

PERHITUNGAN TONASE BATUBARA BERDASARKAN METODE *MINE SURVEY* DAN *TRUCK COUNT* DI PIT KUMALA PT. KHOTAI MAKMUR INSAN ABADI

(COAL TONNAGE CALCULATION BASED ON *MINE SURVEY* AND *TRUCK COUNT* METHOD AT PIT KUMALA PT. KHOTAI MAKMUR INSAN ABADI)

Yosia Paongan¹, Henny Magdalena^{1*}, Tommy Trides¹, Windhu Nugroho¹, Agus Winarno¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Korespondensi E-mail: henny_magdalena@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Perhitungan tonase batubara merupakan parameter penting dalam evaluasi pencapaian produksi dan pengendalian kegiatan penambangan. Penelitian bertujuan membandingkan hasil perhitungan tonase batubara menggunakan metode *mine survey* dan *truck count* serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perbedaan tonase pada kegiatan penambangan di Pit Kumala, PT. Khotai Makmur Insan Abadi. Penelitian menggunakan data primer koordinat *roof* dan *floor* batubara hasil pengukuran Total Station serta data ritase dan timbangan sebagai data sekunder. Perhitungan tonase metode *mine survey* menggunakan *cut and fill*, metode *truck count* menggunakan data ritase dan timbangan. Identifikasi penyebab perbedaan tonase menggunakan analisis *fishbone*. Pada progres pertama, tonase *mine survey* untuk *Seam 22* dan *Seam 19* masing-masing sebesar 47.185,14 ton dan 5.768,56 ton, sedangkan *truck count* sebesar 45.846,64 ton dan 5.708,75 ton. Pada progres kedua, tonase *mine survey* sebesar 54.661,23 ton dan 4.653,49 ton, sedangkan *truck count* sebesar 53.313,09 ton dan 4.650,68 ton. Berdasarkan analisis *fishbone*, perbedaan tonase dipengaruhi oleh faktor manusia, lingkungan, metode pengukuran, dan karakteristik material. Selisih tonase yang diperoleh masih berada dalam batas toleransi operasional perusahaan, sehingga kedua metode dapat digunakan sebagai dasar evaluasi produksi dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang memengaruhi akurasi perhitungan.

Kata kunci: *cut and fill, fishbone, mine survey, tonase batubara, truck count*

Abstract

Coal tonnage is essential parameter for evaluating production performance and controlling mining activities. This study compares tonnage calculated using the *mine survey* and *truck count* methods and identifies factors contributing to discrepancies at Kumala Pit, PT Khotai Makmur Insan Abadi. Coal *roof* and *floor* coordinates measured using a Total Station were used as primary data, supported by haulage cycle and weighbridge records. The *mine survey* method used *cut and fill* calculations, while *truck count* was based on haulage and weighing data. *Fishbone analysis* was used to identify the causes of tonnage differences. In the first progress, *mine survey* tonnage for *Seam 22* and *Seam 19* was 47,185.14 and 5,768.56 tonnes, compared with 45,846.64 and 5,708.75 tonnes from *truck count*. In the second progress, *mine survey* produced 54,661.23 and 4,653.49 tonnes, while *truck count* recorded 53,313.09 and 4,650.68 tonnes. Base on analysis *fishbone*, the differences were mainly related to human factors, field conditions, measurement practices, and material properties. The discrepancies remained within the company's operational tolerance, indicating that both methods are suitable for production evaluation when factors affecting accuracy are properly considered.

Keywords: *coal tonnage, cut and fill, fishbone, mine survey, truck count*

Article History	Submitted: 03-07-2026	Revised: 10-08-2026	Accepted: 27-08-2026
Published by	Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya		
License	CC BY-SA 4.0		
DOI	10.36873/jtp.v26i2.27128		

1. Pendahuluan

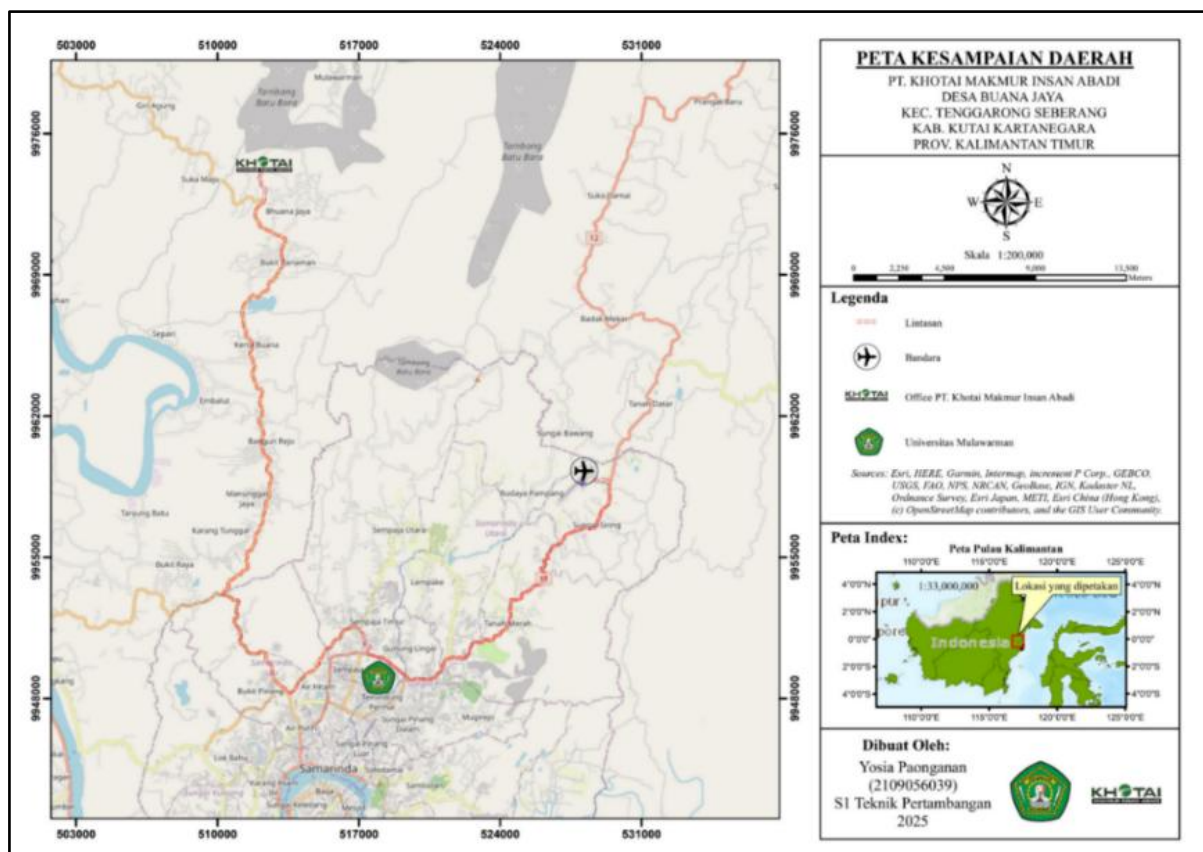
Dalam dunia pertambangan, perhitungan tonase batubara sangat diperlukan. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui seberapa baik pencapaian proses penambangan sejalan dengan tujuan dan target tonase batubara yang telah dicapai dalam pengangkutan, dan tentunya harus sesuai dengan desain akhir yang telah direncanakan. Perhitungan tonase batubara berdasarkan *mine survey* dan *truck count* merupakan aspek penting dalam operasi penambangan. Dua metode yang umum digunakan

untuk menghitung tonase batubara pada tambang terbuka batubara adalah metode *mine survey* dan metode *truck count*. *Joint survey* (survei tambang) adalah bagian dari ilmu dan teknologi di bidang pertambangan yang mencakup pengukuran, perhitungan, dan pemetaan (Tampubolon et al., 2026). Sedangkan *truck count* merupakan hasil produksi pada area penambangan yang dicatat oleh bagian pencatat produksi (cheker/timbangan) berupa catatan ritase alat muat *dump truck* dalam satu hari dengan masing-masing muatan (Hasvah et al., 2021). Perbedaan cara kerja kedua metode memungkinkan terjadinya perbedaan hasil perhitungan tonase batubara. Perbedaan standar operasional pada setiap lokasi penambangan menyebabkan tingkat kesesuaian hasil perhitungan tonase antara metode *mine survey* dan *truck count* tidak selalu menunjukkan hasil yang sama. Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan kedua metode tersebut, kajian yang mengaitkan hasil perbandingan tonase dengan faktor-faktor penyebab perbedaannya pada kondisi operasional aktual masih relatif terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan tonase batubara berdasarkan metode *mine survey* dan *truck count* di Pit Kumala PT. Khotai Makmur Insan Abadi (PT KMIA), serta mengintegrasikannya dengan analisis *fishbone* (Diagram *Ishikawa*). Diagram *Ishikawa* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya selisih tonase antara metode *mine survey* dan *truck count*. Diagram *Ishikawa* melakukan mencakup aspek manusia, metode, material, dan lingkungan (Khaba, 2023). Pendekatan tersebut diharapkan tidak hanya memberikan informasi mengenai besarnya perbedaan tonase, tetapi juga menjelaskan hubungan antar faktor penyebab, sehingga dapat menjadi dasar dalam meningkatkan akurasi perhitungan tonase dan mendukung evaluasi produksi secara lebih komprehensif.

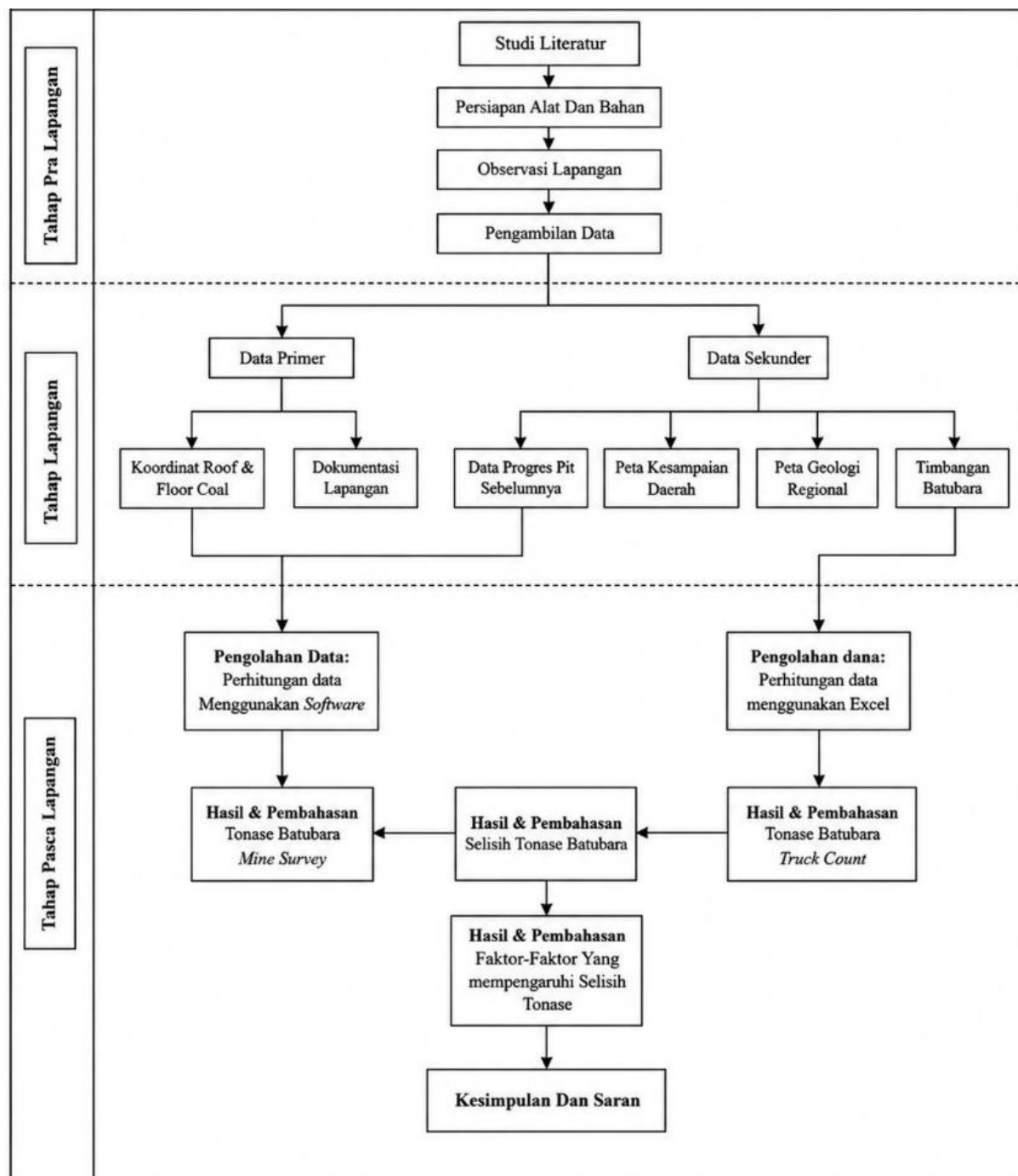
2. Metode

Penelitian dilakukan di *Pit Kumala* PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Desa Bhuana Jaya, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Kegiatan penelitian dilakukan pada periode 1 Oktober hingga 15 November 2025. Perjalanan menuju lokasi penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan kendaraan roda dua dari Bandara Aji Pangeran Tumenggung (APT) Pranoto, dengan jarak sekitar 55 km yang dapat ditempuh dalam waktu kurang lebih 1,5 jam.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan pengambilan data primer yang didapat langsung dari lapangan berupa koordinat *roof* dan *floor* batubara hasil penembakan *total station*, sedangkan data sekunder diperoleh dari perusahaan yaitu data progress *Pit* bulan sebelumnya, dan data tonase batubara pada timbangan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada tahap pengolahan data koordinat *total station*, data *point* diolah menggunakan perangkat lunak hingga diperoleh *digital elevation model* (DEM). DEM digunakan untuk menghitung volume batubara pada *Pit* menggunakan *cut and fill*. Metode *cut and fill* yaitu metode perhitungan luasan dari dua penampang yaitu penampang atas dan penampang bawah, sehingga didapatkan volume batubara di *Pit* (Li et al., 2005). Selanjutnya perhitungan tonase batubara dilakukan dengan cara melakukan perkalian antara volume batubara dengan density batubara sesuai dengan *relative density* masing-masing *seam*, di mana density batubara masing-masing *seam* berbeda. Pengolahan data tonase batubara dengan metode *truck count* dihitung berdasarkan akumulasi berat bersih batubara yang

tercatat pada data timbangan (*weighbridge*) dari setiap ritase. Berat bersih diperoleh dari selisih antara berat kotor (*gross weight*) dan berat kosong (*tare weight*) kendaraan, kemudian mencatat identitas truk yang melintas secara detail yakni nomor unit, waktu, berat kosong, dan berat kotor. Selanjutnya membandingkan tonase yang diperoleh dan menghitung selisih tonase batubara antara data hasil pengukuran *mine survey* di *Pit* dengan data jumlah angkutan truk (*truck count*) (Hasvah et al., 2021). Setelah nilai selisih diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan identifikasi faktor-faktor penyebab utama terjadinya selisih tonase antara kedua metode, sehingga dapat dianalisis sebab akibat (*cause & effect*) dengan diagram tulang ikan (*fishbone*) (Tarumingkeng, 2025).

3. Hasil dan Pembahasan

a. Tonase Batubara Berdasarkan *Mine Survey*

Pengambilan data survey dilakukan menggunakan alat *total station* leica flexline ts06-2 r500 dalam waktu satu bulan. Pengambilan data dilakukan selama dua periode, yaitu periode pertama tanggal 1 – 15 Oktober 2025, dan periode kedua 16 – 31 Oktober 2025. Hasil yang diperoleh adalah jumlah volume batubara dan *seam* batubara yang ada di *Pit* Kumala sebelum dan sesudah *coal getting*. Perhitungan volume batubara pada penelitian menggunakan metode *triangle cut and fill*. Proses perhitungan volume tidak membutuhkan proses yang lama.



Gambar 3. Kondisi Pit Kumala

Tahapan dari perhitungan volume ini meliputi pemisahan data batubara dengan data kemajuan tambang sesuai *roof* dan *floor* masing-masing per-*seam* batubara, dengan menggunakan dua triangle yaitu *roof* sebagai *top triangle* dan *floor* sebagai *bottom triangle*, serta pembuatan *boundary* sebagai batas area batubara yang hitung volumennya. Hasil perhitungan volume batubara menggunakan satuan *volume cubic meter* (m^3). Hasil metode *triangle cut and fill* menjelaskan informasi terkait volume galian (*cut*), volume timbunan (*fill*). Untuk menghasikan suatu tonase batubara perlu mengalikan volume dengan *relative density* suatu batubara sesuai dengan *relative density* masing-masing *seam*, sehingga diperoleh tonase batubara (ton). Rumus perhitungan tonase batubara:

$$T = A \times t \times RD \quad (1)$$

$$V = A \times t \quad (2)$$

$$T = V \times RD \quad (3)$$

T merupakan tonase batubara (ton), A merupakan luas area (m^2), t merupakan ketebalan *seam* batubara (m), dan RD merupakan *relative density insitu* batubara. Berikut merupakan hasil volume dan tonase yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan di atas:

Tabel 1. Tonase batubara berdasarkan *mine survey*

Periode	Seam	Volume (m ³)	Relative density (Ton/m ³)	Tonase (Ton)
1	19	4.437,35	1,30	5.768,56
1	22	35.746,32	1,32	47.185,14
2	19	3.579,61	1,30	4.653,49
2	22	41.410,02	1,32	54.661,23

b. Tonase Batubara Berdasarkan *Truck count*

Data *truck count* merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT KMIA dan telah direkapitulasi berdasarkan dua periode progres survei. Data tersebut meliputi jumlah ritase dan hasil penimbangan batubara yang digunakan untuk menentukan total tonase pada masing-masing *seam*.

Tabel 2. Tonase batubara berdasarkan *truck count*

Periode	Seam	Ritase	Tonase (Ton)
1	19	156	5.708,75
1	22	1.403	45.846,64
2	19	126	4.650,68
2	22	1.661	53.313,09

c. Selisih Tonase Batubara

Selisih tonase batubara dapat diketahui dengan cara membandingkan dua data hasil perhitungan tonase batubara yang terdapat di lokasi yang sama dan dilakukan pengambilan data pada waktu yang bersamaan, namun didapatkan dengan cara yang berbeda, yaitu data yang pertama didapatkan dengan cara melakukan pengukuran menggunakan data *survey* dan data yang kedua didapatkan dari hasil penginputan data *truck count*. Tabel 3 merupakan selisih tonase batubara hasil perhitungan *mine survey* dan *truck count*. Penyelesaiannya dapat menggunakan rumus (4) berikut (Hasvah et al., 2021) dengan V_1 merupakan hasil metode *mine survey*, dan V_2 merupakan hasil metode *truck count*.

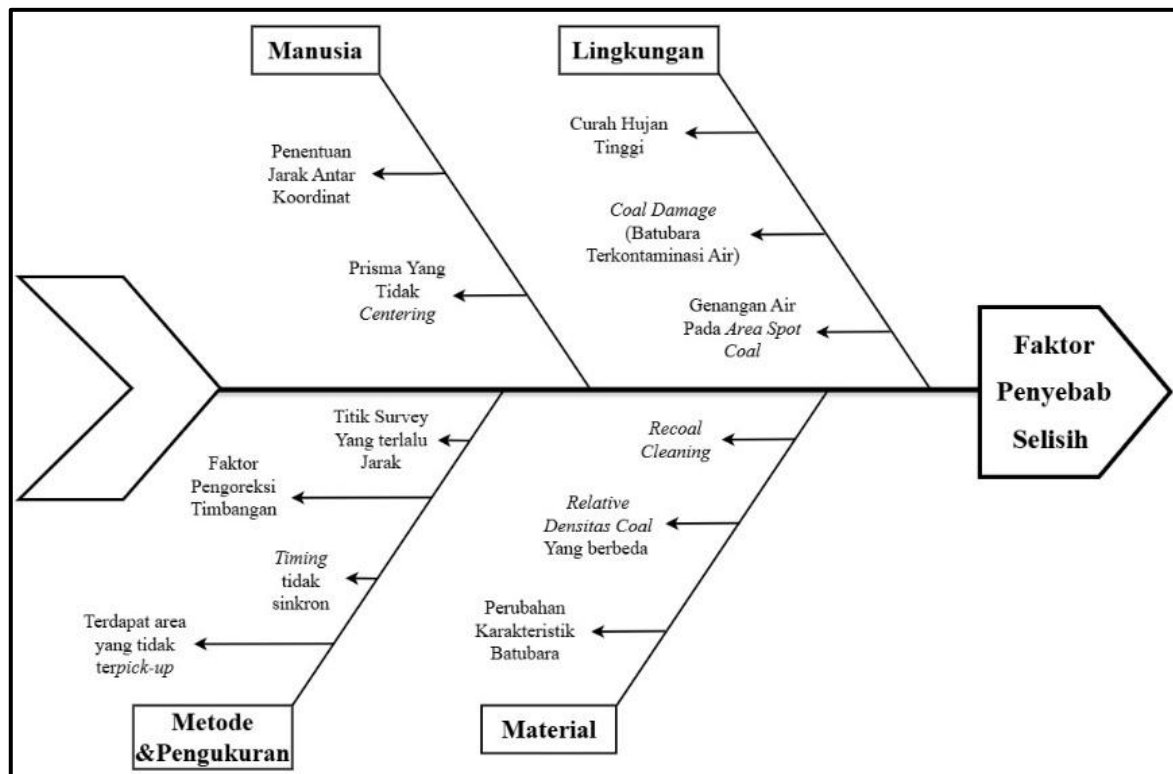
$$\% \text{Selisih} = \frac{(V_1 - V_2)}{V_1} \times 100\% \quad (4)$$

Tabel 3. Selisih tonase batubara

Periode	Seam	Tonase (Ton)	Selisih (%)
1	19	59,81	1,04
1	22	1.338,50	1,34
2	19	2,81	0,06
2	22	1.348,14	0,97
Total		2.749,26	3,40

d. Faktor Penyebab Terjadinya Selisih Tonase Batubara

Berdasarkan hasil observasi, terdapat perbedaan jumlah tonase batubara pada kegiatan penambangan di *Pit* Kumala. Untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menelusuri penyebab perbedaan tonase batubara dilakukan analisis *fishbone*. Analisis *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perbedaan tonase secara sistematis. Penggunaan *Ishikawa Diagram* dalam kegiatan pertambangan juga telah diterapkan untuk menelusuri akar penyebab permasalahan operasional dan produktivitas tambang (Khaba, 2023).



Gambar 4. Diagram *Fishbone*

Dari hasil identifikasi masalah dengan analisis *fishbone* (Gambar 4), maka dapat diketahui beberapa faktor-faktor penyebab terjadinya selisih batubara meliputi beberapa aspek:

a. Manusia,

Penentuan jarak antar koordinat, Penentuan jarak titik survey yang tidak tepat dapat menyebabkan model permukaan *Pit* kumala tidak merepresentasikan kondisi aktual. Jarak yang terlalu renggang akan mengurangi detail bentuk permukaan sehingga volume yang dihitung menjadi kurang akurat. Prisma yang tidak *centering*, Posisi prisma yang tidak tepat pada titik pengukuran akan menghasilkan titik koordinat dan elevasi yang berbeda. Hal ini berdampak langsung pada akurasi data elevasi dan pada akhirnya mempengaruhi hasil perhitungan volume di *Pit*.

b. Lingkungan,

Pada area *front* penambangan ditemukan genangan air pada *spot coal* dengan volume yang cukup besar dikarenakan curah hujan yang tinggi. Genangan air tersebut menggenangi area *coal getting* sehingga menyebabkan material batubara bercampur dengan air. Kondisi ini dikenal sebagai *coal damage*, yaitu situasi dimana batubara yang belum tertambang terkontaminasi air dan mengalami perubahan sifat fisik menjadi lumpur. Batubara yang telah berubah menjadi lumpur kemudian dikategorikan sebagai parting dan tidak lagi dihitung sebagai batubara bersih. Akibatnya, volume aktual batubara yang dapat ditambang menjadi berkurang dibandingkan dengan volume yang dihitung.

c. Material

Perubahan karakteristik batubara akibat bercampur dengan air menyebabkan terjadinya penurunan kuantitas material. Proses *recoal cleaning* yang dilakukan untuk memisahkan batubara dari lumpur juga berpotensi menimbulkan kehilangan material. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan antara volume teoritis dan volume aktual di lapangan. *Relative density* yang berbeda, Di *Pit* batubara masih dalam kondisi *insitu* (asli), sehingga material masih padat dan memiliki rongga yang kecil. Oleh karena itu, *relative density* di *Pit* cenderung lebih tinggi. Setelah batubara digali dan dipindahkan ke *stockpile*, material menjadi *loose* (tidak padat). Proses ini menyebabkan terbentuknya rongga antar partikel sehingga *relative density* menjadi lebih rendah.

d. Metode & Pengukuran

Timing tidak sinkron, perbedaan waktu antara pelaksanaan *survey* dan pencatatan data timbangan menyebabkan data tidak berada pada kondisi yang sama. Aktivitas *hauling* yang masih

berlangsung dapat menyebabkan perbedaan tonase. Titik *survey* terlalu jarang, jumlah titik yang tidak memadai membuat bentuk *Pit* tidak representatif secara detail, sehingga volume hasil perhitungan menjadi kurang akurat. Faktor koreksi timbangan, adanya faktor koreksi pada *weighbridge*, seperti kalibrasi atau *adjustment* tertentu, dapat menyebabkan perbedaan antara data timbangan dan kondisi aktual. Terdapat area yang tidak ter-*pick up*, Area tertentu pada *Pit* yang tidak terukur (*miss area*) dikarenakan genangan air pada area *spot coal* akan menyebabkan volume yang dihitung lebih besar ataupun kecil dari kondisi sebenarnya.

4. Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tonase metode *mine survey* secara konsisten lebih tinggi dibandingkan *truck count* pada kedua periode pengamatan. Pada *Seam 19*, perbedaan tonase mencapai 59,81 ton atau 1,04% pada periode pertama dan 2,81 ton atau 0,06% pada periode kedua, sedangkan pada *Seam 22* masing-masing sebesar 1.338,50 ton atau 1,34% dan 1.348,14 ton atau 0,97%. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya deviasi antara estimasi tonase dari hasil *mine survey* dengan massa batubara yang tercatat melalui *truck count*. Integrasi antara *mine survey*, *truck count*, dan *fishbone analysis* memberikan gambaran bahwa deviasi tonase dipengaruhi oleh faktor manusia, kondisi lingkungan, metode pengukuran, serta karakteristik material. Hasil ini menegaskan bahwa rekonsiliasi produksi perlu mempertimbangkan keterkaitan antara volume, massa, kondisi material, dan proses operasional penambangan. Metode *mine survey* dan metode *truck count* dapat digunakan secara komplementer dalam evaluasi produksi. Pengembangan penelitian selanjutnya perlu memasukkan *swell factor*, kadar air, dan perubahan *relative density* antara kondisi *insitu* dan *loose* untuk memperoleh rekonsiliasi tonase yang lebih akurat.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada PT Khotai Makmur Insan Abadi yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan seluruh pihak yang terkait dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aulia, Andi Satriana, D. (2023). Perhitungan Volume Overburden Menggunakan Metode Cut and Fill Di *Pit P Pt. Coalindo Adhi Perkasa Sub Pt. International Prima Coal*, Samarinda, Kalimantan Timur. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(1), 1-19.
- Guidelines Review Committee. (2014). *Australian guidelines for the estimation and classification of coal resources (2014 ed.)*. Sydney: s.l.
- Hadi, S., & Rizani, A. (2023). Perbandingan Volume Overburden Berdasarkan Hasil Pengukuran Metode *Cut and Fill* Dengan Metode *Truck count*. *Poros Teknik*, 15(1), 01–08.
- Hasvah, R., Maiyudi, R., Pertambangan, J. T., Teknik, F., & Padang, U. N. (2021). Perbandingan Volume Overburden Berdasarkan Data Survey dengan Data *Truck count* pada *Pit* Section 2 Timur PT. Budi Gema GemPita Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 6(5), 97–106.
- Hartman, H. L. dan Mutmanský, J. M. (2002). *Introductory Mining Engineering*. 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Khaba, S. (2023). Analysis of Bottleneck using Mine Production Index and Ishikawa Diagram: A Case of Indian Coal Mine. *Scientific Mining Journal*, 62(2), 67–75. <https://doi.org/10.30797/madencilik.1160266>
- Li, Z., Zhu, Q., & Gold, C. (2005). *Digital terrain modeling: Principles and methodology*. In Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology. CRC Press.
- Permadi, S., Magdalena, H., Hasan, H., Winarno, A., & Windhu Nugroho. (2024). Perbandingan volume overburden berdasarkan data Survey dan *truck count* di pt alam karya gemilang kecamatan muara badak. In *Journal of Comprehensive Science* (Vol. 3, Issue 1).
- Purwaamijaya, I. M. (2008) *Teknik Survey dan Pemetaan Jilid 1*. Departement Pendidikan Nasional, Bandung. Halaman 25-50.
- Rassarandi, F. D., Sai, S. S., & 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 topo. *Jurnal Integrasi*, 7(2), 123–129.

Tampubolon, P., Putrawiyanta, I. P., & Manurung, G. C. (2026). Perhitungan volume overburden menggunakan metode survey dan *truck count* Pit 72 PT. Unirich Mega Persada Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknik Pertambangan (JTP)*, 26(2), 18–23.

Tarumingkeng, R. C. (2025). *Fishbone Diagram: Defenisi, Manfaat, dan Cara Penggunaan*.