

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paving Block*

Dalam SNI-03-0691-1996, dikatakan bahwa *paving block* terdiri dari campuran dari semen portland, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah lain namun tidak mengurangi mutunya. Biasanya *paving block* dimanfaatkan sebagai lapisan perkerasan jalan, bisa di dalam atau di luar bangunan (Anita Christine Sembiring & Jetri Juli Saruksuk, 2017). *Paving block* umumnya dipilih oleh masyarakat karena memiliki banyak kelebihan, dilihat dari segi kekuatannya dan cara pemasangannya yang mudah (Saputra et al., 2020). Selain itu, bentuk pada *paving block* sangat bervariasi dan harganya juga terjangkau sehingga menciptakan suatu nilai estetika yang menjadi daya tarik bagi konsumen (Lase, 2021).

2.1.1 Klasifikasi *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996, *Paving block* dibedakan menjadi 4 jenis ditinjau dari fungsi dan kegunaannya. Empat kategori tersebut antara lain:

- a. *Paving block* dengan mutu A, dimanfaatkan untuk jalan raya.
- b. *Paving block* dengan mutu B, dimanfaatkan untuk lahan parkir.
- c. *Paving block* dengan mutu C, dimanfaatkan sebagai lapisan pada trotoar.
- d. *Paving block* dengan mutu D, dimanfaatkan sebagai lapisan pada area taman atau lainnya.

2.1.2 Persyaratan Mutu *Paving Block*

Mutu *paving block* harus sesuai standar SNI 03-0691-1996. Syarat tersebut diantaranya:

1. Sifat tampak

Paving block harus memiliki permukaan yang rata dan tidak retak/cacat. Serta bagian sudut dan lekukannya sulit hancur dengan sentuhan jari.

2. Ukuran

Paving block memiliki toleransi tebal 8%.

3. Sifat fisis

Paving block yang memenuhi standar harus memiliki sifat-sifat fisik yang tertera seperti di tabel dibawah:

Tabel 2. 1 Sifat Fisis *Paving Block* Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Daya Serap

Jenis Mutu	Kuat tekan		Daya Serap rerata maksimum.
	Rerata	Minimum	persentase
A	40 Mpa	35 Mpa	3%
B	20 Mpa	17 Mpa	6%
C	15 Mpa	12,5 Mpa	8%
D	10 Mpa	8,5 Mpa	10%

Sumber: SNI 03-0691-1996

2.1.3 Bahan Penyusun *Paving Block*

1. Semen Portland

Semen memiliki fungsi sebagai pengikat hidrolis pada bahan pembuatan beton. Semen memiliki peran penting pada campuran beton (Jacky et al., 2018). Dikatakan pada SNI 2049:2015, Semen portland adalah semen hidrolis dari hasil gilingan terak semen portland dan bahan tambah yang terbentuk dari satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan juga dapat ditambahkan dengan bahan tambah yang lain. Terdapat 5 macam semen portland menurut SNI 2049:2015, diantaranya:

1. Jenis I : Semen portland yang tidak memerlukan persyaratan khusus yang biasa disyaratkan pada jenis semen lain dan biasanya digunakan untuk penggunaan umum.
2. Jenis II : Semen portland yang tahan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang dalam penggunaannya.
3. Jenis III : Semen portland yang memerlukan kekuatan tinggi dalam penggunaannya pada tahap permulaan setelah terjadinya pengikatan.
4. Jenis IV : Semen portland yang memerlukan kalor hidrasi rendah dalam penggunaannya.
5. Jenis V : Semen portland yang penggunaannya perlu ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Tabel 2. 2 Persentase Susunan Oksida Semen Portland

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO ₂)	7-25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5-6
Magnesia (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO ₃)	1-2
Potash (Na ₂ O +K ₂ O)	0,5-1

Sumber: (Widojoko, 2010)

2. Air

Air termasuk salah satu peranan penting pada pencampuran beton. Air yang digunakan haruslah terbebas dari kandungan yang dapat merusak kualitas beton atau tulangan (Jacky et al., 2018). *Paving block* memerlukan air dalam campurannya karena air berperan sebagai pembantu dari proses reaksi kimia pada proses pengikatan (Siti Fitriani et al., 2017). Penggunaan air akan mempermudah pengerjaan *pembuatan paving block* karena air berguna untuk membasahi agregat (Manurung, 2020).

3. Agregat Halus

Agregat merupakan bahan yang berasal dari hasil disintegrasi alami batuan dan dimanfaatkan dalam pencampuran beton (Jacky et al., 2018). Agregat yang digunakan dalam pencampuran bahan sangat mempengaruhi kualitas beton (Rozaimi, 2021). Butiran agregat halus memiliki ukuran 4,76 mm. Agregat merupakan salah satu komponen penting pada pembuatan beton karena fungsinya sebagai bahan pengisi (Manurung, 2020).

2.2 Bahan Tambah

2.2.1 Abu Tempurung Kelapa

Keberadaan dari tempurung kelapa banyak dijumpai dan terdapat di sekitar kita. Abu tempurung kelapa mengandung silika (Hardini et al., 2021). Struktur tempurung yang keras dan padat disebabkan dari silikat (SiO_2) yang sedikit tinggi (Jacky et al., 2018). Kerasnya struktur pada tempurung kelapa membuatnya bisa dijadikan sebagai bahan pengganti agregat kasar pada beton (Jacky et al., 2018). Permukaan kasar pada tempurung kelapa membuat kelapa memiliki daya ikat yang lebih kuat terhadap pasta (Sonawane & Chitte, 2016). Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan langsung sebagai bahan bakar seperti penggunaan kayu bakar maupun dapat diproses untuk dijadikan arang (Jacky et al., 2018).

Tabel 2. 3 Persentase Kandungan Kimia Tempurung Kelapa

UNSUR PENYUSUN	PERSENTASE
Selulosa ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)	26,6%
Hemiselulosa ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$)	27,7%
Lignin ($\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$)	29,4%
Abu	0,6%
Komponen ekstraktif	4,2%
Uronat anhidrat	3,5%
Nitrogen (N_2)	0,1%
Air (H_2O)	8,0%

Sumber: (Mustaqim et al., 2017)

2.2.2 Cangkang Telur

Cangkang telur sebagai lapisan pelindung pada telur berfungsi untuk menjaga seluruh bagian telur agar kondisi telur tetap terjaga dengan baik dan tidak rusak. Cangkang telur terdiri atas kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang mendominasi yaitu sekitar 95% dengan berat 5,5 gram (Manurung, 2020). Salah satu manfaat terbesar dari kalsium karbonat (CaCO_3) pada cangkang telur adalah sebagai sumber kalsium dan sangat bermanfaat untuk metabolisme tulang (Rozaimi, 2021). Selain itu, tingginya kandungan kalsium tersebut dapat dimanfaatkan untuk bahan aditif material semen (Pliya & Cree, 2015).

2.3 Sifat *Paving Block*

2.3.1 Daya Serap Air

Penyerapan air adalah suatu parameter yang penting dalam mengetahui kualitas serta kekuatan dari *paving block* (Purnama & Sudiby, 2018). Semakin rendah nilai daya serap airnya, semakin kuat dan tahan lama *paving block* yang dihasilkan (Purnama & Sudiby, 2018). Benda uji *paving block* dilakukan proses pembakaran terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian daya serap air. Pori-pori atau rongga sangat mempengaruhi nilai daya serap air terhadap benda uji (Halim Daulay et al., 2020). Jika benda uji terdapat banyak rongga, maka penyerapan air semakin banyak dan ketahanan dari *paving block* akan berkurang (Halim Daulay et al., 2020). Berdasarkan SNI 03-0691-1996, perhitungan daya serap air dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Ket: M_b : berat dari *paving block* kondisi basah

M_k : berat dari *paving block* kondisi kering

2.3.2 Kuat Tekan

Uji kuat tekan adalah pengujian untuk menentukan kualitas mutu dari *paving block* yang telah dihasilkan (Lase, 2021). Penggunaan kualitas

bahan dan juga perbandingan bahan yang digunakan akan mempengaruhi hasil kuat tekannya. Benda uji akan diberikan beban melalui mesin tekan sampai batas yang dapat diterima, selebihnya *paving block* akan hancur (Lase, 2021). Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton merupakan perbandingan antara beban tekan per luas bidang tekannya. Adapun perhitungannya adalah:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{Bt}{L}$$

Ket: Bt : beban tekan, N

L : luas bidang tekan, mm²

2.4 Inovasi

Pemanfaatan limbah serbuk cangkang telur atau abu tempurung kelapa dalam campuran bata beton telah dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian tersebut dilakukan hanya memanfaatkan salah satu jenis limbah baik menggunakan serbuk cangkang telur ataupun abu tempurung kelapa secara terpisah. Dalam penelitian ini, kami menggabungkan kedua limbah tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Lase, 2021) tentang pemanfaatan serbuk cangkang telur sebagai substitusi semen *paving block*. Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa pada variasi cangkang 0%, 5%,10% memenuhi syarat mutu D sesuai SNI 03-0691-1996 dan karakteristik optimal terdapat pada variasi cangkang 5%.

Tabel 2.4 Hasil Penelitian

Variasi	% Daya Serap Air	Kuat tekan
0%	8,08%	10,56 MPa
5%	8,10%	9,92 MPa
10%	8,63%	9,44 MPa
15%	8,83%	6,85 MPa

20%	9,10%	4,72 MPa
-----	-------	----------

Sumber: (Lase, 2021)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Saputra et al., 2020) penambahan abu tempurung kelapa sebagai substitusi semen *paving block* memenuhi syarat mutu A pada persentase 6% yang memiliki kuat tekan rerata maksimum 37,68 MPa. Serta variasi abu tempurung kelapa 0%, 5%,6%, 7%, 8% memenuhi standar mutu SNI-03-0691-1996.

2.5 Penelitian Terdahulu

Hasil dari pengujian penelitian terdahulu muat pada tabel berikut:

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1.	Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, Alfi Rahmi	Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	2017	Kuantitatif (eksperimen)	Ready mix perbandingan PC:Pasir 1:6 dan FAS 0,40. Kuat tekan optimal pada variasi 5% yaitu 113 kg/cm ² , pada variasi lainnya yaitu: 10% (108 kg/cm ²) 15% (86 kg/cm ²), 20% (81 kg/cm ²). Kelebihan : Penambahan 5% dan 10 % memenuhi syarat mutu D. Kekurangan : Penambahan lebih dari 10% mengurangi mutu dan tidak memenuhi syarat mutu D. Tidak dilakukan uji serap air.
2.	Wahyu Saputra, Prihantono, Gina Bachtiar	Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	2020	Kuantitatif (eksperimen)	Perbandingan semen dan pasir adalah 1:3 dengan FAS 0,30. Hasil kuat tekan umur 28 hari sebagai berikut: 0% (12,66 Mpa), 5% (29,09 Mpa) , 7% (19,27 Mpa), 8% (17,93 Mpa) tergolong mutu kelas II. Sementara

					<p>persentase 6% (37,68 Mpa) tergolong mutu kelas I dan paling optimal.</p> <p>Hasil uji daya serap penambahan 0% yaitu 4,07%, campuran 5% yaitu 4,39%, campuran 6% yaitu 3,06%, campuran 7% yaitu 4,95%, dan campuran 8% yaitu 6,32%.</p> <p>Kelebihan : Penambahan memenuhi syarat mutu I dan II.</p> <p>Kekurangan : Sedikit sulit dipadatkan karena terlalu kental. Peneliti kurang teliti saat pencampuran adukan dan vibrasi kurang maksimal pada campuran 7% dan 8%.</p>
3.	Anita Intan Nura Diana, Nor Zainah Sharly P. Arifin	Pemanfaatan Limbah Abu Batok Kelapa dan Kapur Hidrolis Sebagai Bahan Substitusi Semen pada <i>Paving Block</i>	2022	Kuantitatif (eksperimen)	<p>Perbandingan rasio semen dan pasir 1Pc : 4 Ps. FAS 0,4.</p> <p>Hasil kuat tekan dan daya serap variasi masuk ke mutu C yaitu 0 % (13,051 N/mm²) dan 12,241%, 10% (12,853 N/mm²) dan 10,411%, 15% (13,051 N/mm²) dan 12,595%, 20% (15,039 N/mm²) dan 10,286%.</p> <p>Hasil kuat tekan dan daya serap optimal pada variasi 5% (18,616 N/mm²) dan 10,751% masuk ke mutu B.</p> <p>Kelebihan : Penambahan memenuhi syarat mutu B dan C</p> <p>Kekurangan : Menggunakan alat manual, sehingga kurang merata saat pressing.</p>

4.	Arman A, Mulyati, Syafri Wardi, Angelalia Roza, Didi Sorina Putra	Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	2023	Kuantitatif (eksperimen)	Ukuran paving 20cm x 10cm x 6cm. Perbandingan semen : pasir = 1:3, FAS 0,55. Hasil kuat tekan dan daya serap variasi masuk ke mutu C yaitu 0% (12,83 MPa) dan 7,8% , 2,5% (13 MPa) dan 7,22%, 5% (13,50 MPa) dan 6,3%. Dengan kuat tekan dan penyerapan air optimal pada variasi 7,5% (14,50 MPa) dan 4,89%. Kelebihan : Terjadi peningkatan kuat tekan dan penurunan daya serap.
5.	Lase, Purnama Indah	Pemanfaatan serbuk Cangkang Telur Ayam sebagai bahan tambahan pembuatan <i>Paving Block</i>	2021	Kuantitatif (eksperimen)	Perbandingan semen : pasir yaitu 2:3 dan FAS 0,56. Hasil penyerapan air serta kuat tekan yang dihasilkan adalah: sampel A 0% adalah (8,08% ; 10,56 Mpa), sampel B 5% adalah (8,10% ; 9,92 MPa), sampel C 10% adalah (8,63% ; 9,44 MPa), sampel D 15% adalah (8,83% ; 6,85 MPa), sampel E 20% adalah (9,10% ; 4,72 MPa). Sampel B adalah yang paling optimal Kelebihan : Sampel A,B,C memenuhi mutu D. Kekurangan : Sampel D dan E tidak memenuhi mutu.

6.	Angga Adiaksa Yuda Satria, Agus Sugiarto, Qomariah	Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap <i>Paving Block</i>	2023	Kuantitatif (eksperimen)	Ukuran paving 20cm x 10cm x 6cm. Pebandingan semen : pasir = 1:4, FAS 0,3. Hasil kuat tekan variasi masuk ke mutu C yaitu 0% (15 MPa), 5% (14 MPa). Sedangkan variasi 10% (12 MPa), dan 15% (11 MPa) masuk ke mutu D. Kelebihan : Penambahan variasi memenuhi mutu C dan D. Kekurangan : Tidak dilakukan uji daya serap.
7.	M Syahri Rozaimi	Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Telur Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada <i>Paving Block</i>	2021	Kuantitatif (eksperimen)	Pebandingan semen : pasir = 1:4, FAS 0,35. Hasil kuat tekan dan daya serap adalah sebagai beriku: variasi 0% (207,72 kg/cm ² dan 9.32%), variasi 7% (172,31 kg/cm ² dan 9,89%), variasi 10% (129,82 kg/cm ² dan 10,24%), variasi 15% (121,56 kg/cm ² dan 10,73%). Jika ditinjau dari kuat tekannya, variasi 0% dan 7% masuk ke mutu B. sedangkan variasi 10% dan 15% masuk ke mutu D. Jika ditinjau dari daya serap, variasi 0% dan 7% masuk ke mutu D sementara variasi 10% dan 15% tidak memenuhi syarat mutu

Berdasarkan tabel diatas penggunaan serbuk cangkang telur maupun abu tempurung kelapa sudah dikaji terdahulu oleh beberapa peneliti. Berdasarkan penelitian oleh (Mustaqim et al., 2017), persentase abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dapat digunakan namun hanya sekitar $\pm 8\%$ dan akan menurunkan kuat tekan bila campuran yang digunakan diatas 8%. Menurut

(Adiaksa et al., 2023) persentase penambahan serbuk cangkang telur yang optimal adalah 5% dengan kuat tekan rata-ratanya 14 Mpa masuk ke mutu C. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, membuktikan bahwa abu dari pembakaran tempurung kelapa serta serbuk dari cangkang telur dapat digunakan sebagai substitusi semen pada *paving block*.