

Pengaruh Keterbatasan Pasokan Batu Pecah terhadap Kapasitas Produksi Pekerjaan Beton

Flavius Jefri Kamonto^{1,*}, Junus Mara², Ari Kusuma³,

^{1,2,3}Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, 90245
fjkamonto@gmail.com

Abstract: *Material supply is one of the key factors influencing the success of construction projects, particularly in concrete work that requires a continuous supply of coarse aggregate. This study aims to analyze the availability of crushed stone, material supply patterns, and the impact of limited crushed stone supply on the production capacity of concrete work for the BPKAD Office Building Construction Project in Mahakam Ulu Regency. The study employed a quantitative approach using secondary data consisting of concrete work volumes, K-250 concrete mix design results, crushed stone requirements, and material supply data throughout the project's implementation. The analysis was conducted by calculating crushed stone requirements based on the mix design, comparing material demand and supply, and performing simple correlation and linear regression analyses. The results of the study indicate that crushed stone requirements fluctuate in line with the volume of concrete work, while material supply during certain weeks was insufficient to meet project needs, resulting in a material deficit. This situation caused some concrete work to be carried out in stages according to material availability and has the potential to reduce production capacity. The regression analysis results show a positive relationship between crushed stone supply and the actual volume of concrete work, indicating that an increase in material supply will boost the production capacity of concrete work. Therefore, more effective material requirements planning, procurement scheduling, and supply chain management are needed to ensure that project implementation proceeds according to schedule and quality targets*

Keywords: *crushed stone; production capacity; concrete work; supply chain*

Abstrak: Ketersediaan material merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi, terutama pada pekerjaan beton yang membutuhkan pasokan agregat kasar secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi ketersediaan batu pecah, pola suplai material, serta pengaruh keterbatasan pasokan batu pecah terhadap kapasitas produksi pekerjaan beton pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPKAD Kabupaten Mahakam Ulu. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder berupa volume pekerjaan beton, hasil mix design beton K-250, kebutuhan batu pecah, dan data pasokan material selama pelaksanaan proyek. Analisis dilakukan melalui perhitungan kebutuhan batu pecah berdasarkan mix design, perbandingan kebutuhan dan pasokan material, serta analisis korelasi dan regresi linier sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan batu pecah berfluktuasi mengikuti volume pekerjaan beton, sedangkan pasokan material pada beberapa minggu belum mampu memenuhi kebutuhan proyek sehingga terjadi defisit material. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian pekerjaan beton dilaksanakan secara bertahap sesuai ketersediaan material dan berpotensi menurunkan kapasitas produksi. Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan positif antara pasokan batu pecah dan realisasi volume pekerjaan beton, yang mengindikasikan bahwa peningkatan pasokan material akan meningkatkan kapasitas produksi pekerjaan beton. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan kebutuhan material, penjadwalan pengadaan, serta pengendalian rantai pasok yang lebih efektif agar pelaksanaan proyek dapat berlangsung sesuai target waktu dan mutu.

Kata kunci: batu pecah; kapasitas produksi; pekerjaan beton; rantai pasok

Informasi Artikel: Diterima: xx-xx-xxxx, Disetujui: xx-xx-xxxx, Dipublikasikan: xx-xx-xxxx

1. Pendahuluan

Keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi sangat bergantung pada efektivitas pengelolaan sumber daya, terutama material konstruksi, yang menyumbang 50-60% dari total biaya proyek (Kar & Jha, 2020). Masalah dalam manajemen material dapat mengakibatkan keterlambatan dan pembengkakan biaya, sehingga penting untuk menerapkan praktik manajemen material yang baik, seperti perencanaan, pengadaan, dan pengendalian limbah (AUTHOR_ID et al., 2024) (Van & Peansupap, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan yang efektif dapat meningkatkan kinerja proyek dalam hal biaya, waktu, dan efisiensi (AUTHOR_ID et al., 2024). Selain itu, faktor-faktor seperti kondisi lokasi, isu kontraktual, dan kualitas kontrol juga berperan penting dalam efektivitas manajemen material (Van & Peansupap, 2023). Dengan demikian, pengelolaan material yang baik tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga memastikan kelancaran proses konstruksi secara keseluruhan (Kar & Jha, 2020).

Ketersediaan batu pecah sebagai agregat kasar dalam pekerjaan struktur beton sangat krusial, karena keterlambatan atau kekurangan pasokan dapat mengganggu kontinuitas pengecoran dan produktivitas. Dalam konteks ini, penggunaan agregat daur ulang, seperti yang dibahas dalam beberapa penelitian, menunjukkan potensi untuk mengatasi masalah pasokan agregat alami yang semakin menipis akibat eksploitasi berlebihan dan regulasi lingkungan yang ketat (Khalaf & DeVenny, 2004) (McGinnis et al., 2017). Misalnya, agregat beton daur ulang (RCA) dapat menggantikan agregat alami, memberikan manfaat lingkungan dan ekonomi, meskipun masih ada skeptisisme mengenai viabilitas ekonominya (McGinnis et al., 2017). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa metode pengolahan yang tepat, seperti proses penghancuran yang lebih efisien, dapat meningkatkan performa beton yang menggunakan agregat daur ulang (Pedro et al., 2015). Dengan demikian, adopsi agregat alternatif dan daur ulang tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan dalam industri konstruksi (Mohanta & Murmu, 2022) (Xia et al., 2024).

Keterbatasan pasokan material dalam proyek konstruksi di wilayah terpencil seperti Kabupaten Mahakam Ulu disebabkan oleh berbagai tantangan, termasuk akses transportasi yang sulit dan jarak pengiriman yang jauh. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan simulasi peristiwa diskrit (DES) dapat meningkatkan rencana logistik material dengan menangkap kompleksitas operasional yang sering diabaikan, sehingga mengurangi biaya logistik hingga 1.5% (Alvanchi et al., 2021). Selain itu, integrasi pemasok material dalam rantai pasokan konstruksi dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas, dengan mekanisme seperti program pengembangan pemasok dan sistem berbagi informasi yang diusulkan untuk diterapkan (Mahmoud et al., 2023). Penelitian juga menyoroti pentingnya strategi cadangan dalam pengadaan material untuk mengatasi ketidakpastian permintaan dan pasokan, yang dapat membantu mengelola risiko dan biaya (Chen et al., 2024). Di wilayah terpencil, solusi inovatif seperti fasilitas logistik terapung dapat meningkatkan distribusi barang dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Terakhir, kekurangan pengemudi truk yang berkelanjutan menambah tantangan dalam logistik konstruksi, sehingga memerlukan intervensi strategis untuk membangun rantai pasokan yang lebih tangguh (Altalhoni et al., 2025).

Keterlambatan pasokan batu pecah dapat memiliki dampak signifikan terhadap proyek konstruksi, termasuk penundaan pekerjaan pengecoran, penurunan kapasitas produksi, dan peningkatan biaya pelaksanaan. Penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan dalam penyediaan material konstruksi berhubungan positif dengan dampak negatif pada pelaksanaan proyek, seperti yang terlihat pada Contractor X di Jakarta, di mana kurangnya perencanaan dan manajemen pasokan dapat menyebabkan konflik antara kontraktor dan pemasok serta mengganggu produktivitas tenaga kerja (Rahmattullah, 2025). Selain itu, analisis menunjukkan bahwa keterlambatan material dapat mencapai 90% untuk beberapa jenis material, yang mengharuskan penjadwalan ulang proyek menggunakan metode jalur kritis untuk meminimalkan dampak keterlambatan (Huqban et al.,

2020). Di Hungary, tantangan dalam pasokan batu pecah juga mengakibatkan ketidakmampuan memenuhi permintaan, yang memperburuk situasi proyek infrastruktur (Ezsias et al., 2024). Oleh karena itu, manajemen yang efisien dan perencanaan yang matang sangat penting untuk mengatasi masalah ini.

Perkembangan penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi analisis kebutuhan material, evaluasi pola pasokan, serta pendekatan statistik seperti korelasi dan regresi linier memberikan metode yang lebih objektif dalam menjelaskan hubungan antara ketersediaan material dan produktivitas pelaksanaan proyek konstruksi.

Meskipun hubungan antara manajemen material dan kinerja proyek telah banyak diteliti, masih terdapat kesenjangan penelitian mengenai pengaruh keterbatasan pasokan batu pecah terhadap kapasitas produksi pekerjaan beton pada proyek gedung di wilayah dengan kendala logistik; oleh karena itu penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi analisis kebutuhan batu pecah berdasarkan *mix design*, evaluasi tingkat pemenuhan pasokan aktual, serta analisis korelasi dan regresi linier untuk mengukur besarnya pengaruh pasokan batu pecah terhadap realisasi volume pekerjaan beton.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi ketersediaan batu pecah dan pola suplai material serta mengukur pengaruh keterbatasan pasokan batu pecah terhadap kapasitas produksi pekerjaan beton pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPKAD Kabupaten Mahakam Ulu sebagai dasar penyusunan strategi pengendalian material yang lebih efektif dalam mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pengelola Keuangan dan Aset Daerah (BPKAD) Kabupaten Mahakam Ulu. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi pengaruh keterbatasan pasokan batu pecah terhadap kapasitas produksi pekerjaan beton berdasarkan data aktual pelaksanaan proyek. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen proyek, meliputi *shop drawing*, Bill of Quantity (BOQ), laporan harian dan mingguan proyek, laporan realisasi pekerjaan beton, hasil *mix design* beton mutu K-250, serta data penerimaan dan pasokan batu pecah selama periode pelaksanaan proyek.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi volume pekerjaan beton berdasarkan laporan realisasi mingguan proyek. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan batu pecah menggunakan hasil *mix design* beton K-250 yang menunjukkan kebutuhan agregat kasar sebesar 1.193,4 kg atau 1,1934 ton untuk setiap 1 m³ beton. Kebutuhan batu pecah dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$BP = V_b \times K_{bp} \quad (1)$$

dengan:

BP= kebutuhan batu pecah (ton);

V_b= volume pekerjaan beton (m³);

K_{bp}= koefisien kebutuhan batu pecah berdasarkan *mix design* (1,1934 ton/m³).

Hasil perhitungan kebutuhan batu pecah kemudian dibandingkan dengan data pasokan aktual material setiap minggu untuk mengidentifikasi tingkat pemenuhan kebutuhan material serta periode terjadinya defisit pasokan. Tingkat pemenuhan pasokan dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$TP = \frac{P}{K} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

TP = tingkat pemenuhan kebutuhan batu pecah (%);

P = pasokan batu pecah aktual (ton);

K = kebutuhan batu pecah berdasarkan volume pekerjaan (ton).

Hubungan antara pasokan batu pecah dan realisasi volume pekerjaan beton dianalisis menggunakan korelasi Pearson untuk mengetahui kekuatan hubungan antarvariabel. Nilai koefisien korelasi, diinterpretasikan berdasarkan kriteria kekuatan hubungan, yaitu sangat lemah (0,00–0,19), lemah (0,20–0,39), sedang (0,40–0,59), kuat (0,60–0,79), dan sangat kuat (0,80–1,00). Analisis ini digunakan sebagai dasar untuk mengetahui apakah perubahan pasokan batu pecah memiliki hubungan terhadap perubahan kapasitas produksi pekerjaan beton. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linier sederhana untuk mengukur besarnya pengaruh pasokan batu pecah terhadap realisasi volume pekerjaan beton. Model regresi yang digunakan dinyatakan dalam Persamaan (3):

$$Y = ax + b \quad (3)$$

dengan:

Y = realisasi volume pekerjaan beton (m³);

X = pasokan batu pecah aktual (ton);

b = konstanta;

a = koefisien regresi;

Kelayakan model dievaluasi melalui nilai koefisien determinasi (R^2), uji F, dan uji t pada tingkat signifikansi 5%. Nilai R^2 digunakan untuk menjelaskan proporsi variasi realisasi pekerjaan beton yang dapat diterangkan oleh variabel pasokan batu pecah, sedangkan uji t digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics dan Microsoft Excel untuk menghasilkan model hubungan antara ketersediaan batu pecah dan kapasitas produksi pekerjaan beton.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Kebutuhan Batu Pecah

Berdasarkan hasil mix design beton mutu K-250 diperoleh kebutuhan batu pecah sebesar 1.193,4 kg atau 1,1934 ton untuk setiap 1 m³ beton. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan agregat kasar berdasarkan volume pekerjaan beton mingguan.

Perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan batu pecah meningkat seiring bertambahnya volume pekerjaan beton. Puncak kebutuhan terjadi pada minggu ke-14 ketika volume pengecoran mencapai sekitar 343 m³, sehingga kebutuhan batu pecah mencapai sekitar 410 ton. Rekap volume beton dan kebutuhan batu pecah dapat dilihat pada tabel 1.

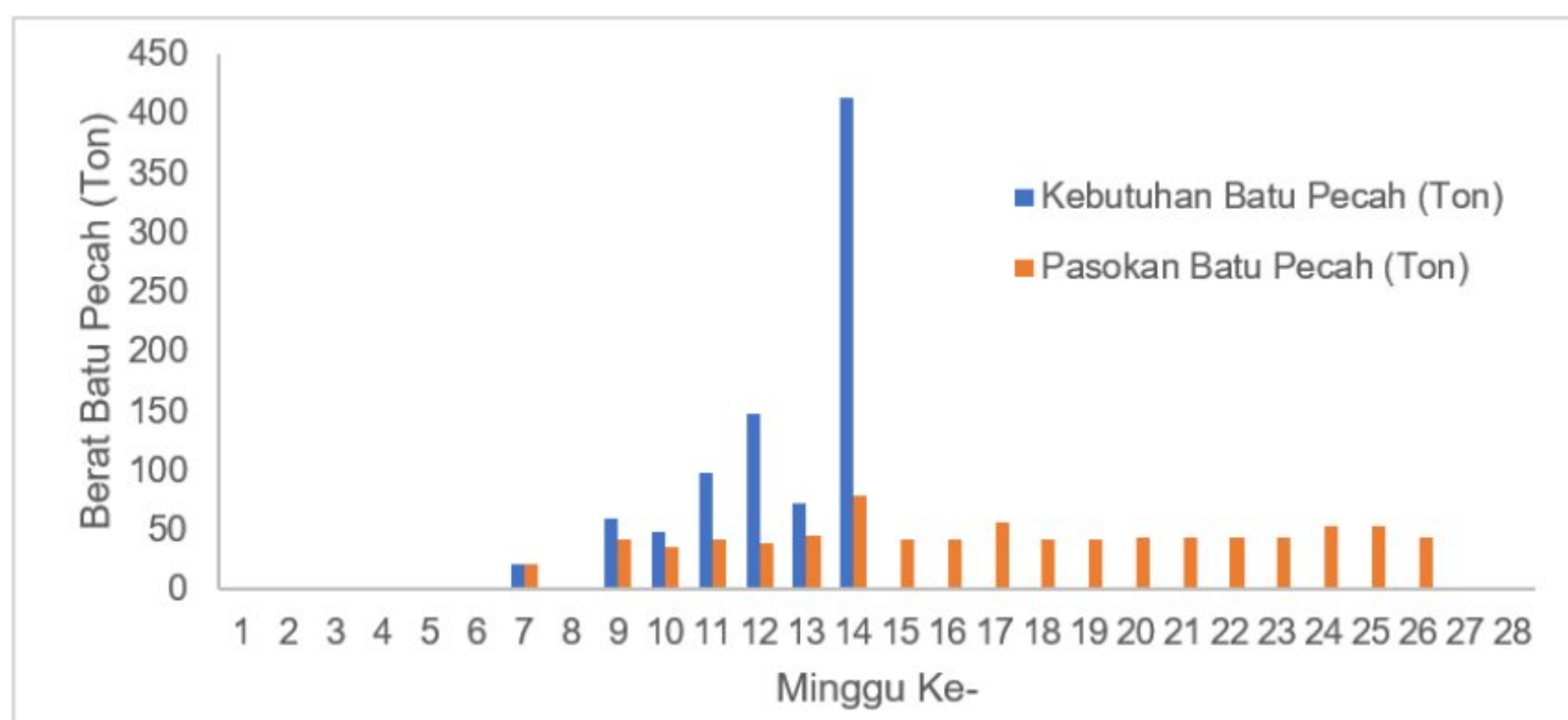
Tabel 1. Rekap Volume Beton dan Kebutuhan Batu Pecah

Minggu Ke-	Volume Beton (m ³)	Berat Batu Pecah (Ton)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	0,00	0,00
4	0,00	0,00
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7	17,48	20,86
8	0,00	0,00
9	49,65	59,25
10	41,10	49,05
11	81,83	97,66
12	124,51	148,59
13	60,59	72,31
14	345,87	412,76

15	0,00	0,00
16	0,00	0,00
17	0,00	0,00
18	0,00	0,00
19	0,00	0,00
20	0,00	0,00
21	0,00	0,00
22	0,00	0,00
23	0,00	0,00
24	0,00	0,00
25	0,00	0,00
26	0,00	0,00
27	0,00	0,00
28	1,50	1,79

3.2. Analisis Pasokan Batu Pecah

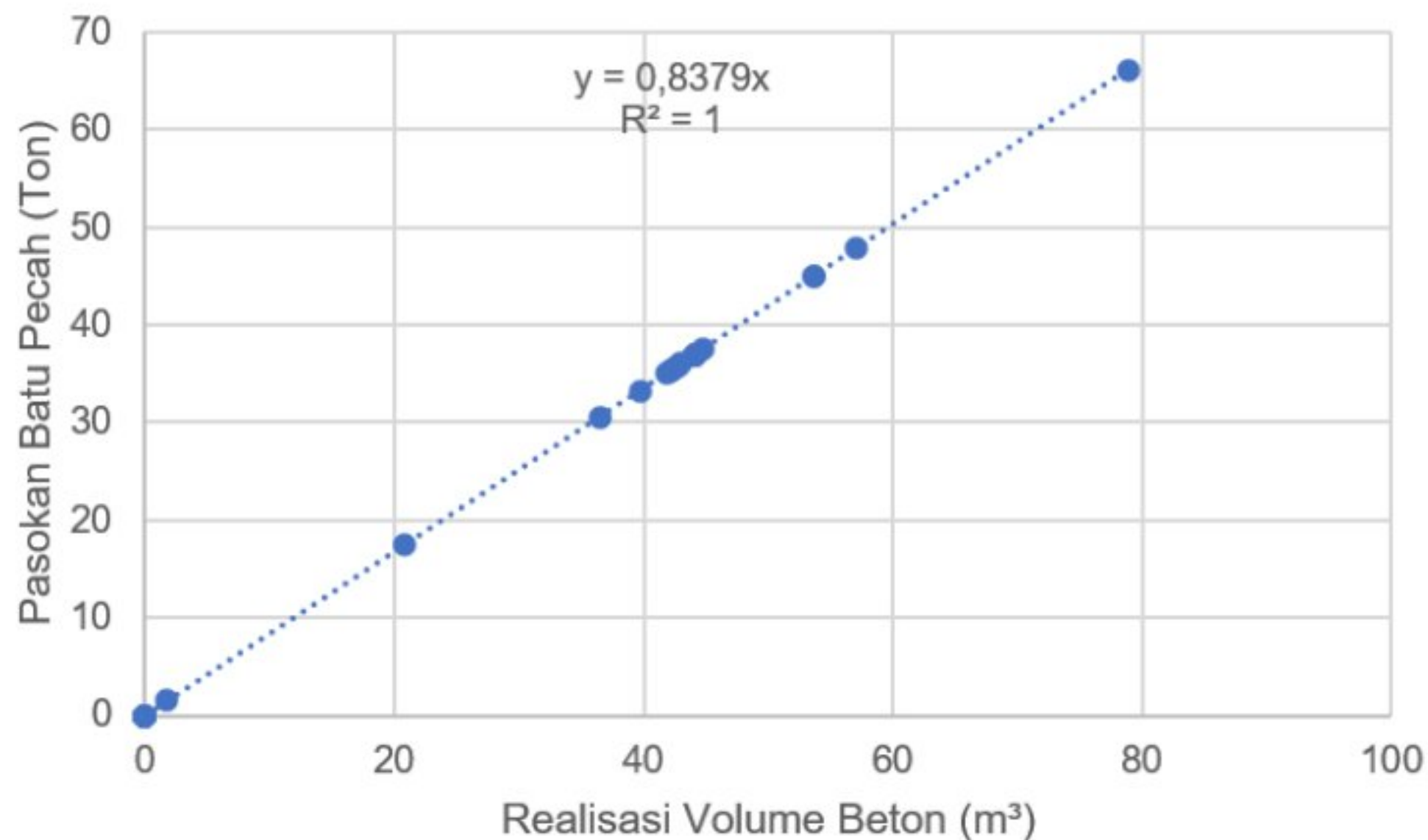
Perbandingan antara kebutuhan dan pasokan batu pecah menunjukkan bahwa pasokan material belum mampu memenuhi kebutuhan proyek pada beberapa minggu pelaksanaan. Defisit terbesar terjadi ketika volume pekerjaan beton berada pada puncaknya, sedangkan jumlah batu pecah yang tersedia relatif terbatas. Akibat keterbatasan pasokan tersebut, beberapa pekerjaan pengecoran harus dilakukan secara bertahap sesuai material yang tersedia sehingga mengurangi kapasitas produksi mingguan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kebutuhan dan Pasokan Batu Pecah

3.3. Analisis Hubungan Pasokan Batu Pecah dengan Produksi Beton

Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan positif antara pasokan batu pecah dan realisasi volume pekerjaan beton. Semakin besar pasokan batu pecah yang tersedia maka semakin besar pula volume pekerjaan beton yang dapat diselesaikan. Analisis regresi menghasilkan hubungan linier positif yang menunjukkan bahwa peningkatan pasokan material diikuti peningkatan kapasitas produksi pekerjaan beton seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Regresi

3.4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan rantai pasok material mempunyai pengaruh langsung terhadap produktivitas pekerjaan beton. Pada saat kebutuhan batu pecah meningkat, keterbatasan pasokan menyebabkan pekerjaan pengecoran tidak dapat dilaksanakan sesuai jadwal sehingga kapasitas produksi menurun. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan pekerjaan beton tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan teknis pelaksanaan, tetapi juga oleh efektivitas sistem logistik proyek.

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa sinkronisasi antara jadwal pelaksanaan pekerjaan dan jadwal pengiriman material menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas produksi beton. Oleh karena itu, kontraktor perlu menerapkan perencanaan kebutuhan material (*material requirement planning*), penjadwalan distribusi yang lebih akurat, serta koordinasi yang intensif dengan pemasok agar ketersediaan batu pecah tetap terjamin selama pelaksanaan proyek. Dengan pengelolaan rantai pasok yang baik, risiko keterlambatan pekerjaan akibat kekurangan material dapat diminimalkan sehingga target waktu, mutu, dan biaya proyek dapat tercapai secara optimal.

4. Kesimpulan

Ketersediaan batu pecah pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPKAD Kabupaten Mahakam Ulu belum mampu memenuhi kebutuhan pekerjaan beton pada beberapa periode pelaksanaan proyek. Perbandingan antara kebutuhan dan pasokan material menunjukkan adanya defisit batu pecah pada saat volume pekerjaan beton mencapai puncaknya, sehingga sebagian pekerjaan pengecoran harus dilaksanakan secara bertahap sesuai ketersediaan material.

Pasokan batu pecah berpengaruh positif terhadap kapasitas produksi pekerjaan beton. Semakin besar pasokan batu pecah yang tersedia, semakin besar pula volume pekerjaan beton yang dapat direalisasikan. Oleh karena itu, perencanaan kebutuhan material, pengendalian logistik, serta penjadwalan pengadaan yang tepat menjadi faktor penting dalam meningkatkan produktivitas pekerjaan beton dan mencegah keterlambatan penyelesaian proyek.

Daftar Pustaka

- A. Huqban., & Paikun. (2020). Analisis Keterlambatan Penyediaan Material Terhadap Ketepatan Waktu Pembangunan. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan*. 20(1). <https://doi.org/10.52005/teslink.v1i2.14>
- Alvanchi A, Baniassadi F, Shahsavari M, Kashani H (2021), "Improving materials logistics plan in road construction projects using discrete event simulation". *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 28 No. 10 pp. 3144–3163, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2018-0317>
- E. Laszlo., K. Katalin., T. Richard., & F. Szabolcs. (2024). Crushed stone supply challenges for infrastructure development in Hungary. *Dnipro University of Technology*. 6. 28-37. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-6/028>
- Examining the Impact of Material Management Practices on Project Performance in the Construction Industry. (2024). *Buildings*, 14(7), 2076. <https://doi.org/10.3390/buildings14072076>
- Kar, S., & Jha, K. N. (2020). Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS. *The International Journal of Construction Management*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1742637>
- Khalaf, F. M., & DeVenny, A. S. (2004). Recycling of Demolished Masonry Rubble as Coarse Aggregate in Concrete: Review. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16(4), 331–340. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:4\(331\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:4(331))
- M. Basma Ben., L. Nadia., & B. Pierre. (2023). Integration mechanisms for material suppliers in the construction supply chain: a systematic literature review. *Construction Management and Economics (Taylor & Francis)*. 42(1). <https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2239381>
- McGinnis, M. J., Davis, M., de la Rosa, A., Weldon, B. D., & Kurama, Y. C. (2017). Quantified sustainability of recycled concrete aggregates. *Magazine of Concrete Research*, 69(23), 1203–1211. <https://doi.org/10.1680/JMACR.16.00338>
- Nihar Ranjan Mohanta, Meena Murmu,(2022). Alternative coarse aggregate for sustainable and eco-friendly concrete - A review, *Journal of Building Engineering*.59. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105079>.
- Nurlaelah., & I. Rahmatullah. (2025). The Impact of Construction Material Supply Delays on Contractor X in Jakarta, Indonesia. *Engineering and Technology Journal*. 10(5). 4657-4661. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15321598>
- Pedro, D., de Brito, J. & Evangelista, L. Performance of concrete made with aggregates recycled from precasting industry waste: influence of the crushing process. *Mater Struct* 48, 3965–3978 (2015). <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0456-7>
- Pham Van, B., & Peansupap, V. (2023). Confirmatory analysis on factors influencing the material management effectiveness in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ecam-09-2021-0811>
- Zixuan Chen, Ahmed W.A. Hammad, Mana Alyami. (2024). Building construction supply chain resilience under supply and demand uncertainties. *Automation in Construction*.158. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105190>.

