

PENGARUH PENAMBAHAN *DAMDEx* DAN *CRUMB RUBBER* TERHADAP PERESAPAN AIR DAN KUAT TEKAN PASCA BAKAR

Algazt Aryad Masagala
Universitas Teknologi Yogyakarta
Email: algazt.masagala@uty.ac.id

Abstrak

Permasalahan kebocoran pada dak lantai atas adalah salah satu dari sekian banyak permasalahan yang ada di Indonesia. Untuk memecahkan masalah ini digunakan bahan tambah *Damdex* untuk mencegah adanya kebocoran dan penggunaan *Crumb Rubber* sebagai filler untuk mengetahui bagaimana kekuatan beton saat terjadi pra bakar dan pasca bakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana penggunaan *Crumb Rubber* pada beton *waterproof Damdex* terhadap kuat tekan, modulus elastisitas dan daya serap air (absorpsi). Metode yang digunakan ialah pengujian eksperimental, Dengan penambahan *Crumb Rubber* pada penelitian yaitu 2%; 4%; 6% dari berat pasir dan penambahan *Damdex* sebesar 2% dari berat semen. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas dengan jumlah 21 sampel dan silinder diameter 7,5 cm dengan tinggi 15 cm untuk pengujian daya serap air (absorpsi) dengan jumlah 12 sampel. Nilai kuat tekan maksimum pada penelitian ini yaitu dengan variasi 6% dengan nilai peningkatan pra bakar -5,99% dan pasca bakar 19,14%. Daya serap air (absorpsi) terjadi pada variasi 6% dengan nilai pada perendaman 15 menit = 0,77 dan perendaman 24 jam = 2,29. Nilai kuat tekan rata-rata pra bakar pada variasi 2%; 4%; 6% yaitu 25,2 MPa; 25,4 MPa; dan 29,9 MPa, sedangkan nilai kuat tekan rata-rata pasca bakar masing-masing sebesar 19,6 MPa; 19,6 MPa; dan 17,0 MPa. Nilai modulus elastisitas rata-rata benda uji pra bakar masing-masing sebesar 11421 MPa; 11661 MPa; dan 11737 MPa dan pasca bakar sebesar 8857 MPa; 8560 MPa; dan 8149 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *Damdex* sebagai bahan tambah beton direkomendasikan.

Kata kunci : Absorpsi, *Crumb Rubber*, *Damdex*, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan struktur atas bangunan sangat umum terjadi di Indonesia (Kurniati, 2022) yang dipengaruhi oleh cuaca tidak menentu di iklim tropis. Apalagi jika bahaya kebakaran terjadi sewaktu-waktu yang disebabkan oleh arus pendek. Selain itu, di Indonesia juga memiliki permasalahan banyaknya limbah anorganik sebagai penyumbang sampah terbesar seperti limbah ban (Kurniati *et al.*, 2021). Untuk itu diperlukan pemecahan pada *problems in experiment* yaitu dengan menambah bahan tambah (Pratiwi *et al.*, 2019) berupa *Damdex* untuk mencegah adanya kebocoran dan penggunaan *Crumb Rubber* sebagai *filler* untuk mengetahui bagaimana kekuatan beton saat terjadi pra bakar dan pasca bakar.

Penggunaan bahan tambah *Damdex* ini akan menghasilkan beton *waterproofing* yang berfungsi untuk melindungi dan menjaga ketahanan struktur bangunan tersebut (Kurniati, 2019). Ruang yang umumnya diberi lapisan *waterproof* adalah ruangan *basement*, atap dan area basah lainnya, khususnya yang di perhatikan adalah lantai atap (dak) bangunan. Akan tetapi, permasalahan di Indonesia yang

sangat umum pada dak adalah disebabkan cuaca di iklim tropis dimana akan mempengaruhi salah satu sifat beton (Kurniati, 2019) yaitu kekedapan tinggi. Penambahan *damdex* dan serat ban karet pada penelitian ini bertujuan untuk:

- Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas antara beton normal dengan beton bahan tambah *Crumb Rubber* dan *Damdex* pada umur 28 hari pada kondisi pra dan pasca bakar.
- Mengetahui penyerapan air (absorpsi) dari beton normal dan beton dengan bahan tambah *Crumb Rubber* dan *Damdex*.
- Mengetahui persentase maksimal campuran bahan tambah yang ideal untuk beton terhadap kuat tekan, modulus elastisitas beton dan daya serap air beton.

Beberapa anggapan dasar (Dar *et al.*, 1991) sebagai batasan masalah sebagai berikut:

- Mutu beton yang direncanakan adalah $f'c = 25$ MPa.
- Benda uji yang dibuat adalah silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm untuk pengujian pasca bakar dan silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm untuk pengujian absorpsi yang dibuat dengan cetakan paralon.

c. Suhu pembakaran untuk pengujian pasca bakar adalah 600° C selama 3 jam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton *Waterproofing*

Beton (Badan Standarisasi Nasional, 2000) merupakan salah satu elemen penting dalam bangunan, peruntukannya untuk menopang kokohnya suatu bangunan. Terkadang pada bagian bangunan tertentu beton diharuskan ditempatkan pada lokasi yang bersentuhan dengantekanan air. Untuk itu pada lokasi-lokasi tertentu yang mengharuskan beton bersentuhan langsung dengan air/tekanan air, seperti: basement, kolam renang, tanki air, dak beton, dll, sebaiknya digunakan bahan tambahan yang dapat membuat beton kedap air.

2.2. *Damdex*

Damdex adalah cairan kimia yang berfungsi sebagai bahan aditif dalam campuran mortar atau *portland cement (cement base)*. *Damdex* yang dicampur dengan mortar/semen akan meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas dan kuat tekan beton, meningkatkan kuat lekat campuran mortar/semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar/semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet.

2.3. Ban Karet

Ban adalah material komposit, biasanya dari karet alam/karet isoprena yang digunakan untuk ban truk dan ban mobil penumpang seperti pada sabuk tapak, *sidewall*, *carcassply*, dan *innerliner*. Serbuk-serbuk ban bekas adalah suatu jaringan tiga dimensi atau suatu produk ikatan silang dari karet alam dan karet sintetis diperkuat dengan carbon black yang menyerap minyak encer dari semen (Badan Standarisasi nasional, 2004) aspal selama reaksi yang dapat mengalami pengembangan (*swelling*) dan pelunakan (*softenning*) dari serbuk ban bekas. Khususnya mengandung 85% hidrokarbon, 10-

15% baja dan bahan-bahan kimia lainnya. Pada ban dilakukan proses vulkanisasi yaitu suatu teknik pembekuan sehingga tahan lama.

3. METODE PENELITIAN

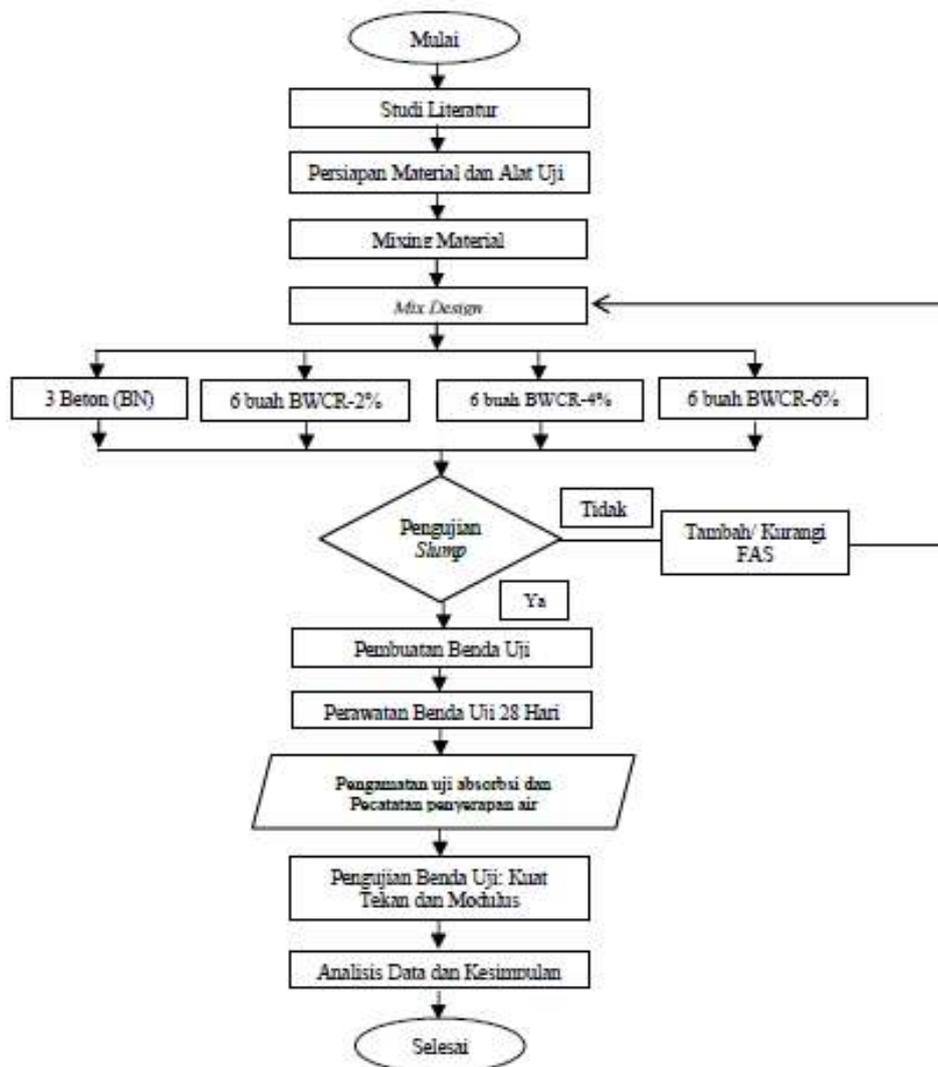
Penelitian mengenai pengaruh penggunaan *Damdex* sebanyak 2% dan *Crumb Rubber* sebanyak 2%; 4%; 6% pada betondengan teknologi kedap air terhadap absorpsi, kuat tekan (Badan Standarisasi Nasional, 1990) dan modulus elastisitas ('ASTM_C_94_03a_rev', no date) baik pra bakar maupun pasca bakar ini dilakukan secara eksperimental.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm untuk pengujian absorpsi dan diameter 15 cm tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan (Badan Standardisasi Nasional, 2011) dan modulus elastisitas (ASTM C469-02, 2002). Penambahan *Damdex* sendiri diambil dari berat semen untuk menjadikan beton tersebut kedap air dan juga penambahan *Crumb Rubber* diambil dari berat pasir untuk dijadikan *filler* dari beton itu sendiri. Benda uji tersebut nantinya akan diuji kuat tekan dan modulus pra bakar dan pasca bakar yang keduanya akan dibandingkan dengan benda uji normal (Badan Standarisasi Nasional, 2000) tanpa bahan tambah, dan juga benda uji akan diuji absorpsinya seberapa banyak penyerapannya dan apakah masuk kedalam beton kedap air atau tidak (Badan Standarisasi Nasional, 1992).

Pada Tabel 1 ditunjukkan bentuk sampel, prosentase dosis bahan tambah serta jumlah masing-masing sampel. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan urutan kerja atau diagram alir yang mencangkup kegiatan awal sampai akhir penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Tabulasi Bentuk, Dosis dan Jumlah Sampel Beton

Bahan	Bentuk Sampel	Dosis (%)		Jumlah
		<i>Damdex</i>	<i>Crumb Rubber</i>	
Beton Normal	Silinder Ø 15 cm tinggi 30 cm	0	0	3 buah
	Silinder Ø 7,5 cm tinggi 15 cm	0	0	3 buah
<i>Damdex-Crumb Rubber</i>	Silinder Ø 15 cm tinggi 30 cm	2	2	6 buah
		2	4	6 buah
		2	6	6 buah
	Silinder Ø 7,5 cm tinggi 15 cm	2	2	3 buah
		2	4	3 buah
		2	6	3 buah



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Pemeriksaan Agregat dan Mix Design

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar meliputi pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir (cara ekuivalen), zat organik dalam pasir, SSD

pasir, berat jenis pasir, berat jenis kerikil, MHB pasir, MHB kerikil, berat satuan agregat halus dan berat satuan agregat kasar. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 2. Perencanaan campuran beton dilakukan menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Hasil *mix design* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Kadar lumpur (ekivalen)	4,44%	Tidak > 5%	Memenuhi syarat
Zat organik dalam pasir	Nomor 8	Tidak > nomor 11	Memenuhi syarat
SSD pasir	Pasir SSD kering	Pasir SSD kering	Memenuhi syarat
Berat jenis pasir	2,5	2,4 – 2,9	Memenuhi syarat
Berat jenis kerikil	2,667	2,4 – 2,9	Memenuhi syarat
MHB pasir	3,256	1,5 – 3,8	Pasir kasar
MHB kerikil	5,437	5 – 8	Kelas I
Berat satuan pasir	1,539 gr/cm ³	Harus > 1,2 gr/cm ³	Memenuhi syarat
Berat satuan kerikil	1,505 gr/cm ³	Harus > 1,2 gr/cm ³	Memenuhi syarat

Tabel 3. Kebutuhan Bahan Benda Uji Silinder Beton Normal

Kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur 28 hari ($f'c$)	25 MPa
Nilai tambah margin (m)	8,3 MPa
Kuat tekan rata-rata perlu ($f'cr$)	33,3 MPa
Jenis semen	Portland tipe 1
MHB agregat halus (pasir)	3,256
MHB agregat kasar (kerikil)	5,4377
Faktor air semen (FAS)	0,48
Nilai slump rencana	100 mm
Ukuran maks agregat	40 mm
Proporsi agregat halus dan kasar terhadap agregat campuran	30% : 70%
Perkiraan berat beton / m^3	2384,295 kg/m^3
Kebutuhan semen/ m^3	386 kg/m^3
Kebutuhan pasir / m^3	543,989 kg/m^3
Kebutuhan kerikil / m^3	1269,307 kg/m^3
Kebutuhan air / m^3	185 liter

4.2. Hasil Pengujian

A. Pengujian Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu campuran beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan dalam pengerjaan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Semakin tinggi nilai slump maka semakin cair adukan beton tersebut sehingga adukan betonakan semakin mudah dikerjakan. Pengujian slump dilakukan

sesuai dengan pedoman SNI 1972:2008. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada hasil slump yang ada besarnya nilai slump membuktikan bahwa penambahan filler *Crumb Rubber* yang ditambah akan menambah *workability* campuran beton itu sendiri.

B. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada saat beton mencapai umur 28 hari dimana hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2.

Tabel 4. Hasil Nilai Slump

Kode Benda Uji	Air Sesuai Perhitungan	Nilai <i>Slump</i>
Normal	3,24	100 mm
BWCR 2%	3,24	103 mm
BWCR 4%	3,24	99 mm
BWCR 6%	3,24	105 mm

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kode	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)		Peningkatan	
	Pra Bakar	Pasca Bakar	Pra Bakar	Pasca Bakar
Normal	25,08	18,1	0	0
BWCR-2%	25,2	19,6	0,43	8,32
BWCR-4%	25,4	18,1	1,43	0,15
BWCR-6%	29,9	17	19,14	-5,99



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan diatas dapat disimpulkan bahwa kuat tekan dengan persentase 6% merupakan titik optimum karena melebihi kuat tekan rencana. Setelah terjadi pembakaran dengan suhu 600°C sesuai dengan tebal hubungan antara suhu, warna dan kondisi beton menurut Paulus Nugraha bahwa suhu 600°C – 900°C kondisi beton tersebut tidak akan mempunyai kekuatan lagi, dibuktikan dari data yang sudah didapat bahwa pembakan dengan

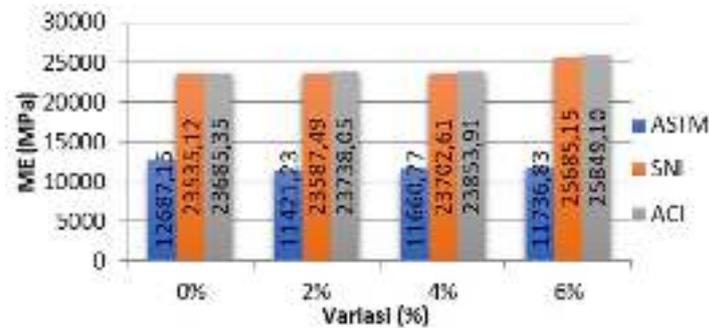
suhu 600°C membuat beton makin banyak mengalami penurunan kuat tekannya.

C. Pengujian Modulus Elastisitas

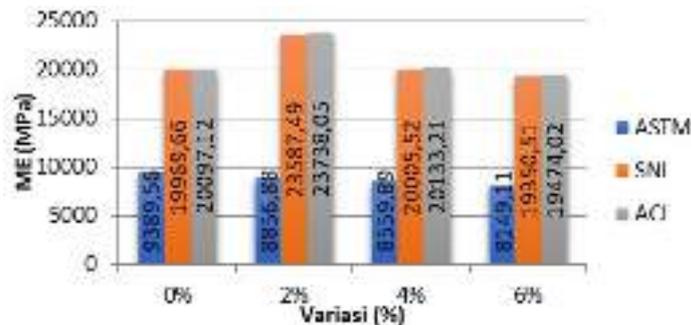
Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada saat beton mencapai umur 28 hari. Modulus elastisitas beton dihitung menggunakan persamaan 2, 3 dan 4. Hasil pengujian modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Tabel 6, Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Benda uji	Ec perhitungan ASTM		E Validasi SNI		E Validasi ACI	
	Pra Bakar	Pasca Bakar	Pra Bakar	Pasca Bakar	Pra Bakar	Pasca Bakar
Normal	12687	9389	23535	19969	23685	20097
BWCR-2%	11421	8856	23587	23587	23738	23738
BWCR-2,5%	11661	8560	23703	20006	23854	20133
BWCR-3%	11737	8149	25685	19351	25849	19474



Gambar 3. Grafik perbandingan modulus elastisitas metode ASTM, SNI, ACI pra bakar



Gambar 4. Grafik perbandingan modulus elastisitas metode ASTM, SNI, ACI pasca bakar

Dari hasil perhitungan didapat nilai modulus elastisitas dengan persentase penambahan Damdex dan Crumb Rubber 0%, 2%, 4%, 6% yaitu 12689 MPa, 11421 MPa, 11661 MPa, 11737 MPa untuk benda uji pra bakar dan 9389 MPa, 8857 MPa, 8560 MPa, 8149 MPa untuk benda uji pasca bakar.

Pada beton pra maupun pasca bakar tidak adanya yang melebihi kekuatan modulus dari beton normal jadi dikatan tidak ada yg memiliki nilai optimum. Hal ini disebabkan karena adanya ban karet yang menyebabkan

regangannya memanjang maka dari itu beton tersebut sehingga mengalami penurunan.

Dari hasil perbandingan dengan formula SK-SNI-T-15-1991(Dar *et al.*, 1991) dan ACI 318-89 ('ACI_318_89.pdf', no date) dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas yang didapat dari pengujian tidak mencapai nilai berdasarkan formula SK-SNI-T-15-1991 maupun ACI 318-89.

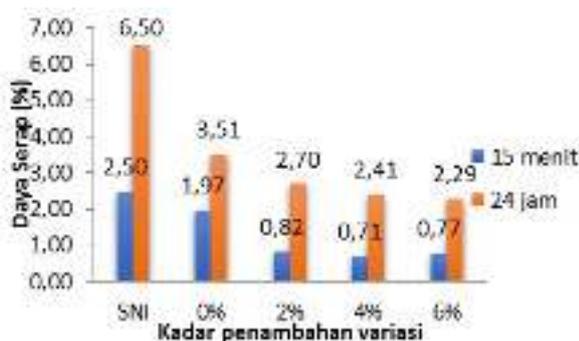
D. Pengujian Absorpsi

Pengujian daya serap air beton dilakukan

dengan metode SNI 03-6433-2000 (Kerapatan and Rongga, 2000) dan SNI 03-2914-1992 Pengujian dilakukan dengan cara menentukan massa beton kering permukaan jenuh yang telah selesai dilakukannya proses perendaman. Silinder beton dikeringkan dalam oven kurang lebih 24 jam dengan suhu 100-110 °C. Kemudian benda uji didiamkan hingga dingin dalam suhu ruangan lalu ditimbang. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 5.

Tabel 7. Hasil Pengujian Daya Serap Air Beton (Absorpsi)

Kode	Daya Serap Air Rata-rata (%)	
	15 menit	24 jam
Normal	1,973	3,515
BWCR2%	0,638	2,502
BWCR4%	0,710	2,406
BWCR6%	0,773	2,294



Gambar 5. Grafik daya serap air beton (absorpsi)

Dari hasil pengujian diatas dapat kita lihat bahwa semua variasi beton yang diuji penyerapannya baik selama 15 menit maupun 24 jam mencapai standarnya yaitu tidak lebih dari 2,5% dan tidak lebih 6,5%. Ini membuktikan bahwa tingkat kepadatan beton sudah cukup baik. Secara umum penambahan bahan tambah berupa *Damdex* dapat mengurangi daya serap air pada beton dibandingkan benda uji tanpa bahan tambah. Adanya perbedaan dari hasil karena adanya penambahan *Crumb Rubber* itu sendiri. Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar *Crumb Rubber* memiliki tingkat kepadatan yang baik dan memiliki kadar rongga pori yang lebih sedikit dibandingkan benda uji tanpa penambahan *Crumb Rubber* yang dijadikan sebagai *filler*. Nilai daya serap air yang paling rendah yaitu 6%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian dan pembahasan maka potensi hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

- Nilai kuat tekan dan modulus elastisitas dengan kadar 6% adalah variasi dengan nilai paling tinggi dan yang paling rendah yaitu pada kadar serat 2%. Dapat disimpulkan bahwa kadar serat optimum yaitu 6%.
- Daya serap air yang paling maksimal terdapat pada benda uji penambahan *Damdex* dan *Crumb Rubber* 6% dengan nilai daya serap sebesar 0,77 untuk 15 menit dan 2,29 untuk 24 jam.
- Persentase maksimum dari keseluruhan variasi yaitu pada kadar penambahan 6% *Crumb Rubber*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C469-02, “Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson’s Ratio of Concrete in Compression”, ASTM Stand. B., vol. 04, pp. 1–5. 2002.
- Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, SNI 03-2834, pp. 1–34, 2000
- Semen Portland, SNI 15-2049, 2004
- Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974, pp. 20, 2000.
- Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air, SNI 03-2914, 1992.
- Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SNI 03-1974, pp. 2–6, 1990.
- D. Kurniati, “Maximum Utilization of Cocopeat Waste as a Substitute Material for Fine Aggregates On Paving Blocks Was Engineered”, Civilla J. Tek. Sipil Univ. Islam Lamongan, vol. 7, no. 1, p. 77, 2022.
- D. Kurniati, I. T. Saputro, E. F. Nurhidayatullah, C. D. Saputro, and A. Asyifa, “Kekuatan Tekan Paving Block Dengan Memanfaatkan”, 2021.
- D. Kurniati, “Penguatan Kapasitas Lentur Beton Dengan Pemanfaatan Limbah”, J. Media Tek. Sipil, vol. 16, no. 2, pp. 86–91, 2019.
- K. D. Pratiwi, D. Widya, Z. Djauhari, and M. Olivia, “Kuat Tekan dan Porositas Mortar Sebuk Karet Pada Suhu Tinggi”, Jurnal Rekayasa Sipil, vol. 15, no. 1, p. 57, 2019
- M. P. Kerapatan and P. D. A. N. Rongga, “Dalam Beton Yang Telah Mengeras”, 2000.