

DESAIN CAMPURAN *PAVING BLOCK* DENGAN LIMBAH SERBUK GERGAJI BATU KUMBUNG TUBAN (*LIMESTONE HALUS*)

Angga Raditya Setiawan

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

angga.18076@mhs.unesa.ac.id

Purwo Mahardi

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

purwomahardi@unesa.ac.id

Abstrak

Limestone atau batuan kapur adalah salah satu dari bahan galian industri non logam dengan potensi yang sangat besar dan terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah hasil industri yang berupa serbuk gergaji batu kumbang Tuban (*limestone halus*) sebagai pengganti sebagian pasir pada pembuatan *paving block* terhadap uji kuat tekan, uji penyerapan air, dan uji ketahanan aus berdasarkan SNI 03-0691-1991. Penelitian ini menggunakan proporsi serbuk gergaji batu kumbang Tuban sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20% terhadap berat pasir. Pengujian benda uji *paving block* dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan nilai uji kuat tekan, uji penyerapan air, dan uji ketahanan aus.

Kata Kunci: Serbuk Gergaji Batu Kumbang, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Ketahanan Aus.

Abstract

Limestone is one of the non-metallic industrial minerals with enormous potential and is found in almost all parts of Indonesia. This study aims to utilize industrial waste in the form of sawdust from Tuban kumbang stone (fine limestone) as a partial substitute for sand in the manufacture of paving blocks against compressive strength tests, water absorption tests, and wear resistance tests based on SNI 03-0691-1991. This study used the proportion of sawdust from Tuban kumbang stone of 0%; 5%; 10%; 15%; 20% by weight of sand. Testing of paving block specimens was carried out at the age of 7, 14, and 28 days. The results showed an increase and decrease in the value of the compressive strength test, water absorption test, and wear resistance test.

Keywords: Kumbang Sawdust, Compressive Strength, Water Absorption, Wear Resistance.

PENDAHULUAN

Indonesia ialah negara yang kaya dengan sumber daya pertambangan, baik bahan mineral maupun bahan logam. Setiap wilayah di Indonesia mempunyai sumber daya mineral yaitu berbagai jenis bahan galian atau tambang. *Limestone* atau batuan kapur adalah salah satu dari bahan galian industri non logam dengan potensi tinggi dan terdapat hampir di semua wilayah Indonesia. (Shubri dan Armin, 2014).

Menurut statistik, miliaran ton limbah bubuk batu kapur diproduksi secara global setiap tahun, dan bubuk batu kapur di udara terbuka telah menyebabkan kerusakan besar pada lingkungan (Zeng dkk, 2021). Serbuk *limestone* adalah produk sampingan dari tambang batu kapur dan telah digunakan dalam bahan berbasis semen selama bertahun-tahun (Wang dkk, 2018). Penambahan *limestone* sebagai *filler* menghasilkan efek fisik pada pasta semen, percepatan hidrasi, dan efek pengenceran (Bonavetti dkk, 2000). Penggabungan serbuk *limestone* dengan semen

memiliki banyak keuntungan pada kuat tekan awal, durabilitas dan *workability* (Thongsanitgarn dkk, 2012).

Untuk menunjang pembangunan infrastruktur, pasir merupakan material yang sering digunakan sebagai agregat halus dalam beton di seluruh dunia. Karena meningkatnya permintaan beton sebagai akibat dari peningkatan pembangunan infrastruktur, ketersediaan sumber daya alam yang tidak terbarukan ini menurun pada tingkat yang sangat mengkhawatirkan (Singh dkk, 2020).

Menadi dkk (2008) mengungkapkan bahwa penggunaan “pasir hancur” yang diperoleh dari tambang *limestone* saat ini menarik perhatian di beberapa negara dikarenakan persediaan pasir sungai tidak tersedia secara luas. Pengaruh butiran halus pada pasir yang dihancurkan terhadap sifat fisik dan mekanik beton telah banyak diteliti. Hasilnya membuktikan bahwa hingga 15% kandungan butiran halus dalam pasir yang dihancurkan dapat digunakan tanpa mempengaruhi kekuatan beton.

Mughni dkk (2020) telah melakukan penelitian dengan menggunakan variasi limbah batu kapur yang digunakan

sebagai pengganti sebagian pasir pada pembuatan *paving block* yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Penelitian tersebut mendapatkan hasil nilai kuat tekan paling rendah pada variasi 0% yaitu 13,45 MPa, nilai kuat tekan paling tinggi pada variasi 20% yaitu 17,6 MPa, nilai penyerapan air paling rendah pada variasi 0% yaitu 9,3% dan nilai penyerapan air paling tinggi pada variasi 20% yaitu 11,66%. Dalam penelitian tersebut peneliti mengungkapkan bahwa diperlukan penelitian yang lebih lanjut yaitu menggunakan limbah batu kapur dengan persentase lebih hingga menghasilkan kuat tekan dan penyerapan air *paving block* yang maksimum sesuai dengan persyaratan.

Kabupaten Tuban mempunyai keterbatasan sumber pasir yang mana pasir adalah salah satu material yang banyak digunakan pada campuran pembuatan beton. Untuk memenuhi kebutuhan pasir mereka harus mengambil pasir dari kabupaten lain yang jaraknya lumayan jauh yang menjadikan harga jual pasir di Kabupaten Tuban menjadi lebih mahal. Oleh karena itu, perlu dilakukan inovasi

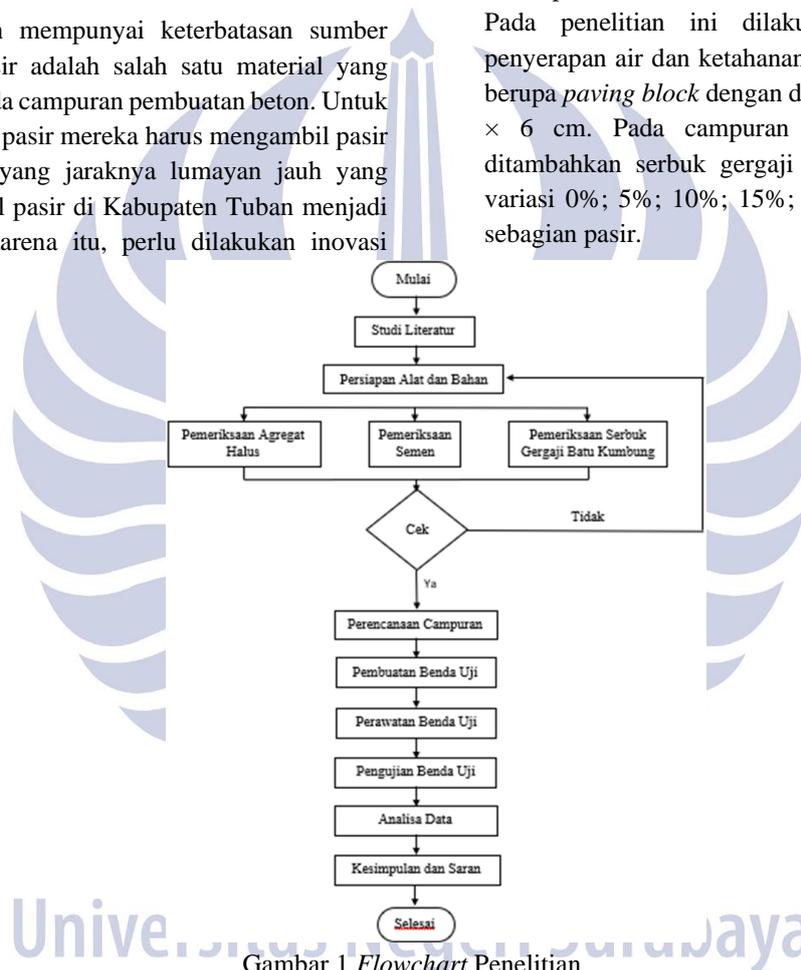
dengan memanfaatkan potensi *limestone* yang ada di Kabupaten Tuban.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin memanfaatkan serbuk gergaji batu kumbang (*limestone* halus) sebagai pengganti sebagian pasir pada pembuatan *paving block*. Penggunaan serbuk gergaji batu kumbang sebagai pengganti sebagian pasir pada campuran *paving block* terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan aus *paving block* diharapkan menghasilkan *paving block* yang memenuhi persyaratan teknis SNI 03-0691-1996.

METODE

A. Konsep Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan, penyerapan air dan ketahanan aus terhadap benda uji berupa *paving block* dengan dimensi 21 cm × 10,5 cm × 6 cm. Pada campuran pembuatan benda uji ditambahkan serbuk gergaji batu kumbang dengan variasi 0%; 5%; 10%; 15%; 20% sebagai pengganti sebagian pasir.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pembuatan *paving block* dilakukan di PT. Pesona Arnos Beton yang bertempat di Gresik. Sedangkan pengujian *paving block* dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Penelitian dan proses pengujian dilakukan saat umur *paving block* tersebut mencapai 7, 14, dan 28 hari.

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Studi literatur mengacu pada penelitian-penelitian yang relevan. Referensi dan informasi mengenai

penelitian yang akan dilakukan didapat melalui buku, jurnal penelitian, SNI (Standar Nasional Indonesia), dan lain-lain.

2. Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian karakteristik bahan yang akan dilakukan adalah:

- a. Uji berat jenis semen
- b. Uji berat jenis dan penyerapan air pasir
- c. Uji analisa ayakan pasir
- d. Uji berat per volume pasir
- e. Uji kotoran organis pasir
- f. Uji kadar lumpur pasir

3. Persiapan Alat dan Bahan
Alat dan bahan yang digunakan guna memperlancar penelitian ini antara lain sebagai berikut:
 - a. Mesin pencetak *paving block*
 - b. Timbangan
 - c. Semen Portland
 - d. Pasir Lumajang
 - e. Serbuk gergaji batu kumpang Tuban (*limestone* halus)
 - f. Air

4. Perencanaan *Mix Design*
Penelitian ini menggunakan komposisi campuran substitusi serbuk gergaji batu kumpang dengan masing-masing variasi komposisi sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20%. Komposisi pada campuran pembuatan *paving block* yang digunakan menggunakan perbandingan antara semen dan agregat halus sebesar 1:3. Berikut adalah tabel komposisi campuran *paving block*.

Tabel 1 *Mix Design*

Sampel	Perbandingan			
	Semen	Pasir	SGBK	FAS
I	1	3	0	0,2
II	1	2,85	0,15	0,2
III	1	2,70	0,30	0,2
IV	1	2,55	0,45	0,2
V	1	2,40	0,60	0,2

Keterangan:

SGBK : Serbuk gergaji batu kumpang

5. Pengujian Benda Uji
Pengujian benda uji yang akan dilakukan antara lain:
 1. Pengujian kuat tekan
 2. Pengujian penyerapan air
 3. Pengujian ketahanan aus

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut.

1. Keadaan fisik benda uji yaitu dimensi dan berat *paving block*.
2. Hasil uji kuat tekan
Kuat tekan = $\frac{P}{L}$ (1)

Keterangan :

P = beban tekan *paving block* (N)

L = luas bidang tekan (mm²)

3. Hasil uji penyerapan air
Penyerapan air = $\frac{A-B}{B} \times 100\%$(2)

Keterangan:

A = berat *paving block* kondisi basah

B = berat *paving block* kondisi kering

4. Hasil uji ketahanan aus
Ketahanan aus = $\frac{A \times 10}{B \cdot J \times I \times w} \times 100\%$ (3)

Keterangan:

A = selisih berat benda uji (gram)

B.J = berat jenis rata-rata (gram/cm³)

I = luas permukaan bidang aus (cm²)

w = durasi waktu pengausan (menit)

E. Syarat Mutu *Paving block*

Berikut adalah tabel persyaratan mutu *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996

Tabel 2 Persyaratan Mutu *Paving Block*

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Max	
	A	40	35	0,090	0,103
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Keterangan:

- a. *Paving block* mutu A digunakan untuk jalan.
- b. *Paving block* mutu B digunakan untuk pelataran parkir.
- c. *Paving block* mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- d. *Paving block* mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya.

F. Acuan Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian karakteristik bahan memiliki standar acuan dalam penelitian. Berikut adalah standar acuan yang digunakan berdasarkan beberapa referensi.

Tabel 3 Standar Acuan Pengujian Karakteristik Bahan

No.	Pengujian	Standar Acuan
1	Berat Jenis Semen	SK SNI 15-2531-1991 (3000 kg/m ³ – 3200 kg/m ³)
2	Berat Jenis Pasir SSD	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir beton (2,4 gr/cc-2,9 gr/cc)
3	Berat Jenis Pasir Kering	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir beton (2,4 gr/cc-2,9 gr/cc)
4	Penyerapan Air Pasir	ASTM C128-93 (Max 5 %)
5	Analisa Ayakan	SII.0052 (Modulus Halus butir 1.5-3.8)
6	Kadar Lumpur Pasir	PBI 1971 N.I - 2 Pasal 3.3 ayat 3 (max 5 %)
7	Kotoran Organik	Larutan standar dengan campuran NaOH 3%

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa penambahan proporsi serbuk gergaji batu kumbang Tuban sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20% terhadap berat pasir pada campuran *paving block* mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan. Namun untuk penyerapan air dan ketahanan aus *paving block* mengalami kenaikan pada hasil pengujian lebih baik. Untuk mutu kualitas *paving block* dengan campuran limbah gergaji kumbang semua *paving block* dengan 5 campuran yang berbeda berada dalam mutu kelas B yang bisa digunakan untuk pelataran parkir.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas, saran yang dapat diberikan adalah untuk mencoba menggunakan serbuk gergaji batu kumbang yang lebih kecil dengan tujuan agar dapat mengetahui nilai optimum penggunaan serbuk gergaji batu kumbang. Selain itu dapat disarankan juga untuk memvariasikan serbuk gergaji batu kumbang sebagai bahan tambahan pasir dengan material lain seperti *fly ash* sebagai bahan tambahan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, M., Rossen, J., Martirena, F., & Scrivener, K. (2012). *Cement Substitution by A Combination Of Metakaolin And Limestone*. *Cement and concrete research*, 42(12), 1579-1589.
- Badan Standarisasi Nasional. (1987). *Ubin Semen Polos*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996) Bata Beton (Paving block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2049-2004) Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bonavetti, V., Donza, H., Rahhal, V., & Irassar, E. (2000). *Influence of Initial Curing on The Properties of Concrete Containing Limestone Blended Cement*. *Cement and Concrete Research*, 30(5), 703-708.
- I. Shubri, E., & Armin. (2014). *Penentuan Kualitas Batu Kapur dari Desa Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota di Laboratorium Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat*. Padang: Universitas Bung Hatta.
- J. Baron., & C. Douvre. (1987). *Technical and Economical Aspects of The Use Of Limestone Filler Additions in Cement*, *World Cem.* 18 (3) 100 – 104.
- Mughni, M. A., Agustin, R. S., & Siswanto, B. (2020). *Pengaruh Limbah Batu Kapur Kabupaten Lamongan Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Paving Block*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Pipilikaki, P., Katsioti, M., & Gallias, J. L. (2009). *Performance of Limestone Cement Mortars In A High Sulfates Environment*. *Construction and Building Materials*, 23(2), 1042-1049.
- Ramezaniapour, A. A., Ghiasvand, E., Nickseresht, I., Mahdikhani, M., & Moodi, F. (2009). *Influence of Various Amounts of Limestone Powder on Performance of Portland Limestone Cement Concretes*. *Cement and Concrete Composites*, 31(10), 715-720.
- Rokhman, M. A., (2020). *Pengaruh Penggunaan Copper Slag Sebagai Bahan Pengisi Pasir Pada Campuran Paving Block Dengan Metode Kepadatan Volume*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Thomas, M. D., Hooton, D., Cail, K., Smith, B. A., de Wal, J., & Kazanis, K. G. (2010). *Field Trials of Concrete Produced with Portland Limestone Cement*. *Concrete international*, 32(1), 35-41.
- Thongsanitgarn, P., Wongkeo, W., Sinthupinyo, S., & Chaipanich, A. (2012). *Effect of Limestone Powders on Compressive Strength And Setting Time of Portland-Limestone Cement Pastes*. In *Advanced Materials Research (Vol. 343, pp. 322-326)*. Trans Tech Publications Ltd.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Vijayakumar, G., Vishaliny, H., & Govindarajulu, D. (2013). *Studies on Glass Powder as Partial Replacement of Cement in Concrete Production*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(2), 153-157.
- Wang, D., Shi, C., Farzadnia, N., Shi, Z., Jia, H., & Ou, Z. (2018). *A Review on Use of Limestone Powder In Cement-Based Materials: Mechanism, Hydration And Microstructures*. *Construction and Building Materials*, 181, 659-672.
- Zeng, H., Li, Y., Zhang, J., Chong, P., & Zhang, K. (2022). *Effect of Limestone Powder and Fly Ash on The Ph Evolution Coefficient of Concrete in A Sulfate-Freeze-Thaw Environment*. *Journal of Materials Research and Technology*, 16, 1889-1903.