



Pengukuran Komponen Geometrik Jalan pada Ruas Jalan A. A. Maramis di Kota Manado dengan Menggunakan *Small Unmanned Aerial Vehicle*

Josef A. J. Sumajouw¹, Estrellita V. Y. Waney², Chris Hombokau³,
Novriana Amelia Pangemanan⁴

Teknik Jalan dan Jembatan, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado¹
Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado^{2,3,4}
E-mail: ewaney@ymail.com

Abstrak

Peningkatan volume lalu lintas di ruas jalan A. A. Maramis merupakan dampak dari adanya pergerakan arus lalu lintas orang dan barang dari dan ke Kota Bitung sebagai kota pelabuhan dan dermaga kontainer. Kondisi topografi pada ruas jalan ini memiliki medan datar dan berbukit. Adanya turunan yang cukup panjang pada medan berbukit ini, dapat berpotensi menyebabkan kehilangan daya pengereman bagi kendaraan berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur komponen geometrik jalan khususnya kelandaian dan elevasi jalan dari existing ruas jalan A.A. Maramis dengan menggunakan peralatan *Small Unmanned Aerial Vehicle* (SUAV). Data Primer diambil dengan metode wawancara, observasi dan pengukuran langsung di lapangan serta pengambilan gambar foto udara dengan SUAV (Drone). Data sekunder adalah Pedoman Desain Geometrik Jalan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2021. Data primer dan sekunder kemudian diolah untuk digunakan pada pengambilan foto udara. Hasil foto udara akan diolah dengan aplikasi untuk kemudian dilakukan pemetaan. Metode pengambilan foto udara meliputi: persiapan, perencanaan jalur terbang, pemotretan udara, pemrosesan data, pembuatan stereo model dan hasil. Pemotretan udara dilakukan dengan ketinggian terbang 200 meter di atas permukaan tanah pada ruas jalan A.A. Maramis di Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai kelandaian negatif maksimum adalah -6,42 pada STA 2+250-2+300 dan nilai kelandaian positif maksimum adalah 11,30 pada STA (1+900)-(1+925).

Kata kunci—alinyemen vertikal, drone, elevasi, kelandaian.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Perkembangan Kota Manado yang cukup pesat dan tingginya pertumbuhan masyarakat yang berpindah kota atau urbanisasi menyebabkan ruas jalan A. A. Maramis menjadi lebih padat. Juga disebabkan oleh bertambahnya penduduk yang tinggal di sekitar jalan dan pergerakan arus lalu lintas orang dan barang dari dan ke Kota Bitung sebagai kota pelabuhan yang disinggahi kapal-kapal penumpang antar kota besar di Indonesia dan memiliki dermaga kontainer peti kemas 20 dan 40 kaki. Hal ini mengakibatkan peningkatan volume lalu lintas di jalan A. A. Maramis. Juga, kondisi topografi pada ruas jalan ini tidak saja memiliki medan datar tapi juga terdapat medan berbukit. Terdapatnya turunan yang cukup panjang pada medan berbukit ini, dapat berpotensi menyebabkan kehilangan daya pengereman bagi kendaraan berat. Dengan demikian harus dibuat perencanaan geometrik terutama alinyemen vertikal dalam bentuk kelandaian yang tepat, sehingga dapat mengurangi risiko kehilangan kendali. Dalam perancangan tersebut, penentuan maupun pengambilan kelandaian merupakan hal yang penting

karena dapat berpengaruh pada pergerakan kendaraan terutama kendaraan berat seperti bus, truk dan truk kontainer. Pengaruh dari kelandaian ini bisa dilihat dari berkurangnya kecepatan kendaraan. Oleh sebab itu sangat perlu untuk dilakukan evaluasi terhadap komponen geometrik jalan, khususnya kelandaian dan elevasi jalan yang ada pada ruas jalan A.A Maramis di Kota Manado. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilaksanakan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kelayakan teknis alinyemen vertikal khususnya kelandaian dan superelevasi jalan dari existing ruas jalan A. A. Maramis di Kota Manado berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan oleh Direktorat Bina Marga dengan menggunakan peralatan *Small Unmanned Aerial Vehicle* (SUAV).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil, khususnya dalam bidang konstruksi jalan dan dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan mengenai evaluasi alinyemen vertikal dengan menggunakan SUAV. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat praktis kepada pembaca mengenai pemahaman terhadap alinyemen vertikal dengan cara menganalisis secara langsung kelandaian jalan dengan menggunakan SUAV serta dapat dijadikan referensi bagi para perencana jalan juga menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.4. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan antara bidang vertikal dengan sumbu jalan, yang terbentuk dari serangkaian segmen dengan kelandaian memanjang dan lengkung vertikal. Profil bervariasi tergantung pada topografi, desain alinyemen horizontal, kriteria desain, geologi, pekerjaan tanah, dan aspek ekonomi lainnya. Untuk membedakan topografi dapat dilakukan dengan membaginya kedalam tiga kategori, yaitu: datar, bukit, dan gunung. Pada medan datar, jarak pandang biasanya lebih mudah dicapai dan dengan biaya yang ekonomis. Pada medan bukit, lereng alami naik dan turun secara selaras atau konsisten terhadap jalan. Dalam beberapa kasus, lereng yang curam membatasi desain alinemen horizontal dan vertikal yang normal. Pada medan gunung, perubahan elevasi permukaan tanah muncul secara mendadak baik memanjang maupun melintang sepanjang alinyemen jalan, sehingga seringkali membutuhkan penggalian yang curam dan pembuatan lereng bertangga (*benching*) untuk memperoleh alinyemen horizontal dan vertikal yang dapat diterima (Bina Marga, 2021).

Analisa geometrik dan perencanaan bentuk alinyemen vertikal bertujuan untuk memperoleh bentuk pada bagian lurus dan bagian lengkung, yang ditinjau dari titik awal pengukuran, yang berupa profil memanjang (Susianto, Widodo, Kadarini, 2020. Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2021, maka perencanaan alinyemen vertikal harus memperhatikan aspek-aspek berikut ini, diantaranya:

1.4.1. Kelandaian Memanjang Minimum

Jalan dengan kelandaian atau kemiringan datar biasanya bisa membuat drainase permukaan yang baik, dimana kemiringan melintangnya mencukupi untuk membuang air secara lateral melalui bahu dan kemudian ke saluran samping. Kelandaian minimum yang pantas biasanya 0,3 persen. Namun, saluran drainase tepi jalan dan median mungkin memerlukan kelandaian lebih curam dibandingkan kelandaian jalan agar dapat mengalirkan air dengan baik.

1.4.2. Kelandaian Memanjang Maksimum

Menurut Bina Marga (2021), Kecepatan kerja atau operasi yang seragam dilakukan untuk sepanjang ruas jalan. Dalam menetapkan kriteria desain kelandaian maksimum, perlu memperhatikan kendaraan desain terkait dengan kemampuan kendaraan dalam melintasi tanjakan dengan kelandaian maksimum. Pada jalan kelas I dengan kendaraan desain, seperti truk berat semi trailer, kemampuannya melintasi tanjakan dengan kecepatan 40Km/Jam paling tinggi kira-kira 5,5% sehingga kelandaian maksimum perlu dibatasi sesuai kemampuan tersebut. Jika kelandaian maksimum lebih besar dari 5,5% kemungkinan besar akan ditemui kendaraan besar dengan kecepatan $\leq 40\text{Km/Jam}$.

1.5. Fotogrametri

Teknologi drone dapat memberikan informasi dalam bentuk miniatur gambar udara dengan lebih detail dan akurat, bahkan meski daerah inspeksinya sangat luas. Data digital pemetaan lahan pertanian berdasarkan klasifikasi medan memberikan representasi visual gambar optik dengan resolusi spasial hingga dibawah 1cm, jauh lebih detail dibandingkan dengan satelit (30 cm) dan pesawat (10cm) (CNES, 2012; B. Satyanarayana. dkk, 2011; Sulong. dkk, 2002). 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 keunggulannya adalah kemampuan terbang secara vertikal yang memungkinkan terbang pada daerah dengan padat penduduk seperti perumahan (Akbar , Sasmito, & Wijaya, 2014). Selanjutnya, menurut Utomo (2017), penggunaan drone untuk percepatan pemetaan tanah adalah pilihan yang tepat karena hasil pemotretan drone punya resolusi spasial yang tinggi sehingga sesuai dengan aturan pemetaan bidang tanah dan harganya murah. Penelitian lainnya juga mendapatkan bahwa pemetaan dengan metode fotogrametri yang menggunakan pesawat tanpa awak 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, Subiyanto, & Suprayogi, 2017). Salah satu ciri fotogrametri adalah pengukuran terhadap suatu objek tanpa perlu bersentuhan secara langsung dengan obyek. Pengukuran terhadap obyek tersebut dilakukan melalui data yang diperoleh pada sistem sensor yang digunakan. Selain itu, dalam memperoleh informasi objek permukaan bumi atau pemetaan fotogrametri digunakan foto udara sebagai sumber data utama, sehingga kualitas peta atau informasi yang dihasilkan sangat bergantung pada kualitas gambar (pictorial quality) sumber data tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah:

- Studi kepustakaan, dengan tujuan untuk memperoleh data sekunder berupa data profil ruas jalan A. A. Maramis di Kota Manado
- Observasi dengan melakukan pengamatan di lokasi penelitian.
- Pengambilan gambar foto udara dengan Drone.

2.2. Data Penelitian

Data Primer diambil dengan beberapa metode, yaitu:

- Wawancara dengan petugas yang berwenang di kantor Balai Pelaksana Jalan Nasional XV Manado
- Observasi langsung di lapangan
- Pengukuran langsung di lapangan
- Pengambilan gambar foto udara dengan Drone

Data sekunder diambil dari Pedoman Desain Geometrik Jalan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2021. Data primer maupun 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 yang didapat diolah dengan aplikasi untuk kemudian dilakukan pemetaan. Metode pengambilan foto udara ini 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*.

2.3. Pemotretan Udara

Pemotretan udara dilakukan pada ruas jalan A. A. Maramis yang terletak pada Kecamatan Mapanget, Kota Manado dengan ketinggian terbang 200 meter di atas permukaan tanah. Dalam pemotretan ini akan didapatkan banyak foto tetapi tidak keseluruhan foto diikuti dalam pemrosesan. Wolf (1983) menyatakan mosaik foto udara merupakan gabungan dari dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan sehingga terbentuk paduan gambar yang berkesinambungan dan menampilkan daerah yang lebih luas.

2.4. Alignment Foto

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.

2.5. Pemodelan Geometri

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.

2.6. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di ruas jalan A. A. Maramis yang berada wilayah Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Dipilihnya ruas jalan pada wilayah ini sebagai objek penelitian karena memiliki ciri-ciri yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Waktu penelitian untuk pengambilan foto udara akan dilaksanakan pada bulan Juni 2024. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada bagan Jadwal Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Hasil analisis data yang didapat dengan menggunakan SUAV (Drone) diolah dengan Aplikasi AutoCAD dan Civil 3D. Dari pengolahan data didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Kelandaian dan Elevasi

Station	Kelandaian	Elevasi
1 + 400 – 1 + 425	0,09 %	21.370
1 + 425 – 1 + 450	0,99 %	21.510
1 + 450 - 1 + 475	0,99%	21.815
1 + 475 – 1 + 500	3,54%	22.738
1 + 500 – 1 + 525	4,09%	23.699
1 + 700 – 1 + 725	5,89%	32.732
1 + 750 – 1 + 775	6,76%	36.128
1 + 775 – 1 + 800	8,81%	38.417
1 + 800 – 1 + 825	10,56%	41.048
1 + 825 – 1 + 850	11,14%	43.916
1 + 850 – 1 + 875	11,25%	46.755
1 + 875 – 1 + 900	10,80%	49.500
1 + 900 – 1 + 925	11,30%	52.259
1 + 925 – 1 + 950	4,25%	54.472
1 + 950 – 1 + 975	6,54%	55.819
2 + 125 – 2 + 150	3,41%	63.613
2 + 150 – 2 + 175	-0,20%	63.838
2 + 175 – 2 + 200	-0,54%	63.732

2 + 200 – 2 + 225	-1,23%	63.501
2 + 225 – 2 + 250	-1,23%	62.888
2 + 250 – 2 + 275	-6,42%	61.657
2 + 275 – 2 + 300	-6,42%	60.256
2 + 300 – 2 + 325	-2,10%	59.333
2 + 325 – 2 + 350	-0,28%	58.724
2 + 350 – 2 + 375	-0,49%	58.725
2 + 375 – 2 + 400	1,77%	58.955
2 + 400 – 2 + 425	0,06%	59.413
2 + 800 – 2 + 825	4,74%	73.648
2 + 825 – 2 + 850	3,40%	74.460
3 + 150 – 3 + 175	1,80%	82.784
3 + 175 – 3 + 200	1,88%	82.199
3 + 200 – 3 + 225	-4,47%	80.908
3 + 225 – 3 + 250	-4,81%	79.706
3 + 250 – 3 + 275	-4,22%	78.796
3 + 350 – 3 + 375	-1,95%	76.393
3 + 375 – 3 + 400	-2,17%	75.865
3 + 450 – 3 + 475	-2,11%	74.309
3 + 475 – 3 + 500	-1,59%	73.936
3 + 500 – 3 + 525	-0,19%	73.928
3 + 525 – 3 + 550	-0,04%	73.897
3 + 550 – 3 + 575	-0,02%	73.887
3 + 600 – 3 + 625	-0,10%	73.657
3 + 625 – 3 + 650	0,29%	73.528
3 + 650 – 3 + 675	0,29%	73.560
3 + 675 – 3 + 700	0,85%	73.678
3 + 700 – 3 + 725	1,24%	73.897
3 + 725 – 3 + 750	0,04%	74.141
3 + 750 – 3 + 775	0,04%	74.199

3.2. Pembahasan

Dari tabel hasil pengukuran dapat dilihat bahwa ada nilai kelandaian negatif (menurun) dan nilai kelandaian positif (menanjak).

Kelandaian negatif pada:

STA (2 + 150) – (2 + 375) dan STA (3 + 200) – (3 + 625)

Kelandaian negatif terkecil dengan nilai -0,02 pada STA (3 + 550) – (3 + 575)

Kelandaian negatif terbesar dengan nilai -6,42 pada STA (2+250) – (2+300)

Kelandaian positif pada:

STA (1 + 400) – (2 + 150) , STA (2 + 375) – (3 + 200) dan STA (3 + 625) – (3 + 775)

Kelandaian positif terkecil dengan nilai 0,04 pada STA (3 + 725) – (3 + 775)

Kelandaian positif terbesar dengan nilai 11,30 pada STA (1+900) – (1+925)

5. KESIMPULAN

Ruas Jalan A. A. Maramis sebagai Jalan Arteri Primer yang memiliki peranan penting pada sistem transportasi darat dan dalam perkembangan ekonomi regional di Provinsi Sulawesi Utara dan juga sebagai Jalan Provinsi yang menghubungkan Kota Manado sebagai dengan Kabupaten Minahasa Utara dan Kota Bitung sebagai kota pelabuhan terbesar di Sulawesi Utara memiliki topografi medan datar dan medan berbukit. Dengan demikian terdapat kelandaian negatif dan kelandaian positif. Nilai kelandaian negatif maksimum adalah -6,42 pada STA 2+250 – 2+300. Nilai kelandaian positif maksimum adalah 11,30 pada STA (1+900) – (1+925). Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk mengevaluasi komponen-komponen pada Alinyemen Horizontal dari ruas jalan A.A. Maramis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Manado dan Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang sudah memfasilitasi dalam mendapatkan dana DIPA penelitian melalui kompetisi secara internal institusi.

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.
- Bina Marga, (2021), Surat Edaran Dirjen No. 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- Ferdinandus, A.V. dan Lewaherilla N., (2017), Perencanaan Geometrik Jalan dan Tebal Perkerasan (Analisa Komponen Method) Pada Ruas Jalan Masiwang - Airnanang Kabupaten Seram Bagian Timur Sta 40 + 000 - 43 + 000, *Jurnal Manumata*, No.1., Vol.3, pp.15-25, ISSN 2087-5703
- Gularso, H., Subiyanto, S., & Sabri, L. M., (2013), Tinjauan Pemotretan Udara Format Kecil Menggunakan Pesawat Model Skywalker 1680 (Studi Kasus : Area Sekitar Kampus UNDIP), *Jurnal Geodesi Undip*, No.2, Vol. 2, pp.78-94.
- Gusmulyani, (2019), Evaluasi Alinemen Vertikal Jalan Luar Kota (Studi Kasus Ruas Jalan Proklamasi Teluk Kuantan Pekanbaru), *JPS*, No.2, Vol. 1, pp.120-134, ISSN: 2656-2960
- Indriani, S., Rachman, A., dan Abdullah, A.Y.S., (2020), Evaluasi Alinemen Vertikal pada Ruas Jalan Desa Timbong Kecamatan Banggai Tengah Kabupaten Banggai Laut, *Jurnal Radial*, No. 2, Vol. 8, pp.111-120.DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v8i2.208>.
<https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/208>

- Kaharu, F., Lalamentik, L.G.J., dan Manoppo, M.R.E., (2020), Evaluasi Geometrik Jalan pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo di Desa Botumoputi Sepanjang 3 km., *Jurnal Sipil Statik*. No. 3, Vol. 8, pp.353-360, ISSN: 2337-6732
- Kusuma, W.S., Wijaya, L.H., Aminullah, (2022), Tinjauan Perencanaan Geometrik Jalan Studi Kasus pada Ruas Jalan Provinsi Rembiga (Batas Kota)-Pemenang, *Jurnal Sosial Sains dan Teknologi*, No.1., Vol. 2, pp.136-144, ISSN: 2777-1180
- Santoso, B. (2004). Review Fotogrametri: Teknik Pengadaan Data dan Sistem Pemetaan.. Program Megister Departemen Teknik Geodesi dan Geomatika ITB. Bandung.
- Simanjanjor et al (2023), Evaluasi Geometri jalan Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) pada Jalan Lingkar Dermaga Bogor, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, No. 03, Vol. 08, pp.183-192. DOI: 10.29244/jsil.8.3.183-192.
<https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jsil>
- Subakti, B., (2017), Pemanfaatan Foto Udara UAV Untuk Pemodelan Bangunan 3D Dengan Metode Otomatis, *Jurnal Spectra*, XV No. 30, pp.15-30.
- Suroso, I., (2016), Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Buatan STTKD dalam Dunia Penerbangan, *Seminar Nasional Kebijakan Penerbangan dan Antariksa I* DOI:10.30536/p.sinaskpa.i.12
- Susianto, Widodo, S., Kadarini, S.N., (2020) Evaluasi Geometrik Jalan Mandor-Ngabung (Studi Kasus KM 136+000 sampai 136+850) di Kabupaten Landak, *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil dan Tambang* Vol. 7, No.1
- Syauqani, A., Subiyanto, S., & Suprayogi, A., (2017), Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter DJI Phantom 3Pro Pada Pembuatan Peta Orthofoto (Studi Kasus Kampus Universitas Diponegoro), *Jurnal Geodesi Undip*, No. 1, Vol. 6, pp.249-257
- Utomo, B., (2017), Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. *Media Komunikasi Geografi*, Vol.18. No.02. pp. 146-155. Tersedia di:
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MKG/article/download/12798/8205>
