

PENGARUH TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA PAVING BLOK

Alfian Syafrullah Ravi Ulhaq¹, Andaryati^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
Jl. Dukuh Kupang XXV no.54, Kota Surabaya, 62205, Jawa Timur, Indonesia
Email : alfian.ravi22@gmail.com & andaryati@uwks.ac.id

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK : Paving blok adalah suatu komponen bahan bangunan yang digunakan sebagai lapisan atas struktur jalan selain aspal dan beton yang terbuat dari campuran semen, agregat dan air. Penggunaan paving blok semakin meningkat, sehingga diperlukan inovasi material untuk pembuatan paving blok. Pada penelitian ini paving blok menggunakan limbah tulang sapi sebagai bahan pengganti sebagian pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tulang sapi sebagai bahan pengganti sebagian pasir dalam pembuatan paving blok, dengan menggunakan perbandingan komposisi campuran 1 PC : 3 PS dengan limbah tulang sapi 0%, 10%, dan 20% terhadap berat pasir. Benda uji paving blok berbentuk persegi panjang dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm. Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan tertinggi diperoleh paving blok pada campuran 20% limbah tulang sapi dengan nilai kuat tekan rata-rata 23,96 MPa, nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi 6,34% dari paving blok campuran 0% limbah tulang sapi, dan lebih tinggi 3,05% dari paving blok campuran 10% limbah tulang sapi. Nilai kuat tekan paving blok 0%, 10%, 20% termasuk klasifikasi kelas B. Hasil dari pengujian porositas terendah diperoleh pada campuran 20% limbah tulang sapi dengan nilai 13,3% lebih rendah 3% dari campuran 10% limbah tulang sapi, dan lebih rendah 3,3% dari campuran 0% limbah tulang sapi.

KATA KUNCI : Limbah Tulang Sapi, Kuat Tekan, Paving Blok, porositas

1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi tuntutan teknologi modern, produsen paving block harus terus mencari cara untuk meningkatkan fungsionalitas produk mereka melalui penggunaan bahan baku yang unggul dan teknik produksi yang inovatif. Batu bata paving menjadi semakin populer. Paving blok, khususnya, dapat dicetak sesuai kebutuhan. Beton biasanya terbuat dari semen, kerikil, dan air, tetapi juga dapat mencakup komponen lain yang tersedia. Bahan kimia, serat, dan non-kimia semuanya digunakan sebagai aditif dalam campuran mortar untuk paving blok.

Tulang sapi merupakan sampah organik yang mempunyai kandungan CaO (Kalsium Oksida) 79% kandungan ini juga yang banyak terdapat dalam komposisi semen. Fungsi dari CaO (Kalsium Oksida) itu sendiri yaitu membantu mempercepat dalam pengerasan beton. (Utomo, A. T. 2020). Dalam penelitian ini limbah tulang sapi digunakan sebagai pengganti agregat halus pada campuran yang digunakan untuk membuat paving block. Hal ini karena tulang sapi terlihat mudah hancur karena adanya banyak rongga di dalam strukturnya sehingga kurang padat. Ada

tiga persentase agregat halus tulang sapi yang digunakan dalam penelitian ini: 0% (tulang sapi), 10% (tulang sapi), dan 20% (tulang sapi). Karena banyaknya limbah tulang sapi di Surabaya yang belum dimanfaatkan dan dikembangkan secara maksimal, maka diputuskan untuk menggunakan tulang sapi dalam campuran paving blok. Hal ini terutama terjadi ketika peneliti memikirkan fakta bahwa sapi disembelih hampir seluruhnya untuk diambil dagingnya, tetapi banyak dari tulangnya yang terbuang sia-sia. Sampai batas tertentu, pasir dapat diganti dengan limbah tulang sapi yang mengandung komponen kimia (CaO) (SiO₂) yang sama dengan pasir. (Utomo, A. T., 2020). Gabungan Peternak Sapi Potong Indonesia (GAPUSPINDO) memperkirakan permintaan tahunan sapi potong di Indonesia sekitar 900.000 ekor. Karena tulang yang telah digunakan sekarang sudah tidak berharga dan pada akhirnya akan dibuang, praktik ini memiliki konsekuensi lingkungan. Menurut Badan Pusat Statistik, ada 18,05 juta ekor sapi di Indonesia. Studi ini menggunakan angka tersebut untuk menginformasikan asumsinya bahwa limbah

PENGARUH TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA PAVING BLOK

(Alfian Syafrullah Ravi Ulhaq, Andaryati)

tulang sapi dapat digunakan sebagai alternatif pasir, 7,8%-nya, lebih tepatnya 2,05 juta sapi dipotong untuk memenuhi kebutuhan daging sapi nasional dalam 1 tahun, kemudian dalam 1 ekor sapi menghasilkan tulang seberat 120 kg jadi dalam 1 tahun limbah tulang sapi nasional sebesar 246 ton limbah tulang sapi, dan dari hasil survei yang peneliti lakukan kepada 15 penjual bakso di Surabaya bahwa setiap harinya produksi limbah tulang sapi mencapai 4-5 kg. Sehingga dari survei tersebut dapat ditarik kesimpulan dalam setiap harinya limbah tulang sapi yang terkumpul dari 15 penjual bakso di Surabaya antara 60-75 kg jadi dalam satu tahun terkumpul limbah tulang sapi 21,9 ton-23,4 ton. Sayangnya, sisa kerangka daging sapi hingga saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Karena limbah tulang sapi sangat sulit untuk dihancurkan secara organik, diperlukan metode pengolahan alternatif untuk memastikan sebanyak mungkin tulang sapi dimanfaatkan dengan baik dalam bentuk pengganti sebagian agregat halus dalam campuran paving blok. Tujuan dari penelitian ini ada dua: (1) untuk mengetahui kekuatan optimal yang dapat dicapai oleh paving block dengan memanfaatkan material tulang sapi, dan (2) untuk membatasi penumpukan limbah tulang sapi. Pada penelitian ini tulang sapi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian pasir.

Dari pembahasan di atas, terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

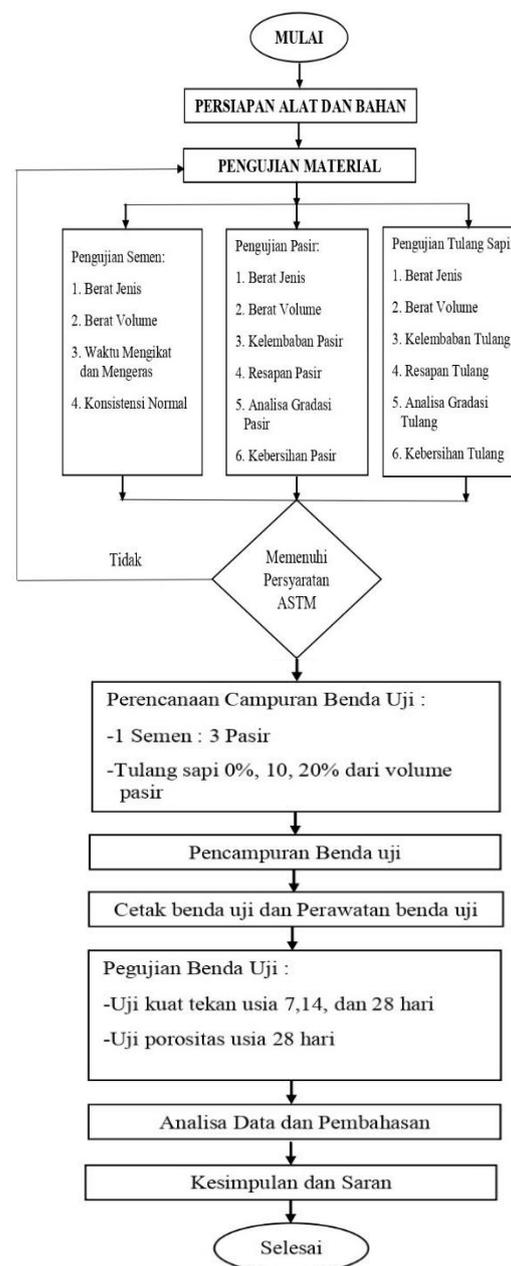
1. Bila menggunakan limbah tulang sapi sebagai pengganti sebagian agregat halus, berapakah nilai kuat tekan tertinggi yang dapat dicapai paving block?
2. Jika limbah tulang sapi digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada paving block, berapakah nilai porositas yang dihasilkan?
3. Jika tulang sapi digunakan sebagai pengganti agregat halus pada paving block, berapa proporsi penggantian yang ideal?

Studi-studi ini dimaksudkan untuk:

1. Untuk mengevaluasi pengaruh penambahan 0%, 10%, dan 20% serbuk tulang sapi ke dalam volume pasir terhadap kuat tekan paving block.
2. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menghitung persentase porositas pada paving block yang terbuat dari campuran substitusi sebagian pasir dengan menggunakan serbuk tulang sapi 0%, 10%, dan 20% terhadap volume pasir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah kualitas mekanik campuran paving block, seperti kekuatan tekan, dapat

ditingkatkan dengan menambahkan serbuk tulang sapi sebagai pengganti sebagian agregat halus. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan cara pemanfaatan tulang sapi sebagai pengganti sebagian pasir, dengan tujuan akhir mengurangi limbah tulang sapi dan menjadikan limbah tersebut lebih laku dan bernilai



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan eksperimental di laboratorium dengan cara menambahkan serbuk tulang sapi sebagai *fine aggregate* pada campuran bahan pembuatan paving blok. Urutan

langkah-langkah pekerjaan penelitian seperti diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.

2.1 Kebutuhan Bahan Campuran

perbandingan campuran pada umumnya untuk pembuatan paving blok memakai perbandingan 1:3, 1:4, 1:5 untuk semen berbanding pasir. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wahyuningtyas, A (2021), Kuat tekan menurut SNI 03-0691-1996 dicapai dengan perbandingan komposisi bahan 1 semen : 3 pasir. Paving block dibuat dari campuran 1 bagian semen dengan 3 bagian pasir, dengan persentase penambahan serbuk tulang sapi yang bervariasi. Tulang sapi diperoleh dari penjual bakso di daerah Surabaya dan dihaluskan dengan alat gerinda dan alat tumbuk hingga menjadi serbuk melewati ayakan dengan bukaan 4,8 mm (ayakan no.4) untuk penelitian ini. Berapa banyak dari setiap bahan yang dibutuhkan dijelaskan di bawah ini.

Perhitungan volume benda uji:

$$\text{Volume benda uji (paving blok)} \\ = 20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 8\text{cm} = 1600\text{ cm}^3$$

$$\text{Faktor pencampuran} \\ = 1,2 \times 1600\text{ cm}^3 = 1920\text{ cm}^3$$

(Jika cetakan runtuh akibat pemadatan, faktor pencampuran akan membantu mengisi kekosongan)

Perhitungan kebutuhan semen dan pasir dengan perbandingan 1PC:3PS

Kebutuhan semen dan pasir untuk campuran 1 semen : 3 pasir

- Kebutuhan semen = $\frac{1}{4} \times 1920\text{ cm}^3 = 480\text{ cm}^3$
- Kebutuhan pasir = $\frac{3}{4} \times 1920\text{ cm}^3 = 1440\text{ cm}^3$
Hasil pengujian material menunjukkan bahwa semen memiliki berat volume 1,34 gram per sentimeter kubik dan pasir memiliki berat volume 1,59 gram per sentimeter kubik. Jumlah semen dan pasir yang dibutuhkan, dengan perbandingan 1:3, dihitung terlebih dahulu dengan beratnya, kemudian dengan mengalikan volume yang diinginkan dengan berat semen dan pasir yang akan digunakan
- Kebutuhan semen = $480\text{ cm}^3 \times 1,34\text{ gram/cm}^3 = 643,2\text{ gram}$
- Kebutuhan pasir = $1440\text{ cm}^3 \times 1,59\text{ gram/cm}^3 = 2289,6\text{ gram/cm}^3$

Tabel 1 menampilkan bahan-bahan yang diperlukan untuk campuran beton paving block.

Tabel 1 Komposisi Campuran Bahan Pembuatan Paving Blok 1 PC : 3 PS

Prosentase campuran serbuk tulang sapi	Semen (gram)	Pasir (gram)	Serbuk tulang sapi (gram)
0%	643,2	2289,6	0
10%	643,2	2060,64	228,96
20%	643,2	1831,68	457,92

2.2 Pembuatan Benda Uji

Dalam proses pembuatan benda uji pertama-tama pasir diayak, lalu menimbang semen dan pasir sesuai kebutuhan Mix Design untuk setiap benda uji paving blok, lalu bahan-bahan dimasukkan ke dalam wadah besar dan diaduk hingga merata, setelah itu masukkan air sambal mengaduk campuran di dalam wadah dengan sekop hingga campuran teraduk rata, setelah adukan tercampur dengan rata maka adukan dimasukkan ke dalam alat cetak berukuran 20cm x 10 cm x 8cm sambil ditekan secara manual, selanjutnya melakukan perawatan benda uji hingga waktu pengujian yaitu selama 7, 14, 28 hari dengan cara dijemur atau diangin-anginkan.

2.3 Pengujian Kuat Tekan Paving Blok

Kuat tekan paving block yang dicetak pada umur 7, 14, dan 28 hari ditentukan dengan pengujian paving block dengan campuran serbuk tulang sapi. SNI 03-1974-1990 adalah standar untuk uji kuat tekan.

Kuat tekan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan paving blok

P = Beban maksimum (N atau kN)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.4 Pengujian Porositas

Pengujian porositas digunakan untuk mengukur distribusi ukuran pori dari paving blok. Secara khusus, bagian dari SNI 03-0691-1996 berikut dikutip selama prosedur pengujian:

1. Basahi paving blok dan ukur beratnya.
2. Masukkan benda yang akan diuji ke dalam ember berisi air dan diamkan selama 24 jam.
3. Timbang paving blok setelah dikeringkan pada suhu 105°C.

Berikut adalah rumus untuk menentukan nilai porositas:

PENGARUH TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA PAVING BLOK

(Alfian Syafrullah Ravi Ulhaq, Andaryati)

$$\text{Porositas} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat paving blok basah

B = Berat paving blok kering

3. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

3.1 Hasil Uji Material Paving Blok

Berat jenis rata-rata yang ditemukan pada percobaan semen adalah 2,75 g/cm³. Semen memiliki berat jenis antara 2,75 dan 3,15 g/cm³ menurut ASTM C-188-2002. Berat volume semen dengan hasil 1,34 g/cm³. Waktu pengikatan ditentukan menjadi 120 menit dan waktu pengerasan adalah 210 menit berdasarkan uji konsistensi normal. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, PT. Semen Gresik. Semen tipe I siap pakai untuk campuran paving block. Campuran pasir dan serbuk tulang sapi yang cukup halus lolos saringan 4,80 mm. Pasir tersebut memiliki berat jenis 2,62%, berat volume dengan hasil 1,59 g/cm³, laju serapan 2,67%, analisis gradasi pada zona 2, dan modulus kehalusan 3,93.

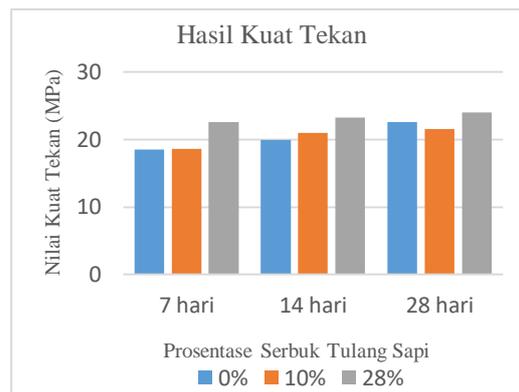
Sedangkan hasil uji berat jenis serbuk tulang sapi diperoleh 1,52 g/cm³, berat volume dengan hasil 1,42 g/cm³, kelembaban serbuk tulang sapi menghasilkan 4,16%, resapan serbuk tulang sapi diperoleh 4,3%, analisa gradasi serbuk tulang sapi pada zona 2 dengan modulus kehalusan 3,76.

3.2 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Blok

Paving blok menggunakan perbandingan rasio 1:3 semen terhadap pasir dengan serbuk tulang sapi 0%, 10%, 20% di uji kuat tekan setelah 7 hari, 14 hari, dan 28 hari perawatan. Tabel 2 menampilkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan pada paving block, dan Gambar 2 menampilkan nilai kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Tabel 2 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Blok

% Serbuk tulang sapi	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
0%	18,05	19,91	22,53
10%	18,61	20,96	23,25
20%	19,05	21,55	23,96



Gambar 2 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Blok

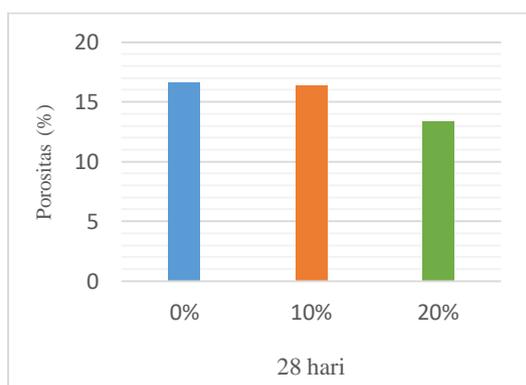
Paving blok yang dibuat dengan campuran 20% serbuk tulang sapi memiliki kuat tekan sebesar 23,96 MPa, lebih besar 6,34% dibandingkan paving blok yang dibuat tanpa serbuk tulang sapi dan 3,05% lebih tinggi dibandingkan paving block yang dibuat dengan 10% serbuk tulang sapi. Kekuatan tekan paving block umur 7 hari meningkat dengan masing-masing dari tiga campuran pada 14 hari, dan lagi pada 28 hari. Pertumbuhan campuran 0% dipercepat sebesar 9,34% antara hari ke 7 dan 14, dan sebesar 11,62% antara hari ke 14 dan 28. Perkembangan pada campuran 10% dari usia 7 hari ke 14 mengalami peningkatan 11,21%, dan usia 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sebesar 9,84%. Perkembangan pada campuran 20% dari usia 7 hari ke 14 mengalami peningkatan 11,60%, dan usia 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sebesar 11,81%. Paving block dengan kuat tekan minimal 17 MPa digolongkan B sesuai SNI 03-0691-1996; Hasilnya, paving block dengan campuran serbuk tulang sapi 0%, 10%, dan 20% termasuk dalam paving block kelas B.

3.3 Hasil Uji Porositas Paving Blok

Analisa data dan uji porositas mengacu pada peraturan SNI 03-0691-1996 yang dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Wijaya Kusuma Surabaya terhadap paving blok setelah berumur 28 hari bertujuan untuk menghitung resapan paving blok terhadap air. Paving blok yang direndam air selama 24 jam ditimbang, lalu dikeringkan dalam oven selama 24 jam dan ditimbang kembali.. Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian porositas yang dilakukan pada paving blok.

Tabel 3 Hasil Uji Porositas Paving Blok

Benda Uji	% Serbuk Tulang Sapi	Rata-rata Porositas (%)
PV 0	0%	16,6
PV 10	10%	16,3
PV 20	20%	13,3

**Gambar 3** Hasil Uji Porositas Paving Blok

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3, paving blok yang dibuat dengan 10% serbuk tulang sapi memiliki daya serap air paling rendah (13,3%). Nilai penyerapan air berkisar antara paving blok campuran tulang sapi 0% sebesar 16,6% sampai paving block campuran 10% dengan nilai 3,3% lebih rendah. Terdapat peningkatan daya serap air sebesar 0,3% dibandingkan paving block campuran 10% dan peningkatan sebesar 3,3% dibandingkan paving block campuran 20%. Menurut Larasati (2015), kerapatan dan jumlah rongga pada paving blok menentukan besarnya penyerapan air. Seperti dapat dilihat pada Tabel 3, ketika serbuk tulang sapi ditambahkan pada paving blok, laju penyerapan dan kuat tekan meningkat. Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa kuat tekan paving block meningkat dengan menurunnya daya serap air.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan berikut dapat dibuat berdasarkan data yang tersedia dan temuan penelitian yang ada:

1. Hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan pada paving blok setelah 28 hari diketahui bahwa campuran 20% menghasilkan nilai tertinggi, dengan nilai rata-rata sebesar 23,96 MPa, lebih besar 6,34% dibandingkan dengan paving blok yang dikombinasikan dengan serbuk tulang sapi 0%. Paving blok kelas B dapat digunakan untuk lalu lintas

kendaraan ringan yang dibuat dengan kombinasi serbuk tulang sapi 0%, 10%, dan 20% terhadap pasir.

2. Hasil uji porositas paving blok terendah diperoleh pada campuran 20% serbuk tulang sapi dengan nilai 13,3% lebih rendah 3% dari campuran 10% serbuk tulang sapi, dan lebih rendah 3,3% dari campuran 0% serbuk tulang sapi. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tekan yang lebih tinggi dicapai ketika penyerapan air berkurang pada paving blok.
3. Pada penelitian penggunaan tulang sapi sebagai bahan substitusi sebagian pasir pada paving blok yang memiliki nilai kuat tekan dan tingkat porositas optimum berada pada campuran 20% serbuk tulang sapi.
4. Pada penelitian ini serbuk tulang sapi sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus dapat meningkatkan kualitas mutu paving blok, jadi serbuk tulang sapi dapat dijadikan sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus pada paving blok.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Laboratorium Beton Fakultas Teknik UWKS dan orang tua serta teman-teman peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriati, 1996, *Penelitian Pemanfaatan Semen Abu Terbang untuk Pembuatan Paving Block*, Jurnal Penelitian Permukiman I, Vol. XII, No.1-2.
- Annual Book of ASTM Standart, 2002, *ASTM C 642 Test Method for Density, Absorption and Voids in Hardened Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA
- Anes Yulianingsih, Munasir., 2016 *ANALISIS KOMPOSIT Fe₃O₄/c-SiO₂ DARI PASIR TALAUD DAN PASIR LUMAJANG*'' Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Vol 05. No 02
- ASTM International. 2001. *ASTM C 128-01. Standard Test Method for Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. United States
- ASTM International. 2003. *ASTM C 595-03. Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*. United States
- Batayneh, M., Marie, I. and Asi, I., tahun 2007. *Use of selected waste materials in concretemixes*, *Waste Management*. Vol. 27, No 12. 1870-1876.
- Damayanti. A. S dan Khatulistiani, Utari.

PENGARUH TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA PAVING BLOK

(Alfian Syafrullah Ravi Ulhaq, Andaryati)

- 2022, *Pemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Kombinasi Bahan Campuran Pasir Pada Pembuatan Paving Block*. Jurnal Axial. Vol 10. No 2. Hal. 043-095
- Desrosier. 1989. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Dowson, A.J., 1996, *Mix Design for Concrete Block Paving*. S .Marshall & Sons Ltd,UK.
- Indra Sulistiyono, 2018, *Perbandingan Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Pasir Sungai Serayu dan Pasir Pantai Widarapayung*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Irawan, Deni dan Khatulistiani, Utari. 2021. *Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Pecahan Tempurug Kelapa Pada Campuran Beton Normal*. Jurnal Axial. Vol 9. No 1. Hal. 061-070.
- Moch. Husni Dermawan, 2011, *Model Kuat tekan, Porositas, dan Ketahanan Aus Proporsi Limbah Peleburan Besi dan Semen Untuk Bahan Dasar Paving Block*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999 *Bahan dan Praktek Beton*; diterjemahkan oleh Ir.Stephanus Hendarko, Jakarta : Erlangga
- Mukhlis, A. (2020). *Pengaruh Penggunaan Agregat Tulang Sapi Terhadap Kuat Tekan Beton*. Portal: Jurnal Teknik Sipil. Vol 12. No 1. Hal 40-47.
- Muharam, A. dan Swara, M. P. 2013. *Potensi Serbuk Tulang Sapi Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Mortar*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Nusantoro, A. dan Ramadhani, N. F. 2021. *Pengaruh Abu Tulang Sapi Terhadap Kenaikan Kuat Tekan Beton*. Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil. Vol 5. No 1. Hal 20-27.
- PBI. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Bandung.
- Safitri, R. A. (2019). *Limbah Tulang Hewan Sebagai Bahan Pengganti Tambahan Campuran Beton*. Simposium Nasional Multidisiplin (SinaMu), 1.
- Samekto, W., dan Rahmadyanto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- SK SNI T-04-1990-F. 1990. *Standar Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. 1990. *Cara Pengujian Kuat Tekan (Compressive Strength) Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-0691-1996. 1996. *Bata Beton Paving Block*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Tjokrodimuljo, k., 1996 *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Utari Khatulistiani dan Soebagio, 2006, *Analisa Rancangan Campuran Untuk Meningkatkan Mutu Paving Block Produksi Home Industry di Surabaya*, Jurnal Aksial, Volume 8, No.2.
- Utomo. A. T., 2020, *Pengaruh Penggunaan Limbah Tulang Sapi Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beton Normal*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Prawaty. S., 2021. *Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Blok*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya..
- Wahyuningtias, Astri dan Khatulistiani, Utari. 2021. *Kekuatan Paving Block Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur*. Jurnal Axial. Vol 9. No 2. Hal. 125-132.