akan dikerjakan berbasis foto udara. Pemetaan fotogrametri atau aerial surveying adalah teknik pemetaan melalui foto udara. Hasil pemetaan secara fotogrametri berupa peta foto dan tidak dapat langsung dijadikan dasar. Selanjutnya, pemetaan fotogrametri tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan ground controls point (titik dasar control).

Fotogrametri dapat didefinisikan sebagai suatu seni, pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang suatu obyek fisik dan keadaan disekitarnya melalui proses perekaman, pengamatan/ pengukuran dan interpretasi citra fotografisasi rekaman gambar gelombang elektromagnetik (Santoso, 2004). Salah satu karakteristik fotogrametri adalah pengukuran terhadap objek yang dilakukan tanpa perlu bersentuhan ataupun berhubungan secara langsung dengan obyek. Pengukuran terhadap obyek tersebut dilakukan melalui data yang diperoleh pada sistem sensor yang digunakan. Selanjutnya, pengambilan objek informasi permukaan bumi atau sering disebut pemetaan fotogrametri menggunakan foto udara sebagai sumber data utamanya menjadikan kualitas peta atau informasi yang dihasilkan sangat tergantung dari kualitas metrik maupun kualitas gambar (pictorial quality) sumber data tersebut (Gularso dkk, 2013).

Pemetaan dengan metode fotogrametri ini sudah banyak menggunakan pesawat tanpa awak sehingga merupakan metode survey dan pemetaan yang sangat efektif. Metode ini dapat memotret cakupan wilayah yang luas dari jarak dekat dan ketelitian yang besar hanya dalam waktu yang singkat. Peta foto yang dihasilkan juga biasanya memiliki skala yang besar sehingga sangat cocok untuk dimanfaatkan dalam hal perencanaan (Syauqani dkk, 2017). Lebih jauh lagi, pemanfaatan teknologi dalam bidang pemetaan fotogrametri sangat berkembang. Hal ini ditunjukkan dengan pemanfaatan UAV dalam melakukan pemetaan untuk area skala kecil atau besar, dengan memanfaatkan teknologi tersebut diharapkan dapat membantu dalam melakukan akuisisi data dengan mudah, waktu yang lebih cepat, personil lebih sedikit dan hasil yang akurat. Kelebihan utama dari UAV dibandingkan dengan pesawat berawak adalah bahwa UAV dapat digunakan pada situasi dengan resiko tinggi tanpa perlu membahayakan nyawa manusia, pada area yang tidak dapat diakses dan terbang pada ketinggian rendah di bawah awan sehingga foto yang dihasilkan terbebas dari awan. Selain itu, salah satu faktor kelebihan UAV adalah biaya. Harga perangkat UAV dan biaya operasionalnya jauh lebih murah jika dibandingkan dengan pesawat berawak. Dengan diimplementasikannya perangkat GPS/INS unit navigasi maupun stabilisasi memungkinkan kegiatan penerbangan yang presisi (sesuai dengan rencana terbang) sekaligus menjamin terpenuhinya cakupan area dan overlap foto yang diinginkan (Subakti, 2017). Selanjutnya, penggunaan wahana udara nir-awak untuk pemotretan udara menjadi lebih fleksibel untuk memenuhi kebutuhan pemotretan wilayah perkotaan pada lokasi tertentu dengan biaya yang jauh lebih murah. Selain memiliki tingkat portabilitas yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan pesawat udara, model pemotretan dengan wahana udara nir-awak juga bisa mengurangi biaya sewa pesawat udara yang mahal. Sehingga pada luasan  $< 100$  Ha pun dapat efisien untuk dilakukan pemotretan udara (Rokhmana, 2013).

Perkembangan teknologi pada Era Revolusi Industri 4.0 telah memberikan beberapa solusi inovasi dalam kurun waktu yang relatif singkat dan akurat, salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu memanfaatkan teknologi drone. Teknologi drone menurut (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 90 Tahun 2015), didefinisikan sebagai mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh penerbang (pilot) atau mampu mengendalikan dirinya sendiri menggunakan hukum aerodinamika. Dalam prinsip kerja untuk pendekatan sebuah informasi objek yang ada di permukaan bumi, teknologi drone memiliki konsep seperti fotogrametri yang merupakan seni, ilmu, dan teknologi perolehan informasi tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran foto udara.

Menurut Suroso, (2016), drone adalah pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh. Pesawat tanpa awak atau Pesawat nirawak (Unmanned Aerial Vehicle atau UAV), adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Salah satu kelebihan dari wahana ini adalah kemampuan terbang secara vertikal yang memungkinkan terbang pada daerah dengan padat penduduk seperti perumahan tanpa membahayakan nyawa manusia (Akbar dkk, 2014; Hakim dkk, 2021). Teknologi ini juga mampu melakukan pemetaan bidang tanah secara cepat dengan kondisi geografis dan topografis yang ada (Hartono dan Darmawan, 2018; Srefano, 2020).

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah studi kepustakaan, dengan tujuan untuk memperoleh data sekunder berupa data profil Kelurahan Kairagi Dua, Kota Manado dan untuk mendapatkan hasil penelitian yang relevan, observasi dengan melakukan pengamatan di lokasi penelitian dan pengambilan gambar foto udara dengan Drone. Data sekunder diambil dari Kantor Lurah dan dilanjutkan dengan survey lokasi untuk mendapatkan sebagian data primer. Data primer dan sekunder yang didapatkan kemudian diolah untuk digunakan pada kegiatan pengambilan foto udara dengan Drone yang sudah dipasang kamera khusus untuk foto udara, yang harus dioperasikan dengan *software*-nya. Hasil foto udara diolah dengan aplikasi untuk kemudian dilakukan pemetaan.

Metode pengambilan foto udara dibagi menjadi beberapa bagian yaitu persiapan, perencanaan jalur terbang, pemotretan udara, pemrosesan data, pembuatan stereo model dan hasil. Kalibrasi kamera, hitungan *bundle adjustment*, orientasi luar dan dalam, pembuatan mozaik, pembuatan DSM semuanya dilakukan dengan software.

Pemotretan udara dilakukan pada semua area Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget, Kota Manado dengan ketinggian terbang 200 meter di atas permukaan tanah. Dalam pemotretan ini akan didapatkan banyak foto tetapi tidak keseluruhan foto diikutkan dalam pemrosesan.

Selanjutnya, pada saat pemotretan usahakan berada dalam kondisi cuaca yang cerah agar tidak terjadi kesalahan pendektsian *tie point* pada setiap foto yang memiliki *overlap* dan *sidelap*. Dalam melakukan pemrosesan gunakan komputer dengan spesifikasi yang tinggi agar didapatkan hasil mozaik dan DSM (*Digital Surface Model*) yang maksimal. Pada perencanaan pemotretan udara sebaiknya menggunakan wahana udara tanpa awak dengan membuat *ground control point*

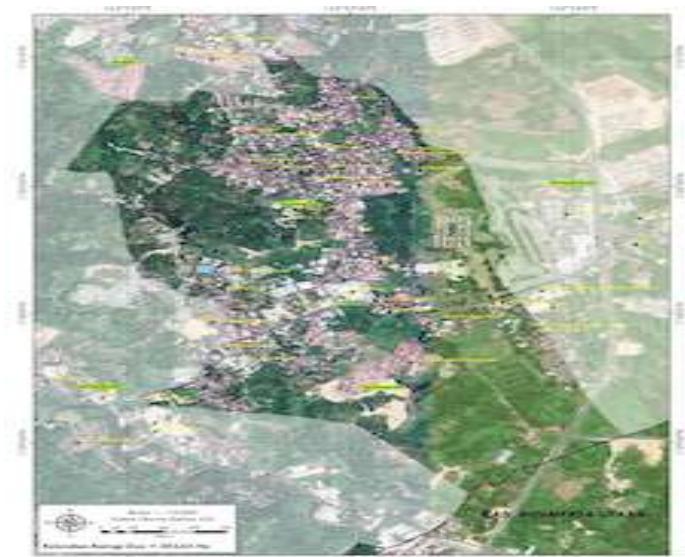
sebanyak mungkin untuk meminimalisasi kesalahan geometrik akibat distorsi kamera (Gularso dkk, 2015)

Alignment foto merupakan tahap awal pengolahan foto digital pada perangkat lunak yang dipakai. Pada tahap ini dilakukan proses identifikasi tie point secara otomatis. Algoritma yang ada ini akan mengenali titik-titik yang mempunyai kesamaan nilai pixel dan akan membentuknya menjadi model tiga dimensi. Hasil dari proses alignment diantaranya adalah parameter kalibrasi kamera atau *internal orientation* (IO), bentuk kumpulan tie point terdeteksi dalam model 3D, dan posisi kamera saat pemotretan atau *external orientation* (EO) yang melibatkan hitungan *bundle adjustment*. Setelah proses pembentukan point cloud, tahap selanjutnya adalah pembuatan model geometri. Pada tahap pembentukan point cloud sebelumnya, titik-titik masih terlihat kasar dan masih terdapat celah antar titik, serta obyek-obyek yang mempunyai ketinggian seperti pohon, bangunan belum terekonstruksi secara sempurna, hal ini dikarenakan pada saat pembentukan point cloud hanya mengidentifikasi titik-titik yang mempunyai nilai piksel yang sama disebut sebagai tie point. Oleh karena itu, dilakukanlah pemodelan geometri dengan melakukan perapatan image di sekitar tie point dan penggabungan antar titik berdasarkan nilai tingginya. Pemodelan geometri belum menampilkan kondisi image yang sebenarnya dan masih terlihat kasar serta texture foto yang belum terbentuk.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

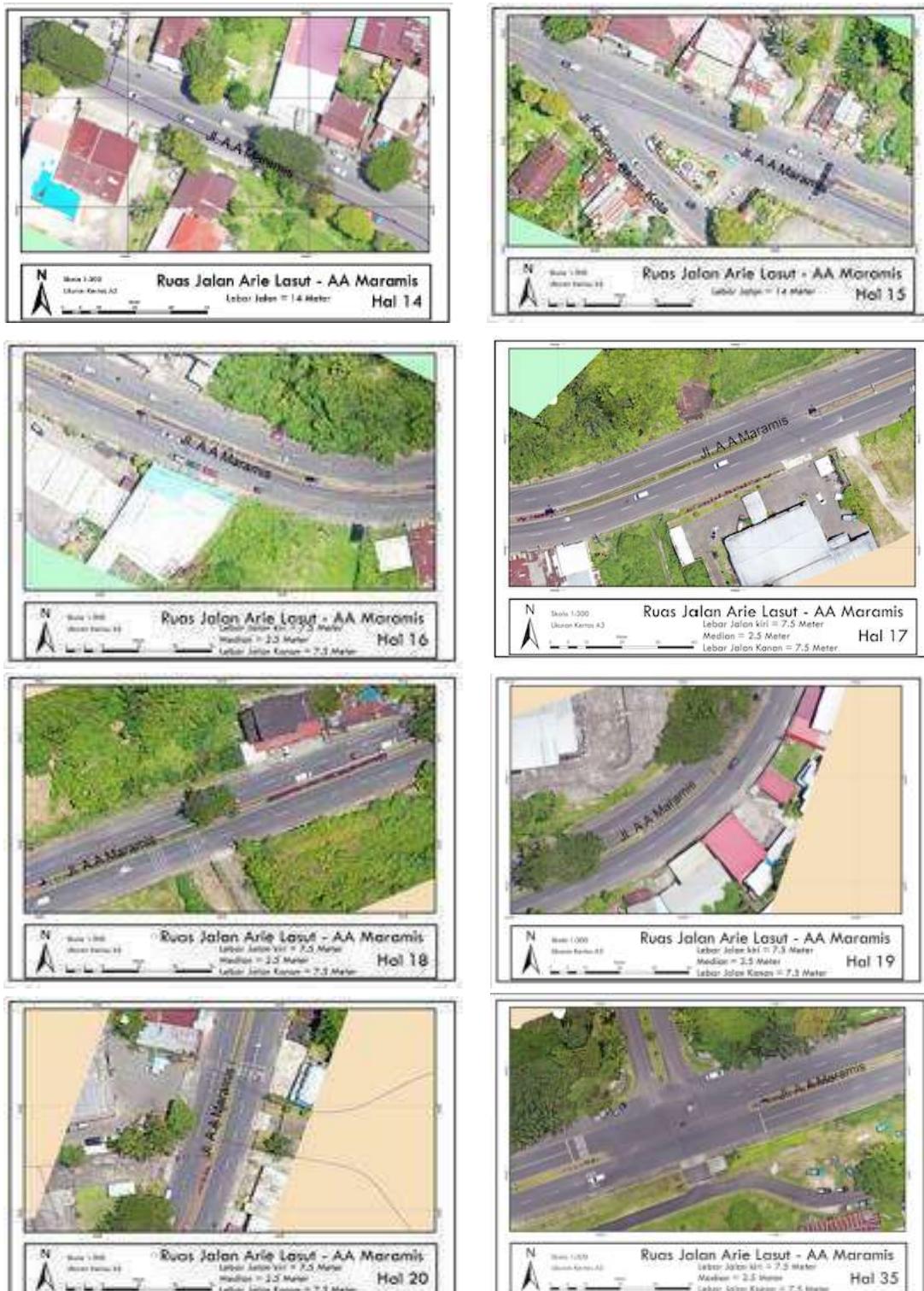
Gambar 1 menunjukkan lokasi Kelurahan Kairagi Dua yang terletak di Kecamatan Mapanget. Hasil pengumpulan data didapat sebagai berikut:

- Luas Kelurahan Kairagi Dua sebesar 382,65 Ha
- Panjang jalan sejauh 62.164 meter yang termasuk jalan kota dan jalan lingkungan.
- Jalan terdiri dari jalan bermaterial aspal sepanjang 45.707 meter dan bermaterial paving sepanjang 5.046 meter.
- Panjang jaringan drainase sejauh 47.499 meter, sudah termasuk saluran drainase terbuka dan tertutup.



**Gambar 1.** Foto Udara Kelurahan Kairagi Dua

Pada hasil foto udara Gambar 2 dapat dilihat jalan A.A. Maramis pada beberapa lokasi. Trotoar tidak tersedia untuk pejalan kaki pada sebagian jalan ini. Menyebabkan ketidaknyamanan dan rasa tidak aman bagi pejalan kaki. Juga, terdapat tumbuhan-tumbuhan liar yang sudah menduduki bahu jalan. Ini dapat menyebabkan berkurangnya fungsi jalan yang ada.



**Gambar 2.** Foto Udara Jalan A. A. Maramis - Kelurahan Kairagi Dua

Pada jalan beraspal terdapat beberapa lokasi yang terjadi keretakan aspal dan ada beberapa lokasi yang berlubang. Jika keretakan dan lubang yang ada tidak segera diperbaiki akan menyebabkan kerusakan yang lebih parah pada saat musim penghujan karena pada titik kerusakan akan menjadi tempat penampungan air. Selanjutnya, hal ini akan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Semua itu akan berdampak pada menurunnya tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Secara umum, penataan pola jaringan prasarana harus mengikuti asas perkembangan daerah atau wilayah yang sudah terbangun dengan perluasan prasarana diarahkan untuk melayani keguatan dan lingkungan permukiman sesuai persyaratan teknis dan komdisi fisik wilayahnya (Massiki, 2005).

Berdasarkan foto-foto pada Gambar 3 yang diambil dari jarak jauh maupun dekat maka dapat dilihat kondisi drainase yang terdapat di sepanjang jalan yg ditinjau. Pada beberapa lokasi, drainase yang terbuka sudah ditumbuhi oleh tanaman-tanaman (rumput) liar dan ada juga drainase yang rusak. Sedangkan untuk drainase yang tertutup masih dalam kondisi baik.

Untuk drainase yang sudah ditumbuhi tanaman liar akan dapat menyebabkan terhambatnya aliran air dalam drainase tersebut yang kemudian akan mengakibatkan air meluap ke bahu jalan bahkan ke badan jalan sehingga bisa merusak bahu dan badan jalan yang ada.



**Gambar 3.** Foto Jaringan Drainase pada Kel. Kairagi Dua

Berdasarkan hasil foto udara terhadap Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget dapat disarankan agar penyediaan sarana prasarana yang ada sebaiknya berdasarkan jumlah penduduk dan jarak yang ada sehingga prasarana yang ada menjangkau dan terlayani dengan maksimal. Pemerintah diharapkan memberikan perhatian yang lebih lagi dalam penyediaan prasarana dasar pada kelurahan-kelurahan yang kekurangan maupun yang belum memadai, menyediakan ruang untuk kebutuhan aktifitas sehingga tidak mengganggu dan menyalahgunakan prasarana yang ada dan melakukan pemeriksaan pada setiap periode waktu tertentu untuk mengawasi kondisi prasarana yang ada.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil foto udara yang sudah dilakukan untuk daerah Kelurahan Kairagi Dua, Kecamatan Mapanget didapati bahwa pada jalan beraspal terdapat beberapa lokasi yang terjadi keretakan aspal dan ada beberapa lokasi yang berlubang. Jika keretakan dan lubang yang ada tidak segera diperbaiki akan menyebabkan kerusakan yang lebih parah pada saat musim penghujan karena pada titik kerusakan akan menjadi tempat penampungan air. Selanjutnya, hal ini akan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Semua itu akan berdampak pada menurunnya tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Pada beberapa lokasi jalan A. A. Maramis, trotoar tidak tersedia untuk pejalan kaki. Hal ini akan berdampak pada berkurangnya tingkat kenyamanan dan keamanan pejalan kaki. Selain itu, terdapat tumbuhan-tumbuhan liar yang sudah menduduki bahu jalan yang akan mengakibatkan rusaknya bahu jalan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya fungsi jalan yang ada. Pada beberapa lokasi, kondisi drainase dalam keadaan rusak dan ada juga yang sudah terdapat tanaman ataupun rumput liar yang bertumbuh di dalamnya sehingga menyebabkan dinding drainase rusak dan tidak berfungsi dengan maksimal. Hal ini akan dapat menyebabkan terhambatnya aliran air dalam drainase tersebut yang kemudian akan mengakibatkan air meluap ke bahu jalan bahkan ke badan jalan sehingga bisa merusak bahu dan badan jalan yang ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado sebagai lembaga pemberi pendanaan melalui skema Penelitian Dasar Produk Vokasi Tahun 2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H., Sasmito, B., & Wijaya, A. P. (2014). Pembuatan Peta Foto Dengan Foto Udara Format Kecil Di Kompleks Candi Prambanan Dengan Wahana Quadcopter. *Jurnal Geodesi Undip*, 3 No.5, 37-49. Oktober 2014.
- Gularso, H., Subiyanto, S., dan Sabri, L. M. (2013). Tinjauan Pemotretan Udara Format Kecil Menggunakan Pesawat Model Skywalker 1680 (Studi Kasus : Area Sekitar Kampus UNDIP). *Jurnal Geodesi Undip*, 2 No. 2, 78-94. April 2013

- Gularso, H., Rianasari, H., dan Silalahi, F. E. (2015). Penggunaan Foto Udara Format Kecil Menggunakan Wahana Udara Nir-Awak Dalam Pemetaan Skala Besar. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 21 No. 1, 37-44. Agustus 2015
- Hakim, M.A, Emawati, H, Mujahiddin, D.E. (2021). Pemanfaatan pesawat tanpa awak untuk pemetaan dan identifikasi penutupan lahan pada kawasan hutan pendidikan UNMUL. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, Vol. 20, No.1, hal. 1-14.
- Hartono, D, Darmawan, S, (2018). Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Jenis Quadcopter untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus: Desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung), *Jurnak Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 1, No.1, pp. 30-40.
- Kementerian Pekerjaan Umum. Permen PU Nomor: 494/PRT/M2005 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Perkotaan (KSNP Kota).
- Kodoatie, R.J., (2005). *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Massikki, M, N., (2005). Analisis Ketersediaan Sarana dan Prasarana Pada Lingkungan Permukiman. *MEKTET*, Vol. 7, No. 3, September 2005.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 90 Tahun 2015 Tentang Pengendalian Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara Yang Dilayani Indonesia
- Rokhmana, C. A. (2013). Percepatan Pemetaan Kadaster Memanfaatkan Teknologi Wahana Udara Tanpa Awak. *Bhumi: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 38, 263-268.
- Stefano (2020). Pemanfaatan Drone dalam Pemetaan Kontur Tanah, *Buletin LOUPE*, Vol 16 No. 02, Desember 2020.
- Subakti, B. (2017). Pemanfaatan Foto Udara UAV Untuk Pemodelan Bangunan 3D Dengan Metode Otomatis. *Jurnal Spectra*, XV No. 30, 15-30. Juli-Desember 2017
- Suroso, I, (2018), Peran drone dalam aspek kehidupan. JKPNPNA Yogyakarta : Deepublish 2018 ©2018.
- Syauqani, A., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. (2017). Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter DJI Phantom 3 Pro Pada Pembuatan Peta Orthofoto (Studi Kasus Kampus Universitas Diponegoro). *Jurnal Geodesi Undip*, 6 No. 1, 249-257. Januari 2017
- Tilaar, N, Gosal, P, dan Tilaar, S. (2019). Evaluasi Prasarana Dasar Permukiman Di Kelurahan Kima Atas Dan Kelurahan Kairagi Di Kecamatan Mapanget, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 33, No. 1, hal.33-48.