



CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060



CivETech
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. 7

No. 1

Hal. 1 - 57

Yogyakarta
Februari 2025

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



DAFTAR ISI

- Cahyaning Kilang Permatasari, Hery Kristiyanto, Sucipto, Fadillah LITERATUR REVIEW: PEMANFAATAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK	1 – 9
- Iskandar Yasin, Dimas Langga Chandra Galuh, Anik Nursupriyanti, Zalfa Maulidifa Rizka Putri ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR LANTAI DENGAN METODE CONCRETE JACKETING (STUDI KASUS BANGUNAN RUKO SETURAN RAYA)	10 – 18
- Muhammad Ryan Iskandar, Indra Suharyanto, Nurokhman, Singgih Cahyono ANALISIS PENGGUNAAN PASIR PANTAI JATIMALANG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR	19 – 30
- Nasrul Arfianto, Dwi Wahyuningrum, Eko Dwiyatno MANAJEMEN RISIKO UNTUK MEWUJUDKAN ZERO FATALITY ACCIDENT DALAM KONTRUKSI JALAN TOL	31 – 36
- Nurokhman, Suryanto, Singgih Subagyo, Wildan Yoqu Madazzaman DAMPAK TRANSPORTASI SISTEM LIGH RAIL TRANSITS TERHADAP KEMACETAN LALU LINTAS DAN EMISI CARBON DI JAKARTA	37 – 48
- Ratih Nurmala Saridewi, Muhamad Arifin, Muchamad Arif Budiyanto, Muhammad Anggito Panjalu ANALISIS KESETIMBANGAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI DUWET, KABUPATEN GUNUNGKIDUL, YOGYAKARTA	49 – 57



Vol. 7. No. 1, Februari 2025

Pelindung:

Dekan Fakultas Teknik UCY

Pemimpin Redaksi:

Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

Redaksi Pelaksana:

Ratih Nurmala Saridewi, S.T., M.Eng

Cahyaning Kilang Permatasari, S.Pd., M.T.

Ir. Suryanto, M.T.

Ir. Singgih Subagyo, M.T.

Fahrudin Hanafi, S.Si., M.Sc.

Agatha Padma Laksitaningtyas S., S.T., M.Eng.

Ir. Nasrul Arfianto, S.T., M.T., IPP

Dr. Ir. Muslikh, M.Sc., M.Phil.

Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Fattah Setiawan Santoso, S.Ag., M.Ag.

Muhamad Arifin, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari:

Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T.

Dr.Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.

Dr. Adhy Kurniawan, S.T.

Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.

Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.

Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta
Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161

Telp. (0274) 372274

e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal **CivETech** terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal **CivETech** diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, , diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

LITERATUR REVIEW: PEMANFAATAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK

Cahyaning Kilang P¹, Hery Kristiyanto¹, Sucipto², Fadillah³

Email: cahyaningkilang@gmail.com, heryjogja90@gmail.com, sucipto0711@gmail.com, fdl.170804@gmail.com

ABSTRAK: *Paving block* adalah merupakan salah satu elemen bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau sejenisnya, agregat, air dengan atau tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut (SNI-03-0691-1996). Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan *fly ash*. *Fly ash* merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik (SNI 03-6414-2002). Beberapa penelitian terdahulu terkait *paving block* dan *fly ash* telah membuat inovasi dengan tujuan mengetahui besarnya pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat mekanis *paving block* (kuat tekan) dan persentase penambahan *fly ash* yang terbaik untuk campuran *paving block*. Metode penelitian yang digunakan berupa eksperimen dengan menambahkan *fly ash* sebagai bahan campuran pembuatan *paving block*. Dari hasil literature review beberapa artikel dapat disimpulkan bahwa *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan *paving block* pada variasi tertentu daripada *paving block* tanpa *fly ash*, akan tetapi jika penggunaan *fly ash* yang berlebihan dapat juga mengurangi mutu dari *paving block*. Variasi yang mempunyai kuat tekan optimal paling tinggi adalah pada variasi 1Pc:1Ps dengan penambahan *fly ash* 10%, kuat tekan rata-rata 34,80 MPa sehingga masuk dalam kategori mutu B.

Kata kunci: *Fly ash*, Kuat Tekan, *Paving block*

1. PENDAHULUAN

Paving block adalah merupakan salah satu elemen bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau sejenisnya, agregat, air dengan atau tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut (SNI-03-0691-1996). Berdasarkan standar *paving block* dalam SNI 03-0691-1996, dimensi yang digunakan untuk *paving block* adalah panjang 20 cm dan toleransi 2 mm, lebar 10 cm dan toleransi 2 mm dan tebal antara 6, 8, 10 cm dan toleransi 3 mm. Pemakaian *paving block* sangat beraneka ragam diantaranya adalah untuk jalan lingkungan perumahan, area parkir, pedestrian atau trotoar, halaman rumah, *carport*, dll. Keunggulan *paving block* antara lain daya serap air melalui *paving block* menjaga keseimbangan air tanah, berat *paving block* yang relatif lebih ringan, pemasangannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal, pemeliharannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.



Gambar 1. *Paving Block Hexagonal* (Ridzeki, F., dkk, 2024)

¹ Dosen Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

² PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk

³ Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

SNI 03-0691-1996 menyatakan bahwa syarat mutu *paving block* ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kuat tekan. Uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditampung oleh *paving block* persatuan luas. Persyaratan *paving block* di Indonesia diatur dalam SNI 03-0691-1996 (Permatasari, C. K., & Dwicahyani, A., 2022). Mengacu pada peraturan tersebut, mutu *paving block* diklasifikasikan menjadi:

1. Mutu A : untuk jalan
2. Mutu B : untuk pelataran parkir
3. Mutu C : untuk pejalan kaki
4. Mutu D : untuk taman & pengguna lain.

Tabel 1. Mutu *Paving Block* (SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Tahan Aus (mm/menit)		Penyerapan air (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	Maks
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12,5	0,16	0,184	8
D	10	8,5	0,22	0,251	10

Sumber : (SNI 03-0691-1996)

Perbandingan campuran untuk *paving block* dapat bervariasi, hal ini dapat dipengaruhi oleh kebutuhan pelanggan dan mutu produk yang berbeda. Secara umum, semakin banyak semen yang digunakan semakin tinggi mutu yang diperoleh, tetapi ini berdampak pada biaya produksi yang lebih mahal, otomatis akan berdampak pada produk yang akan dijual kepada konsumen.

Akhir-akhir ini pemanfaatan limbah industri sering digalakkan dalam upaya pengendalian dampak terhadap lingkungan serta upaya pengelolaan lingkungan. Pemanfaatan limbah industri merupakan salah satu upaya dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan (*sustainable development*). Beberapa prinsip yang digunakan yaitu *reuse*, *reduce*, *recycling* dan *recovery*. Prinsip-prinsip tersebut disamping ramah lingkungan juga dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan dengan menekan biaya pengelolaan limbah hasil produksi yang dihasilkan dari proses industri tersebut. Salah satu limbah industri yang dapat dimanfaatkan dan akan bernilai ekonomis adalah *fly ash*. Penelitian terkait pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block* telah banyak dilakukan dengan berbagai macam variasi campuran dan metode pembuatannya.

Fly ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozzolanik (SNI 03-6414-2002). Klasifikasi *fly ash* menurut ASTM C 618-96 yaitu:

1. Kelas C
 - a. *Fly ash* yang mengandung CaO lebih dari 10%, dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub bitumen batubara.
 - b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 50%
2. Kelas F
 - a. *Fly ash* yang mengandung CaO kurang dari 10%, dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara.
 - b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 70%
3. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, opaline chertz dan shales, tuff dan abu vulkanik, dapat diproses melalui pembakaran atau tidak. Selain itu juga berbagai hasil pembakaran yang mempunyai sifat pozzolan yang terbaik.





Gambar 2. Fly ash (Ridzeki, F., dkk, 2024)

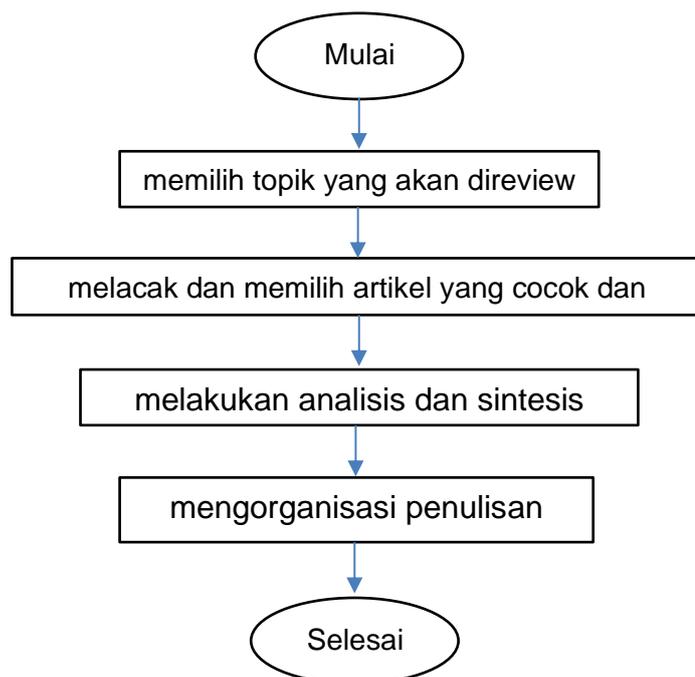
Dari beberapa penelitian pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block*, memiliki hasil yang berbeda-beda terhadap berbagai kondisi. Maka dari itu, di dalam penelitian *literature review* ini memuat berbagai ulasan mengenai berbagai penelitian mengenai pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block* dengan berbagai modifikasinya. Hal ini bertujuan untuk memetakan bagaimana perkembangan pemanfaatan limbah industri *fly ash* ini sebagai bahan tambah *paving block* dan bagaimana pencapaian penelitian mengenai hal tersebut.

Diharapkan dengan penelitian *literature review* ini dapat memberikan manfaat untuk gambaran penelitian selanjutnya yang sejenis di Indonesia. Artikel yang di analisis dan dirangkum merupakan sejumlah penelitian yang membahas pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block* di Indonesia. Batasan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah industri *fly ash* pada *paving block* tanpa pengembangan tambahan limbah lain terhadap kuat tekan *paving block*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian ini dijelaskan tentang metode yang digunakan, sumber data, kriteria pengumpulan data, langkah/strategi pengumpulan data, dan analisis data.

- a. Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan pendekatan *Narrative overview/unsystematic review*.
- b. Sumber data bersumber dari berbagai jurnal/artikel terpercaya yang relevan dengan *paving block* dan *fly ash* dalam 10 tahun terakhir, menggunakan database pengumpulan dan analisis data sekunder dari berbagai jurnal, artikel ilmiah, dan publikasi lainnya dengan Mendeley.
- c. Langkah/strategi pengumpulan data berupa kata kunci yang digunakan untuk mencari artikel yang akan direview yaitu *paving block*, *fly ash* dan kuat tekan. Termasuk penjelasan mengenai batas waktu pencarian data/artikel. Dalam analisis ini didapatkan 20 artikel relevan, yang dikerucutkan menjadi 15 artikel, dan kemudian didapati sebanyak 10 artikel yang fokus membahas mengenai *paving block*, *fly ash* dan kuat tekan. Data ini kemudian digunakan untuk mengetahui pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block*. Berikut adalah gambar diagram alir penelitian yang digunakan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

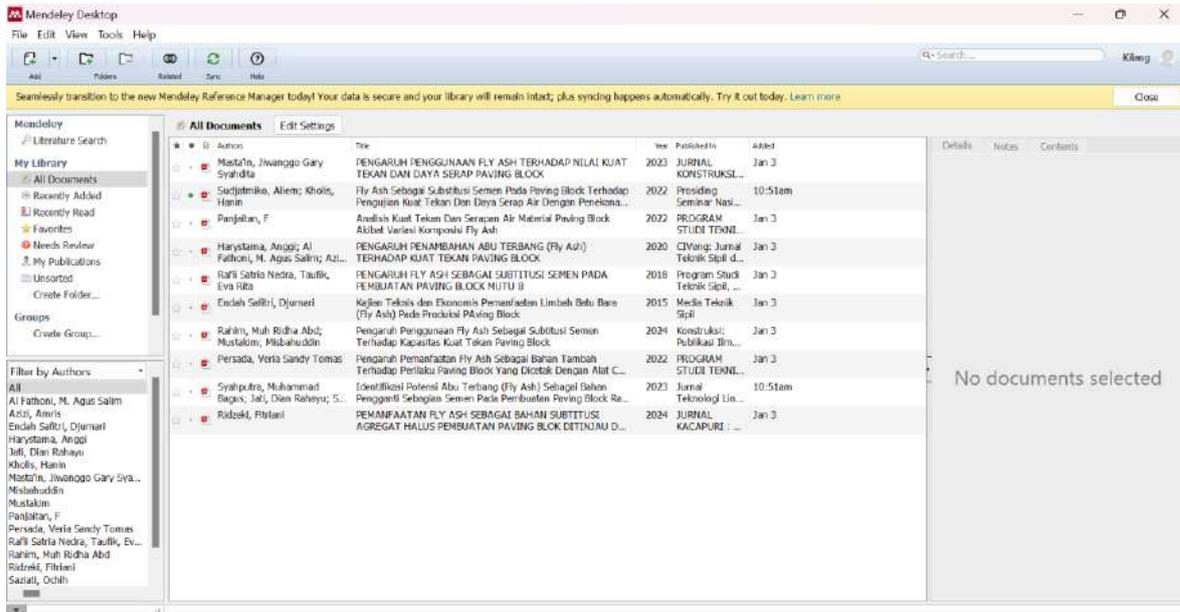
- d. Pengumpulan data memuat kriteria inklusi dan eksklusi, seleksi artikel dan penilaian terhadap kualitas artikel yang relevan dengan topik penulisan jurnal.
 - Kriteria inklusi: merupakan penjelasan dari faktor yang dipilih penulis untuk memasukkan artikel untuk dilakukan review.
 - Kriteria eksklusi: merupakan penjelasan dari faktor penulis untuk memutuskan bahwa artikel dalam pencarian tidak termasuk dalam artikel yang akan direview.
- e. Pendekatan yang digunakan dalam menganalisis data:
 1. Metode eksposisi, yaitu dengan memaparkan data dan fakta yang ada sehingga pada akhirnya dapat dicari korelasi antara data-data tersebut.
 2. Metode analitik, yaitu melalui proses analisis data atau informasi dengan memberikan argumentasi melalui berpikir logis dan yang selanjutnya diambil suatu kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Berdasarkan hasil literatur yang ditinjau, dapat dilihat pada Gambar 2 yaitu 10 artikel terkait pemanfaatan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block*. Sebelum dikerucutkan kedalam 10 artikel yang relevan, sebelumnya ada 20 artikel yang membahas terkait *fly ash* dan *paving block*, namun penelitian tersebut sudah dikembangkan dengan menambahkan bahan tambah lain berupa limbah plastik, *bottom ash*, terak, dan lain sebagainya. Berikut adalah database pengumpulan data sekunder dengan Mendeley.





Gambar 4. Database Pengumpulan Data Sekunder Dengan Mendeley

Meskipun campuran *paving block* banyak dikembangkan dengan limbah lain, namun studi menunjukkan bahwa *fly ash* sendiri masih menjadi topik penelitian yang diminati terkait pengaruhnya terhadap kuat tekan *paving block* dengan berbagai variasi penambahan dan metode pembuatannya. Hal ini dapat dilihat dari beberapa penelitian dari tahun 2015 sampai dengan 2024 seperti tabel 2 berikut:

Tabel 2. Matrik Sintesis Artikel Yang Dianalisa

No.	Peneliti/Tahun	Judul	Sumber Artikel
1.	Endah Safitri dan Djumari, 2015	Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (<i>Fly Ash</i>) Pada Produksi <i>Paving Block</i>	Media Teknik Sipil
2.	Rafli Satria Nedra, dkk, 2018	Pengaruh <i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Pada Pembuatan <i>Paving Block</i> Mutu B	Jurnal Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang
3.	Anggi Harystama, dkk, 2020	Pengaruh Penambahan Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan
4.	Aliem Sudjtmiko dan Hanin Kholis R, 2022	<i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Pada <i>Paving Block</i> Terhadap Pengujian Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Dengan Penekanan Menggunakan Desak Pyramid	Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2022
5.	Ferdinand Panjaitan, 2022	Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Material <i>Paving Block</i> Akibat Variasi Komposisi <i>Fly Ash</i>	Skripsi, Univ. Medan Area
6.	Veria Sandy Tomas Persada, 2022	Pengaruh Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> Sebagai Bahan Tambah Terhadap Perilaku <i>Paving Block</i> Yang Dicitak Dengan Alat Cetak Paku Piramida	Skripsi, Univ. Muhammadiyah Surakarta
7.	Masta'in, 2023	Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Daya Serap <i>Paving Block</i>	Jurnal Konstruksi Ronggolawe

No.	Peneliti/Tahun	Judul	Sumber Artikel
8.	Muhammad Bagus Syahputra, dkk, 2023	Identifikasi Potensi Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan	Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah
9.	Fitriani Ridzeki, dkk, 2024	Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pembuatan Paving Blok Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Dan Uji Porositas	Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil
10.	Muh Ridha Abd Rahim, dkk, 2024	Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kapasitas Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil

3.2. Pembahasan

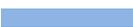
Dari hasil penelitian dengan metode *literature review* maka secara garis besar didapatkan hasil bahwa dengan menambahkan *fly ash* dalam variasi tertentu dapat menambah kuat tekan *paving block*. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan alat *Compression Testing Machine* (CTM) sehingga didapatkan beban maksimum (P_{maks}) yaitu saat *paving block* hancur. Penelitian terhadap uji kuat tekan *paving block* dengan tambahan *fly ash* dimulai dengan melakukan pengujian terhadap material agregat, semen, air, dan *fly ash*, setelah dilakukan pengujian material dan memenuhi SNI maka dilakukan pembuatan benda uji lalu dilanjutkan perawatan benda uji, setelah perawatan benda uji dilakukan maka selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan pada usia 28 hari.

Pada beberapa hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa penggunaan *fly ash* sebagai substitusi semen dalam campuran pembuatan *paving block* dapat meningkatkan mutu kuat tekan *paving block* menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan tidak menggunakan *fly ash*. Akan tetapi jika penggunaan *fly ash* yang berlebihan dapat juga mengurangi mutu dari *paving block*. Berikut adalah variasi penambahan *fly ash* pada *paving block* :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Dengan Variasi Penambahan *Fly Ash*

No.	Jurnal	Variasi Fly Ash	Kuat Tekan Rata-Rata
1.	Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (<i>Fly Ash</i>) Pada Produksi <i>Paving Block</i>	10% FA : 1Pc : 5Ps 20% FA : 1Pc : 5Ps 30% FA : 1Pc : 5Ps 40% FA : 1Pc : 5Ps 50% FA : 1Pc : 5Ps 60% FA : 1Pc : 5Ps	13,50 MPa 15,20 MPa 15,90 MPa 15,35 MPa 14,20 MPa 13,15 MPa
2.	Pengaruh <i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Pada Pembuatan <i>Paving Block</i> Mutu B	0% FA : 1Pc : 3Ps 10% FA : 1Pc : 3Ps 15% FA : 1Pc : 3Ps 20% FA : 1Pc : 3Ps 25% FA : 1Pc : 3Ps	19,00 MPa 20,04 MPa 20,85 MPa 22,41 MPa 21,59 MPa
3.	Pengaruh Penambahan Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	0% FA : 1Pc : 4Ps 5% FA : 1Pc : 4Ps 10% FA : 1Pc : 4Ps 25% FA : 1Pc : 4Ps 20% FA : 1Pc : 4Ps	8,98 Mpa 7,22 Mpa 8,10 Mpa 8,42 Mpa 9,34 Mpa
4.	<i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Pada <i>Paving Block</i> Terhadap Pengujian Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Dengan Penekanan Menggunakan Desak Pyramid	0% FA : 1Pc : 6Ps 5% FA : 1Pc : 6Ps 10% FA : 1Pc : 6Ps 15% FA : 1Pc : 6Ps	12,125MPa 16,475MPa 25,750MPa 16,025MPa

No.	Jurnal	Variasi Fly Ash	Kuat Tekan Rata-Rata
5.	Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Material <i>Paving Block</i> Akibat Variasi Komposisi <i>Fly Ash</i>	10 % fly ash : 90% mortar (1:1) 30% fly ash : 70% mortar (1:1) 50% fly ash : 50% mortar (1:1) 10 % fly ash : 90% mortar (1:2) 30% fly ash : 70% mortar (1:2) 50% fly ash : 50% mortar (1:2)	34,80 MPa 32,05 MPa 26,50 MPa 28,30 MPa 31,30 MPa 20,83 MPa
6.	Pengaruh Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> Sebagai Bahan Tambah Terhadap Perilaku <i>Paving Block</i> Yang Dicitak Dengan Alat Cetak Paku Piramida	0% FA : 1Pc : 6Ps 13% FA : 1Pc : 6Ps 14% FA : 1Pc : 6Ps 15% FA : 1Pc : 6Ps	5,52 MPa 7,84 MPa 7,70 MPa 5,94 MPa
7.	Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Daya Serap <i>Paving Block</i>	0% FA : 1Pc : 3Ps 10% FA : 1Pc : 3Ps 15% FA : 1Pc : 3Ps 20% FA : 1Pc : 3Ps 25% FA : 1Pc : 3Ps	19,81 MPa 21,05 MPa 24,14 MPa 11,76 MPa 7,40 MPa
8.	Identifikasi Potensi Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan <i>Paving Block</i> Ramah Lingkungan	0%FA : 1Pc : 4PS 20%FA : 1Pc : 4PS 30%FA : 1Pc : 4PS 0%FA : 1Pc : 5PS 20%FA : 1Pc : 5PS 30%FA : 1Pc : 5PS 0%FA : 1Pc : 6PS 20%FA : 1Pc : 6PS 30%FA : 1Pc : 6PS	21,45 MPa 27,42 MPa 25,34 MPa 21,96 MPa 23,59 MPa 19,89 MPa 18,57 MPa 24,09 MPa 16,56 MPa
9.	Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pembuatan <i>Paving Blok</i> Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Dan Uji Porositas	0% FA : 1Pc : 100%Ps 10% FA : 1Pc : 90%Ps 20% FA : 1Pc : 80%Ps 30% FA : 1Pc : 70%Ps 40% FA : 1Pc : 60%Ps 50% FA : 1Pc : 50%Ps	15,13 MPa 15,89 MPa 24,88 MPa 24,59 MPa 22,56 MPa 21,39 MPa
10.	Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kapasitas Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	(90%Pc:10% FA) : 4 Ps (80%Pc:20% FA) : 4 Ps (70%Pc:30% FA) : 4 Ps	12,27 Mpa 10,63 Mpa 8,67 Mpa

Ket :  : Paving block Mutu A
 : Paving block Mutu B
 : Paving block Mutu C
 : Paving block Mutu D

Berdasarkan tabel 3, hasil *review* artikel rekapitulasi pengujian kuat tekan rata-rata, mutu *paving block* dengan berbagai variasi penambahan *fly ash* masuk dalam kategori *paving block* mutu B, *paving block* mutu C dan *paving block* mutu D. Penambahan *fly ash* terhadap kuat tekan *paving block* tertinggi mencapai mutu B. Pada kategori *paving block* mutu B penambahan *fly ash* optimal pada 1Pc:1Ps adalah 10% dengan kuat tekan rata-rata 34,80 MPa; 1Pc:2Ps adalah 30% dengan kuat tekan rata-rata 31,30 MPa; 1Pc:3Ps adalah 15% dengan kuat tekan rata-rata 24,14 MPa; 1Pc:4Ps adalah 20% dengan kuat tekan rata-rata 27,42 MPa; 1Pc:5Ps adalah 20% dengan kuat tekan rata-rata 23,59 MPa; 1Pc:6Ps adalah 10% dengan kuat tekan rata-rata 25,750 MPa.

Didapatkan peningkatan nilai kuat tekan *paving block* pada komposisi variasi *fly ash* tertentu. Hal ini dapat disebabkan karena adanya peningkatan kandungan silika pada saat penambahan *fly ash*. Menurut penelitian (Jeneri, 2023) kandungan silika pada *fly ash* lebih banyak di bandingkan dengan kandungan silika pada semen, sehingga dengan adanya penambahan *fly ash* akan meningkatkan kandungan silika pada semen. Selain itu peningkatan nilai kuat tekan juga dapat disebabkan karena *fly ash* tercampur dengan baik dan bahan campuran *paving block* memadat sepenuhnya, sehingga tidak terdapat rongga pada *paving block*.

Sedangkan penggantian sebagian semen menggunakan *fly ash* yang berlebihan dapat mengurangi kuat tekan dari *paving block*. Hal ini dikarenakan semen yang berfungsi sebagai perekat jumlahnya semakin berkurang. Dengan adanya penambahan *fly ash* maka kandungan silika pada semen akan meningkat, namun jika kandungan silika yang berlebih pada campuran *paving block* akan memberikan pengaruh pada penurunan nilai kuat tekan (M. Rahim, dkk, 2024). Menurut (Ayu Ginting, dkk, 2023) senyawa CaO bebas yang terdapat didalam semen akan terikat dengan kandungan silika, membentuk senyawa kalsium hidroksida maka *paving block* akan kehilangan kepadatan karena senyawa ini menciptakan rongga udara. Menurut penelitian (Lifnastiti, 2022) penurunan nilai kuat tekan dapat disebabkan pada saat proses pencampuran bahan tidak merata dan bahan yang tercampur pada cetakan paving block tidak sepenuhnya memadat sehingga terbentuk rongga sehingga mengakibatkan penurunan pada nilai kuat tekan *paving block*. Di samping itu, proses pencampuran atau pengadukan bahan campuran *paving block* adalah komponen yang mempengaruhi nilai kuat tekan (Tjokrodimuljo, 2007 dalam M. Rahim, dkk, 2024).

Melihat dari ciri fisiknya, *fly ash* mempunyai kemiripan dengan semen, hal ini dapat dilihat dari butir-butiran halus yang lolos ayakan No. 200 (0,075mm) dan berwarna abu-abu kehitaman. Sedangkan sifat kimia *fly ash* terdiri dari silica dan alumina sampai dengan 80% (Masta'in dan Jiwanggo, 2023). Adanya kemiripan sifat fisik dan kimia ini, *fly ash* dapat digunakan sebagai material pengganti untuk mengurangi jumlah semen. Penggunaan *fly ash* juga memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan. Hal ini juga akan berdampak pada jumlah bahan yang digunakan kemudian berpengaruh pada harga jual *paving block* ke keosumen.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan pada beberapa artikel, dapat diambil kesimpulan bahwa *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*, akan tetapi jika penggunaan *fly ash* yang berlebihan dapat juga mengurangi mutu dari *paving block*. Variasi yang mempunyai kuat tekan optimal paling tinggi adalah pada variasi 1Pc:1Ps dengan penambahan *fly ash* 10%, kuat tekan rata-rata 34,80 MPa, sehingga masuk dalam kategori mutu B.

5. UCAPAN TERIKAMASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ayu Ginting, N., Nirmala, A., & Sutrisno, H. (2023). Analisis Pengaruh Penambahan Tailing Bauksit sebagai Agregat Halus pada Pembuatan Paving Block Di PT. Anugerah Borneo Maruya Persada. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(02), 338–347.
- Iman Soeharto. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Jeneri, R. (2023). Pengaruh Campuran Abu Batubara (Fly Ash) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Karakteristik Paving Block (The Effect Of Coal Ash Mixture (Fly Ash) As A Partical Replacement Of Cement On The Characteristics Of Paving Block (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Lifnastiti, F. (2022). Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Mutu Paving Block (The Effect Adding Fly Ash Variations As A Particular Replacement Of Cement To The Quality Of Paving Blocks) (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



- Permatasari, C. K., & Dwicahyani, A. (2022). Terak dan Abu Onggok Sebagai Sumber Daya Alternatif Material Pembuatan Paving Block. *JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, 6(2), 34-41.
- Safitri, E., & Djumari. (2015). Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Pada Produksi PAVING Block. *Media Teknik Sipil IX*: 6.
- Harystama, A., Al Fathoni, M. A. S., & Azizi, A. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 1(1): 10–16.
- Masta'in & Syahdita, J. G. (2023). Pengaruh Penggunaan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Daya Serap Paving Block. *Jurnal Konstruksi Ronggolawe* 2(1): 1–3.
- Panjaitan, F. (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Material Paving Block Akibat Variasi Komposisi Fly Ash. Skripsi : Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan.
- Persada, V. S. T., (2022). Pengaruh Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Bahan Tambah Terhadap Perilaku Paving Block Yang Dicitak Dengan Alat Cetak Paku Piramida. Skripsi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nedra, R. S., Taufik., & Rita, E. (2018). Pengaruh Fly Ash Sebagai Substitusi Semen Pada Pembuatan Paving Block Mutu B. Skripsi : Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.
- Rahim, M. R. A., Mustakim., & Misbahuddin. (2024). Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kapasitas Kuat Tekan Paving Block. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil* 2(2): 145-156.
- Ridzeki, F. (2024). Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pembuatan Paving Blok Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Dan Uji Porositas. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 7(1): 93–103.
- Syahputra, M. B., Jati, D. R., & Saziati, O. (2023). Identifikasi Potensi Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 11(3): 620–27.
- Sudjatmiko, A., & Kholis, H. (2022). Fly Ash Sebagai Substitusi Semen Pada Paving Block Terhadap Pengujian Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Dengan Penekanan Menggunakan Desak Pyramid. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2022*: 37–42.
- BSN, 1996. Bata Beton (Paving Block), SNI 03-0691-1997, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- BSN, 2002. Pengertian dan Manfaat Fly Ash, SNI 03-6414-2002, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

