

# PERHITUNGAN VOLUME TIMBUNAN BATUBARA MENGUNAKAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) DI PT. MITRA BARITO LUMBUNG ENERGI *SITE* PT. KALIMANTAN PRIMA NUSANTARA (KPN)

Yunitae Kristianie<sup>1</sup>, Hepryandi Luwyk Djanas Usup<sup>1</sup>, Ferdinandus<sup>1\*</sup>

1) Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, 73112

<sup>e)</sup> email korespondensi: [ferdinandus@mining.upr.ac.id](mailto:ferdinandus@mining.upr.ac.id)

## ABSTRAK

PT. Mitra Barito Lambung Energi adalah salah satu perusahaan dengan IUJP atau yang lebih dikenal sebagai kontraktor yang bergerak dibidang pertambangan batubara dengan metode penambangan yang digunakan adalah metode tambang terbuka. Sejak bulan Januari tahun 2023, PT. Mitra Barito Lambung Energi memulai penambangan di *project area* PT. Kalimantan Prima Nusantara. Penelitian di PT. Mitra Barito Lambung Energi ini dilakukan untuk menganalisis metode perhitungan volume timbunan batubara menggunakan *unmanned aerial vehicle* atau *drone*. Metode penelitian yang digunakan berupa metode kuantitatif yang akan menampilkan data dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis data akan dilakukan dengan perhitungan uji ketelitian geometri dan perhitungan volume menggunakan metode *cross section*. Uji ketelitian geometri menunjukkan bahwa data dengan ketinggian 60 m dan orthofoto kualitas *high* memiliki hasil ketelitian horizontal dan ketelitian vertikal dengan nilai *error* terendah sehingga pembentukan kontur akan memiliki interval sebesar 0,4 m karena uji ketelitian data *drone* berada di skala 1 : 1.000. Kontur dengan interval tersebut kemudian akan dibuat sayatan sebanyak delapan buah dengan jarak antar penampang adalah 10 m. Total volume yang dihasilkan dari delapan buah penampang tersebut sebesar 11.409,3 m<sup>3</sup>. Volume hasil *drone* dibandingkan dengan data timbangan dari periode bulai Februari hingga Mei tahun 2023 dengan jumlah sebesar 10.912,497 m<sup>3</sup>. Selisih antar dua data tersebut adalah 496,803 m<sup>3</sup> dan persentase 4,35%. Hal tersebut menyatakan bahwa data *drone* layak digunakan karena nilai deviasi <5%.

**Kata kunci :** *unmanned aerial vehicle*, uji ketelitian, volume batubara

## PENDAHULUAN

PT. Mitra Barito Lambung Energi merupakan perusahaan yang memiliki Ijin Usaha Jasa Pertambangan (IUJP) yang berdiri sejak tahun 2017. Pada bulan Januari tahun 2023, PT. Mitra Barito memulai jasa sebagai kontraktor di PT. Kalimantan Prima Nusantara (KPN) yang berlokasi di Desa Barunang, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Metode penambangan yang dilakukan oleh PT. Mitra Barito Lambung Energi *Site* PT. Kalimantan Prima Nusantara adalah metode tambang terbuka.

Setiap akhir bulan, PT. Mitra Barito Lambung Energi akan melakukan survei sebagai proses *monitoring* terhadap *progress* pekerjaan yang telah dilakukan selama satu bulan lamanya untuk dilaporkan kepada pihak PT. Kalimantan Prima Nusantara. Salah satu lokasi yang rutin dilakukan survei dalam waktu sebulan adalah ROM Maharu yang merupakan tempat penyimpanan sementara batubara sebelum diangkut ke lokasi *stockpile*.

Proses *monitoring* terhadap timbunan batubara diperlukan untuk mengetahui total volume bahan galian yang sudah ditambang dalam jangka waktu yang telah ditentukan. Perhitungan volume dapat dilakukan dengan hasil data dari dua metode, yaitu metode teristris dan metode fotogrametri. Metode teristris adalah pengukuran di lapangan menggunakan alat *theodolite*, *waterpass*, alat ukur jarak, GPS, *total station*, dan lain-lain. Sedangkan

metode fotogrametri dilakukan menggunakan wahana pesawat udara, citra satelit, atau balon udara. (Khairul Halimi, 2018).

Seiring berkembangnya zaman, penggunaan metode fotogrametri menggunakan *unmanned aerial vehicle* atau yang lebih dikenal sebagai *drone* digunakan karena metode fotogrametri memiliki cakupan area yang lebih luas, waktu pengukuran lebih singkat, dan data yang dihasilkan cukup akurat (Salsabila, 2017).

Metode fotogrametri akan menghasilkan data berupa foto udara yang akan dikonversi menjadi bentuk orthofoto untuk menghasilkan data DEM (*Digital Elevation Model*). Foto udara adalah hasil rekaman fotogrametri benda-benda di atas tanah yang diambil dari udara (Bambang Suyudi dan Tullus Subroto, 2014). Foto udara yang berkualitas tinggi akan memerlukan titik kontrol untuk menunjukkan posisi foto dalam bentuk koordinat dua dimensi (x, y) atau koordinat tiga dimensi (x, y, z). Titik kontrol ini dikenal sebagai titik ikat/*ground control point* (GCP) (Khairy Kharisma Pribadi, 2016).

Uji ketelitian geometri dilakukan untuk mengetahui skala peta dan kelas peta berdasarkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia yang sesuai dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial No. 6 Tahun 2018 (Nurul Aina, Syazwani, 2022).

Terdapat beberapa metode dalam perhitungan volume, yaitu metode *cross section*, metode *contour*

dan metode *cut and fill*. Metode *cross section* adalah metode perhitungan volume dengan membagi endapan menjadi beberapa blok dengan interval tertentu dan dibatasi dengan dua penampang atau lebih. (Nurul Aina, Syazwani, 2022). Perhitungan volume menggunakan garis kontur dihitung dengan rumus *end areas* untuk dua buah penampang yang berurutan. Volume didapatkan dengan menghitung luas daerah yang berada dalam batas garis kontur. Perhitungan *cut and fill* adalah menghitung luasan dua penampang serta jarak antara penampang atas dan penampang bawah (Dwi Nur Purwati, 2020).

## METODE PENELITIAN

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode

kuantitatif berupa angka dan numerik sehingga tidak akan jauh dari analisis matematika dan statistika. Dengan melakukan perhitungan volume dan perbandingan terhadap data timbangan sebagai data acuan, maka akan didapatkan apakah hasil perhitungan volume menggunakan *unmanned aerial vehicle (UAV)/drone* layak digunakan sebagai salah satu metode dalam perhitungan volume timbunan Maharu PT. Kalimantan Prima Nusantara. Berikut adalah tahapan dalam pengolahan data yang dilakukan selama penelitian:

1. Melakukan orthorektifikasi foto udara menggunakan koordinat GCP. Koordinat GCP yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak tiga koordinat berbentuk tiga dimensi.

Tabel 1. Koordinat GCP

No.	X	Y	Z
1	9879960,381	203103,496	98,707
2	9879997,983	203074,653	96,496
3	9880161,631	203048,008	93,355

2. Pembuatan orthofoto dari foto udara dan pembentukan data DEM.
3. Perhitungan uji ketelitian geometri dari nilai *error* untuk kemudian diklasifikasi berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia sesuai dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia No. 6 Tahun 2018. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung CE90 dan LE90 adalah sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (1)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \quad (2)$$

$$RMSEr = \sqrt{\frac{\sum((\Delta_r)^2)}{n}} \quad (3)$$

$$(\Delta_r)^2 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$RMSEz = \sqrt{\frac{\sum((z_{data} - z_{cek})^2)}{n}} \quad (4)$$

4. Pembuatan kontur dan melakukan perhitungan volume menggunakan metode *cross section* dengan jarak antar garis sayatan sebesar 10 m. Rumus metode *cross section* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t \quad (5)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Ketelitian Geometri Hasil Foto Udara

Pengambilan data diambil pada tanggal 01 Juni 2023 di ROM Maharu PT. Kalimantan Prima Nusantara. Foto udara diambil menggunakan *drone Dji Mavic Air 2* dan perangkat lunak *DJI Fly* sebagai

perangkat penghubung dari *drone* dan *remote control*. Data diambil dengan dua ketinggian penerbangan *drone*, yaitu ketinggian 30 m dan 60 m dari atas permukaan tanah. Foto udara diolah menggunakan bantuan aplikasi dengan tiga kualitas, yaitu kualitas *low*, kualitas *medium*, dan kualitas *high*. Uji ketelitian geometri akan dilakukan sesuai dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial No. 6 Tahun 2018. Uji ketelitian geometri dilakukan dengan melakukan orthorektifikasi. Foto udara yang telah diolah menggunakan bantuan Ddari aplikasi akan berupa orthofoto dan DEM (*Digital Elevation Model*).

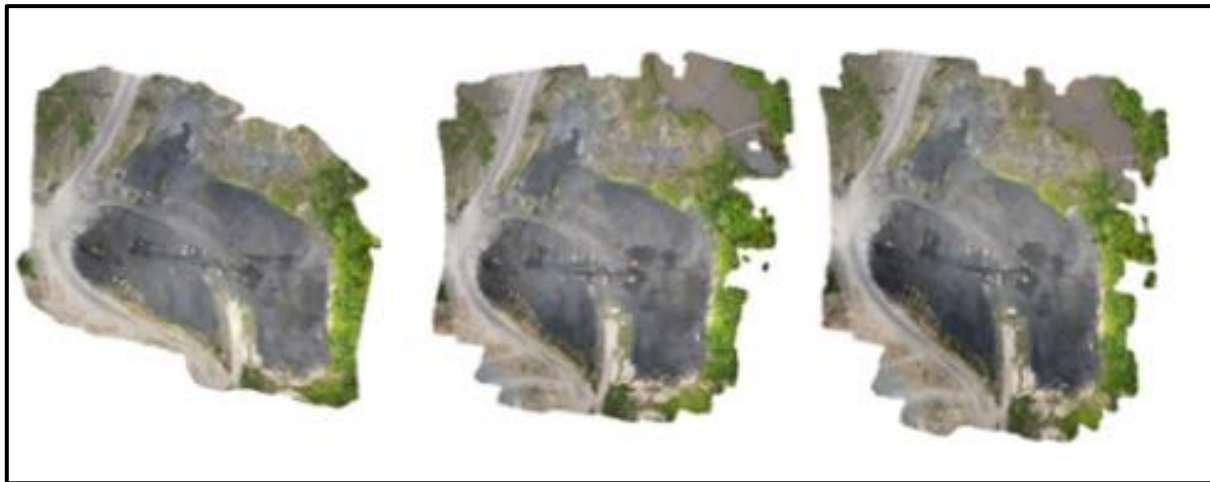
1. Orthofoto

Orthofoto adalah data yang secara visual akan terlihat sama seperti keadaan di lapangan.

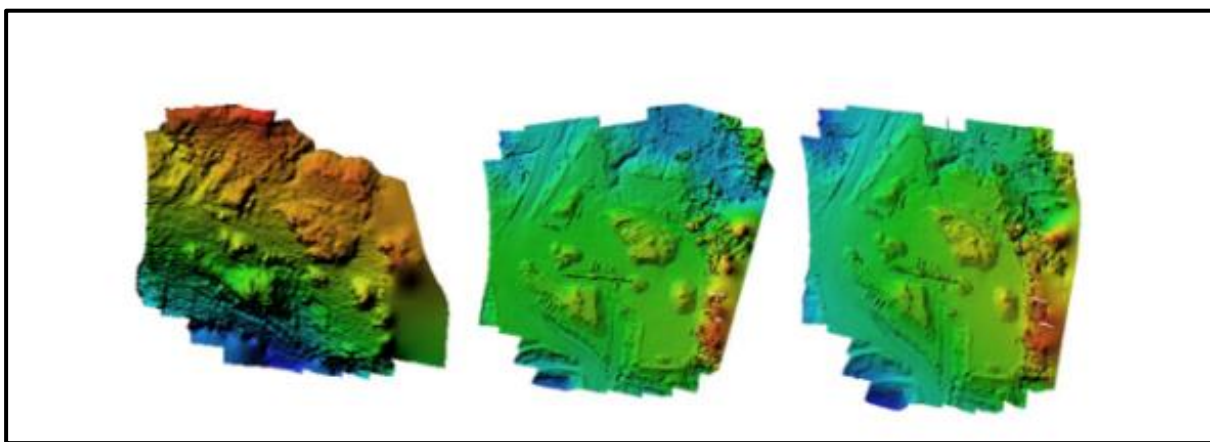
2. DEM (*Digital Elevation Model*)

Data DEM adalah data yang berisi elevasi dari berbagai objek yang ada di atas tanah. Uji ketelitian geometri terhadap hasil foto udara dilakukan untuk mendapatkan hasil *Circular Error (CE) 90* untuk ketelitian horisontal dan *Linier Error (LE) 90* untuk ketelitian vertikal. Hasil orthofoto dengan dua ketinggian dan tiga kualitas menghasilkan enam data.

Keenam data tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan tabel Peta Rupa Bumi Indonesia sehingga didapatkan skala dan kelas orthofoto dari keenam data yang telah diolah. Adapun hasil CE90 dan LE90 adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Orthofoto Low, Medium, dan High Quality



Gambar 2. Hasil DEM Low, Medium, dan High Quality

Tabel 2. Ketelitian Horisontal dan Ketelitian Vertikal Kualitas High

Kualitas	Ketinggian Wahana UAV/Drone	RMSEr	CE90	Skala Peta	Kelas	RMSEz	LE90	Skala Peta	Kelas
High	30	0,7224	1,0962	1 : 2.500	2	0,1881	0,3104	1 :	2
	60	0,6100	0,9257	1 : 1.000	3	0,1673	0,2761	1.000	2

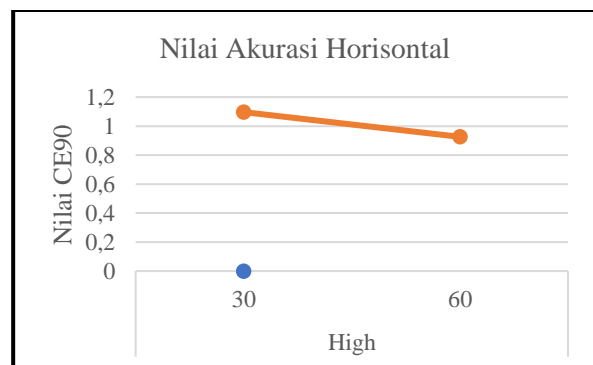
Berdasarkan tabel 2 di atas dan hasil uji dengan tabel klasifikasi ketelitian geometri, hasil dari tabel di atas mendapatkan tingkat kepercayaan 90% dengan arti bahwa kesalahan posisi tidak melebihi ketelitian yang sudah ditentukan. Berikut adalah grafik dari nilai akurasi ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal.

Kualitas high dengan ketinggian 30 m menghasilkan nilai CE90 sebesar 1,0962 dan nilai LE90 sebesar 0,3104, sedangkan ketinggian 60 m menghasilkan nilai CE90 sebesar 0,9257 dan nilai LE90 0,2761.

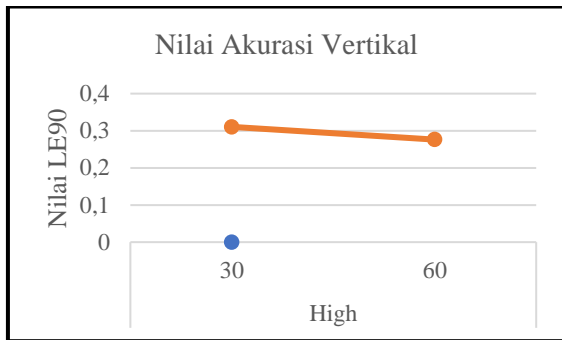
Nilai Circular Error (CE) 90 pada hasil foto udara ketinggian 60 m dan kualitas high didapatkan dari persamaan 1 dengan hasil

kurang dari 0,9. Hal tersebut menyatakan bahwa orthofoto yang dihasilkan memenuhi standar ketelitian

dalam tabel klasifikasi ketelitian Peta Rupa Bumi Indonesia dalam kelas 3 dengan skala 1:1.000.



Gambar 3. Grafik Nilai Akurasi Horisontal



Gambar 4. Grafik Nilai Akurasi Horizontal

Hasil ketelitian vertikal menghasilkan nilai dari *Linier Error* (LE) 90 yang tidak melebihi 0,3. Dengan hasil LE90 berikut yang sesuai dengan Peta Rupa Bumi (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 06 Tahun 2018, maka hasil pengolahan data orthofoto sudah memenuhi

standar dari ketelitian peta RBI dan termasuk ke dalam kelas 2 dengan skala 1:1.000.

Hasil pengolahan data di atas menunjukkan bahwa kualitas *high* dengan ketinggian 60 m pada ketelitian horizontal dan ketelitian vertikal memiliki hasil *error* yang paling rendah dari hasil data yang lainnya dengan ketentuan menggunakan interval kontur sebesar 0,4 sehingga hasil orthofoto dan data DEM ketinggian 60 m dengan *high quality* yang digunakan untuk pembentukan kontur untuk perhitungan volume timbunan batubara yang ada di ROM Maharu PT. Kalimantan Prima Nusantara.

### Perhitungan Volume Timbunan Batubara

Perhitungan volume dilakukan dengan metode *cross section*. Metode tersebut dilakukan dengan membuat delapan garis sayatan berjarak masing-masing 10 m antar sayatan. Berikut adalah hasil perhitungan volume dari hasil data foto udara.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Volume Menggunakan *Drone*

Penampang	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Volume antar Penampang (m <sup>3</sup> )	Total Volume (m <sup>3</sup> )	Luas Area (m <sup>2</sup> )
A-A'	99,18	1.174	11.409,3	2.648,07
B-B'	135,62	1.159,25		
C-C'	96,23	993,95		
D-D'	102,56	1.242,2		
E-E'	182,28	2.126,9		
F-F'	243,10	2.184,8		
G-G'	193,86	2.346,2		
H-H'	275,38			

Garis sayatan/penampang diberi nama dari A-A' hingga H-H'. Luas daerah masing-masing sayatan/penampang dimulai dari A-A' adalah 99,18 m<sup>2</sup>, B-B' sebesar 135,62 m<sup>2</sup>, C-C' sebesar 96,23 m<sup>2</sup>, D-D' sebesar 102,56 m<sup>2</sup>, E-E' sebesar 182,28 m<sup>2</sup>, F-F' sebesar 243,10 m<sup>2</sup>, G-G' sebesar 193,86 m<sup>2</sup>, dan H-H' sebesar 275,38 m<sup>2</sup>. Volume antar sayatan/penampang dihitung menggunakan persamaan (5) dengan menghitung volume sayatan/penampang A-B dan seterusnya hingga sayatan/penampang terakhir, yaitu sayatan/penampang G-H. Volume penampang A-B sebesar 1.174 m<sup>3</sup>, penampang B-C sebesar 1.159,25 m<sup>3</sup>, penampang C-D sebesar 993,95 m<sup>3</sup>, penampang D-E sebesar 1.242,2 m<sup>3</sup>, penampang E-F sebesar 2.126,9 m<sup>3</sup>, penampang F-G

sebesar 2.184,8 m<sup>3</sup>, dan penampang G-H sebesar 2.346,2 m<sup>3</sup>. Total volume dari kedelapan sayatan/penampang dengan luas area 2.648,07 m<sup>2</sup> adalah 11.409,3 m<sup>3</sup>.

Data perbandingan yang digunakan dalam perhitungan volume dari data *drone* adalah data timbangan. Dalam laporan *End Of Month* yang disusun oleh PT. Mitra Barito Lumbang Energi, dilampirkan bahwa data timbangan batubara hasil galian dari pit penambangan PT. Kalimantan Prima Nusantara yang berada di *stockpile* selama periode bulan Mei tahun 2023 berjumlah 10.912,497 m<sup>3</sup>. Berikut adalah hasil perbandingan dari data *drone* dan timbangan.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Volume *Drone* dan Timbangan

Sumber Data	Volume (m <sup>3</sup> )	Selisih (m <sup>3</sup> )	Persentase (%)
<i>Drone</i>	11.409,3	496,803	4,35
Timbangan	10.912,497		

Jumlah selisih dari data *drone* dan timbangan selama periode Mei tahun 2023 sebesar 496,803 m<sup>3</sup> dengan persentase 4,35%. Nilai deviasi yang digunakan oleh PT. Mitra Barito Lumbang Energi adalah <5%.

### KESIMPULAN

Uji ketelitian geometri yang dilakukan pada foto udara hasil *drone* menunjukkan bahwa kualitas *high* pada ketinggian 60 m memiliki nilai *error* horizontal

sebesar 0,9257 dan vertikal sebesar 0,2761 yang lebih rendah dari data lainnya, sehingga orthofoto yang dihasilkan sudah memenuhi standar ketelitian dalam tabel klasifikasi Peta Rupa Bumi Indonesia dengan ketelitian horizontal berada di kelas 3 dan ketelitian vertikal berada di kelas 2 dengan masing-masing skala 1 : 1.000 serta interval kontur sebesar 0,4 m. Dengan interval kontur tersebut, perhitungan volume dilakukan dengan membentuk kontur dari data DEM. Volume dihitung menggunakan metode *cross section* dari delapan sayatan/penampang. Total volume dari data *drone* dihitung dengan menjumlahkan hasil keseluruhan volume antar sayatan/penampang dan berjumlah sebesar 11.409,3 m<sup>3</sup>. Volume tersebut dibandingkan dengan data timbangan selama periode bulan Mei tahun 2023 yang berjumlah 10.912,497 m<sup>3</sup>. Selisih dari hasil kedua data tersebut sebesar 496,803 m<sup>3</sup> dengan persentase sebesar 4,35%.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus dan sebanyak-banyaknya kepada PT. Mitra Barito Lumbang Energi yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian di wilayah *project area* PT. Kalimantan Prima Nusantara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Auningsih, Sri Wulan Nur, Dewi Rohmaeni, Yosa Megasukma, Wahyudi Zahar. (2021). *Pemodelan Stockpile Menggunakan Metode Fotogrametri Dengan Wahana UAV (Unmanned Aerial Vehicle) di PT. Triaryani*. Jurnal Geomine, Volume 9, Nomor 2, 141-149.
- BIG. (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Halimi, Khairul. (2018). *Pemodelan dan Perhitungan Volume Stockpile dengan Wahana UAV (Unmanned Aerial Vehicle) pada Wilayah Penambangan PT. Lhoong Setia Mining*. Electronic Thesis and Dissertation Unsyiah, Banda Aceh: Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.
- Pribadi, Khairy Kharisma. (2016). *Pengukuran Dan Pemetaan Ground Control Point (GCP) dalam Misi Pemotretan Udara di Area Pembangkit Listrik Tenaga Air Ketenger Kabupaten Banyumas*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Purwati, Dwi Nur. (2020). *Pengukuran Topografi Untuk Menghitung Volume Cut and Fill Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan di KM. 10 Kota Balikpapan*. Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil, Volume 4, Nomor 1, Oktober 2020.
- Ramadhan, Muh Gumilang, Sumarno, Nurul Yuhanafia. (2020). *Perbandingan Perhitungan Volume Stockpile Hasil Pengukuran Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan Pengukuran Electronic Total Station (ETS) (Studi Kasus: PT. Indocemenet Tunggal Prakarsa TBK. Palimanan, Cirebon)*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung (Itenas).
- Soendjojo, H. dan Riqqi, A. (2012). *Kartografi*. Penerbit ITB Bandung.

- Stiawan, Aris. (2017). *Modul Pemetaan Topografi*. Bandung: PT. Suropati Hidro Energi.
- Suyudi, Bambang, Tullus Subroto. (2014). *Fotogrametri dan Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertahanan Nasional.
- Syazwani, Nurul Aina. (2022). *Analisis Perbandingan Metode Fotogrametri Terhadap Metode Teristris di PT. Telen Orbit Prima Desa Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah*. Skripsi. Palangka Raya: Universitas Palangka Raya.