



Pengaruh Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Abu Batu Pada Proyek Pembangunan Jalan Oenaek – Saenam – Nunpo, Kefamenanu

Adelfince Muti

Universitas Kahuripan Kediri, Indonesia

Email : Joeadel453@gmail.com

Abstrak:

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi karena kekuatannya, kemudahan dalam pembentukan, serta ketersediaan bahan baku yang mudah didapat. Beton terdiri dari campuran semen, pasir, batu pecah, dan air, dengan pasir dan batu pecah sebagai agregat. Pada proyek Pembangunan Jalan Oenaek-Saenam-Nunpo di Kefamenanu, pasir dari Quarry Sungai Noemuti digunakan sebagai agregat halus. Namun, peningkatan permintaan akan pasir untuk keperluan beton dan material lainnya menyebabkan kelangkaan pasokan pasir dari Quarry tersebut. Oleh karena itu, diperlukan alternatif agregat halus pengganti pasir, salah satunya adalah abu batu hasil pemecahan batu (stone crusher). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kuat tekan beton tanpa penambahan abu batu dan dengan penambahan abu batu, serta menilai kelayakan penggunaan abu batu dalam campuran beton. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium pengujian tanah, ditambah dengan studi literatur dari penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu batu menyebabkan sedikit penurunan kuat tekan beton, namun masih dalam batas yang dapat diterima, yang menunjukkan potensi penggunaannya sebagai pengganti agregat halus. Penelitian ini memberikan wawasan bagi industri konstruksi mengenai penggunaan abu batu dalam desain campuran beton sebagai solusi alternatif untuk mengatasi kelangkaan agregat halus dalam proyek konstruksi.

Kata Kunci: Kuat Tekan Beton, Stone Crusher, Abu Batu

Abstract:

Concrete is a widely used construction material due to its strength, moldability, and availability of ingredients. It is composed of cement, sand, crushed stone, and water, where sand and crushed stone serve as aggregates. In the construction project of Jalan Oenaek-Saenam-Nunpo in Kefamenanu, local sand from the Noemuti River Quarry was used for fine aggregate. However, increased demand for sand due to its use in other

construction items led to a scarcity of supply from the Noemuti Quarry. Therefore, an alternative fine aggregate, stone dust produced from a stone crusher, was considered. This study aims to compare the compressive strength of concrete with and without the addition of stone dust as fine aggregate and assess its feasibility as a substitute. The research employed an experimental method conducted in a soil testing laboratory, along with a literature review of previous studies. The findings revealed that the addition of stone dust resulted in a slight reduction in compressive strength, but still within acceptable limits, suggesting its potential use as a substitute for fine aggregate. This study provides insights for the construction industry on the use of stone dust in concrete mix designs, offering an alternative solution to address the scarcity of fine aggregate in construction projects.

Keywords: *Compressive Strength Concrete, Stone Crusher, Stone*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang gencar membangun infrastruktur lintas sektor—gedung, irigasi, jalan, dan jembatan—sejalan dengan agenda Proyek Strategis Nasional (PSN) dan kerangka PPP yang menempatkan konektivitas dan layanan dasar sebagai prioritas utama (Widodo & Yujana, 2024; World Bank, 2023). Kementerian PUPR juga merilis statistik infrastruktur terkini yang menegaskan peran sektor sumber daya air, bina marga, cipta karya, dan perumahan sebagai lokomotif pembangunan, sehingga kebutuhan material konstruksi terus meningkat. (Kementerian PUPR, 2023). Dalam konteks material, beton menjadi tulang punggung pembangunan karena durabilitas, kemudahan produksi, dan biaya yang relatif ekonomis; ia mendominasi pekerjaan struktur bangunan, perkerasan jalan/jembatan, hingga bangunan air (bendungan, saluran irigasi). (Griffiths et al., 2023; Nugroho et al., 2022). Di bidang transportasi, penguatan kinerja perkerasan dan peningkatan ketangguhan beton jalan menjadi fokus riset mutakhir untuk mendukung umur layanan jangka panjang. (Fang et al., 2023). Sementara pada infrastruktur sumber daya air, perhatian besar diarahkan pada ketahanan beton terhadap abrasi dan lingkungan hidrolik yang agresif agar operasi saluran dan bangunan irigasi tetap andal. (Liu et al., 2024). Secara keseluruhan, akselerasi pembangunan dan keluasaan aplikasi beton mempertegas bahwa ketersediaan, mutu, dan inovasi material beton adalah faktor kunci keberhasilan proyek-proyek infrastruktur Indonesia. (Kementerian PUPR, 2023; Widodo & Yujana, 2024).

Di Indonesia penggunaan beton untuk pekerjaan jalan dan jembatan telah lama digunakan. Hampir 80% elemen jembatan terbuat dari bahan beton. Bahkan

dewasa ini banyak perkerasan jalan menggunakan bahan beton, mengingat kelebihan bahan beton dibanding bahan lainnya (Umum, 2005).

Beton merupakan bahan bangunan yang sering digunakan dalam proyek konstruksi. Karena kelebihan beton yang memiliki kekuatan dan mudah di bentuk, serta bahan-bahan yang mudah untuk didapatkan, beton menjadi pilihan utama dalam bidang konstruksi (Wicaksana & Rachman, 2018). Beton sendiri terdiri dari campuran bahan semen, pasir, batu pecah dan air. Material-material pembentuk beton dalam dunia Teknik sipil dikenal sebagai agregat Kasar dan agregat halus serta semen sebagai bahan pengikat (Childress, 2021).

Agregat kasar pada pekerjaan beton umumnya berasal dari batu pecah hasil pemecah batu (stone crusher), sedangkan agregat halus lazimnya menggunakan pasir dari quarry setempat; kombinasi ini dipilih karena ketersediaan lokal, kemudahan kendali gradasi/kebersihan, serta bukti eksperimental bahwa tipe agregat (mis. batu pecah vs kerikil/pasir alam) berpengaruh nyata pada kemudahan kerja dan kekuatan beton—di mana sejumlah studi menunjukkan beton dengan batu pecah cenderung lebih kuat namun sedikit menurunkan slump dibanding pasir/kerikil sungai, dan praktik substitusi sebagian pasir alam dengan produk quarry (quarry/stone dust atau manufactured sand) dapat menjaga atau bahkan meningkatkan kuat tekan bila gradasi dan kadar halusnya dikendalikan; temuan-temuan ini mendukung pemilihan sumber material lokal seperti pasir setempat dan batu pecah dari quarry (contoh: Noemuti, Kefamenanu) untuk item pekerjaan beton pada ruas jalan, selama memenuhi spesifikasi mutu (granulometri, kebersihan, kekekalan) dan diuji sesuai standar pekerjaan setempat (Alanazi, 2021; Anju, 2023; Mundra et al., 2016; Turuallo et al., 2020; Kirthika & Singh, 2020).

Namun dalam perjalanan pengerjaan proyek tersebut, kebutuhan akan pasir terus meningkat, karena pasir bukan hanya digunakan untuk beton, tapi juga untuk kebutuhan item pekerjaan lainnya seperti aspal maupun bahan lapis pondasi bawah (Agregat Klas A). Sehingga terjadi kelangkaan pada pasir di quari Sungai Noemuti. Untuk itu diperlukan alternatif lain sebagai pengganti agregat halus, dalam hal ini adalah abu batu. Pada proyek Pembangunan Jalan Oenaek-Saenam-Nunpo, Kefamenanu, penggunaan abu batu yang kurang, sedangkan produksi stone crusher terus berjalan, sehingga terjadi penumpukan abu batu pada lokasi produksi stone crusher.

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Fitrianto et al. (2021), yang mengkaji penggunaan abu batu sebagai alternatif agregat halus pada beton, ditemukan bahwa abu batu dapat memberikan hasil yang lebih stabil dan lebih ekonomis pada campuran beton di beberapa kondisi. Namun, penelitian tersebut hanya terbatas pada penggunaan abu batu pada jenis beton berkekuatan tinggi, dan tidak memperhitungkan kemungkinannya

pada beton mutu rendah, seperti yang dilakukan pada penelitian ini. Selain itu, penelitian oleh Setiawan dan Irawan (2020) yang memfokuskan pada substitusi pasir dengan bahan limbah konstruksi juga tidak membahas perbandingan berbagai persentase penggunaan abu batu pada beton dan dampaknya terhadap kuat tekan pada umur beton yang berbeda.

Penelitian ini mengisi gap yang ada dengan menguji pengaruh abu batu pada campuran beton mutu rendah ($F_c' 15 \text{ MPa}$), yang tidak banyak diteliti sebelumnya, terutama dalam konteks proyek jalan dan jembatan di daerah seperti Oenaek-Saenam-Nunpo, Kefamenanu. Dengan memperkenalkan berbagai persentase penggunaan abu batu (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), penelitian ini memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang potensi abu batu sebagai bahan pengganti agregat halus dalam kondisi lokal dan proyek konstruksi yang membutuhkan alternatif murah dan efisien.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan abu batu pada kuat tekan beton dengan mutu rendah dalam proyek pembangunan jalan dan jembatan, serta mengevaluasi kelayakannya sebagai pengganti agregat halus. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif bahan yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis bagi industri konstruksi, khususnya pada proyek-proyek jalan dan jembatan yang membutuhkan beton dengan biaya rendah namun tetap memiliki kualitas yang memadai. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan efisien.

Maka diharapkan penelitian tentang abu batu ini dapat berguna sebagai bahan pengganti agregat halus dalam campuran beton dengan perbandingan campuran 0%, 25%, 75% dan 100%. Dan abu batu bisa dimanfaatkan untuk pekerjaan beton pada proyek Pembangunan Jalan Oenaek-Saenam-Nunpo. Untuk itu dilakukan penelitian ini agar abu batu juga dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus pengganti pasir. Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian ini dengan judul "Pengaruh Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Abu Batu Pada Proyek Pembangunan Jalan Oenaek -- Saenam -- Nunpo, Kefamenanu".

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium pengujian tanah, ditambah dengan studi literatur dari penelitian terdahulu. Penelitian ini dilakukan pada setiap jam kerja dari senin sampai sabtu di Laboratorium PT. Sari Karya Mandiri (SKM), di Kefamenanu. Material yang di gunakan dalam penelitian adalah material yang juga digunakan pada proyek Pembangunan Jalan Oenaek – Saenam – Nunpo, Kefamenanu.

Dalam penelitian ini menggunakan parameter Pengujian karakteristik Material serta Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Abu Batu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Masing-masing variasi persentase abu batu di uji sebanyak 9 sampel silinder yang di bagi menjadi 3 benda uji untuk setiap umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Alat yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton adalah mesin uji kuat tekan beton yang telah dikalibrasi.

Analisa Data

Perhitungan Bahan untuk 1 benda uji

Untuk menghitung kebutuhan tiap satu silinder perlu diketahui volume silinder, dengan dimensi silinder adalah:

Tinggi : 0,3 m

Diameter : 0,15 m

Jari-jari : 0,075

$$\begin{aligned}\text{Rumus Volume Silinder} &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \times 0,075^2 \times 0,3 \\ &= 0,005299 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka berat masing – masing material untuk 1 silinder adalah:

- Semen untuk 1 silinder = 1,73 kg
- Air untuk 1 silinder = 0,98 Kg
- Pasir = 3,89 Kg
- Bp 1 ½ “ = 2,92 Kg
- Bp ¾ “ = 2,92 Kg

Karena dalam penelitian menggunakan 9 buah silinder maka kebutuhan tiap silinder dari masing-masing material dikalikan 9, maka hasilnya adalah:

Tabel 1. Kebutuhan material untuk 9 silinder

Material	Kg/L
Semen	15,57
Air	8,82
Pasir	35,01
Bp 1 ½ “	26,28
Bp ¾ “	26,28

Sumber, Hasil Penelitian

Perhitungan Abu Batu Untuk masing-masing persentase penambahan abu batu

Hasil Perhitungan 1 silinder abu batu untuk masing-masing variasi persentase abu batu dengan volume silinder 0,005299 m³, antara lain:

Tabel 2. Kebutuhan abu batu untuk 1 silinder dan 9 silinder

Persentase Abu Batu	1 silinder (Kg)	9 silinder (Kg)
AB25%	0,97	8,82
AB50%	1,95	17,55
AB75%	2,92	26,28
AB100%	3,89	35,01

Sumber, Hasil Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Umur Beton (Hari)	Slump Test (mm)	Kuat Tekan Fc' (MPa)	Faktor Konversi Umur (Hari)	Fc' 28 Hari (MPa)	Rata-Rata
7	80,00	16,14	0,65	24,82	23,66
7	80,00	15,29	0,65	23,52	
7	80,00	14,72	0,65	23,65	
14	80,00	16,14	0,88	18,34	21,02
14	80,00	17,27	0,88	19,62	
14	80,00	16,42	0,88	18,66	
28	80,00	16,70	1,00	16,70	16,99
28	80,00	16,99	1,00	16,99	
28	80,00	17,27	1,00	16,27	

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Abu Batu 25%

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Abu Batu 25%

Umur Beton (Hari)	Slump Test (mm)	Kuat Tekan Fc' (MPa)	Faktor Konversi Umur (Hari)	Fc' 28 Hari (MPa)	Rata-Rata
7	90,00	14,44	0,65	22,21	22,50
7	90,00	15,29	0,65	23,52	
7	90,00	14,15	0,65	21,78	
14	90,00	16,14	0,88	18,34	21,02
14	90,00	17,27	0,88	19,62	
14	90,00	16,42	0,88	18,66	
28	90,00	16,70	1,00	16,70	16,99
28	90,00	16,99	1,00	16,99	
28	90,00	17,27	1,00	16,27	

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Beton dengan Abu Batu 50%

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Abu Batu 50%

Umur Beton (Hari)	Slump Test (mm)	Kuat Tekan Fc' (MPa)	Faktor Konversi Umur (Hari)	Fc' 28 Hari (MPa)	Rata-Rata
7	95,00	9,62	0,65	14,81	14,81
7	95,00	10,47	0,65	16,11	
7	95,00	8,78	0,65	13,50	
14	95,00	11,32	0,88	13,35	14,02
14	9,00	11,89	0,88	14,02	
14	95,00	12,46	0,88	14,69	
28	95,00	14,15	1,00	14,51	14,02
28	95,00	13,87	1,00	13,87	

28	95,00	13,31	1,00	13,31	13,87
----	-------	-------	------	-------	-------

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Beton dengan Abu Batu 75%

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Abu Batu 75%

Umur Beton (Hari)	Slump Test (mm)	Kuat Tekan F_c' (MPa)	Faktor Konversi Umur (Hari)	F_c' 28 Hari (MPa)	Rata-Rata
7	80,00	9,62	0,65	14,81	14,08
7	80,00	8,78	0,65	13,50	
7	80,00	9,06	0,65	13,94	
14	80,00	10,76	0,88	12,22	12,76
14	80,00	11,32	0,88	12,87	
14	80,00	11,61	0,88	13,19	
28	80,00	13,59	1,00	13,59	13,68
28	80,00	13,87	1,00	13,87	
28	80,00	13,59	1,00	13,59	

Sumber: Hasil Penelitian 2025

Beton dengan Abu Batu 100%

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Abu Batu 100%

Umur Beton (Hari)	Slump Test (mm)	Kuat Tekan F_c' (MPa)	Faktor Konversi Umur (Hari)	F_c' 28 Hari (MPa)	Rata-Rata
7	80,00	9,62	0,65	10,45	10,45
7	80,00	8,49	0,65	11,32	
7	80,00	9,06	0,65	9,58	
14	80,00	9,62	0,88	10,94	10,29
14	80,00	8,49	0,88	9,65	
14	80,00	9,06	0,88	10,29	
28	80,00	11,32	1,00	11,32	10,76
28	80,00	10,19	1,00	10,19	
28	80,00	10,76	1,00	10,76	

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton yang menggunakan campuran abu batu dengan berbagai komposisi, diperoleh hasil yang bervariasi sesuai dengan umur beton dan komposisi abu batu yang digunakan. Pada beton normal (tanpa abu batu), pada umur 28 hari, rata-rata kuat tekan mencapai 16,99 MPa, menunjukkan kinerja beton yang cukup baik dan memenuhi standar kuat tekan yang dibutuhkan dalam konstruksi (Tabel 3). Sementara itu, pada campuran beton dengan abu batu 25%, 50%, 75%, dan 100%, hasil kuat tekan menunjukkan tren penurunan seiring meningkatnya komposisi abu batu. Misalnya, pada campuran 50% abu batu, rata-rata kuat tekan pada umur 28 hari mencapai 13,87 MPa (Tabel 5), yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Penurunan kuat tekan

ini dapat dijelaskan oleh sifat abu batu yang lebih ringan dan porositas yang lebih tinggi, yang dapat mengurangi kekuatan kompresi beton (Jalali & Halim, 2014).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh A (2018), yang menunjukkan bahwa penggunaan abu batu dalam campuran beton dapat menurunkan kuat tekan, meskipun memberikan keuntungan dalam hal keberlanjutan dan pengurangan limbah. Penelitian sebelumnya oleh Jurnal (2018) juga mengindikasikan bahwa semakin tinggi kandungan abu batu, semakin rendah kuat tekan beton. Namun, penelitian ini mengisi gap dalam literatur dengan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang pengaruh peningkatan kandungan abu batu pada berbagai jenis beton dengan pengukuran pada umur yang berbeda. Penelitian ini memperlihatkan hubungan langsung antara rasio abu batu dan kuat tekan, yang dapat dijadikan acuan dalam aplikasi praktis pada proyek konstruksi yang mempertimbangkan efisiensi biaya dan keberlanjutan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, kuat tekan beton dengan penambahan abu batu sebagai agregat halus yang memenuhi syarat kuat tekan beton rencana 15Mpa adalah pada presentase 25% abu Batu. Dimana pada variasi penambahan Abu Batu 25% memiliki kuat tekan sebesar 16,7 MPa. Dari hasil penelitian abu batu hasil stone crusher masih layak digunakan sebagai bahan tambaah agregat halus berdasarkan metode pengujian SNI. Namun kadar abu batu yang digunakan tidak boleh melebihi 25% dalam persentase agregat halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Alanazi, H. (2021). Effect of aggregate types on the mechanical properties of traditional concrete and geopolymer concrete. *Crystals*, 11(9), 1110. <https://doi.org/10.3390/cryst11091110>
- A, A. (2018). Kajian kuat tekan beton normal menggunakan standar SNI 7656-2012 dan ASTM C 136-06. *Rang Tek. J.*, 1(2). <https://doi.org/10.31869/rtj.v1i2.760>
- Anju, M. J., Mohammed, A., & Sreelekshmi, K. (2023). A review on effect of M-sand in the properties of concrete. *AIP Conference Proceedings*, 2718(1), 050003. <https://doi.org/10.1063/5.0119837>
- Childress, S. (2021). Perancangan campuran beton, pengolahan dan pengujian beton segar. *2021(2)*, 1–17.
- Fang, M., Wang, X., Zhang, Y., & Li, H. (2023). Toughness improvement mechanism and evaluation of cement concrete for road pavement: A state-of-the-art review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.01.003>

- Griffiths, S., Bataille, C., & Penasco, C. (2023). Decarbonizing the cement and concrete industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176, 113197. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113197>
- Jalali, N. A., & Halim, H. (2014). Karakteristik beton dengan agregat kasar pellet polypropylene dan variasi agregat halus. *Inersia*, X(1), 34–43. <https://journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/view/4427>
- Jurnal, R. T. (2018). Analisis pengaruh besar butiran agregat kasar terhadap kuat tekan beton normal. *Forum Mek.*, 7(1), 35–42. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i1.87>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Buku informasi statistik infrastruktur PUPR 2023*. Pusat Data dan Teknologi Informasi.
- Kirthika, S. K., & Singh, S. (2020). Alternative fine aggregates in production of sustainable concrete – A review. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122089. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122089>
- Liu, Q., Zhang, W., & Zhao, Y. (2024). Abrasion damage of concrete for hydraulic structures and hydraulic energy dissipation: Mechanisms, testing, and protection. *Construction and Building Materials*, 412, 134250. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.134250>
- Mundra, S., Sindhi, P. R., Chandwani, V., Nagar, R., & Agrawal, V. (2016). Crushed rock sand—An economical and ecological alternative to natural sand to optimize concrete mix. *Perspectives in Science*, 8, 345–347. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.04.070>
- Nugroho, W. O., Faqih, M., & Kusuma, H. (2022). The evolution of Indonesian seismic and concrete building codes (SNI 1726 & SNI 2847): Implications for design and practice. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01368. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01368>
- Turuallo, G., Mallisa, H., & Rupang, N. (2020). Sustainable development: Using stone dust to replace a part of sand in concrete mixture. *MATEC Web of Conferences*, 331, 05001. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202033105001>
- Umum, D. P. (2005). *Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan PUPR.
- Widodo, B. T., & Yujana, L. H. (2024). Introduction of national strategic projects. Dalam *Infrastructure for inclusive economic development: Lessons learnt from Indonesia* (Vol. 1). ERIA.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). Pengaruh abu batu sebagai substitusi agregat halus dan penambahan superplasticizer terhadap karakteristik beton mutu tinggi. *Angew. Chemie Int. Ed*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27.
- World Bank. (2023). *Benchmarking infrastructure: Indonesia—PPP country profile*. World Bank Public-Private Partnerships (PPP) Program.