

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Penelitian

Salah satu sumber energi dunia adalah batubara. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara, batubara didefinisikan sebagai endapan senyawa organik yang mengandung karbon, yang timbul secara alami dari sisa-sisa tumbuhan, dan memiliki sifat yang dapat terbakar. Batubara terdiri dari campuran senyawa kimia organik yang sangat kompleks mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen dalam rantai karbon (Sukandarrumidi, 1995 dalam Ramadhan dkk, 2020). Di Indonesia, cadangan batubara tersebar di berbagai wilayah, mulai dari Sumatera hingga Papua. Cadangan batubara sebagian besar terletak di cekungan besar seperti Aceh, Sumatera Utara, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Indonesia memiliki sumber daya batubara yang tercatat sebesar 143,7 miliar ton, dengan cadangan yang dapat dieksploitasi mencapai 38,84 miliar ton (ESDM, 2021). Dengan produksi batubara rata-rata sebesar 600 juta ton per tahun, cadangan batubara di Indonesia diperkirakan akan bertahan selama 65 tahun. Perkiraan ini didasarkan pada asumsi bahwa tidak ada penemuan cadangan baru (ESDM, 2021). Pulau Kalimantan mempunyai 62,1% dari total potensi cadangan dan sumber daya batubara di Indonesia, dengan jumlah sumber daya sebesar 88,31 miliar ton dan potensi cadangan sebesar 25,84 miliar ton. (ESDM, 2021).

Salah satu perusahaan pertambangan batubara yang telah lama beroperasi di Provinsi Kalimantan Timur adalah PT Berau Coal, yang didirikan pada tahun 1983. Saat ini, wilayah tambang Berau Coal mencakup area seluas 108.009 hektar. Berdasarkan laporan tim geologi PT Berau Coal, pada 1 Januari 2023, cadangan batubara perusahaan tersebut tercatat sebesar 433,8 juta ton (Berau Coal, 2022). Setelah penambangan selesai, batubara diekstraksi dan diangkut ke unit *crusher* batubara menggunakan *dump truck*. Batubara dihancurkan hingga mencapai ukuran yang diinginkan sebelum disimpan di area penimbunan, yang dikenal sebagai *stockpile* (Berau Coal, 2022). *Stockpile* batubara adalah tumpukan sementara material batubara. Salah satu kegiatan rutin dalam pengawasan *stockpile* adalah pengukuran volume (Aji dan Djurdjani, 2022). Pengukuran dan perhitungan

Megarani Tri Shintadevi, 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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

volume *stockpile* penting dilakukan karena beberapa alasan. Pertama, pengukuran volume yang tepat sangat krusial untuk manajemen persediaan yang efisien serta perencanaan produksi dan konsumsi batubara (Mabrur dkk., 2023). Informasi ini membantu dalam memastikan proses pengiriman yang lancar dan pemanfaatan sumber daya yang efisien (Yang dkk., 2020). Kedua, perhitungan volume diperlukan untuk menentukan jumlah batubara yang tersedia untuk pemasaran dan distribusi, terutama untuk memenuhi permintaan catu daya (Hamzah & Said, 2011). Selain itu, mengetahui volume stok penting untuk pemeliharaan inventaris keselamatan dan manajemen penyimpanan selama operasi (Beijing, 1999). Perhitungan volume *stockpile* juga bertujuan untuk membandingkan kapasitas area untuk menampung stok dan melakukan pemodelan *stockpile*. Ini berguna untuk memantau kondisi visual *stockpile*, termasuk relief, kemiringan, penyebaran bahan galian, dan lainnya (Halimi, 2018 dalam Ramadhan dkk, 2020). PT Berau Coal menghitung semua volume bahan galian yang telah diambil serta yang masih ada di alam. Dalam pengukuran ini, perusahaan menggunakan metode fotogrametri untuk mengukur volume batubara di area *stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO) PT Berau Coal.

Dalam pengukuran volume batubara di *stockpile* menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), data yang diperoleh berupa foto udara. Foto-foto ini akan digunakan sebagai data utama untuk perhitungan volume batubara di *stockpile*. UAV juga dikenal sebagai Pesawat Udara Nir Awak (PUNA), adalah pesawat yang beroperasi tanpa awak di dalamnya. UAV dikendalikan oleh operator yang berada di luar pesawat, sedangkan pesawat itu sendiri berfungsi secara otomatis sesuai dengan instruksi dari operator (Santoso, 2004). Perhitungan volume *stockpile* menggunakan foto udara dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah salah satu metode yang dapat diterapkan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan menggunakan alat ukur *Electronic Total Station* (ETS) (Hadiyanto, 2017 dalam Ramadhan dkk, 2020). Kelebihan pengukuran menggunakan foto udara dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) untuk perhitungan volume *stockpile* meliputi cakupan area yang lebih luas, waktu pengukuran yang lebih cepat dibandingkan dengan alat ukur *Electronic Total Station* (ETS), serta hasil data yang akurat. UAV menghasilkan data detail dalam bentuk kumpulan titik

Megarani Tri Shintadevi, 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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

berkoordinat 3D yang dikenal sebagai *point cloud* (Hadiyanto, 2017 dalam Ramadhan dkk, 2020). *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat terbang dan menjelajah pada ketinggian 100-400 meter, serta mampu mengukur area seluas hingga 600 hektar dalam satu misi terbang. Sebaliknya, alat ukur *Electronic Total Station* (ETS) hanya dapat mengukur sekitar 10 hektar dalam satu hari. Pengukuran dengan UAV dapat menyediakan informasi terbaru secara cepat dan akurat tentang kondisi area pertambangan (Hadiyanto, 2017 dalam Ramadhan dkk, 2020). Penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) untuk pengukuran volume *stockpile* mengalami peningkatan pesat (Aji dan Djurdjani, 2022). Menurut Winn (2018) yang dikutip oleh Aji dan Djurdjani (2022), penggunaan UAV di sektor pertambangan meningkat sebesar 198% *year-on-year* (YoY). Pengukuran dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat menjadi alternatif karena efisiensi alat dan kecepatan pengiriman data.

PT Berau Coal menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) untuk menghitung volume batubara. *Post-Processing Kinematic* (PPK) adalah teknologi koreksi data lokasi yang diterapkan setelah pengambilan data melalui pemotretan udara selesai. Data hasil pemotretan kemudian diunggah ke penyimpanan untuk diproses lebih lanjut. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang dilengkapi dengan GNSS PPK *receiver* akan terbang ke area target untuk mengumpulkan data dari satelit dan mencatatnya sebagai data koreksi untuk pengambilan data foto udara yang telah dilakukan (Annabel, 2020).

Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) untuk penghitungan volume batubara di *stockpile* telah menjadi topik penelitian dalam konteks pertambangan batubara terbuka (Yilmaz dkk, 2022). Berdasarkan (Kurniawan, 2023), dalam penelitiannya membandingkan metode pengukuran menggunakan *Laser Scanner* dan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) pada situasi tambang batubara terbuka menunjukkan bahwa *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat digunakan untuk mengukur situasi batubara terbuka dengan akurasi yang tinggi. Penerapan metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, setara dengan koreksi menggunakan titik *Ground Control Point* (GCP), dengan tingkat akurasi mencapai kurang dari lima

Megarani Tri Shintadevi, 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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

sentimeter (Kurniawan & Cahyadi, 2023). Berdasarkan (Kurniawan & Cahyadi, 2023), penelitiannya menunjukkan bahwa pengukuran menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat mengukur situasi tambang terbuka dalam waktu yang singkat dan tanpa memerlukan personel untuk mendekati objek pengukuran, sehingga lebih aman dibandingkan menggunakan *Laser Scanner*.

Metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) dapat diterapkan secara efektif untuk menghitung volume batubara di *stockpile* dengan menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di tambang batubara terbuka (Kurniawan, 2023). Pengukuran dapat dilakukan dalam waktu yang singkat, biaya yang terjangkau, dan mencakup area yang luas. Berdasarkan tingkat produksi PT Berau Coal yang dinamis, penggunaan UAV dengan metode PPK dapat diimplementasikan di area *stockpile* dalam menghitung volume batubara, mengingat volume batubara yang terus-menerus berubah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi dan menghitung volume stok batubara di area *stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO) PT Berau Coal dengan menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK). Hasil dari penelitian ini memberikan informasi kepada perusahaan tentang besaran volume stok batubara yang ada di *stockpile* secara cepat dan akurat.

Dalam menganalisis akurasi data yang dihasilkan dari UAV PPK, penelitian ini menghitung akurasi ketelitian horizontal (CE90) dan vertikal (LE90) mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 8202 Tentang Ketelitian Peta Dasar. Nilai akurasi horizontal dan vertikal yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan berdasarkan klasifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) 9135-1:2022 Tentang Pengolahan Data Geospasial Skala Besar Hasil Akuisisi Wahana Udara Nirawak-Bagian 1: Berbasis Kamera Nonmetrik. Dalam penelitian ini volume batubara dihitung dari luasan dua penampang serta jarak antara penampang atas dan penampang bawah. Hasil perhitungan volume batubara kemudian dilakukan uji validasi terhadap data timbangan dengan mengacu pada standar nilai deviasi *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

I.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Seberapa tinggi tingkat akurasi pengukuran *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) menggunakan analisis uji akurasi *Root Mean Square Error* (RMSE)?
2. Seberapa besar volume stok batubara di *stockpile* dari akuisisi data menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK)?
3. Bagaimana nilai deviasi estimasi volume hasil *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan data timbangan?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menelaah hasil dari pengukuran *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) menggunakan analisis uji akurasi *Root Mean Square Error* (RMSE).
2. Mendapatkan hasil perhitungan volume stok batubara di *stockpile* dari akuisisi data menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK).
3. Mengetahui nilai deviasi estimasi volume hasil *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan data timbangan.

I.4 Batasan Penelitian

1. Perhitungan volume menggunakan *software* minescape.
2. Volume yang dihitung adalah volume stok batubara pada tanggal 30 Juni 2024 Pukul 09.15-09.30 WITA.
3. Lokasi pengukuran berada di *stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO) PT.Berau Coal dengan luas *area of interest* (AOI) 18,25 hektar.
4. Alat yang digunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) WingtraOne Gen II, GNSS *Receiver* Trimble R8, CORS Trimble, Perangkat *Personal Computer* (PC).
5. Metode analisis kualitas data menggunakan uji akurasi *Root Mean Square Error* (RMSE) dan analisis uji validasi estimasi volume dengan data timbangan.

Megarani Tri Shintadevi, 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

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat Praktis
 - a. Memberikan rekomendasi penggunaan data yang telah didapatkan melalui penelitian ini.
 - b. Mendapatkan informasi metode alternatif yang lebih efisien dalam perhitungan volume stok batubara menggunakan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK).
2. Manfaat Teoritis
 - a. Pengembangan Teknologi Pengukuran: Penelitian ini dapat memperluas pengetahuan tentang penggunaan teknologi UAV dan metode PPK dalam pengukuran volume batubara di bidang pertambangan.
 - b. Pemahaman Lebih Lanjut tentang Teknik *Post-Processing Kinematic* (PPK): Penelitian ini membantu memperjelas mekanisme dari metode PPK dalam konteks pengukuran volume batubara.
 - c. Penguatan Pengetahuan tentang Penggunaan UAV di Bidang Pertambangan: Penelitian ini memperdalam pengetahuan akademik dan praktis tentang penggunaan UAV dalam sektor pertambangan, terutama untuk keperluan survei, pemetaan, dan pengukuran volume stok batubara.
 - d. Menjadi referensi atau studi literatur pada penelitian selanjutnya tentang penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) di industri pertambangan.

I.6 Sistematika Penulisan

Untuk memahami alur penulisan Tugas Akhir ini dengan jelas, sistematika penulisan dijabarkan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan.

Bab ini berisikan latar belakang penelitian “Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Metode *Post-Processing Kinematic* (PPK) untuk

Perhitungan Volume Stok Batubara di *Stockpile* PT Berau Coal Kalimantan Timur Tahun 2024”, rumusan masalah penelitian yang berisikan tentang hal yang akan diteliti oleh penulis, tujuan penelitian yang berisikan tentang hal sasaran penulis melakukan penelitian, batasan penelitian yang merupakan batasan dari pengerjaan tugas akhir, manfaat penelitian yang berisikan tentang kegunaan tugas akhir melalui penelitian ini, dan sistematika penulisan yang berisikan tentang penjelasan alur penulisan penelitian.

2. Bab II Kajian Pustaka.

Bab ini membahas penelitian-penelitian yang relevan dengan bidang yang diteliti serta teori-teori yang digunakan oleh peneliti sebagai dasar atau acuan dalam penelitian berjudul “Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* Metode *Post-Processing Kinematic (PPK)* untuk Perhitungan Volume Stok Batubara di *Stockpile* PT Berau Coal Kalimantan Timur Tahun 2024”.

3. Bab III Metode Penelitian.

Bab ini mencakup peta lokasi penelitian di *stockpile* Gurimbang Mine Operation (GMO) PT Berau Coal, waktu pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, alur pelaksanaan penelitian, panduan penggunaan perangkat lunak 1) WingtraHub, 2) Agisoft Metashape, 3) RiSCAN PRO, dan 4) Minescape untuk pengolahan data, dan pengujian penelitian.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan.

Bab ini membahas hasil pengukuran menggunakan UAV PPK yang dianalisis menggunakan uji akurasi *Root Mean Square Error (RMSE)*. Selain itu, bab ini juga menyajikan hasil perhitungan volume stok batubara di *stockpile* yang diperoleh melalui akuisisi data dengan UAV PPK, serta membandingkan hasil estimasi volume dari UAV PPK dengan data timbangan untuk menghitung nilai deviasi.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran.

Bab ini berisikan kesimpulan dari pembahasan, serta memberikan saran bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya.