

@yourturnitin Nicolas
Alnando_Jurnal
by your turnitin

Submission date: 28-Oct-2021 09:12AM (UTC-0400)

Submission ID: 1595147364

File name: Nicolas_Alnando_Jurnal_3.doc (4.61M)

Word count: 2927

Character count: 18094

KOMPARASI 3D MODEL JEMBATAN DARI HASIL PEMOTRETAN KONVERGEN DAN NORMAL MENGGUNAKAN DRONE DJI PHANTOM 4 PRO METODE CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY

Nicolas Alnando, Martinus Edwin Tjahjadi, Ketut Tomy Suhari

Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
e-mail : nicolasalnando27@gmail.com

Abstrack. CRP (*Close Range Photogrammetry*) adalah teknik pengukuran yang dapat digunakan untuk mengekstraksi poin 3D dari gambar. Dalam teknik CRP pemotretan dilakukan menggunakan Drone DJI Phantom 4 Pro dengan teknik pemotretan konvergen dan normal serta kombinasi dari kedua pemotretan. Pemotretan secara konvergen dilakukan dengan cara memosisikan drone yang berpusat pada satu titik dengan membentuk kerucut terhadap objek jembatan dengan sudut berkisar 40-90 derajat. Sedangkan pemotretan secara normal dilakukan dengan cara memosisikan drone yang menghadap satu garis lurus terhadap objek. Hasil akhir dari visualisasi objek adalah 3D model yang memiliki tekstur secara utuh dan menyerupai keadaan aslinya di lapangan, dibuktikan dengan nilai RMSE 3D model konvergen sebesar 0.0940 m. Untuk 3D model Normal nilai RMSE sebesar 0.0882 m dan 3D kombinasi nilai RMSE sebesar 0.0907 m. Dimana dari masing-masing nilai RMSE diatas, gambar 3D model yang baik dihasilkan menggunakan pemotretan normal karena nilai RMSE yang dihasilkan lebih kecil dari teknik pemotretan lainnya.

Kata Kunci: Close Range Photogrammetry; Konvergen dan Normal, Model 3D

Abstract. CRP (*Close Range Photogrammetry*) is a measurement technique that can be used to extract 3D points from an image. In the CRP technique, shooting is carried out using the DJI Phantom 4 Pro Drone with convergent and normal shooting techniques and a combination of both shots. Convergent shooting is done by positioning the drone centered on one point by forming a cone against the bridge object with an angle ranging from 40-90 degrees. While shooting normally is done by positioning the drone facing a straight line against the object. The final result of object visualization is a 3D model that has a complete texture and is close to its original state in the field, as evidenced by the RMSE value of the 3D convergent model is 0.0940 mm. For 3D Normal model the RMSE value is 0.0882 mm and 3D combined RMSE value of 0.0907 mm. Where from each of the above RMSE values, a good 3D model image is produced using normal shooting because the resulting RMSE value are smaller than other shooting techniques.

Keywords: Close Range Photogrammetry; Convergent and Normal, 3D Model

PENDAHULUAN

Jembatan sebagai prasarana transportasi darat merupakan bagian yang sangat penting bagi manusia karena mempunyai banyak kegunaan antara lain untuk memperlancar arus barang, pertumbuhan ekonomi suatu daerah, kelancaran lalu lintas, dan sebagai penghubung antara daerah (Pratama, 2013). Seiring berjalannya waktu objek berupa jembatan ini perlu diamati sebagai bentuk untuk mengetahui kenampakan jembatan apabila terjadi kerusakan ataupun sebagainya. Metode yang sering digunakan dalam pengamatan jembatan untuk pemodelan 3D adalah metode fotogrametri rentang dekat CRP (*Close Range Photogrammetry*) (Barus, 2017). Close Range Photogrammetry mempunyai arti yaitu pengambilan objek nyata menggunakan kamera metrik maupun non metrik

dengan jarak pengambilan gambar secara dekat (Purwanto, 2017). fotogrametri jarak dekat digunakan kurang dari sekitar 100 meter terhadap objek (Atkinson, 1996). Metode ini dianggap cocok karena cara pengukurannya yang meminimalisasi kontak dengan objek yang diamati (Irawan, 2019).

Rekonstruksi model permukaan tiga dimensi dari gambar pemotretan digital, telah lama menjadi salah satu topik sentral dalam fotogrametri (Tjahjadi, 2017). Dengan berkembangnya Teknologi fotogrametri sebagai pendukung dan metode khusus agar mempermudah pembuatan 3D model (Tjahjadi, 2019). Dalam pembuatan 3D model metode khusus yang dapat mempermudah ialah metode CRP (*Close Range Photogrammetry*). Berdasarkan metode CRP, teknik pengukuran yang digunakan ialah mengekstraksi point 3D dari

gambar, selanjutnya titik-titik ini berguna untuk memodelkan visualisasi 3D model yang akurat (Nugroho, 2016). Model 3D memberikan objek yang kompleks yang terdiri dari mesh (Prasetyo, 2018). Pembuatan model tiga dimensi dapat menggambarkan suatu benda atau objek secara jelas dan detail sehingga menyerupai bentuk aslinya (Pardo, 2020).

Dalam Pembuatan model 3D menggunakan metode CRP yang pengambilan data foto dilakukan dengan teknologi Drone Dji Phantom 4 Pro membuktikan bahwa pemodelan 3D dapat dilakukan dengan menggunakan data foto, selain itu biaya yang dikeluarkan juga tidak terlalu besar (Tjahjadi, 2019). Metode pengambilan data fotogrametri rentang dekat dapat dilakukan dengan pemotretan konvergen dan normal. Pemotretan konvergen dilakukan dengan posisi kamera membentuk kerucut dengan mengelilingi objek yang akan dimodelkan. Sudut yang dibentuk pada objek pemotretan konvergen yang berkisar 40-90 derajat (Shalehah, 2016). Untuk pemotretan normal posisi kamera yang berada menghadap satu garis lurus pada objek (Ryadi, 2017). Dalam melakukan pemotretan foto udara dibutuhkan berbagai macam rencana yang harus dilakukan yaitu pengaturan sidelap, overlap dan tinggi terbang pesawat tersebut. Dari pengaturan overlap ini menjelaskan bagaimana antara satu foto saling bertampalan sehingga nantinya dapat dilakukan pengamatan secara tiga dimensi (Syauqani, 2017). Data pemotretan didapat ratusan hingga ribuan gambar dan diolah oleh komputer dengan software khusus fotogrametri untuk membentuk 3D objek (Huang, 2001).

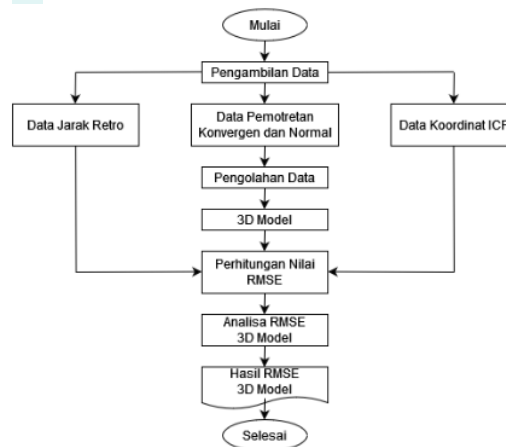
Data foto udara akan menghasilkan data *Digital Surface Model* pada software fotogrametri, dari pengolahan data *point cloud* yang dihasilkan masih terlihat kasar dan terdapat celah antar titik, serta obyek-obyek yang mempunyai ketinggian seperti pohon, bangunan belum terekonstruksi secara sempurna. Hal ini dikarenakan pada saat pembentukan *point cloud* hanya mengidentifikasi titik-titik yang mempunyai nilai pixel yang sama disebut sebagai *tie point*, sehingga harus dilanjutkan

ke pembentukan model *mesh* untuk mendapatkan hasil *digital surface model* yang baik (Laksana, 2019).

Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara pemotretan konvergen dan normal serta kombinasi antar keduanya menggunakan metode close range photogrammetry dalam mendapatkan model 3D jembatan yang lebih mendekati keadaan aslinya dilapangan, serta menganalisis ketelitian RMSE dari koordinat ICP (*Independent Check Point*) dan retro target. Untuk proses pelaksanaannya, dilakukan dengan tahapan pengukuran lapangan, tahapan analisa data dan dilanjutkan pembahasan dan hasil untuk memverifikasi hasil pengukuran lapangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan pemilihan hasil pemotretan mana yang tepat untuk keperluan pemrosesan model 3D. Setelah itu akan dilanjutkan dengan pembahasan metodologi penelitian dibawah ini.

4 METODE PENELITIAN

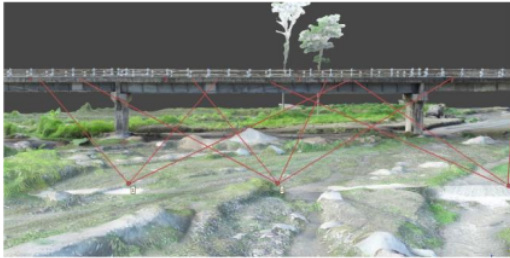
Tahapan penelitian secara garis besar terdiri dari persiapan, pelaksanaan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan kesimpulan. Adapun tahapan-tahapan penting dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1. diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir

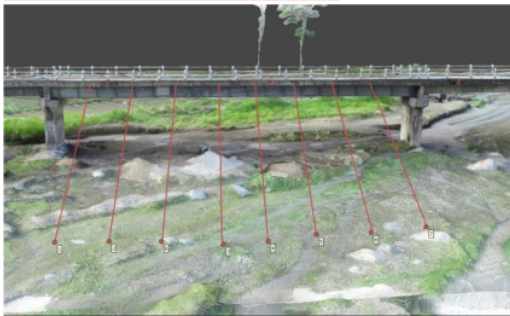
Gambar diagram alir diatas menjelaskan dari pengambilan data, pengolahan data, perhitungan

RMSE dan sampai pada hasil penelitian ini. Pengambilan data dilakukan dengan teknik pemotretan konvergen dan normal menggunakan Drone DJI Phantom 4 Pro. Berikut adalah gambar konfigurasi pemotretan konvergen yang ditunjukkan pada gambar 2. Di bawah ini



Gambar 2. Konfigurasi Pemotretan Konvergen

Gambar diatas menjelaskan pengambilan data dengan Teknik pemotretan konvergen yang dilakukan dengan pemotretan berpusat membentuk kerucut terhadap objek jembatan dengan sudut pemotretan 40-90 derajat, untuk garis warna merah adalah cakupan yang dipotret terhadap objek jembatan. Untuk teknik pemotretan normal bisa dilihat pada gambar 3. Dibawah ini



Gambar 3. Konfigurasi Pemotretan Normal

Pada gambar 3. diatas menjelaskan pengambilan data dengan teknik pemotretan normal yang dilakukan dengan posisi kamera pemotretan secara tegak lurus terhadap objek jembatan dengan pertampalan foto overlap 90% dan sidelap 80%. pada garis merah merupakan cakupan foto yang diambil secara garis lurus terhadap objek jembatan.

Selanjutnya adalah pengambilan data jarak retro dengan melakukan pengukuran menggunakan meteran dari satu retro ke retro lainnya yang sudah dipasang pada beton jembatan. Untuk data koordinat ICP didapat dari hasil pengukuran

menggunakan GPS Comnav T300. dimana GPS digunakan untuk mengambil data koordinat ICP sebanyak 20 titik.

kemudian adalah Pengolahan data, pengolahan data menggunakan *software* khusus fotogrametri, dari titik *tie point* hingga ke bentuk texture yang terlihat seperti keadaan aslinya di lapangan. Tahapan pengolahan model 3D tersebut terdiri dari *align photo*, align ialah pemrosesan awal setelah memasukkan semua foto yang akan diolah yang bertujuan untuk membentuk *tie point*. Setelah itu dilanjutkan pengolahan *build dense cloud*, Tahapan *build dense cloud* bertujuan untuk mengabungkan titik-titik yang telah dihasilkan oleh proses *align photo* dengan menginterpolasi titik-titik tersebut hingga membentuk suatu objek tiga dimensi yang masih berupa *point cloud*. Setelah itu dilanjutkan dengan *build mesh* Tahapan ini merupakan proses interpolasi dan rekonstruksi dari kumpulan *tie point* hingga membentuk bidang permukaan yang saling menutupi. Dan Tahapan terakhir ini adalah *texture*, ialah pembentukan model fisik 3D yang menyerupai keadaan aslinya di lapangan seperti warna pada objek jembatan, tumbuhan dan sungai.

Setelah itu melakukan Perhitungan nilai RMSE, pada tahap ini melakukan perhitungan ketelitian RMSE horizontal (X,Y) koordinat ICP dan perhitungan jarak retro target, berikut adalah rumus perhitungan RMSE yang digunakan untuk verifikasi (Gunawan, 2019).

$$RMSE \text{ Horizontal} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \quad (1)$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} \quad (2)$$

$$= \sqrt{\frac{\sum [(X_{data}^2 - X_{cek}^2) + (Y_{data}^2 - Y_{cek}^2)]}{n}} \quad (3)$$

n = Jumlah titik cek yang diuji

D = Selisih antara koordinat yang diukur dari sumber independent dengan koordinat 3D model

x = Nilai koordinat pada sumbu x

y = Nilai koordinat pada sumbu y

Apabila pada pengukuran koordinat memiliki satuan meter, maka satuan pada perhitungan RMSE juga menggunakan meter (Gunawan, 2019).

Kemudian melakukan Analisis Nilai RMSE 3D Model yang didapat dari hasil model 3D konvergen, normal, dan kombinasi. Pada data hasil penelitian ini ialah presisi model 3D dengan tampilan utuh dan ketelitian model konvergen, normal, dan kombinasi.

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5 Hasil Pengambilan Data

Data foto diambil menggunakan Drone DJI Phantom 4 Pro dengan data pemotretan normal sebanyak 986 foto dan data pemotretan konvergen sebanyak 1.056 foto dengan total jumlah kombinasi 2.038 foto yang kemudian diolah untuk membangun model 3D jembatan. Sebelum dilakukan pemotretan menggunakan teknik konvergen dan normal perlu dilakukan pengamatan GPS sebagai validasi dilapangan, dimana GPS digunakan untuk mengambil data koordinat GCP dan ICP dilapangan sebanyak 4 GCP dan 20 ICP yang tersebar disekitar jembatan. Dengan pengamatan GCP selama 30 menit dengan metode static dan Koordinat ICP yang diambil dengan 3x fix dengan metode Real Time Kinematic. Berikut adalah koordinat ICP yang digunakan untuk verifikasi yang ditampilkan pada tabel 1. Dibawah ini.

Tabel 1. Koordinat ICP

Name	X (m)	Y (m)	Z (m)
ICPJ_1	0.0097	0.0213	0.0031
ICPJ_2	0.0186	0.0005	0.0052
ICPJ_3	0.0152	0.0054	0.0010
ICPJ_4	0.0053	0.0051	0.0037
ICPJ_5	0.0064	0.0127	0.0010
ICPJ_6	0.0182	0.0076	0.0030
ICPJ_7	0.0221	0.0281	0.0141
ICPJ_8	0.0309	0.0145	0.0017
ICPJ_9	0.0062	0.0052	0.0017
ICPJ_10	0.0094	0.0148	0.0033
:	:	:	:
ICPJ_20	0.0069	0.0063	0.0022
Jumlah	0.0143	0.0179	0.0022
Ketelitian (X,Y,Z)	0.0139		

Pada tabel diatas menampilkan hasil perhitungan dari standar deviasi koordinat ICP dilapangan dengan hasil ketelitian 0.1393 m.

Visualisasi 3D Model

Data yang telah diolah menggunakan software khusus fotogrametri memberikan hasil 3D objek yang menyerupakai keadaan aslinya dilapangan, jika visualisasi ketiga 3D model ditampilkan secara keseluruhan terlihat sama saja dengan objek jembatan yang terlihat secara utuh tanpa adanya bagian jembatan yang tidak terbentuk, berikut adalah hasil 3D jembatan dari atas, samping dan bawah jika dilihat secara keseluruhan yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.

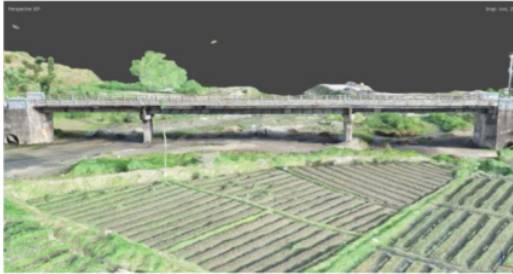


Gambar 4. Atas Jembatan

Pada gambar 4 di atas menampilkan hasil pada atas jembatan yang terlihat utuh, jika dilihat jalan pada atas jembatan terlihat tekstur jalan menyerupai keadaan aslinya dilapangan. Untuk samping kiri dan kanan jembatan akan ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Struktur Samping Kanan Jembatan



Gambar 6. Struktur Samping Kiri Jembatan

pada gambar 5. dan 6. struktur pagar pengaman samping jembatan diatas terlihat pagar pengaman terbentuk dengan utuh dan menyerupai keadaan aslinya dilapangan. Kemudian untuk hasil bawah jembatan akan ditampilkan pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Struktur Bawah Jembatan

Pada gambar 7. Struktur beton bawah jembatan diatas juga tampil dengan struktur menyerupai keadaan aslinya dilapangan walaupun ada gangguan yang menempel pada bagian struktur bawah jembatan. Jika 3D jembatan dilihat secara dekat maka akan ada perbedaan dari ketiga model ini yang terlihat dari atas, samping dan bawah jembatan. Terlihat ketidak sesuaian yang terjadi pada visualisasi 3D model yaitu pada konfigurasi pemotretan atas jembatan, pagar pengaman, dan bawah jembatan. Berikut adalah gambar perbedaan 3D jembatan konvergen, normal dan kombinasi jika dilihat dari dekat.



Gambar 8a. Konfigurasi Konvergen atas jembatan



Gambar 8b. Konfigurasi Normal Atas Jembatan



Gambar 8c. Konfigurasi Kombinasi Atas Jembatan

Pada gambar 8a. konfigurasi konvergen atas jembatan terlihat mirip pada objek dilapangan, tetapi ada bentuk bayangan pada jalan jembatan yang ditandai dengan tanda merah. Bayangan yang terbentuk adalah kendaraan yang melintas saat pemotretan dilakukan, sehingga software secara otomatis mendeteksi hal tersebut sebagai objek. Pada gambar 8b. Konfigurasi pemotretan normal atas jembatan tidak ada gangguan dalam proses pengolahan dan teksturnya terbentuk menyerupai aslinya dilapangan, karena hasil pemotretan untuk normal tidak ada kendaraan yang terpotret saat pengambilan data normal dilakukan. selanjutnya pada gambar 8c. konfigurasi pemotretan Kombinasi atas jembatan terlihat gangguan yang terlihat pada jalan jembatan dengan tanda berwarna merah, dikarenakan pada pemotretan normal dan

konvergen memiliki hasil 3D model yang berbeda. Sehingga pada kombinasi pemotretan yang dihasilkan terlihat bayangan kendaraan yang melintas. Kemudian untuk hasil 3D samping jembatan jika dilihat lebih dekat memiliki perbedaan pada pagar pengaman bagian luar dan bagian dalam. Berikut adalah gambar samping jembatan pagar pengaman yang akan ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 9a. Konfigurasi Konvergen Pagar Pengaman



Gambar 9b. Konfigurasi Normal Pagar Pengaman



Gambar 9c. Konfigurasi Kombinasi Pagar Pengaman

Pada gambar 9a. Konfigurasi pemotretan konvergen pagar pengaman bagian luar terlihat gangguan yang menempel pada besi atas dan bawah yang hampir menutupi pagar pengaman, tetapi pagar pengaman tetap terbentuk menyerupai aslinya dilapangan. Pada gambar 9b. Konfigurasi pemotretan normal pagar pengaman bagian luar terbentuk mirip dengan dilapangan dan sedikit

gangguan yang menempel pada besi pengaman, ditunjukkan pada gambar dengan tanda berwarna merah. Pada gambar 9c. konfigurasi pemotretan kombinasi pagar pengaman bagian luar terlihat gangguan pada besi bawah pagar pengaman saja dan pagar pengaman tetap terbentuk dengan baik. Untuk pagar pengaman bagian dalam juga terlihat perbedaan yang menempel ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 10a. Konfigurasi Konvergen Pagar Pengaman



Gambar 10b. Konfigurasi Normal Pagar Pengaman



Gambar 10c. Konfigurasi Kombinasi Pagar Pengaman

Pada gambar 10a. konfigurasi pemotretan konvergen pagar pengaman bagian dalam terlihat tumbuhan yang menyatu pada sisi pagar pengaman. Hal tersebut karena saat pemotretan tinggi drone tidak sejajar dengan badan jembatan sehingga mendapatkan background tumbuhan yang membuat software secara otomatis mendeteksi hal tersebut sebagai sebuah objek dan memvisualisasikannya

menjadi sebuah model. Pada gambar 10b. konfigurasi pemotretan normal pagar pengaman bagian dalam terbentuk menyerupai keadaan aslinya dilapangan walaupun terlihat sedikit gangguan tumbuhan yang menempel pada pagar pengaman. Pada gambar 10c. konfigurasi pemotretan kombinasi pagar pengaman bagian dalam juga terlihat gangguan tumbuhan menyatu pada sisi pagar, dapat dilihat dengan tanda berwarna merah. Untuk hasil 3D bawah jembatan juga memiliki perbedaan, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11a. Konfigurasi Konvergen Bawah Jembatan



Gambar 11b. Konfigurasi Normal Bawah Jembatan



Gambar 11c. Konfigurasi Kombinasi Bawah Jembatan

Pada gambar 11a. terlihat struktur beton bawah jembatan terdapat gangguan sehingga bawah jembatan 3D konvergen kurang terbentuk dengan keadaan aslinya, dapat dilihat pada tanda berwarna merah. Pada gambar 11b. terlihat struktur 3D normal terbentuk menyerupai keadaan aslinya, pada

bagian samping kiri bawah ada gangguan sehingga struktur kiri bawah jembatan kurang terbentuk yang ditunjukkan pada tanda berwarna merah, tetapi untuk bagian tengah struktur bawah jembatan terbentuk menyerupai keadaan aslinya dilapangan. Pada gambar 11c. konfigurasi kombinasi bawah jembatan terlihat hasil yang sama dengan adanya gangguan pada samping kiri bawah jembatan. tetapi untuk struktur bagian tengah bawah jembatan terbentuk mirip dengan aslinya.

Dari ketiga 3D model diatas terlihat adanya perbedaan, yang dimana hasil dari konfigurasi pemotretan normal terlihat sedikit gangguan yang ada pada hasil 3D jembatan seperti pada pagar pengaman, dan untuk atas jembatan konfigurasi normal tidak terlihat gangguan yang terjadi dibandingkan dengan hasil konfigurasi pemotretan teknik konvergen dan kombinasi yang terdapat gangguan yang terjadi pada atas jembatan dan pagar pengaman, tetapi dari hasil konfigurasi pemotretan konvergen, normal maupun kombinasi mampu membentuk objek 3D jembatan menyerupai bentuk aslinya dilapangan.

Analisa Ketelitian ICP

RMSE ICP diperoleh dari hasil perhitungan data koordinat yang diambil di lapangan yang selanjutnya dibandingkan dengan koordinat ICP yang diperoleh pada model 3D hasil pemotretan normal, pemotretan konvergen, dan kombinasi. Dengan rumus berikut.

$$= \sqrt{\frac{\sum [(X_{data}^2 - X_{cek}^2) + (Y_{data}^2 - Y_{cek}^2)]}{n}} \quad (4)$$

Dimana data koordinat x dan y lapangan akan dikurangkan dengan data koordinat x dan y pada 3D model yang kemudian dijumlahkan dan dirata-ratakan. Hasil RMSE yang didapat dengan satuan meter, berikut adalah hasil RMSE dari ketiga model yang ditunjukkan pada tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Hasil RMSE 3D Model

Nama	Konvergen (mm)	Normal (mm)	Kombinasi (mm)
Jumlah	0.1766	0.1555	0.1647
Rata-Rata	0.0088	0.0078	0.0082
RMSE	0.0940	0.0882	0.0907

Pada tabel 2. diatas menampilkan Hasil ketelitian RMSE yang diperoleh dari perhitungan ICP ketiga model terlihat hasil berbeda. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa RMSE 3D normal memiliki nilai RMSE yang kecil yaitu 0.0882 m dibandingkan dengan nilai RMSE konvergen yaitu 0.0940 m, dan untuk nilai RMSE kombinasi berada di tengah nilai dari konvergen dan normal dengan nilai 0.0907 m. Untuk ketelitian pengukuran jarak dapat dilihat pada tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. RMSE Jarak Retro

nama	Total RMSE (m)
konvergen	0.0211
normal	0.0186
kombinasi	0.0207

Pada tabel 3. Nilai RMSE didapat dari hasil pengurangan jarak retro dilapangan dengan jarak retro pada 3D model dengan 10 titik sampel retro yang diukur. Dari ketiga model diatas dapat dilihat nilai total RMSE berbeda, Pada 3D model normal memiliki nilai RMSE yang kecil yaitu 0.0186 m dibandingkan dengan nilai RMSE konvergen yaitu 0.0211 m. Sedangkan untuk nilai RMSE 3D model kombinasi berada di tengah nilai dari konvergen dan normal dengan nilai 0.0207 m.

Penutup

Kesimpulan dan Saran

Hasil pengolahan data dari pemotretan drone DJI Phantom 4 Pro dengan teknik pemotretan konvergen, normal dan kombinasi dapat memvisualisasikan objek 3D jembatan yang hampir menyerupai bentuk aslinya dilapangan. Dari ketiga model memiliki hasil visualisasi yang berbeda, hal ini dibuktikan dari total nilai RMSE koordinat ICP ketiga model. Pada 3D model konvergen nilai RMSE sebesar 0.0940 m. Untuk 3D model Normal nilai

RMSE sebesar 0.0882 m dan 3D kombinasi nilai RMSE sebesar 0.0907 m. Dimana dari masing-masing nilai RMSE diatas, gambar 3D model yang baik dihasilkan menggunakan pemotretan normal karena nilai RMSE yang dihasilkan lebih kecil dari teknik pemotretan lainnya.

Untuk saran jika penelitian ini dilanjutkan, pemotretan sebaiknya tidak memotret objek lain seperti kendaraan yang melintas pada atas jembatan dan untuk pemotretan pagar pengaman sebaiknya tinggi terbang drone di sejajarkan dengan badan jembatan agar background tumbuhan tidak terpotret dan software secara otomatis membentuk 3D model dengan baik.

@yourturnitin Nicolas Alnando_Jurnal

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	media.neliti.com Internet Source	2%
2	core.ac.uk Internet Source	2%
3	www.scribd.com Internet Source	1%
4	ejournal.itn.ac.id Internet Source	1%
5	eprints.itn.ac.id Internet Source	1%
6	e-journal.janabadra.ac.id Internet Source	1%
7	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	1%
8	doku.pub Internet Source	1%
9	iptek.its.ac.id Internet Source	<1%

10	123dok.com Internet Source	<1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	adoc.pub Internet Source	<1 %
13	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
14	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
15	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	<1 %
16	issuu.com Internet Source	<1 %
17	powermathematics.blogspot.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off