

ANALISIS PERBANDINGAN PENGHITUNGAN *STOCKPILE* MATERIAL BATU KAPUR MENGGUNAKAN GNSS DENGAN METODE RTK DAN NTRIP

Yuni Widia Sari¹, Yuliantini Eka Putri², Lucyana³, Alan Parapelta⁴

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Komputer, Universitas Baturaja, Jl. Ratu Penghulu No. 2301, Karang Sari, Baturaja, Tj. Baru, Kec. Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan- 32115, Indonesia^{1,2,3,4}

syuniwidia@gmail.com¹, yuliantini6773@gmail.com², lucyana2584@yahoo.co.id³, alanparapelta@gmail.com⁴

Abstrak

Stockpile di tambang memiliki peranan penting dalam menunjang produktivitas kegiatan penambangan, dan juga memiliki fungsi sebagai penyangga antara proses produksi dan pengiriman, sehingga memastikan ketersediaan material meskipun ada gangguan dalam produksi atau pengiriman. *Stockpile* juga berfungsi sebagai persediaan strategis untuk menghadapi gangguan jangka pendek atau jangka panjang, seperti cuaca buruk atau masalah transportasi. Penelitian ini membahas tentang perbandingan penghitungan *stockpile* menggunakan GNSS dengan metode RTK dan NTRIP serta pengolahan data menggunakan *software 3D Mine* yang saat ini menjadi *software* olah data tambang di PT Semen Baturaja Tbk. Pada penelitian perbandingan penghitungan *stockpile* menggunakan GNSS dengan metode RTK dan NTRIP ini direncanakan diambil 5 sample *stockpile* material batu kapur dan semua sample akan dilakukan dua kali pengukuran, pengukuran pertama menggunakan metode RTK dan pengukuran kedua menggunakan metode NTRIP. Kedua data akan di sandingkan dengan data timbangan sebagai dasar data hasil pengukuran.

Kata Kunci: *Stockpile*, GNSS, RTK, NTRIP

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu perusahaan BUMN di Indonesia, PT Semen Baturaja Tbk berlokasi di kawasan Sumatera bagian Selatan. Perusahaan ini beroperasi di tiga kota, dengan Palembang berfungsi sebagai kantor perwakilan, Baturaja sebagai pabrik inti, dan Panjang sebagai tempat penggilingan serta pengemasan semen. Perusahaan tersebut merupakan perusahaan yang memproduksi batu kapur dan tanah liat untuk memproduksi semen. Cadangan batu kapur itu terdapat di Kota Baturaja, Sumatera Selatan tepatnya di Tambang Baturaja 1 dengan luas IUP 118,7 hektar dan tambang Baturaja 2 dengan luas IUP sebesar 458,9 hektar dan juga tambang Tanah Liat dengan luas IUP sebesar 101,4 hektar. Untuk mengetahui stok material batu kapur yang tersedia, maka dilakukan

penghitungan volume *stockpile* yang tersedia di area penambangan PT Semen Baturaja Tbk.

Salah satu komponen terpenting dalam kegiatan penambangan batu kapur adalah timbunan stok, setelah pemberaian melalui kegiatan pengangkutan yang relatif panjang berlangsung mulai dari titik distribusi hingga lokasi penggalian material pada industri pertambangan, batu kapur disimpan di timbunan stok batu kapur. Kegiatan perencanaan dan operasi produksi perusahaan pertambangan yang melibatkan anggaran yang sangat besar memerlukan teknologi teknis yang tepat dan akurat untuk menentukan volume material.

Rumusan masalah pada penelitian ini yakni bagaimana perbandingan perhitungan volume *stockpile* batu kapur dengan metode pengukuran RTK, NTRIP dan hasil tonase timbangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume *stockpile* batu kapur dengan melakukan pengukuran dengan metode RTK, NTRIP dibandingkan dengan hasil tonase timbangan serta bisa mengetahui efektifitas dan efisiensi dari kedua metode tersebut.

2. Kajian Pustaka

2.1 *Stockpile*

Stockpile dalam konteks pertambangan berarti tempat penyimpanan sementara atau penumpukan material hasil tambang, yang berperan sebagai cadangan strategis. Umumnya, lokasi *stockpile* ditempatkan di area strategis agar mudah didistribusikan, misalnya berdekatan dengan kawasan eksploitasi atau di sekitar pelabuhan penyimpanan (*Stock Room*).

Stockpile memiliki fungsi sebagai penyangga antara proses produksi dan pengiriman, sehingga memastikan ketersediaan material meskipun ada gangguan dalam produksi atau pengiriman. *Stockpile* juga berfungsi sebagai persediaan strategis untuk menghadapi gangguan jangka pendek atau jangka panjang, seperti cuaca buruk atau masalah transportasi.

2.2 Batu Kapur

Jenis batuan sedimen yang dikenal dengan nama batu kapur banyak tersebar di wilayah Indonesia. Batuan ini umumnya mengandung kalsium karbonat minimal 50% dengan mineral dominan berupa kalsit, yang sering disebut juga "*limestone*". Warnanya beragam, mulai dari putih, kekuningan pucat, abu-abu, sampai kehitaman. Keanekaragaman warna batu kapur ditentukan dari keberadaan mineral pengotor seperti lempung, kuarsa, oksida besi, mangan, dan komponen organik. Pembentukannya mayoritas terjadi secara organik dari sisa kerang serta organisme laut yang mengandung kalsium karbonat, namun juga dapat berasal dari proses mekanis dan presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur murni dengan kemurnian tinggi yang tersusun atas kristal kalsit (CaCO_3) memiliki kisaran berat

jenis 1,6–2,8 gr/cm^3 , dan berat volume berada pada rentang 1,7 hingga 2,6 gr/cm^3 .

2.3 *Global Navigation Satellite System (GNSS)*

Berdasarkan Pendapat (UNOOSA, 2011): *Global Navigation Satellite System (GNSS)* dibangun dari konstelasi satelit yang memiliki fungsi utama dalam memberikan data waktu serta posisi. Sistem ini memancarkan berbagai sinyal pada frekuensi berbeda secara berkelanjutan, sehingga dapat digunakan di seluruh lapisan luar dari bumi.

Dalam dunia navigasi, GNSS berfungsi sebagai komponen yang sangat vital. Sistem GNSS yang telah beroperasi meliputi *Global Positioning System (GPS)* milik Amerika Serikat, *GLONASS* dari Rusia, *Galileo* kepunyaan Uni Eropa, serta *Compass/Beidou* hasil pengembangan Cina. India maupun Jepang pun turut menghadirkan sistem GNSS regional dengan menempatkan satelit tambahan guna memperluas cakupan regional yang melengkapi sistem global.

2.4 *Real Time Kinematic (RTK)*

Menurut HZ Abidin (2007) *Real Time Kinematic (RTK)* merupakan metode penentuan posisi secara langsung (*real-time*) dengan pendekatan diferensial yang memanfaatkan data fase. Dalam menyediakan informasi posisi secara langsung, data *pseudorange* dari stasiun referensi perlu dikirimkan kepada pengguna melalui saluran komunikasi data secara *real-time*. Agar proses transmisi berjalan optimal, baik stasiun referensi maupun penerima perlu dilengkapi sistem pemancar sekaligus penerima data yang berfungsi dengan baik. Tingkat akurasi yang ditawarkan mengandalkan sistem RTK berkisar antara 1 hingga 5 cm, selama ambiguitas fase dapat ditentukan secara tepat.

Tantangan utama dalam metode ini adalah bagaimana menentukan ambiguitas fase secara presisi meskipun data yang tersedia terbatas dan *receiver* berada dalam kondisi bergerak. Proses penentuan ambiguitas fase pada metode RTK dikenal sebagai *on fly ambiguity*, yang merupakan kunci utama dalam menjamin ketelitian data koordinat (Abidin, 2007).

Dengan mekanisme ini, RTK menjadi salah satu metode GNSS yang sering dipakai dalam perbandingan hasil penghitungan pada area stockpile material batu kapur.

2.5 Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)

Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) merupakan protokol hasil pengembangan *Federal Agency for Cartography and Geodesy of Germany (BKG)*, yang berfungsi untuk menyediakan akses koneksi RTK dan DGPS melalui internet. Dalam NTRIP terdapat tiga komponen utama, yakni:

1. *NTRIP Server*: Sebuah perangkat komputer yang menjalankan program *NTRIP Server* guna berinteraksi langsung dengan stasiun referensi GNSS. Tugas utamanya ialah menjadi perantara antara *NTRIP Source* (penerima GNSS) pengirim RTCM dengan *NTRIP Caster*.
2. *NTRIP Caster*: *Server* yang beroperasi dengan protokol HTTP untuk menampung aliran data RTCM dari satu atau lebih *NTRIP Server*, lalu menyediakannya kembali kepada sejumlah *NTRIP Client* melalui internet.
3. *NTRIP Client*: Unit penerima data RTCM dari *NTRIP Caster* yang kemudian digunakan sebagai data koreksi secara *real-time* pada rover GNSS.

2.6 Aplikasi 3D Mine Perangkat Lunak Rekayasa Pertambangan

3D Mine adalah perangkat lunak peralatan profesional bagi para insinyur di bidang pertambangan, geologi, dan survei yang melakukan desain, pemodelan, dan perhitungan 3D. Produk perangkat lunak *3D Mine* melayani geologi tambang, survei, pertambangan, manajemen dan pengendalian produksi keselamatan, operasi dan manajemen perusahaan, serta arahan profesional pertambangan lainnya. Produk perangkat lunak dapat digunakan secara luas dalam manajemen data eksplorasi geologi, model geologi endapan, model struktural, perhitungan cadangan geologi tradisional dan modern, desain penambangan terbuka dan

bawah tanah, jadwal produksi, produksi dan operasi, pengendalian proses produksi, pemulihan ekologi tambang, dan area bisnis lainnya termasuk batu bara, logam, bahan bangunan, dan mineral padat lainnya.

2.7 Timbangan

Timbangan merupakan sebuah instrumen yang berfungsi untuk melakukan pengukuran berat material hasil penambangan. Dengan menggunakan timbangan yang akurat, dapat diketahui berapa jumlah material yang ada dalam suatu muatan, baik itu dalam bentuk tongkang, kereta api, maupun truk.

3. Objek dan Metodologi Penelitian

3.1 Tahapan-tahapan Penelitian

Penelitian ini dijalankan melalui tahap-tahap berikut:

1. Identifikasi Masalah
2. Menentukan Tujuan Penelitian,
3. Mengidentifikasi Permasalahan untuk Menentukan Keputusan
4. Menentukan Fungsi Tujuan dari Penelitian
5. Menentukan Ruang Lingkup Batasan Masalah

Pengukuran di lapangan untuk pengambilan data menggunakan GNSS, RTK, NTRIP dan timbangan.

3.2 Sistematika Pemecahan Masalah



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

3.3 Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan dua jenis data, meliputi:

1. Data primer diperoleh langsung di lapangan melalui pengukuran dengan menggunakan GNSS.
2. Data sekunder berasal dari dokumen resmi PT. Semen Baturaja Tbk. serta data tidak langsung dari objek yang menjadi fokus penelitian.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Setelah semua peralatan telah disiapkan langkah selanjutnya adalah harus mengetahui lokasi pengukuran, disini sudah diketahui jarak base atau *Bench Mark* (BM) ke masing – masing sampel *stockpile* yang akan di ukur adalah sebagai berikut :

1. Jarak sampel *stockpile* A ke *base* adalah 1,33 km
2. Jarak sampel *stockpile* B ke *base* adalah 1,38 km
3. Jarak sampel *stockpile* C ke *base* adalah 1,39 km
4. Jarak sampel *stockpile* D ke *base* adalah 1,50 km
5. Jarak sampel *stockpile* E ke *base* adalah 1,35 km

Setelah diketahui lokasi dan jarak lokasi pengukuran, bisa dilanjutkan dengan *setting* alat GNSS diawali dengan *setting base* dan *setting rover*. Pengukuran dilakukan dengan GNSS dan memakai kedua metode yaitu RTK dan NTRIP kemudian telah didapatkan data titik titik koordinat dengan kerapatan yang diinginkan setelah itu, tahap berikutnya yaitu pengolahan data. Di mana data koordinat yang sudah diperoleh kemudian diproses menjadi data DTM (*Digital Terrain Model*) agar bisa menghitung volume *stockpile* batu kapur. Pengolahan data dikerjakan menggunakan *software 3D Mine* untuk mengetahui hasil perhitungan volume *stockpile* batu kapur.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data di lapangan yang diunduh dari *Software 3D Mine* untuk mengetahui hasil perhitungan volume

stockpile batu kapur sehingga data diperoleh sebagai berikut.

4.1 Hasil Perhitungan Volume *Stockpile* Batu Kapur

Tabel 1
Perbandingan *Stockpile* Batu Kapur Sampel A

No	Metode	Hasil Software (m ³)	Keseksi	Hasil (m ³)	Density (Ton/ m ³)	Hasil Akhir (Ton)	Persentase (%)	Selisih Dengan Timbangan (Ton)
1	RTK	334.14	93%	336.43	2.18	731.42	104.2	29.62
		334.88	93%	337.14	2.18	734.66	104.4	31.10
		333.32	93%	337.33	2.18	733.87	104.3	32.97
		Rata - rata					734.73	104.3
2	NTRIP	318.28	93%	340.37	2.18	742.00	103.4	38.20
		318.37	93%	340.84	2.18	742.60	103.3	38.80
		318.71	93%	340.77	2.18	742.89	103.3	39.09
		Rata - rata					742.49	103.4
3	Timbangan	-	-	-	-	703.80	-	-

Pada tabel 1 bisa dilihat hasil perbandingan dari perhitungan volume *stockpile* batu kapur sampel A dengan menggunakan metode RTK dan NTRIP terdapat selisih dari hasil tonase timbangan dengan menggunakan nilai *density* batu kapur 2.18 Ton/m³, sehingga dihasilkan rata - rata persentase kesamaan nilai tonase hasil timbangan dengan metode RTK 104.3% dan dengan metode NTRIP 105.4%

Tabel 2
Perbandingan *Stockpile* Batu Kapur Sampel B

No	Metode	Hasil Software (m ³)	Keseksi	Hasil (m ³)	Density (Ton/ m ³)	Hasil Akhir (Ton)	Persentase (%)	Selisih Dengan Timbangan (Ton)
1	RTK	278.42	93%	284.30	2.18	619.61	103.7	20.91
		278.61	93%	284.88	2.18	617.00	103.8	21.30
		278.70	93%	284.77	2.18	617.19	103.8	21.49
		Rata - rata					618.95	103.7
2	NTRIP	282.33	93%	288.21	2.18	628.71	103.2	29.91
		282.33	93%	288.40	2.18	625.12	103.2	29.42
		282.62	93%	288.49	2.18	625.31	103.3	29.61
		Rata - rata					626.04	103.2
3	Timbangan	-	-	-	-	555.70	-	-

Pada tabel 2 bisa dilihat hasil perbandingan dari perhitungan volume *stockpile* batu kapur sampel B dengan menggunakan metode RTK dan NTRIP terdapat selisih dari hasil tonase timbangan dengan menggunakan nilai *density* batu kapur 2.18 Ton/m³, sehingga dihasilkan rata - rata persentase kesamaan nilai tonase hasil

timbangan dengan metode RTK 103.7% dan dengan metode NTRIP 105.2%.

Tabel 3
Perbandingan Volume *Stockpile* Batu Kapur C

No	Metode	Hasil Software (m ³)	Koreksi	Hasil (m ³)	Density (Ton/m ³)	Hasil Akhir (Ton)	Persentase (%)	Selisih Dengan Timbangan (Ton)
1	RTK	188.36	95%	178.94	2.18	390.09	103.2	12.39
		189.45	95%	179.98	2.18	392.53	103.3	14.63
		190.34	95%	181.01	2.18	394.61	104.4	16.91
		Rata-rata			392.53	103.8	14.63	
2	NTRIP	197.80	95%	187.91	2.18	409.64	108.4	31.94
		197.91	95%	188.01	2.18	409.87	108.5	32.17
		198.02	95%	188.11	2.18	410.10	108.7	32.40
		Rata-rata			409.87	108.5	32.17	
3	Timbangan	-	-	-	-	377.70	-	-

Pada tabel 3 bisa dilihat hasil perbandingan dari perhitungan volume *stockpile* batu kapur sampel C dengan menggunakan metode RTK dan NTRIP terdapat selisih dari hasil tonase timbangan dengan menggunakan nilai *density* batu kapur 2.18 Ton/m³, sehingga dihasilkan rata - rata persentase kesamaan nilai tonase hasil timbangan dengan metode RTK 103.6% dan dengan metode NTRIP 108.5%.

Gambar 4
Perbandingan Volume *Stockpile* Batu Kapur D

No	Metode	Hasil Software (m ³)	Koreksi	Hasil (m ³)	Density (Ton/m ³)	Hasil Akhir (Ton)	Persentase (%)	Selisih Dengan Timbangan (Ton)
1	RTK	218.39	95%	207.47	2.18	452.29	105.9	25.49
		218.39	95%	207.66	2.18	452.70	106.0	25.90
		218.68	95%	207.75	2.18	452.89	106.1	26.09
		Rata-rata			452.62	106	25.83	
2	NTRIP	224.11	95%	212.90	2.18	464.13	108.7	37.33
		224.30	95%	213.09	2.18	464.53	108.8	37.73
		224.39	95%	213.17	2.18	464.71	108.8	37.93
		Rata-rata			464.43	108.7	37.66	
3	Timbangan	-	-	-	-	426.80	-	-

Pada tabel 4 bisa dilihat hasil perbandingan dari perhitungan volume *stockpile* batu kapur sampel D dengan menggunakan metode RTK dan NTRIP terdapat selisih dari hasil tonase timbangan dengan menggunakan nilai *density* batu kapur 2.18 ton/m³, sehingga dihasilkan rata - rata persentase kesamaan nilai tonase hasil

timbangan dengan metode RTK 106% dan dengan metode NTRIP 108.7%.

Tabel 5
Perbandingan Volume *Stockpile* Batu Kapur E

No	Metode	Hasil Software (m ³)	Koreksi	Hasil (m ³)	Density (Ton/m ³)	Hasil Akhir (Ton)	Persentase (%)	Selisih Dengan Timbangan (Ton)
1	RTK	190.85	95%	181.31	2.18	395.25	105.0	11.55
		190.90	95%	181.44	2.18	395.54	105.0	11.84
		191.05	95%	181.50	2.18	395.66	105.1	11.96
		Rata-rata			395.48	105.0	11.78	
2	NTRIP	194.11	95%	184.44	2.18	402.08	104.7	18.38
		194.29	95%	184.58	2.18	402.37	104.8	18.67
		194.34	95%	184.64	2.18	402.52	104.9	18.82
		Rata-rata			402.32	104.8	18.62	
3	Timbangan	-	-	-	-	383.70	-	-

Pada tabel 5 bisa dilihat hasil perbandingan dari perhitungan volume *stockpile* batu kapur sampel E dengan menggunakan metode RTK dan NTRIP terdapat selisih dari hasil tonase timbangan dengan menggunakan nilai *density* batu kapur 2.18 ton/m³, sehingga dihasilkan rata - rata persentase kesamaan nilai tonase hasil timbangan dengan metode RTK 103.0% dan dengan metode NTRIP 104.8%.

4.2 Hasil Perbandingan Persentase Volume *Stokpile* Batu Kapur

Tabel 6
Hasil Perbandingan Persentase Volume *Stokpile* Batu Kapur

Nama	RTK (%)	NTRIP (%)
<i>Stockpile</i> Batu Kapur A1	104.2	105.4
<i>Stockpile</i> Batu Kapur A2	104.4	105.5
<i>Stockpile</i> Batu Kapur A3	104.5	105.5
<i>Stockpile</i> Batu Kapur B1	103.7	105.2
<i>Stockpile</i> Batu Kapur B2	103.8	105.2
<i>Stockpile</i> Batu Kapur B3	103.8	105.3
<i>Stockpile</i> Batu Kapur C1	103.2	108.4
<i>Stockpile</i> Batu Kapur C2	103.3	108.5
<i>Stockpile</i> Batu Kapur C3	104.4	108.7
<i>Stockpile</i> Batu Kapur D1	105.9	108.7
<i>Stockpile</i> Batu Kapur D2	106.0	108.8
<i>Stockpile</i> Batu Kapur D3	106.1	108.8
<i>Stockpile</i> Batu Kapur E1	103.0	104.7
<i>Stockpile</i> Batu Kapur E2	103.0	104.8
<i>Stockpile</i> Batu Kapur E3	103.1	104.9
Rata - Rata	104.1	106.5

Pada tabel 6 terlihat secara keseluruhan hasil perbandingan persentase volume *stockpile* batu kapur hasil dari metode RTK dan NTRIP kemudian dibandingkan dengan tonase timbangan, lebih besar tingkat kesamaannya terhadap metode RTK dari pada metode NTRIP, dan antara metode RTK dan NTRIP memiliki selisih persentase 2.4%.

Setelah dilakukan tahapan-tahapan perbandingan pada kedua metode tersebut didapatkan pembahasan sebagai berikut :

1. Tingkat Akurasi dan Efisiensi Hasil Pengukuran RTK.

Tabel 7
Persentase Efektifitas Akurasi Metode Rtk

Nama	RTK (%)	Timbangan (%)	Efektifitas Akurasi (%)
Stockpile Batu Kapur A1	104.2	100	4.2
Stockpile Batu Kapur A2	104.4		4.4
Stockpile Batu Kapur A3	104.5		4.5
Stockpile Batu Kapur B1	103.7		3.7
Stockpile Batu Kapur B2	103.8		3.8
Stockpile Batu Kapur B3	103.8		3.8
Stockpile Batu Kapur C1	103.2		3.2
Stockpile Batu Kapur C2	103.3		3.3
Stockpile Batu Kapur C3	104.4		4.4
Stockpile Batu Kapur D1	105.9		5.9
Stockpile Batu Kapur D2	106.0		6.0
Stockpile Batu Kapur D3	106.1		6.1
Stockpile Batu Kapur E1	103.0		3.0
Stockpile Batu Kapur E2	103.0		3.0
Stockpile Batu Kapur E3	103.1		3.1
Rata - Rata			4.1

Pada tabel 7 tingkat efektifitas akurasi metode RTK 4.1% dinyatakan baik, di mana nilai persentase pengukuran semakin mendekati angka 0, semakin baik atau berdasarkan tata pengukuran *stockpile* di tambang PT. Semen Baturaja jangan sampai lebih dari 5%. Dalam perbandingan tingkat akurasi metode RTK memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam pengukuran volume *stockpile* batu kapur dengan beberapa percobaan pengukuran *stockpile* dengan tingkat persentase kesamaan yang cukup baik terhadap tonase timbangan. Disebabkan penggunaan stasiun *base* milik sendiri dan berada dilokasi yang

sama dengan lokasi pengukuran, dan lokasi pengukuran juga memiliki lokasi yang terbuka sehingga terhidar dari *multipath*. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari metode RTK :

a. Kelebihan

- 1) Memiliki *base* sendiri di lokasi yang sama dengan lokasi pengukuran membuat pengukuran lebih optimal.
- 2) Memanfaatkan sinyal radio membuat pengukuran lebih efektif karena sinyal radio dapat memberikan akurasi yang lebih baik, terutama di area dengan gangguan sinyal yang signifikan.
- 3) Tidak memerlukan sinyal internet karena menggunakan sinyal radio, jadi metode ini dapat bekerja di area tanpa jangkauan internet.

b. Kekurangan

- 1) Jangkauan sinyal radio yang terbatas, jangkauan berbeda-beda berdasarkan merk alat.
- 2) Persiapan lebih rumit karena harus mempersiapkan stasiun *base* sendiri.
- 3) Biaya lebih tinggi karena harus memiliki *receiver* GNSS lebih dari satu dan peralatan kelengkapan lainnya.

2. Tingkat Akurasi dan Efisiensi Hasil Pengukuran NTRIP

Tabel 8
Persentase Efektifitas Akurasi Metode NTRIP

Nama	NTRIP (%)	Timbangan (%)	Efektifitas Akurasi (%)
Stockpile Batu Kapur A1	105.4	100	5.4
Stockpile Batu Kapur A2	105.5		5.5
Stockpile Batu Kapur A3	105.5		5.5
Stockpile Batu Kapur B1	105.2		5.2
Stockpile Batu Kapur B2	105.2		5.2
Stockpile Batu Kapur B3	105.3		5.3
Stockpile Batu Kapur C1	108.4		8.4
Stockpile Batu Kapur C2	108.5		8.5
Stockpile Batu Kapur C3	108.7		8.7
Stockpile Batu Kapur D1	108.7		8.7
Stockpile Batu Kapur D2	108.8		8.8
Stockpile Batu Kapur D3	108.8		8.8
Stockpile Batu Kapur E1	104.7		4.7
Stockpile Batu Kapur E2	104.8		4.8
Stockpile Batu Kapur E3	104.9		4.9
Rata - Rata			6.5

Pada tabel 8 tingkat efektifitas akurasi metode NTRIP 6.5% dinyatakan tidak cukup baik, yang di mana nilai persentase pengukuran semakin mendekati angka 0 semakin baik atau berdasarkan tata pengukuran *stockpile* di tambang PT. Semen Baturaja jangan sampai lebih dari 5%. Dalam perbandingan tingkat akurasi metode NTRIP memiliki tingkat akurasi yang tidak lebih baik dari metode RTK dalam pengukuran volume *stockpile* batu kapur terhadap tonase timbangan. Faktor sinyal internet yang tidak stabil ketika pengukuran bisa menjadi penyebab berkurangnya tingkat akurasi. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari metode NTRIP:

a. Kelebihan

- 1) Fleksibilitas yang tinggi karena bisa digunakan di manapun, dilokasi yang memiliki sinyal internet tanpa harus mempersiapkan stasiun *base* sendiri (efisiensi waktu pekerjaan).
- 2) Persiapan pengaturan yang lebih mudah dan cepat. (efisiensi waktu pekerjaan).
- 3) Biaya yang lebih rendah karena tidak perlu memiliki banyak *receiver* GNSS, cukup satu *receiver* GNSS sudah bisa digunakan. Dan layanan NTRIP di Indonesia saat ini gratis. (efisiensi biaya peralatan).

b. Kekurangan

- 1) Sangat bergantung pada sinyal internet dan kestabilan sinyal internet.
- 2) Kualitas koneksi internet dapat mempengaruhi akurasi dan kecepatan NTRIP.
- 3) Gangguan jaringan internet dapat menyebabkan terputusnya koneksi dan gangguan dalam proses koreksi.

- a. Hasil volume dari pengukuran di masukan nilai densitas didapatlah nilai nilai tonase sebagai berikut, dalam metode RTK sampel A 734.75 ton, sampel B 576.93 ton, sampel C 392.35 ton, Sampel D 452.62 ton, dan sampel E 395.48 ton. Dan dalam metode NTRIP sampel A 742.49 ton, sampel B 585.04 ton, sampel C 409.87 ton, sampel D 464.45 ton, dan sampel E 402.32 ton. Adapun dalam prosesnya penelitian ini, berbagai metode diterapkan untuk memperoleh data dan penentuan tonase material batu kapur yaitu metode RTK dengan memanfaatkan sinyal radio, metode NTRIP memanfaatkan sinyal internet, dan timbangan melalui pengukuran manual dengan alat timbangan yang ada di perusahaan tempat penelitian. Data pengukuran metode RTK dan NTRIP yang didapat berupa nilai-nilai koordinat yang kemudian diolah menggunakan *software* 3D *Mine* hingga di dapatkan volume *stockpile*.
- b. Hasil perbandingan pengukuran volume *stockpile* batu kapur dengan metode RTK dan NTRIP dengan jumlah sampel 5 *stockpile* batu kapur memiliki hasil yang berbeda-beda dengan hasil tonase timbangan. Untuk sampel A dengan metode RTK memiliki persentase rata-rata 104.3% dan selisih tonase terhadap timbangan 30.95 ton dan metode NTRIP memiliki persentase rata-rata 105.4% dan selisih tonase terhadap timbangan 38.69 ton, Untuk sampel B dengan metode RTK memiliki persentase kemiripan rata-rata 103.7% dan selisih tonase terhadap timbangan 21.23 ton dan metode NTRIP memiliki persentase kemiripan rata-rata 105.2% dan selisih tonase terhadap timbangan 29.35 ton, Untuk sampel C dengan metode RTK memiliki persentase rata-rata 103.6% dan selisih tonase terhadap timbangan 14.65 ton dan metode NTRIP memiliki persentase rata-rata 108.5% dan selisih tonase terhadap timbangan 32.17 ton, Untuk sampel D dengan metode RTK memiliki persentase rata-rata 106% dan

5. Kesimpulan

Akhir dari keseluruhan proses penelitian menunjukkan kesimpulan yang dirangkum berikut ini:

selisih tonase terhadap timbangan 25.83 ton dan metode NTRIP memiliki persentase rata-rata 108.7% dan selisih tonase terhadap timbangan 37.66 ton, Untuk sampel E dengan metode RTK memiliki persentase kemiripan rata-rata 103.0% dan selisih tonase terhadap timbangan 11.78 ton dan metode NTRIP memiliki persentase kemiripan rata-rata 104.8% dan selisih tonase terhadap timbangan 18.62 ton. Secara keseluruhan hasil dari metode RTK memiliki persentase kemiripan lebih tinggi terhadap tonase timbangan dibandingkan metode NTRIP.

- c. Untuk tingkat efektifitas akurasi metode RTK persentase rata-rata 4.1% lebih baik dari pada metode NTRIP yang memiliki persentase rata-rata 6.5% dalam hal tingkat akurasi pengambilan data pengukuran, yang di mana nilai persentase pengukuran semakin mendekati angka 0 semakin baik atau berdasarkan tata pengukuran *stockpile* di tambang PT. Semen Baturaja jangan sampai lebih dari 5%. sedangkan untuk tingkat efisiensi metode NTRIP lebih baik dari pada metode RTK dalam hal efisiensi waktu pengaturan persiapan pengukuran dan efisiensi biaya karena hanya perlu memiliki satu buah alat GNSS, tidak seperti metode RTK yang harus memiliki lebih dari satu alat GNSS. Jadi kedua metode memiliki efektifitas dan efisiensi masing-masing, selain itu GNSS dalam metode RTK ataupun NTRIP juga sangat membantu dalam hal perhitungan volume *stockpile*, tanpa perlu menggunakan alat muat angkut ke timbangan kita bisa mengetahui nilai volume dari suatu tumpukan *stockpile*.

Berdasarkan semua tahapan yang telah ditempuh, dapat diajukan sejumlah rekomendasi diantaranya:

- a. Penggunaan metode RTK yang memanfaatkan sinyal radio dan memiliki stasiun *base* sendiri dilokasi yang sama dengan tempat pengukuran dianjurkan guna memperoleh hasil pengukuran yang lebih

presisi karena bisa mendapatkan koreksi yang cepat.

- b. Apabila ingin menggunakan metode NTRIP usahakan menggunakan *provider* internet yang bagus untuk mengurangi kesalahan koreksi dan terhindar dari ketidakstabilan sinyal internet.
- c. Dalam pengambilan data pengukuran utamakan kerapatan pengambilan titik yang mewakili objek *stockpile* yang akan diukur, karena lebih banyak dan rapatnya pengambilan titik mempengaruhi dalam penggambaran objek *stockpile* pada saat pengolahan data di *software* sampai keluar hasil volume.

DAFTAR PUSTAKA

- Fathurrahman, M., Jaya, L. M. G., Saleh, F., & Amin, F. 2023. Studi Penentuan Volume *Stockpile* Penambangan Bijih Nikel Menggunakan Foto Drone. 7(2), 64–74.
- Farouki Dinda, Rassarandi, Silvester Sari Sai, Hery Purwanto. P. 2015. Analisis Ketelitian Perhitungan Tonase *Stockpile* Batubara Hasil Pengukuran Metode RTK Radio GNSS dengan Teknik Akuisisi Data Secara *Point to Point* dan *Auto Topo*.
- Khomsin, Danar Guruh Pratomo, Achmad Faizuddin Akbar. 2018. Analisis perbandingan volume dan ketelitian ICP dari 3'S (TS,GNSS,dan TLS).
- Kristianie, Y., Usup, H. L. D., & Ferdinandus. 2023. Perhitungan Volume Timbunan Batubara Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di PT. Mitra Barito Lumbung Energi Site Pt . Kalimantan Prima Nusantara (Kpn). (6), 79–83.
- Maliak, N., Puspita, I., Amaliah, A., Fajar Makassar, U., Negeri, P., & Pandang, U. 2022. Analisis Perbandingan Akurasi Penentuan Posisi GPS Geodetik Menggunakan Metode RTK Radio dan RTK NTRIP (*Comparative Analysis of Geodetic GPS Positioning Accuracy Using RTK Radio and RTK NTRIP Methods*). In Electrical and

- Telecommunication Journal (ELTEC) (Vol. 3, Issue 2).
- Model, M. P., Purnomo, H., & Sari, L. P. 2021. Perbandingan Perhitungan Volume *Stockwash* Menggunakan *Total Station* dan *Unmanned Aerial Vehicle* Di PT. Jaga Usaha Sandai. *Mining Insight*, 2(2), 147–152.
- M. Aldo Okdiriyanto. 2004. Perhitungan Volume *Stockpile* Batubara Menggunakan Metode Fotogrametri dan Metode RTK di PT Triaryani Kabupaten Musi Rawas Utara.
- Neni Sherina, Franto, Mardiah. 2023. Perhitungan Volume *Stockpile* dan Pengoptimalan Waktu Pengolahan *Stockpile* 3, 5 dan 6 terhadap Produksi Alat Gali Muat dan Angkut Pada TB Primer Batubesi PT Timah Tbk.
- Putu Putrawiyanta, I., Teknik Pertambangan, J., & Palangka Raya, U. 2024. Perhitungan Volume dengan Permodelan *Software Terramodel* terhadap *Stockpile* Batubara Volume *Calculation Using Terramodel Software Modeling on Coal Stockpile*. 24(1), 1–9.
- Ramadhan, M. G., Sumarno, & Yuhanafia, N. 2020. Perbandingan Perhitungan Volume *Stockpile* Hasil Pengukuran *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan Pengukuran *Electronic Total Station* (ETS). *Reka Geomatika, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, X(20), 1–12.
- Ryan Nugraha. 2022. Komparasi pengambilan Data Topografi *Stockpile* di Rom Menggunakan Wahana *Unmanned Aerial Vehicle* dan GPS RTK Tipe Geodetic.
- Rassarandi, F., & Purwanto, H. 2015. Analisis Ketelitian Perhitungan Tonase *Stockpile* Batubara Hasil Pengukuran Metode RTK Radio GNSS dengan Teknik Akuisisi Data secara *Point to Point* dan *Auto*. *Jurnal Integrasi*, 7(2), 123–129.