

Analisis Perbandingan Kuantitas Batubara Antara Drone Dji Phantom 4 RTK Dengan Terrestrial Laserr Scanner Pada Stockpile LS DH5

(Comparative Analysis of Coal Quantity Between DJI Phantom 4 RTK Drone and Terrestrial Laser Scanner on LS DH5 Stockpile)

Siti Hardianti^{1*}, Maryana¹, Dilariya¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan Batubara, Politeknik Akamigas Palembang

* Korespondensi E-mail: sitihardianti@pap.ac.id

Abstrak

Perhitungan kuantitas batubara dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya dengan pengukuran situasi detail menggunakan alat survei seperti Total Station, GPS atau GNSS, dapat pula menggunakan Terrestrial Laser Scanner dan teknologi populer yang saat ini digunakan untuk kegiatan survei volumetrik adalah pesawat tanpa awak atau drone. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jumlah kuantitas batubara stockpile LS DH 5 dengan menggunakan Drone DJI Phantom 4 RTK dan Terrestrial Laser Scanner, membandingkan hasil kuantitas dari kedua alat ukur tersebut dan mengetahui kelayakan kuantitas batubara hasil pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK terhadap kuantitas hasil pengukuran Terrestrial Laser Scanner. Hasil perhitungan menggunakan Drone DJI Phantom 4 RTK sebanyak 243.214,506 ton dan hasil perhitungan menggunakan Terrestrial Laser Scanner sebanyak 242.713,028 ton, antara kedua perhitungan tersebut terjadi selisih sebesar 501,478 ton atau 0,21%, dari perbandingan tersebut hasil perhitungan Drone DJI Phantom 4 RTK dianggap mendekati ketelitian karena masuk dalam standar toleransi (*Industry Adapted Error*) yang dipakai yaitu sebesar 2% menurut ASTM D6172-98.

Kata kunci: Stockpile, Drone, TLS, Kuantitas, Kelayakan

Abstract

Calculation of coal quantity can be done by various methods, one of which is by measuring the detailed situation using survey tools such as Total Station, GPS or GNSS, can also use Terrestrial Laser Scanner and popular technology currently used for volumetric survey activities is unmanned aircraft or drones. The purpose of this study was to determine the quantity of coal stockpile LS DH 5 using the DJI Phantom 4 RTK Drone and Terrestrial Laser Scanner, compare the quantity results of the two measuring instruments and determine the feasibility of the coal quantity measured by the DJI Phantom 4 RTK Drone against the quantity measured by the Terrestrial Laser Scanner. The calculation results using the DJI Phantom 4 RTK Drone were 243,214.506 tons and the calculation results using the Terrestrial Laser Scanner were 242,713.028 tons, between the two calculations there was a difference of 501.478 tons or 0.21%, From this comparison, the calculation results of the DJI Phantom 4 RTK Drone are considered close to accuracy because they are within the tolerance standard (*Industry Adapted Error*) used, which is 2% according to ASTM D6172-98.

Keywords: Stockpile, Drone, TLS, Quantity, Feasibility

1. Pendahuluan

Survei atau pemetaan dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran tentang roman atau bentuk dari permukaan bumi dan dari data survei ini dapat digunakan untuk membuat peta geologi dan peta topografi. Kegiatan survei sangat bermanfaat dalam membuat topografi daerah tambang yang digunakan untuk mengetahui luasan dan kuantitas dari bahan

galian serta bentuk permukaan bumi. Perhitungan kuantitas batubara dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya dengan pengukuran situasi detail menggunakan alat survei seperti Total Station, GPS atau GNSS, dapat pula menggunakan Terrestrial Laser Scanner dan teknologi populer yang saat ini digunakan untuk kegiatan survei volumetrik adalah pesawat tanpa awak atau drone.

Penelitian terkait perhitungan survei volumetrik khususnya pada area stockpile batubara sudah banyak dilakukan. Pengukuran volume atau kuantitas batubara pada area stockpile berfungsi sebagai pengawasan terhadap data pengiriman atau penggunaan batubara. Penelitian dengan membandingkan hitungan volume stockpile batubara hasil UAV Fotogrametri dan UAV lidar didapatkan perbedaan hasil sebesar 2,34% (Aji, 2022).

Penelitian serupa juga dilakukan dengan membandingkan perhitungan volume batubara pada area *stockpile* dengan menggunakan Terrestrial Laser Scanner (TLS) Faro Focus3D X330 dan hasil UAV Fotogrametri yang menggunakan sensor 1/2,3 CMOS pada Multicopter DJI Phantom 4. Dari penelitian tersebut didapatkan selisih sebesar 0,77%, 2,46%, 2,86% dan 1,89% (Salsabila, 2017). Sedangkan penelitian yang penulis lakukan ini membahas tentang Perbandingan volume hasil pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK dengan Terrestrial Laser Scanner yang diolah menggunakan Software 12D Model 14.

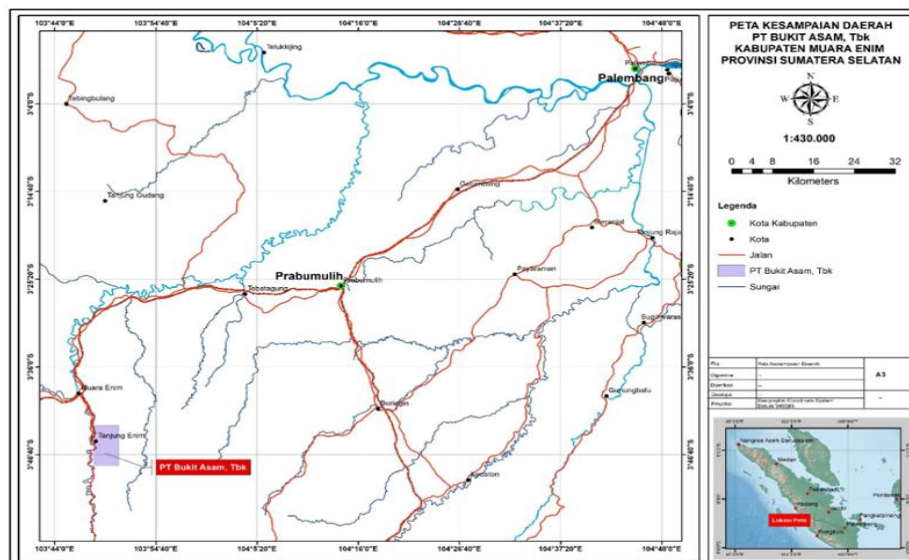
Software 12D merupakan salah satu software, yang dapat dipergunakan untuk membuat kontur pengukuran, peta *sequence* penambangan serta menghitung kuantitas dengan tingkat keakuratan perhitungan yang tinggi, namun software memiliki

kekurangan yaitu mengalami kesalahan sistem karena beberapa program terkadang mengalami *bug*. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat penerapan *software* pertambangan sudah merupakan hal lazim yang dilaksanakan oleh perusahaan pertambangan, karena dengan penerapan penerapan *software* pertambangan seperti 12D perusahaan tambang akan lebih optimal dalam menjalankan proses perencanaan penambangan yang diinginkan oleh perusahaan.

Selain menggunakan bantuan Software 12D Model 14 untuk menghitung volume atau kuantitas batubara ada beberapa software lain yang digunakan untuk melakukan pengolahan data antara lain Software Leica Infinity, Agisoft Metashape dan Riscan Pro. Berdasarkan hal di atas yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian dengan judul Analisis Perbandingan Kuantitas Batubara Antara Drone DJI Phantom 4 RTK

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di *stockpile* LS DH 5 PT Bukit Asam, Tbk. yang berlokasi di Jalan Perigi No. 1 Kelurahan Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang tergolong kedalam jenis observasi atau pengamatan lapangan dengan data berbentuk angka dan gambar. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Djollong, 2014). Dalam penelitian ini alat yang digunakan antara lain: kamera, Terrestrial Leser Scanner,

Drone DJI Phantom 4 RTK, alat tulis dan alat hitung, Laptop, dan beberapa aplikasi pendukung pengolahan data, diantaranya Microsoft Word, Microsoft Excel, dan Software Leica Geo Office, Leica Infinity, Agisoft Methaspe, Software Riscan Pro dan Software 12D Model 14. Data yang diambil dalam penelitian ini antara lain adalah foto udara, data survei, foto (dokumentasi), dan hasil volume *Terrestrial Laser Scanner*.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang telah didapatkan baik data GCP dan data dari pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK perlu dilakukan pengolahan data menggunakan software begitupun data yang dihasilkan dari pengukuran Terrestrial Laser Scanner, untuk mendapatkan hasil perhitungan volume dari pengukuran yang telah dilakukan menggunakan alat tersebut.

Pengolahan data GNSS dilakukan untuk mendapatkan titik koordinat GCP yang digunakan sebagai titik-titik control yang diketahui dengan baik dan digunakan untuk memvalidasikan dari pengukuran menggunakan alat GPS menggunakan metode *Real Time Kinematik* (RTK). Data yang digunakan yaitu data *Easting*, *Northing* dan *Height* untuk dijadikan koordinat GCP, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik Koordinat GCP

No.	Point Id	Easting	Northing	Height (m)
1	GCP1	370.625,0971	9.585.791,1353	100,0031
2	GCP2	370.630,1877	9.585.854,7696	105,1788
3	GCP3	370.603,8676	9.585.922,7846	104,5133
4	GCP4	370.497,3360	9.585.886,4551	111,4380
5	GCP5	370.492,6065	9.585.813,4020	104,6728
6	GCP6	370.528,2406	9.585.814,4873	109,5976
7	GCP7	370.572,6239	9.585.883,8950	118,1776
8	GCP8	370.609,3830	9.585.883,6116	114,1098
9	GCP9	370.618,6347	9.585.785,5184	100,6860
10	GCP10	370.597,5881	9.585.909,1156	105,1690
11	GCP11	370.534,6765	9.585.898,9948	111,1568
12	GCP12	370.501,6439	9.585.839,5038	110,9554

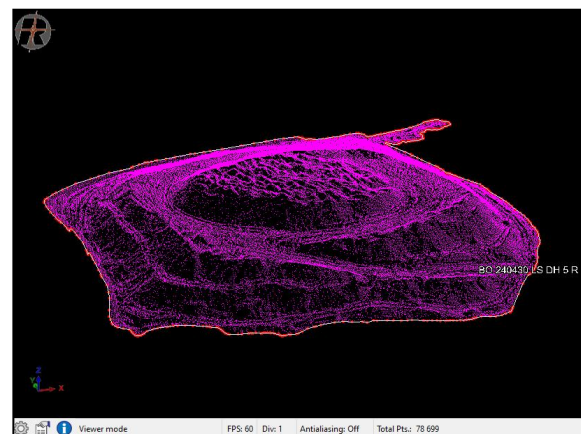
Data yang telah didapatkan dari *mapping* drone kemudian diolah menggunakan *Software Agisoft Metashape* untuk menggabungkan data foto yang dihasilkan dari pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK dengan data GCP yang telah diolah menggunakan *software Laica Infinity* untuk melakukan penyesuaian antara foto dengan GCP.

Pada pengukuran ini menggunakan jalur terbang 3D dan menghasilkan foto udara sebanyak 550 foto yang menggunakan 12 *Ground Control Point* (GPC). Maka dari itu, perlu penyesuaian foto udara yang dihasilkan dengan memindahkan GCP sesuai premak yang dapat dilihat pada foto udara.



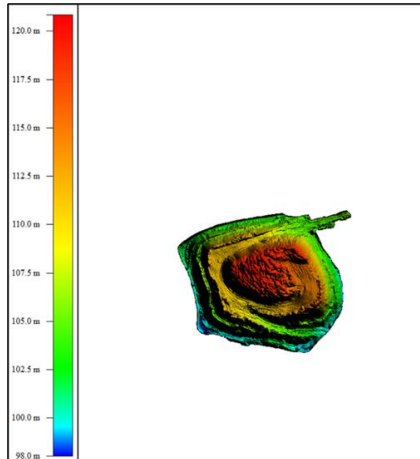
Gambar 2. Penyesuaian GCP

Setelah melakukan penyesuaian GCP selanjutnya melakukan pengolahan data menggunakan *Software Riscan Pro* untuk menghasilkan data *point cloud* dan menghilangkan atau membersihkan data yang tidak digunakan untuk perhitungan volume. Dimana noise serta data-data yang tidak relevan perlu dihapus guna memastikan hasil perhitungan volume menjadi optimal.



Gambar 3. Hasil *point cloud* drone DJI Phantom 4 RTK

Point cloud yang dihasilkan dari pengukuran foto udara setelah dilakukan *filtering* sebanyak 78.699 titik. Data ini selanjutnya yang digunakan untuk melakukan perhitungan volume dan dapat diketahui berapa volume *stockpile* yang telah diukur menggunakan pengukuran jalur terbang.



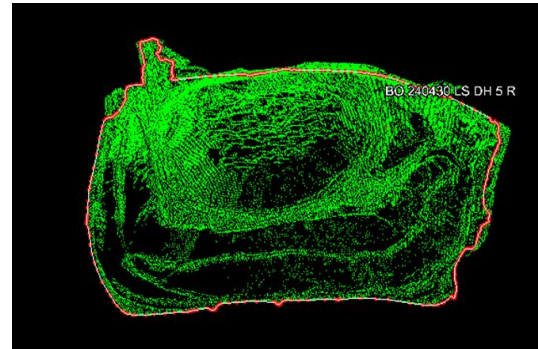
Gambar 4. DEM dari drone

Dari hasil pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK yang telah dilakukan pengolahan data dari beberapa tahap dan menghasilkan *point cloud* sebanyak 78.699 titik sebagai data yang digunakan untuk melakukan perhitungan volume agar diketahui berapa banyak batubara yang ada di area *stockpile* LS DH 5 menggunakan Software 12D Model 14.

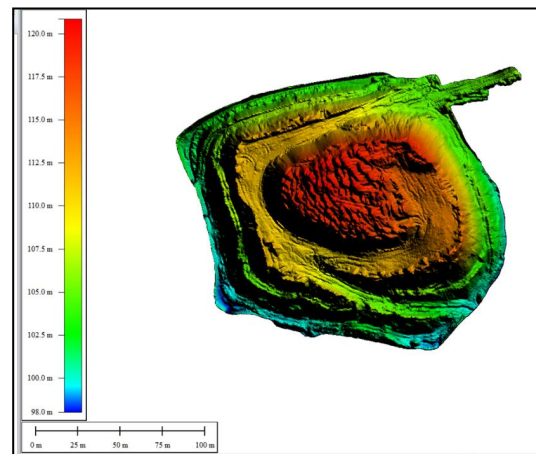
Tabel 2. Hasil volume drone DJI Phantom 4 RTK

No.	Progress	Hasil
1	Plan Area	24.515,725 m2
2	Cut	-103,886 m3
3	Fill	219.216,054 m3
4	Cut and Fill	219.112,168 m3

Dari hasil perhitungan volume yang dilakukan menggunakan pengukuran Drone DJI Phantom 4 RTK dan menggunakan software 12D model 14 yaitu sebanyak 219.112, 168 m3 dengan luas area 24.515,725 m2, total cut -103,886 m3 dan total fill 219.216,054 m3. Sedangkan Hasil *point cloud* yang didapatkan dari pengukuran Terrestrial Laser Scanner yang telah dilakukan *filtering* sebanyak 73.209 titik, data ini digunakan untuk melakukan perhitungan volume.



Gambar 5. Hasil *point cloud* TLS



Gambar 6. DEM dari TLS

Setelah melakukan perhitungan volume hasil dari pengukuran *Terrestrial Laser Scanner* menggunakan Software 12D Model 14 sebanyak 218.660,386 m³ dengan luas area 24.515,725 m², total cut -128,164 m³ dan total fill 218.788,551 m³.

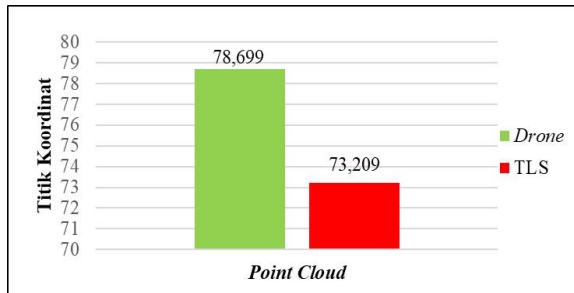
Tabel 3. Hasil volume TLS

No.	Progress	Hasil
1	Plan Area	24.515.725 m2
2	Cut	-128,164 m3
3	Fill	218.788,551 m3
4	Cut and fill	218.660,386 m3

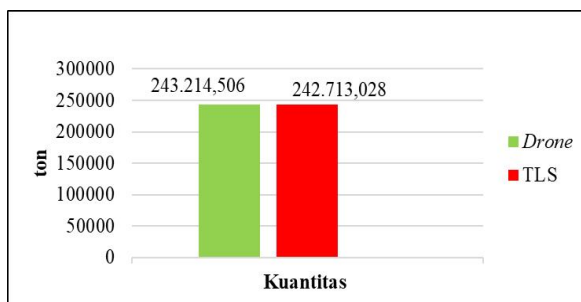
Dari pengolahan data yang telah dilakukan, maka dilakukan perbandingan hasil perhitungan kuantitas dari pengukuran menggunakan Drone DJI Phantom 4 RTK dengan Terrestrial Laser Scanner untuk diketahui selisih dan kelayakan selisih pengukuran menurut ASTM D6172-98. Berikut hasil perbandingan kuantitas batubara antara Drone DJI Phantom 4 RTK dengan Terrestrial Laser Scanner.

Tabel 4. Hasil perbandingan kuantitas batubara dengan *drone* dan TLS

Hasil	<i>Drone</i>	TLS	Selisih	Persen (%)
<i>Point Cloud</i>	78.699	73.209	5.490	
Volume (m ³)	219.112,168	218.660,386	451,782	0,21
Densitas (ton/m ³)	1,11	1,11	1,11	
Kuantitas (ton)	243.214,506	242.713,028	501,478	



Gambar 7. Grafik perbandingan *point cloud* hasil *drone* dan TLS



Gambar 8. Grafik perbandingan kuantitas batubara hasil *drone* dan TLS

Hasil yang didapatkan dari pengukuran *Drone DJI Phantom 4 RTK* yaitu 78.699 titik *point cloud*, 219.112,168 m³, setelah dikalikan dengan densitas batubara 1,11 ton maka hasil yang didapatkan 243.214,506 ton. Untuk hasil yang didapatkan dari pengukuran *Terrestrial Laser Scanner* sebanyak 73.209 titik *point cloud*. Volume sebesar 218.660,386 m³ kemudian dikali dengan densitas Batubara didapatkan 242.713,028 ton.

Berdasarkan hasil perhitungan, selisih kuantitas batubara hasil pengukuran dengan *Drone DJI Phantom 4 RTK* dan kuantitas batubara hasil pengukuran dengan *Terrestrial Laser Scanner* adalah sebesar 0,21%. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini masih di bawah dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Salsabila, 2017), yang mendapatkan selisih volume batubara pada area *stockpile* dengan menggunakan *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) dan hasil UAV Fotogrametri sebesar 0,77%, 2,46%, 2,86% dan 1,89%.

Selisih 0,2% yang didapatkan pada penelitian ini dapat diterima karena selisih kuantitas (volume) antara 2 alat tersebut di bawah 2% menurut ASTM D6172-98. ASTM D6172-98 adalah standar teknik pengukuran volume tumpukan material (*bulk material*), menggunakan kontur atau penampang yang dibuat dengan kompilasi operator langsung menggunakan fotogrametri, dimana batas di bawah standar ASTM D6172-98 toleransi maksimal yang diambil adalah 2% yang merupakan nilai *industry accepted error*

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan volume *stockpile* LS DH 5 menggunakan alat ukur *Drone DJI 4 RTK* dengan menggunakan software 12D model 14 menghasilkan kuantitas batubara sebanyak 243.214,506 ton dan untuk kuantitas yang dihasilkan oleh alat ukur *Terrestrial Laser Scanner* sebanyak 242.713,028 ton. Setelah dilakukan perbandingan hasil volume dari metode pengukuran *Drone DJI Phantom 4 RTK* terhadap volume dari pengukuran *Terrestrial Laser Scanner* menggunakan software 12D model 14 menghasilkan selisih volume sebesar 501,478 ton atau sebesar 0,21%. Dari perbandingan kedua alat didapatkan selisih sebesar 0,21%, menurut standar ASTM D6172-98 yang digunakan bahwa selisih tersebut dapat diterima karena masuk dalam toleransi (*Industry Accepted Error*) sebesar 2%.

Daftar Pustaka

- Adi, dkk., 2017. Penggambaran Peta Situasi Menggunakan *Feature Line & Grading Civil 3D*. *Jurnal PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN Universitas Pendidikan Indonesia*. 1(1), 31-40.
- Aji, A. R. S. dan Djurdjani., 2022. Analisis Perbandingan Volume *Stockpile* Batu bara Hasil UAV Fotogrametri dan UAV Lidar. *Jurnal JGISE Ilmu dan Teknik Informasi Geospasial Universitas Gadjah Mada* 5(2), 132-138.
- ASTM Internasional., 2010. *D6172-98 Standar Test Method for Determining the Volume of*

- Bulk Materials Using Photogrammetric Procedures*. United States: ASTM Int.
- DJI., 2016. *User Manual DJI Phantom 4*. Tiongkok: DJI Teknologi, Co., Ltd.
- Djollong, A. F., 2014. Teknik Pelaksanaan Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah parepare* 2(1), 1-15.
- Ginting, E. B., dkk., 2024. Studi Perbandingan Perhitungan Volume Galian dan Timbunan Menggunakan Data Total Station dan Drone (UAV) PT Muara Alam Sejahtera. *Jurnal Teknologi Rekayasa Sumber Daya Air Universitas Brawijaya*. 4 (1), 616-625.
- Harsiga, E. dkk., 2023. Perbandingan Kuantitas Batubara Menggunakan Metode *Draught Survey* dan UAV Drone DJI Pantom 4 *Advanced* di PT Muara Alam Sejahtera Unit Pelabuhan Kertapati. *Jurnal HIMASAPTA Universitas Lambung Mangkurat*. 8(3), 147-152.
- Harsiga, E. dkk., 2023. Analisis Metode Perhitungan Kuantitas Batubara Di Stockpile ROM PT. XYZ. *Jurnal Mineral*. 9(1), 33-38.
- Irfandy, A. dkk., 2021. Analisis *Coal Losses* pada Kegiatan Penambang di Pit *Inul Middle Panel 3* PT Kaltim Prima Coal. *Jurnal HIMASAPTA Universitas Lambung Mangkurat*. 6(2), 57-65.
- Kurnia, M. A. dkk., 2015. Evaluasi Penambangan di Pit 3 Berdasarkan Pengukuran *Survey* Kemajuan Tambang terhadap *Ritase* Alat Angkut (*Truck Account*) Pada PT Tanjung Alam Jaya Kecamatan Pengaron, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Jurnal GEOSAPTA Universitas Lambung Mangkurat*. 1(1), 5-7.
- Salsabila, R. dkk., 2017. *Perbandingan Perhitungan volume Stockpile Batubara menggunakan Terrestrial Laser Scanner (TLS) dan foto udara Unmanned Aerial Vehice (UAV)*. Skripsi, Univeritas Gajah Mada
- Setiawan, A. dan Taftazani, M. I., 2021. *Evaluasi Pemanfaatan Drone Real-Time Kinematic (RTK) Untuk Pengukuran Volume Tin Slag Ditinjau dari Variasi Tinggi Terbang dan Dibandingkan Dengan Metode Terestris*. Skripsi, Universitas Gadjah Mada
- Sujiman, F, X, S., 2019. Teknis Pengukuran dan Perhitungan *Volume Overburden* Kemajuan Tambang PT Putra Perkasa Abadi Menggunakan *Surpac 6.3.2*. Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan Universitas Kutai Kartanegara*. 27(1), 37-49.
- Shahmoradi, J. dkk., 2020. Tinjauan Komperehensif Penerapan Teknologi *Drone* di Industri Pertambangan. *Jurnal Drone* www.mdpi.com/jurnal/drone.
- Yusuf, H., 2014. *Survey dan Pemetaan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Zainul, A., 2023. Analisis Hasil Penentuan Posisi Metode Rapid Static dan RTK NTRIP untuk Titik Kontrol Orde 3 dan 4. Skripsi, Universitas Gadjah Mada.