

Nomor Daftar FPIPS : 5549/UN40.A2.11/PT/2024

**PEMANFAATAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV)
METODE *POST-PROCESSING KINEMATIC* (PPK) UNTUK
PERHITUNGAN VOLUME STOK BATUBARA DI *STOCKPILE*
PT BERAU COAL KALIMANTAN TIMUR TAHUN 2024**

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Geografi (S.Tr.Geo)



Oleh
MEGARANI TRI SHINTADEVI
NIM: 2009803

**PROGRAM STUDI SURVEI PEMETAAN DAN INFORMASI GEOGRAFIS
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

UTILIZATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) POST- PROCESSING KINEMATIC (PPK) METHOD FOR COAL STOCK VOLUME CALCULATION IN STOCKPILE PT BERAU COAL EAST KALIMANTAN IN 2024

Oleh
Megarani Tri Shintadevi

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Geografi pada Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial

© Megarani Tri Shintadevi
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan Geografi (S.Tr. Geo)
di
Program Studi D4 Survei Pemetaan dan Informasi Geografis
Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial
Universitas Pendidikan Indonesia

Oleh:
MEGARANI TRI SHINTADEVI
NIM: 2009803

Tanggal Ujian : 27 Agustus 2024
Periode Wisuda : Oktober 2024

Disetujui,

Pembimbing:

1. Muhammad Ihsan, S.T., M.T.
NIPT. 920171219910528101
2. Anisa Nabila Rizki Ramadhani, S.T., M.T.
NIPT. 920230219981229201



Penguji:

1. Dr. Iwan Setiawan, S.Pd., M.Si.
NIP. 197106041999031002
2. Dr. Nanin Trihanawati Sugito, S.T., M.T.
NIP. 198304032008012013
3. Asri Ria Affriani, S.T., M.Eng.
NIPT. 920171219920411201



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Survei Pemetaan dan Informasi Geografis



Dr. Nanin Trihanawati Sugito, S.T., M.T.
NIP. 198304032008012013

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "PEMANFAATAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) METODE *POST-PROCESSING KINEMATIC* (PPK) UNTUK PERHITUNGAN VOLUME STOK BATUBARA DI *STOCKPILE* PT BERAU COAL KALIMANTAN TIMUR TAHUN 2024" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 10 September 2024

Yang membuat pernyataan,



Megarani Tri Shintadevi
NIM 2009803

Dipersembahkan kepada Mamah yang telah tiada, dengan segala cinta dan rasa rindu yang tak pernah pudar, kupersembahkan karya ini sebagai wujud kasih sayang abadi dan kenangan yang tak tergantikan. Untuk Papah, keluarga tercinta, dan orang-orang spesial yang selalu mendukungku dalam setiap langkah, terima kasih atas segala doa, dukungan, dan cinta yang tak ternilai. Semoga karya ini menjadi bukti bahwa setiap kehadiran dan cinta kalian selalu mengalir di dalam hidupku.

ABSTRAK

PEMANFAATAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* (UAV) METODE *POST-PROCESSING KINEMATIC* (PPK) UNTUK PERHITUNGAN VOLUME STOK BATUBARA DI *STOCKPILE* PT BERAU COAL KALIMANTAN TIMUR TAHUN 2024

Oleh

MEGARANI TRI SHINTADEVI

NIM: 2009803

(Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis)

Pengukuran volume *stockpile* penting untuk manajemen persediaan batubara, perencanaan produksi, dan distribusi yang efisien. Penentuan volume yang akurat mendukung pemasaran, distribusi, serta keselamatan inventaris dan penyimpanan selama operasi. Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menjadi alternatif yang efisien dengan kemampuan terbang pada ketinggian 100-400 meter dan mengukur area hingga 600 hektar dalam satu misi terbang. UAV memberikan pengukuran lebih cepat dan aman dibandingkan *Laser Scanner*, dengan akurasi mencapai <5 cm. Dalam kondisi produksi dinamis PT Berau Coal, UAV dengan metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) dapat diandalkan untuk menghitung volume batubara di *stockpile*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi, menghitung volume stok batubara di *stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO) PT Berau Coal, dan menghitung nilai deviasi volume hasil UAV PPK dengan data timbangan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah survei pengukuran menggunakan UAV metode PPK. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran UAV PPK termasuk tinggi, dengan nilai RMSE untuk X, Y, dan Z masing-masing sebesar 0,018 m; 0,019 m; dan 0,018 m. Akurasi horizontal (CE90) dan vertikal (LE90) yang diperoleh sebesar 0,029 m dan 0,030 m. Nilai ini menunjukkan bahwa peta yang dihasilkan memenuhi ketelitian skala 1:1000 dan masuk dalam kategori kelas 1. Perhitungan volume stok batubara dari akuisisi menggunakan UAV PPK diperoleh sebanyak 13.750,216 m³ atau setara dengan 10.379,122 ton. Nilai deviasi dari pengukuran UAV PPK terhadap data timbangan menunjukkan bahwa hasilnya memenuhi standar toleransi menurut ASTM, dengan deviasi sebesar 1,766%. UAV PPK terbukti efektif meningkatkan efisiensi pengukuran volume stok batubara.

Kata kunci: batubara, *stockpile*, volume, UAV, PPK

ABSTRACT

UTILIZATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) POST-PROCESSING KINEMATIC (PPK) METHOD FOR COAL STOCK VOLUME CALCULATION IN STOCKPILE PT BERAU COAL EAST KALIMANTAN IN 2024

By

Megarani Tri Shintadevi

Student ID: 2009803

(Program Study of Mapping and Geographic Information Survey)

Stockpile volume measurement is important for efficient coal inventory management, production planning, and distribution. Accurate volume determination supports marketing, distribution, and inventory and storage safety during operations. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology is an efficient alternative with the ability to fly at altitudes of 100-400 metres and measure areas of up to 600 hectares in a single flying mission. UAVs provide faster and safer measurements than Laser Scanners, with accuracy reaching <5 cm. In the dynamic production condition of PT Berau Coal, UAV with Post-Processing Kinematic (PPK) method can be relied upon to calculate coal volume in stockpile. This research aims to analyse the accuracy, calculate the volume of coal stock in the stockpile of Gurimbang Mine Operation (GMO) PT Berau Coal, and calculate the volume deviation value of UAV PPK results with weighing data. The method used in this research is measurement survey using UAV PPK method. The results showed that the accuracy of UAV PPK measurements was high, with RMSE values for X, Y, and Z of 0.018 m; 0.019 m; and 0.018 m, respectively. The horizontal (CE90) and vertical (LE90) accuracies obtained were 0.029 m and 0.030 m, respectively. This value indicates that the resulting map meets the accuracy of 1:1000 scale and is included in the class 1 category. Calculation of coal stock volume from acquisition using UAV PPK obtained 13,750,216 m³ or equivalent to 10,379,122 tonnes. The deviation value of the PPK UAV measurement against the scale data shows that the results meet the tolerance standards according to ASTM, with a deviation of 1.766%. UAV PPK is proven to be effective in improving the efficiency of coal stock volume measurement.

Keywords: coal, stockpile, volume, UAV, PPK

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu. Penulis membuat Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk sidang Tugas Akhir di Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Nanin Trianawati Sugito, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Ibu Asri Ria Affriani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ihsan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Ibu Anisa Nabila Rizki Ramadhani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh dosen dan staf civitas akademika Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia.
6. PT Berau Coal selaku mitra yang sudah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di *Stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO).
7. Orang Tua penulis yang senantiasa mendukung penulis selama melaksanakan penelitian dan menyusun Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan doa, dukungan maupun semangat dalam pelaksanaan penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dalam kehidupan ini karena kesempurnaan hanyalah milik-Nya. Oleh sebab itu dalam Tugas Akhir pun tak lepas dari kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembaca dan bagi penulis khususnya. Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu Tugas Akhir ini.

Bandung, 17 Agustus 2024

Penulis,

Megarani Tri Shintadevi
NIM 2009803

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	ii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
Bab I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang Penelitian	1
I.2 Rumusan Masalah Penelitian	5
I.3 Tujuan Penelitian.....	5
I.4 Batasan Penelitian	5
I.5 Manfaat Penelitian.....	6
I.6 Sistematika Penulisan.....	6
Bab II Kajian Pustaka	8
II.1 Penelitian Terdahulu	8
II.2 Perusahaan Tambang Batubara PT Berau Coal	13
II.3 Batubara	13
II.4 <i>Stockpile</i>	14
II.5 <i>Volume Stockpile</i>	17
II.6 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	18
II.6.1 UAV VTOL WingtraOne Gen II.....	19
II.7 Fotogrametri	20
II.8 <i>Ground Sampling Distance (GSD)</i>	24
II.9 <i>Ground Control Point (GCP) dan Independent Check Point (ICP)</i>	25
II.10 <i>Post-Processing Kinematic (PPK)</i>	26
II.11 <i>Structure from Motion (SfM)</i>	26
II.12 <i>Continuously Operating Reference Station (CORS)</i>	28
II.13 <i>Triangulated Irregular Network (TIN)</i>	28
II.14 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	29
II.15 Uji Ketelitian Geometri.....	30
II.16 Uji Validasi Menggunakan Data Timbangan.....	33

Bab III Metode Penelitian	34
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	34
III.2 Alat dan Bahan	36
III.2.1 Alat	36
III.2.2 Bahan	37
III.3 Diagram Alir Penelitian	38
III.4 Pelaksanaan Penelitian	40
III.4.1 Tahap Persiapan	40
III.4.2 Tahap Pengumpulan Data	40
III.4.3 Tahap Pengolahan Data	41
III.4.4 Tahap Analisis	44
III.4.5 Tahap Akhir	44
III.5 Tutorial Penggunaan Software	45
III.5.1 <i>Geotagging</i> pada Aplikasi WingtraHub	45
III.5.2 Pengolahan Foto Udara pada Aplikasi Agisoft	47
III.5.3 <i>Filtering</i> Data pada Aplikasi RiSCAN PRO	54
III.5.4 Perhitungan Volume pada Aplikasi Minescape	59
III.6 Pengujian Penelitian	69
Bab IV Hasil dan Pembahasan	71
IV.1 Hasil Pengolahan Foto Udara	71
IV.2 Hasil Pengukuran <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV) Metode <i>Post-Processing Kinematic</i> (PPK) Menggunakan Analisis Uji Akurasi <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	81
IV.3 Hasil Perhitungan Volume Stok Batubara di <i>Stockpile</i> dari Akuisisi Data Menggunakan <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV) Metode <i>Post-Processing Kinematic</i> (PPK)	83
IV.4 Nilai Deviasi Volume Hasil Pengukuran <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV) dengan Data Timbangan	84
Bab V Kesimpulan dan Saran	91
V.1 Kesimpulan	91
V.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	98
CURICULUM VITAE	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Angle of Repose</i>	14
Gambar 2. 2 Lapisan Material <i>Bed</i> pada <i>Stockpile</i>	15
Gambar 2. 3 Pola Penimbunan <i>Cone Ply</i>	16
Gambar 2. 4 Pola Penimbunan <i>Chevron</i>	16
Gambar 2. 5 Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>	17
Gambar 2. 6 Pola Penimbunan <i>Windrow</i>	17
Gambar 2. 7 Kerucut Terpancung.....	17
Gambar 2. 8 Limas Terpancung.....	18
Gambar 2. 9. UAV WingtraOne GEN II	19
Gambar 2. 10 Orientasi pada 3 Jenis Foto Udara	21
Gambar 2. 11 Petak Bujur Sangkar Tergambar Menurut Orientasi Kamera.....	21
Gambar 2. 12 Distribusi Ideal Titik Uji dan Jarak Ideal Antar Titik Uji	25
Gambar 2. 13 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Post-Processing Kinematic (PPK) System</i>	26
Gambar 2. 14 <i>Structure from Motion Photogrammetric Technique</i>	27
Gambar 2. 15 Konfigurasi Segmen CORS	28
Gambar 2. 16 <i>Triangulated Irregular Network</i>	29
Gambar 2. 17 <i>Digital Elevation Model</i>	30
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 4 Rencana Jalur Terbang.....	41
Gambar 3. 5 Proses Pengunduhan Data RINEX.....	45
Gambar 3. 6 Proses <i>Geotagging</i>	46
Gambar 3. 7 <i>Import data</i> hasil <i>geotagging</i>	47
Gambar 3. 8 Proses <i>align photos</i>	48
Gambar 3. 9 <i>Import GCP</i>	49
Gambar 3. 10 <i>Export Generate Report</i>	50
Gambar 3. 11 <i>Build Point Cloud</i>	50
Gambar 3. 12 <i>Build DEM</i>	52
Gambar 3. 13 <i>Build Orthomosaic</i>	52
Gambar 4. 1 Hasil <i>Scan</i> Foto Udara	71
Gambar 4. 2 <i>Camera Location and Image Overlap</i>	72

Gambar 4. 3 <i>Align Photos</i>	73
Gambar 4. 4 <i>Report Sparse Point Cloud</i>	73
Gambar 4. 5 Hasil Proses <i>Build Point Cloud</i>	75
Gambar 4. 6 Hasil Proses <i>Build DEM</i>	75
Gambar 4. 7 Hasil Proses <i>Orthomosaic</i>	76
Gambar 4. 9 Data Sebelum Proses <i>Filtering</i>	76
Gambar 4. 10 Hasil Proses <i>Filtering</i>	77
Gambar 4. 11 Hasil Proses <i>Filtering</i>	77
Gambar 4. 12 Hasil Proses <i>Boundary</i>	78
Gambar 4. 13 Hasil <i>Triangle Top Surface</i>	79
Gambar 4. 14 Hasil Proses <i>Triangle Bottom Surface</i>	79
Gambar 4. 15 Hasil Proses <i>Contouring</i>	80
Gambar 4. 16 Peta Situasi CPP GMO	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2. 2. <i>Technical Specifications</i> WingtraOne GEN II.....	19
Tabel 2. 3 Nilai GSD	24
Tabel 2. 4 Akurasi Geometrik Data Geospasial Dasar	32
Tabel 2. 5 Ketelitian Koordinat Hasil Pengolahan GNSS untuk GCP dan ICP	32
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	35
Tabel 3. 2 Alat yang Digunakan	36
Tabel 3. 3 Bahan yang Dibutuhkan.....	37
Tabel 3. 4 Jumlah ICP Sesuai dengan SNI 8202:2019	69
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>Point Cloud</i>	74
Tabel 4. 2 Spesifikasi DEM.....	75
Tabel 4. 3 Tabel Uji Akurasi Berdasarkan <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	81
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Volume Batubara	83
Tabel 4. 5 <i>Bulk Density</i>	85
Tabel 4. 6 Volume Pengukuran PPK	86
Tabel 4. 7 Volume Data Timbangan.....	87
Tabel 4. 8 Selisih Volume Hasil UAV PPK dan Data Timbangan.....	88
Tabel 4. 9 Nilai Deviasi Volume Batubara.....	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Surat Izin Penelitian	98
Lampiran B Surat Pernyataan	99

DAFTAR PUSTAKA

- Annabel (2020). *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) PPK dan RTK*, diperoleh melalui situs internet: [https://www.handalselaras.com/Unmanned Aerial Vehicle \(UAV\)-ppk-dan-rtk-apa-bedanya/](https://www.handalselaras.com/Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-ppk-dan-rtk-apa-bedanya/). Diakses pada tanggal 20 Februari 2024.
- Aji, A. R. S., & Djurdjani, D.-. (2022). Perbandingan Volume *Stockpile* Batu Bara Hasil UAV Fotogrametri dan UAV Lidar. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 5(2), 70. <https://doi.org/10.22146/jgise.78295>
- Aji, D. S., Sabri, L. M., & Prasetyo, Y. (2019). Analisis Akurasi DEM dan Foto Tegak Hasil Pemotretan Dengan Pesawat Nir Awak Dji Phantom 4 (Studi Kasus : Bukit Perumahan Permata Hijau Tembalang Semarang) (Vol. 8, Issue 2).
- Al Amin, A. R. (2017). Optimasi Sebaran Titik GCP Dan ICP Pada Proses Ortorektifikasi Citra Resolusi Tinggi Untuk Pembuatan Peta Skala 1:5.000 (Studi Kasus: 1 Scene Citra Pleiades 033 Lumajang). *Jurnal Teknik ITS*, 000, 96. <http://repository.its.ac.id/1887/>
- Arif, I. (2014). BatuBara Indonesia. Gramedia Pustaka Utama.
- ASTM. (1998). *Standard Test Method for Determining the Volume of Bulk Materials Using Contours or Cross Sections Created by Direct Operator Compilation Using Photogrammetric Procedures*. *Terrain*, 98(Reapproved), 1–7. <https://doi.org/10.1520/D6172-98R10.1>.
- Ayyubi, A. S. Al, Cahyono, A. B., & Hidayat, H. (2017). Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana *Fix Wing* UAV (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo). *Jurnal Teknik ITS*, 6, 2337–3539. <http://repository.its.ac.id/43720/>
- Bandaso, S., Winarno, A., Hasan, H., Respati, L. L., & Magdalena, H. (2023). Studi Kehilangan Batubara dari *Stockpile* ke Tongkang di PT Indochin Resources Kecamatan Palaran Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Journal of Comprehensive Science*, 2, 11.
- Berau. (2022). *Driving A Sustainable Future With Adaptive Innovation*.

www.beraucoalenergy.co.id

- Dinkov, D. (2023). *Accuracy Assessment of High-Resolution Terrain Data Produced from UAV Images Georeferenced With On-Board PPK Positioning*. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 2023(48), 43–53. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e89878>
- Diodemus, P. (2020). Pemanfaatan Foto Udara Hasil Pemotretan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Tipe *Post-Processing Kinematic* (PPK) Untuk Pemetaan Topografi.
- Eltner, A., & Sofia, G. (2020). *Structure from Motion Photogrammetric Technique*. in *Developments in Earth Surface Processes* (Vol. 23, pp. 1–24). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64177-9.00001-1>
- ESDM. (2021). Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong. *NOMOR: 246.Pers/04/SJI/2021*, 1. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong>
- Faisal Afif, S. (2022). Analisa Geometri *Stockpile* Untuk Pencegahan Swabakar di PT Bukit Asam TBK, Tanjung Enim Sumatera Selatan.
- Famiglietti, N. A., Cecere, G., Grasso, C., Memmolo, A., & Vicari, A. (2021). *A Test on The Potential of A Low Cost Unmanned Aerial Vehicle Rtk/Ppk Solution For Precision Positioning*. *Sensors*, 21(11). <https://doi.org/10.3390/s21113882>
- Hamzah, H. B., & Said, S. M. (2011). *Measuring Volume of Stockpile Using Imaging Station*. *Geoinformation Science Journal*, 11(1), 15–32. www.topconpositioning.com
- Hukama, C. W., Yuwono, B. D., & Nugraha, A. L. (2018). Pembuatan Sistem Informasi GNSS CORS UNDIP Berbasis Web. *Jurnal Geodesi Undip*, 7, 129–140.
- Kristianie, Y., Usup, H. L. D., & Ferdinandus. (2023). Perhitungan Volume Timbunan Batubara Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di PT. Mitra Barito Lumbang Energi Site PT . Kalimantan Prima Nusantara (KPN). *2018*(6), 79–83.
- Kurniawan, S. (2023). Analisis Ketelitian *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

- Metode *Post Processing Kinematic* (PPK) Untuk Pengukuran Situasi Tambang Batubara Terbuka (STUDI KASUS : PT . BERAU COAL).
- Kurniawan, S., & Cahyadi, M. N. (2023). *Utilization of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Measurement of Surface Coal Mining Situation. Journal of Marine-Earth Science and Technology*, 3(2), 29–34. <https://doi.org/10.12962/j27745449.v3i2.576>
- Mabrur, A. Y., Arafah, F., & Sulistianto, A. (2023). *Stockpile Volume Estimation Calculation Based on Terrestrial Laser Scanner (TLS) Data Acquisition and 3D Surface Visualization. Journal of Applied Geospatial Information*, 7(1), 729–733. <https://doi.org/10.30871/jagi.v7i1.4906>
- Oniga, V. E., Morelli, L., Macovei, M., Chirila, C., Breaban, A. I., Remondino, F., & Sestras, P. (2023). *Ppk Processing To Boost Uas Accuracy in Cadastral Mapping. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 48(1/W1-2023), 345–352. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W1-2023-345-2023>
- Panjaitan, P. S., & Supit, J. M. (2021). Kajian Tingkat Akurasi dan Ketelitian Geometri Peta Dasar Hasil Pengolahan Data Foto Udara Untuk Pemanfaatannya di Sektor Pertambangan. *Jurnal Penelitian Tambang*, 4(2), 121–125.
- Prayogo, I. P. H., Manoppo, F. J., Lefrandt, L. I. R., & Dasar, P. (2020). Pemanfaatan Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter* Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka *Ground Control Point (GCP)*. 10(1).
- Raeva, P. L., Filipova, S. L., & Filipov, D. G. (2016). *Volume Computation of A Stockpile – A Study Case Comparing Gps and UAV Measurements in An Open Pit Quarry. XLI(July)*, 999–1004. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B1-999-2016>
- Ramadhan, M. G., Sumarno, & Yuhanafia, N. (2020). Perbandingan Perhitungan Volume *Stockpile* Hasil Pengukuran *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dan Pengukuran *Electronic Total Station (ETS)* (Studi Kasus: PT Indocement Tunggal Prakasa Tbk. Palimanan, Cirebon). *Reka Geomatika*, 20(x), 1–12.
- Santoso, B. 2004. Fotogrametri. Bandung : TGD ITB.

- Seto, Y. (2013). *Metrik fotografi*.
- Syifa, F. A., Gusman, M., Saldy, T. G., & Har, R. (2020). Perencanaan *Stockpile* Pelabuhan pada *Coal Handling Facility* PT . Surya Global Makmur Kecamatan Taman Rajo ., *Jurnal Bina Tambang*, 7(3), 128–142.
- Tamimi, R., & Toth, C. (2023). *Assessing the Viability of PPK Techniques for Accurate Mapping with UAS*. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 48(1/W1-2023), 479–488. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W1-2023-479-2023>
- Tomaščík, J., Mokroš, M., Surový, P., Grznárová, A., & Merganič, J. (2019). *UAV RTK/PPK method-An optimal solution for mapping inaccessible forested areas? Remote Sensing*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/RS11060721>
- TÜRK, Y., BALABAN, B., ALKAN, E., ÇINAR, T., & AYDIN, A. (2022). *Açık maden sahalarında kazı sonrası zemin değişiminin izlenmesinde İHA-tabanlı RTK/PPK yönteminin kullanımı: Düzce-Tatlidere taş ocağı örneği*. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(Özel Sayı), 76–85. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1093694>
- Ust Beijing. (1999). *Volumetric Calculations of Stockpiles by Using Computer-aided Measuring Technique*. *Journal of University of Science and Technology Beijing*
- WingtraOne. (2023). *Technical specifications WingtraOne*.
- Yang, X., Huang, Y., & Zhang, Q. (2020). *Automatic stockpile extraction and measurement using 3d point cloud and multi-scale directional curvature*. *Remote Sensing*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/rs12060960>
- Zeybek, M., Taşkaya, S., Elkhachy, I., & Tarolli, P. (2023). *Improving the Spatial Accuracy of UAV Platforms Using Direct Georeferencing Methods: An Application for Steep Slopes*. *Remote Sensing*, 15(10), 1–22. <https://doi.org/10.3390/rs15102700>
- Zhang, H., Aldana-Jague, E., Clapuyt, F., Wilken, F., Vanacker, V., & Van Oost, K. (2019). *Evaluating the potential of post-processing kinematic (PPK) georeferencing for UAV-based structure-from-motion (SfM) photogrammetry and surface change detection*. *Earth Surface Dynamics*,

7(3), 807–827. <https://doi.org/10.5194/esurf-7-807-2019>

Zhang, H., Aldana-Jague, E., Ois Clapuyt, F., Wilken, F., Vanacker, V., & Oost, K. Van. (2019). *Evaluating the Potential of PPK Direct Georeferencing for UAV-SfM Photogrammetry and Precise Topographic Mapping*. *Earth Surface Dynamics*, 7(January), 807–827. <https://doi.org/10.5194/esurf-2019-2>