

Pengaruh Penggunaan *Split* dan Abu Batu Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving Block* Ditinjau dari Segi Ekonomis

Sara Fitriani¹, Eko Supri Murtiono², Rima Sri Agustin³

Email: sarafitriani13@student.uns.ac.id¹, ekosupri@staff.uns.ac.id², rimaagustin@staff.uns.ac.id³

Diterima : 20 Desember 2024
Disetujui : 25 Desember 2024
Terbit : 31 Desember 2024

Abstrak: Saat ini *paving block* banyak diminati sebagai lapisan perkerasan jalan, dengan banyaknya peminat dapat meningkatkan jumlah produksi, yang berdampak pada berkurangnya jumlah bahan material seperti pasir dan banyak tuntutan akan kualitas *paving block*. Oleh karena itu, digunakan abu batu dan batu *split* sebagai pengganti sebagian pasir untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu batu dan batu *split* terhadap kuat tekan, daya serap air dan biaya pembuatan *paving block*. Penelitian ini memiliki manfaat sebagai sumbangan ilmiah dalam dunia konstruksi dengan menfaatkan abu batu dan batu *split* sebagai bahan pengganti pasir pada *paving block* serta dapat memberikan alternatif pembangunan di Indonesia yang berwawasan lingkungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif eksperimen. Sampel dalam penelitian berupa *paving block* dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm berjumlah 30 buah, menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:7 dengan variasi abu batu 0%, 10%, 20%, 30% dan batu *split* 60% sebagai pengganti sebagian pasir. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, ada pengaruh penggunaan abu batu dan batu *split* terhadap kuat tekan, daya serap air dan biaya *paving block*. Dimana kuat tekan maksimal dan daya serap air minimal berada pada paving dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% dengan hasil kuat tekan 21,84 MPa (mutu B) dan daya serap air 6,19% (mutu C). Selain itu, biaya paving pada penelitian ini dihitung sesuai dengan HSPK Surakarta 2023 menghasilkan paving dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% lebih ekonomis, yaitu Rp 96.308,00 per m² dibandingkan dengan *paving block* yang tidak menggunakan abu batu dan batu *split*

Keywords: abu batu; batu *split*; daya serap air; kuat tekan; *paving block*

Abstract: Currently, *paving blocks* are in great demand as road pavement layers, with the large number of enthusiasts it can increase the amount of production, which has an impact on reducing the amount of materials such as sand and many demands for the quality of *paving blocks*. Therefore, stone ash and split stone are used as a partial replacement for sand to overcome this problem. This research aims to determine the effect of using stone ash and split stone on compressive strength, water absorption capacity and the cost of making *paving blocks*. This research has benefits as a scientific contribution in the world of construction by utilizing fly ash and split stone as a substitute for sand in *paving block* and can provide an alternative for environmentally friendly development in Indonesia. The method used in this research is a quantitative experimental method. The samples in the research were 30 *paving blocks* measuring 20cm x 10cm x 8cm, using a cement and sand ratio of 1:7 with a variety of stone ash of 0%, 10%, 20%, 30% and 60% split stone as a substitute for some sand. Based on the research results, it was concluded that there was an influence of the use of stone ash and split stone on the compressive strength, water absorption capacity and cost of *paving blocks*. Where the maximum compressive strength and minimum water absorption capacity are in paving with a variation of 10% stone ash and 60% split stone with a compressive strength result of 21.84 MPa (grade B) and water absorption capacity of 6.19% (grade C). Apart from that, paving costs in this study were calculated in accordance with HSPK Surakarta 2023, resulting in paving with a variation of 10% stone ash and 60% split stone which is more economical, namely IDR 96,308.00 per m² compared to *paving blocks* which do not use stone ash and stone *split*.

Keywords: stone ash; split stone; water absorption capacity; compressive strength; *paving blocks*

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

PENDAHULUAN

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu *paving block* itu sendiri (SNI 03-0691-1996). *Paving block* menjadi alternatif lapisan perkerasan permukaan tanah, hal ini dikarenakan *paving block* memiliki beberapa kelebihan seperti mudah dalam pemasangan, pemeliharaan dan ekonomis dalam segi harga (Harimukti, 2022).

Banyaknya peminat berdampak pada peningkatan jumlah produksi pada *paving block*, hal ini akan menyebabkan berkurangnya bahan material. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan bahan *renewable* (Imran, 2016). Banyak terobosan dalam konstruksi yang memanfaatkan limbah sebagai pengganti material struktur, seperti penggunaan abu batu dalam pembuatan *paving block* untuk jalan, trotoar, dan taman. selain permasalahan berkurangnya pasokan bahan material, terdapat pula permasalahan lain yaitu, dengan banyaknya peminat maka banyak pula tuntutan akan kualitas *paving block* yang harus memenuhi standar kriteria untuk perkerasan jalan (Mallisa, 2012). Oleh karena itu perlu adanya sebuah inovasi yang dapat meningkatkan kualitas dari *paving block*, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan batu *split*. penggunaan batu *split* dapat memberikan keuntungan dimana dapat menghasilkan kuat tekan paving yang sama dengan paving biasa dengan penggunaan semen yang lebih sedikit, dimana hal ini akan berpengaruh terhadap potensi ekonomis paving (Mallisa, 2012).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS, dilakukan pada rentang waktu bulan Agustus 2023 – Juni 2024. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif eksperimen.

Sampel berupa *paving block* berukuran 20cm x 10cm x 8cm berjumlah 30 buah dengan 6 sampel digunakan pada penelitian pendahuluan menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:7 tanpa abu batu dan batu split yang akan digunakan sebagai *paving block* kontrol sedangkan 24 buah sampel lainnya menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:7 dengan variasi abu batu 0%, 10%, 20%, 30%, dan batu *split* 60%. Komposisi campuran untuk pembuatan benda uji *paving block* bisa dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. *Komposisi Campuran Paving block 1:7 Tanpa Abu Batu dan Batu Split*

| Perbandingan Campuran | % Abu Batu | % Batu Split | Jumlah Benda Uji |
|-----------------------|------------|--------------|------------------|
| 1 PC: 7 PS | 0% | 60% | 6 |
| 1 PC: 7 PS | 10% | 60% | 6 |
| 1 PC: 7 PS | 20% | 60% | 6 |
| 1 PC: 7 PS | 30% | 60% | 6 |

Teknik pengambilan sampel menggunakan sampel jenuh. Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari pengamatan dan penelitian dilaboratorium serta studi literatur. Analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif dengan bentuk penyajian data berupa tabel dan grafik.

Metode Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Sebelum proses pembuatan *paving block*, dilakukan pengujian bahan material untuk mengetahui kualitas dan kelayakan dari bahan material yang akan digunakan, pengujian yang dilakukan berupa uji kadar lumpur, kadar air, gradasi, zat organik, berat jenis agregat. Pembuatan *paving block* dalam penelitian ini menggunakan mesin cetak dengan metode *press hidrolis*. Paving yang sudah selesai dibuat diberikan perawatan curing selama 28 hari berturut-turut, ketika paving sudah berumur 28 hari dilakukan pengujian *paving block*. Pengujian yang

dilakukan yaitu pengujian kuat tekan dan daya serap air. Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dan uji daya serap air dilakukan dengan perendaman sesuai dengan SNI 03-0691-1996.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap *paving block* perbandingan semen dan pasir 1:7 tanpa campuran abu batu dan batu split yang nantinya akan dijadikan sebagai *paving block* kontrol.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving block 1:7 Tanpa Abu Batu dan Batu Split*

| Kode sampel | Kuat tekan (MPa) | Rata-rata kuat tekan (MPa) |
|-------------|------------------|----------------------------|
| TKA1.0 | 6,00 | 5,88 |
| TKA2.0 | 5,40 | |
| TKA3.0 | 6,25 | |

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya Serap Air *Paving block 1:7 Tanpa Abu Batu dan Batu Split*

| Kode sampel | Daya serap air (%) | Rata-rata daya serap air (%) |
|-------------|--------------------|------------------------------|
| DSA1.0 | 14,09 | 13,12 |
| DSA2.0 | 9,44 | |
| DSA3.0 | 15,82 | |

Berdasarkan SNI-03-0691-1996 *paving* belum masuk kedalam mutu *paving block*.

HASIL PENELITIAN

Mix Design *Paving Block*

Perhitungan *mix design* dalam pembuatan *paving block* menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:7 dengan variasi abu batu 0%, 10%, 20%, 30% dan batu *split* 60% disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Material Variasi Abu Batu 0%, 10%, 20%, 30% dan Batu Split 60%

| No | Material | Kebutuhan Bahan (Kg) | | | |
|--------|--------------|----------------------|-------|-------|-------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% |
| 1 | Semen | 4,08 | 4,08 | 4,08 | 4,08 |
| 2 | Pasir | 11,42 | 10,28 | 9,14 | 8 |
| 3 | Abu batu | 0 | 1,14 | 2,28 | 3,43 |
| 4 | <i>Split</i> | 17,14 | 17,14 | 17,14 | 17,14 |
| 5 | Air | 1,656 | 1,656 | 1,656 | 1,656 |
| Jumlah | | 34,30 | 34,30 | 34,30 | 34,30 |

Hasil Pengujian Bahan

Pengujian bahan material yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kualitas bahan material yang akan digunakan. Hasil pengujian bahan disajikan pada Tabel 5 s.d. Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Persyaratan Pasir

| Uji Bahan | Hasil | Standar | Acuan | Keterangan |
|-------------------------|--|---------------------|----------------------|------------|
| Kadar Lumpur | 2,73 % | < 5% | SNI ASTM C 117: 2012 | Memenuhi |
| Kadar Air | 2,18 % | 1 - 3 % | SNI 1971: 2011 | Memenuhi |
| Kadar Zat Organik | Standar wama gardner no 11 (plat No.3) | Plat no 3 (standar) | SNI 2816 : 2014 | Memenuhi |
| <i>specific gravity</i> | 2,48% | 1,6 - 3,2 | SNI ASTM 128 : 2008 | Memenuhi |
| Gradasi | 3,42 | 1,5 - 3,8 | SNI ASTM 136 : 2012 | Memenuhi |

Tabel 6. Hasil Uji Persyaratan Abu Batu

| Uji Bahan | Hasil | Standar | Acuan | Keterangan |
|--------------|--------|-----------|----------------------|------------|
| Kadar Lumpur | 1,65 % | < 5% | SNI ASTM C 117: 2012 | Memenuhi |
| Gradasi | 3,29 | 1,5 – 3,8 | SNI ASTM 136 : 2012 | Memenuhi |

Tabel 7. Hasil Uji Persyaratan Batu Split

| Uji Bahan | Hasil | Standar | Acuan | Keterangan |
|--------------|--------|-----------|----------------------|------------|
| Kadar Lumpur | 1,68 % | < 5% | SNI ASTM C 117: 2012 | Memenuhi |
| Gradasi | 3,24 | 1,5 – 3,8 | SNI ASTM 136 : 2012 | Memenuhi |

Hasil Pengujian Kuat Tekan

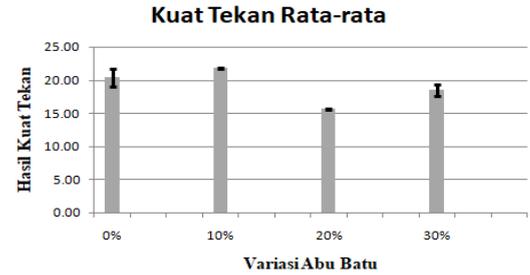
Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui hasil optimal kuat tekan dari penggunaan variasi abu batu sebagai substitusi pasir. Pengujian kuat tekan *Paving Block* dilakukan ketika paving sudah berumur 28 hari menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*).

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

| Kode | Kuat tekan (MPa) | Rata-rata (MPa) | Rata-rata (kg/cm ²) |
|----------|------------------|-----------------|---------------------------------|
| TK 1 0% | 18,92 | 20,36 | 207,61 |
| TK 2 0% | 21,66 | | |
| TK 3 0% | 20,49 | | |
| TK 1 10% | 22,30 | 21,84 | 222,70 |
| TK 2 10% | 22,36 | | |
| TK 3 10% | 20,87 | | |
| TK 1 20% | 15,56 | 15,63 | 159,38 |
| TK 2 20% | 15,60 | | |
| TK 3 20% | 15,73 | | |
| TK 1 30% | 19,49 | 18,46 | 188,23 |
| TK 2 30% | 17,65 | | |
| TK 3 30% | 18,25 | | |

Berikut adalah grafik hasil pengujian kuat

tekan



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan hasil dari pengujian menunjukkan adanya pengaruh terhadap kuat tekan dari penggunaan variasi abu batu sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan batu *split* 60% sebagai pengganti pasir dengan perbandingan semen dan pasir 1:7 pada pembuatan *paving block*. Hasil pengujian menggunakan *universal testing machine* (UTM) yang menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block* terbesar berada pada variasi 10% dan batu *split* 60% dengan kuat tekan 21,84 MPa. Berdasarkan perbandingan dengan *paving block* kontrol diketahui bahwa hasil kuat tekan dengan campuran abu batu dan batu *split* lebih besar dibandingkan *paving paving block* kontrol, dimana *paving block* kontrol menghasilkan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 5,88 MPa, sedangkan paving dengan campuran abu batu dan batu *split* menghasilkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 20,36 MPa, 21,84 MPa, 15,63 MPa dan 18,46 MPa. hal ini menunjukkan bahwa penggunaan abu batu dan batu *split* berpengaruh terhadap nilai kuat tekan *paving block*.

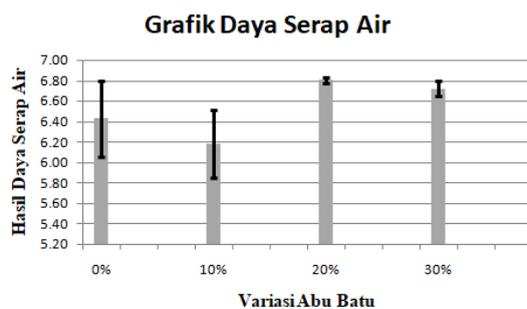
Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan setelah paving berumur 28 hari dengan cara melakukan perendaman dan pengovenan dalam suhu 110° selama 24 jam hal ini sesuai dengan SNI 03-0691-1996

Tabel 9. Hasil Pengujian Daya Serap Air

| Kode Sampel | Daya Serap Air (%) | Daya Serap Air rata-rata (%) |
|-------------|--------------------|------------------------------|
| DS 1 0% | 6,04 | 6,43 |
| DS 2 0% | 6,46 | |
| DS 3 0% | 6,78 | |
| DS 1 10% | 6,56 | 6,19 |
| DS 2 10% | 5,94 | |
| DS 3 10% | 6,05 | |
| DS 1 20% | 6,77 | 6,80 |
| DS 2 20% | 6,81 | |
| DS 3 20% | 6,83 | |
| DS 1 30% | 6,78 | 6,72 |
| DS 2 30% | 6,73 | |
| DS 3 30% | 6,64 | |

Gambar 3 berikut menyajikan grafik hasil pengujian daya serap air.



Gambar 3. Hasil pengujian Daya Serap Air

Berdasarkan hasil dari pengujian hipotesis kedua menunjukkan adanya pengaruh terhadap daya serap air dari penggunaan variasi abu batu sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan batu *split* 60% sebagai pengganti pasir dengan perbandingan semen dan pasir 1:7 pada pembuatan *paving block*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya serap air *paving block* terkecil berada pada

variasi 10% dengan daya serap air sebesar 6,19%. Berdasarkan perbandingan hasil daya serap air *paving block* kontrol diketahui bahwa daya serap air dengan campuran abu batu dan batu *split* lebih kecil dibandingkan *paving block* kontrol dimana *paving block* kontrol menghasilkan rata-rata daya serap air sebesar 13,12 %, sedangkan paving dengan campuran abu batu dan batu *split* menghasilkan nilai rata-rata daya serap air sebesar 6,45%, 6,19%, 6,80% dan 6,72%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan abu batu dan batu *split* berpengaruh terhadap nilai daya serap air *paving block*.

Hasil Perhitungan Biaya Paving Block

Perhitungan biaya *paving block* dilakukan pada paving variasi abu batu 10% dengan batu *split* 60%. Hal ini dilakukan berdasarkan hasil pengujian, paving dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% menghasilkan kuat tekan paling tinggi, yaitu sebesar 21,84 MPa setara dengan mutu B pada *paving block*. Kemudian hasil perhitungan biaya dalam penelitian ini dilakukan perbandingan dengan penelitian *paving block* oleh Syefringga, (2020) dengan judul penelitian “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving block ” yang menghasilkan kuat tekan sebesar 186,47 Kg/cm² atau setara dengan 18,29 MPa dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1:4. Harga satuan yang digunakan sebagai dasar perhitungan diperoleh dari HSPK Kota Surakarta tahun 2023.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Biaya Paving Block

| <i>Paving block</i> | Kuat Tekan (MPa) | Biaya per m ² |
|--|------------------|--------------------------|
| <i>Paving block</i> 1:4 | 18,29 | Rp 119.821,00 |
| <i>Paving block</i> 1:7 variasi abu batu 10% dan batu <i>split</i> 60% | 21,84 | Rp 96.308,00 |

Paving block dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% membutuhkan biaya lebih murah Rp 23.513,00 dibandingkan dengan *paving block* tanpa abu batu dan batu *split*. Dimana harga paving dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% membutuhkan biaya Rp.96.308,00 per m². Sedangkan *Paving block* dengan perbandingan semen dan pasir 1:4 dengan kuat tekan 18,29 MPa membutuhkan biaya Rp 119.821,00 per m².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan *split* 60% dan abu batu 0%, 10%, 20%, 30% sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan dan daya serap air *paving block* dengan perbandingan semen dan pasir 1:7, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan variasi abu batu (0%, 10%, 20%, 30%) dan batu *split* 60% berpengaruh terhadap kuat tekan *paving block*. Hasil kuat tekan maksimal ditemukan pada *paving block* dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60%, yaitu 21,84 MPa, yang setara dengan mutu B.
2. Penggunaan variasi abu batu dan batu *split* juga berpengaruh terhadap daya serap air. Semua variasi *paving block* dalam penelitian ini masuk ke dalam mutu C. Daya serap air terendah ditemukan pada *paving block* dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60%, yaitu 6,19%.
3. Pembuatan *paving block* dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% lebih ekonomis dibandingkan *paving block* tanpa abu batu dan batu *split*. Biaya pembuatan 1 m² *paving block* dengan variasi abu batu 10% dan batu *split* 60% ini adalah Rp 96.308,00 dimana lebih murah Rp. 23.513,00 dibandingkan dengan *paving block* tanpa abu batu dan batu *split*.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi hasil penelitian di atas, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut

1. Pemanfaatan limbah abu batu dan batu *split* sebagai bahan penyusun *paving block* harus diperkenalkan kepada masyarakat luas dikarenakan lebih ekonomis dibandingkan dengan *paving block* tanpa abu batu dan batu *split*.
2. Penggantian abu batu terhadap sebagian pasir perlu diperhatikan takarannya karena dapat mempengaruhi kekuatan *paving block*.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai *paving block* dengan perbandingan semen dan pasir 1:7 dan batu *split* 60% yang menggunakan variasi abu batu diatas 30% sebagai pengganti sebagian pasir.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk pengujian kuat aus pada *paving block* dengan variasi abu batu dan batu *split*.
5. Dalam pembuatan *paving block* perlu adanya ketelitian, perencanaan, metode, alat, bahan dan perawatan yang lebih baik untuk menghasilkan kualitas *paving block* yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, N. F., Garancang, S., Abunawas, K., Makassar, M., Negeri, I., & Makassar, A. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel Dalam Penelitian. *Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1), 15–31.
- Azam, A. (2013). Analisis Uji Kuat Beton. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- BSN. (1990). *Standar Nasional Indonesia SK SNI T- 041990-F Klasifikasi Paving block*. Badan Standardisasi Nasional
- BSN. (1996). SNI 03-0691- 1996. *Bata beton (paving block)*.
- BSN. (2012). *SNI ASTM C117:2012 Metode Uji Bahan yang Lebih Halus dari Saringan No. 200 dalam Agregat Mineral dengan Pencucian*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2011). *SNI 1971:2011 Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2008). *SNI 1970:2008 Cara Uji Berat*

- Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2012). *SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT)*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Emawan, M. D. (2019). *Kuat Tekan Paving Block Dengan Pressing 75 Kg/Cm² Frekuensi 35 Hz Terhadap Waktu Getar 4, 5, 6, 7, Dan 8 Detik*. Skripsi. Universitas Jember.
- Gan, A. I., Sutikno, H., Antoni, & Hardjito, D. (2018). Optimasi Penggunaan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* PLTU Suralaya dalam Pembuatan *Paving Block* Mutu Tinggi. *Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 7(1), 12–14.
- Harimukti, M. R. N. (2022). *Komparasi Mutu Paving Block Penambahan Abu Batu Antara Metode Mekanis Dan Konvensional (Comparison Of The Quality Of Paving Block With Additional Stone)*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Imran, Ali dan Efendi, Ismail. (2016). Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemare Lombok Barat. *Jurnal Pendidikan Mandala*; 1(1)
- Indra. (2018). *Perbandingan Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Pasir Sungai Serayu Dan Pasir Pantai Widarapayung*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Khazinatin, U. (2017). *Karakteristik Kuat Tekan Pasta, Mortar, dan Beton Mutu Tinggi*. Skripsi. Universitas Jember.
- Lubis, K. (2023). Pengaruh Abu Batu Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Pada Kuat Tekan *Paving Block*. *Jurnal Rekayasa*, 183–184.
- Mallisa, H. (2006). Pengaruh Batu Pecah Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*. *SMARTek*, 4(3), 156–165.
- Maryoko, T. (2015). *Analisis Uji Kuat Tekan Beton Terhadap Gradasi Pasir Pada Beberapa Segmen Sungai Klawing, Purbalingga*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Mashudi, I., Suardana, N. P. G., Arya Thanaya, I. N., Bandem Adnyana, I. W., & Kencanawati, C. I. P. K. (2020). Compressive Strength and Truck Run Over Ability of Plastic/Sand Paving Block Composites. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 839(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/839/1/012011>
- Mulyati, M. (2023). Penggunaan Abu Batu Dan Split Dalam Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.1>
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Nugraha, P. (2007). *Teknologi beton*. Andi Offset: Yogyakarta
- Qistina Syahidah, N. (2012). Efektifitas Metode Targ B Tarh B Terhadap Peningkatan Disiplin Sholat. In *e-conversion - Proposal for a Cluster of Excellence*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Raditya Pradhipta. (2022). *Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Karakteristik Beton Pada Mutu 30 Mpa (Influence of Stone Dust As a Substitution Partial of Fine Aggregate on the 30 Mpa Concrete)*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia
- Rohman, a. K. (2016). *Analisa uji kuat tekan paving block dengan memanfaatkan tailing dengan memanfaatkan Sbagai Pengganti Semen*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Setiawan, E. (2019). *Pengaruh Penggunaan Abu Batu dan Batu Split Dalam Pembuatan Paving Block*. Skripsi. Universitas Muria Kudus.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung
- Sulastri, D. S. (2011). *Analisi Perhitungan*

- Harga Pokok Paving Blok Dalam Rangka Menemukan Harga Jual Produk Guna Mencapai Laba Yang Maksimal Pada Pt. Galunggung Raya Block.* Skripsi. Universitas Pakuan Bogor.
- Sutarno. (2007). *Pemanfaatan Limbah Batu Stone Crusher (Issue 2504).* Tugas akhir. Politeknik Negeri Semarang.
- Syarah, M., Naumar, A., & Prayitno, E. (2022). Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Untuk Pembuatan Paving Block. *Jurnal Fisika Dan Teknologi Sipil*, 2–3.
- Syefringga, F. (2020). *Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block.* Skripsi. Universitas Islam Riau.
- Pribadi, A. P. (2011). *Paving Block Menggunakan Campuran Tras.* Skripsi. Universitas Jember.
- Utama, S., & Mulyadi, I. (2023). Studi Eksperimental Bentuk Paving Block Dengan Material Substitusi Terhadap Kuat Tekan K-250. *Jurnal TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muria Kudus*, 13(1), 54–59.
- Wicaksono, S. (2021). *Pengaruh Variasi Batu Pecah Terhadap Kuat Tekan Paving Block.* Skripsi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto