

- Permukaan yang tidak licin: Paving block mempunyai permukaan yang kasar maupun bergelombang, sehingga memberi daya cengkeram yang baik. Hal ini membuatnya aman untuk dipergunakan di area yang basah maupun licin, seperti trotoar, taman, maupun area parkir
- Mudah dipasang serta dipindahkan: Paving block mempunyai ukuran serta bentuk yang seragam, sehingga mudah dipasang serta dipindahkan. Mereka juga dapat dengan mudah diganti jika ada yang rusak maupun perlu diperbaiki.
- Perawatan yang mudah: Paving block relatif mudah untuk dirawat. Mereka dapat dibersihkan dengan air serta sabun biasa, serta jika ada kerusakan kecil, mereka dapat diperbaiki dengan mudah tanpa harus mengganti seluruh area.

2.2 Syarat dan Mutu *Paving Block*

Syarat mutu dari paving block menurut Standar Nasional Indonesia-03-0691 Tahun 1996 harus memenuhi kriteria yang dijelaskan dibawah ini :

a. Syarat Fisik

Bentuk paving block harus rata dan bebas dari kerusakan seperti retakan dan sudut yang sulit dihancurkan dengan kekuatan jari.

b. Syarat Ukuran

Ketebalan minimum paving block adalah 60mm dan toleransinya sebesar 8%

c. Syarat Sifat Fisika

Paving Block memiliki syarat sifat fisika sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Mutu Paving Block

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	
A	40	30	3
B	20	17,8	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

Sumber: Standar Nasional Indonesia-03-0691- Tahun1996

Mutu yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu mutu B, dikarenakan pada penelitian sebelumnya oleh Hendra (2024) Paving block dengan bahan campuran serat sabut kelapa, memiliki kandungan serat selulosa yang juga ada pada limbah filter puntung rokok dapat mencapai kuat tekan mutu B.

Berikut merupakan ketentuan paving block menurut mutunya berdasarkan pada *British Standart* (1986) yang diijinkan di dalam standar Internasional.

- a. Concrete paving block memiliki tebal minimal sebesar 6cm
- b. Paving block memiliki nilai toleransi pada dimensi, masing-masing memiliki:
 - i. $\text{Tebal} \leq 3\text{mm}$
 - ii. $\text{Panjang} \leq 2\text{mm}$
 - iii. $\text{Lebar} \leq 2\text{mm}$
- c. Berdasarkan ketebalan paving block yang berfungsi untuk memastikan kesesuaian dimensi fisik, menjamin performa struktural, keamanan, serta umur layan pada paving block. Berikut faktor koreksi pada paving block :

Tabel 2. 2 Faktor Koreksi Ketebalan Paving Block

Ketebalan (mm)	Faktor Koreksi	
	Paving block tanpa tali air	Paving block dengan tali air
60-65	1,00	1,06
80	1,12	1,18
100	1,18	1,24

Sumber: :Lembaga Standar Inggris, 1996

2.2.1 Klasifikasi Paving Block

Berdasarkan pedoman Standar Nasional Indonesia-03-0691 Tahun 1996 paving block di Indonesia dapat digolongkan dalam menurut kualitasnya sebagai berikut :

- a. Dengan mutu/kualitas A, kegunaannya sebagai jalan utama
- b. Dengan mutu/kualitas B, kegunaannya sebagai lantai pada lahan parkir
- c. Dengan mutu/kualitas C, kegunaannya sebagai trotoar
- d. Dengan mutu/kualitas D, Hanya cocok untuk lantai taman dan dekorasi

2.3 Semen

Semen merupakan serbuk yang mempunyai sifat perekat ketika dicampur air serta mampu mengikat bahan mineral menjadi padat. Semen juga merupakan pengikat hidrolik Portland, yang bahan utamanya ialah silika, dicampur dengan senyawa kristal. (Standart Nasional Indonesia 204 : Tahun 2015).

Macam serta variasi semen juga dibedakan menjadi:

- a. Semen Jenis I

Biasanya dapat dipergunakan pada proyek konstruksi yang tidak memerlukan izin khusus untuk hal-hal seperti panas hidrasi serta tekan awal. Umumnya, bahan ini sering dipergunakan untuk pemukiman, gedung tinggi serta daerah kaya sulfat.

- b. Semen Jenis II

Secara umum dapat dipergunakan sebagai bahan konstruksi pada bangunan pantai, lahan basah, dermaga, saluran irigasi serta bendungan yang rentan pada kadar sulfat dengan kandungan asam serta hidrasi panas sedang.

- c. Semen Jenis III

Jenis semen yang ada saat ini mempunyai daya tekan awal yang bekerja cepat serta dipergunakan di gedung-gedung bertingkat yang tidak memerlukan ketahanan terkait sulfat.

- d. Semen Jenis IV

Secara umum untuk mencegah keretakan, yang sering dipergunakan untuk membendung udara lapangan, biasanya diperlukan panas hidrasi yang kuat yang

diminimalkan selama fase pengerasan.

e. Semen Jenis V

Pada umumnya dapat dipergunakan pada proyek konstruksi yang memerlukan tingkat ketahanan yang tinggi pada kandungan sulfur di udara. 8 Tergantung pada jenis semen yang tersedia, persyaratan fisik sertakimia semen juga diperlukan, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 2049; Tahun 2015 ialah sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Syarat Kimia Utama pada Semen

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO ₂ , minimum	-	20,0	-	-	-
2	Al ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO ₃ , maksimum Jika C ₃ A < 8,0 Jika C ₃ A > 8,0	3,0 3,5	3,0	3,5 4,5	2,3	2,3
6	Hilang Pijar, maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7	Bagian tak larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C ₃ S, maksimum	-	-	-	35	-
9	C ₂ S, maksimum	-	-	-	40	-
10	C ₃ A, maksimum	-	8,0	15	7	5
11	CA ₄ F + 2C ₃ A atau C ₄ AF + C ₂ F, maksimum	-	-	-	-	25
CATATAN Persyaratan pembatasan secara kimia berdasarkan perhitungan untuk senyawa potensial tentu harus diartikan bahwa oksida dari senyawa potensial tersebut dalam keadaan murni.						

Sumber: Standar Nasional Indonesia 2049; 2015

Tabel 2. 4 Syarat Kimia Tambahan pada Semen

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	C ₃ A, maksimum	-	-	8	-	-
2	C ₃ A, minimum	-	-	5	-	-
3	(C ₃ S + 2 C ₃ A) , maksimum	-	58	-	-	-
4	Alkali, sebagai (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), maksimum	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
CATATAN Syarat kimia tambahan ini berlaku hanya secara khusus disyaratkan Hanya berlaku bila semen digunakann dalam beton yang agregatnya bersifat reaktif terhadap alkali						

Sumber: Standar Nasional Indonesia 2049; Tahun 2015

Tabel 2. 5 Syarat Fisika pada Semen

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Kehalusan : Uji permeabilitas udara, m ² /kg dengan alat : - Turbidimeter, min - Blaine, min	160 280	160 280	160 280	160 280	160 280
2	Kekekalan : Pemuaian dengan Autoclave, maks %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	Kuat tekan : - Umur 1 hari kg/cm ² , min - Umur 3 hari, kg/cm ² , min - Umur 7 hari, kg/cm ² , min - Umur 28 hari, kg/cm ² , min	- 135 215 300	- 100 175 -	120 240 - -	- - - 170	- 80 150 210
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat : Gilimore Awal, menit, minimum Akhir, menit, maksimum Vicat Awal, menit, minimum Akhir, menit, maksimum	60 600 45 375	60 600 45 375	60 600 45 375	60 600 45 375	60 600 45 375
CATATAN : Syarat kuat tekan ini berlaku jika syarat kalor hidrasi seperti tercantum pada tabel syarat fisika tambahan (Tabel 2.6) atau jika syarat C ₃ S = C ₃ A seperti tercantum pada tabel syarat kimia tambahan disyaratkan (Tabel 2.4)						

Sumber: Standar Nasional Indonesia 2049: Tahun 2015

Tabel 2. 6 Syarat Fisika Tambahan pada Semen

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Pengikatan semu penetrasi Akhit, % minimum	50	50	50	50	50
2	Kalor Hidrasi - Umur 7 hari, kal/gram, maks - Umur 28 hari, kal/gram, maks	- - -	70 - -	- - -	60 70 -	- - -
3	Kuat tekan: Umur 28 hari, kal/gram, min	-	280	-	-	-
4	Pemuaian karena sulfat 14 hari, % maks	-	220	-	-	-
5	Kandungan udara mortar, % volume, maks	12	12	12	12	12

Sumber: Standar Nasional Indonesia 2049: Tahun 2015

2.3.1 Pengujian Terhadap Semen

1. Uji Konsistensi Semen

Uji konsistensi semen merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu bahan pengikat hidrolis, yang bertujuan untuk menentukan jumlah air optimum yang dibutuhkan guna memperoleh pasta semen dengan tingkat keplastisan standar. Konsistensi ini mempengaruhi kemudahan pengerjaan (workability), waktu ikat, serta perkembangan kekuatan semen pada campuran beton maupun mortar. Dalam standar yang berlaku di Indonesia, pengujian ini mengacu pada ketentuan dalam SNI 03-1974-1990 tentang metode pengujian konsistensi normal pasta semen Portland. Uji ini merupakan langkah awal sebelum melakukan uji waktu ikat serta uji kuat tekan. Berdasarkan pengujian, nilai konsistensi normal semen Portland umumnya berada pada rentang 26%–33% air pada berat semen, tergantung pada karakteristik bahan serta tingkat kehalusan semen.

2. Uji Daya Ikat Semen

Uji daya ikat semen bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan semen dalam membentuk ikatan yang kuat dengan material lain, seperti agregat maupun batu bata. Daya ikat ini sangat penting untuk menjamin kekokohan serta kestabilan struktur bangunan. Uji ini memberi gambaran tentang mutu yang dimiliki oleh semen saat diaplikasikan dalam adukan maupun mortar. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat semen mampu melekat serta mengikat bahan lain dalam sebuah konstruksi. Hasil dari pengujian ini menjadi parameter penting untuk menilai kualitas semen sebagai bahan pengikat utama dalam pekerjaan beton serta pasangan bata.

2.4 Pasir

Pasir terdiri dari partikel-partikel kecil yang diambil dari batuan yang terkikis secara alami serta mempunyai senyawa silika amorf / silika gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). pasir pada dasarnya bekerja sebagai material pengisi yang berfungsi memperkuat ikatan antartikel semen. Peran ini dapat di analogikan dengan

material lain yang memiliki sifat pengisi (filler).

Salah satu material yang berpotensi menggantikan sebagian peran pasir adalah limbah filter rokok. Filter rokok tersusun dari serat selulosa asetat yang memiliki karakter berpori dan ringan, serta mampu mengisi ruang dalam suatu campuran. Dengan sifat tersebut, filter rokok dapat memberikan kontribusi serupa dengan pasir, yaitu menambah volume campuran sekaligus memperbaiki distribusi rongga pada produk paving block.

Dengan demikian, substitusi sebagian pasir menggunakan limbah filter rokok merupakan pendekatan inovatif yang tetap relevan dalam dunia konstruksi. Hal ini tidak hanya mempertahankan fungsi mekanis material, tetapi juga membantu mengurangi eksploitasi pasir sebagai sumber daya alam serta menekan pencemaran lingkungan dari limbah puntung rokok.

Menurut peraturan SNI 03-2847-2002 tentang bahan beton, pasir memiliki diameter maksimal 5mm yang merupakan agregat halus. Sedangkan 11 menurut SNI 1737-1989-F, agregat halus ialah partikel yang terbentuk dari hasil penguraian batu alam secara alami dengan diameter 0,14 sampai dengan maksimal 5 mm. Secara umum, mengacu pada SNI 03- 2847 Tahun 2002, pasir maupun biasa yang disebut agregat halus, disyaratkan sebagai berikut :

- a. Butir tajam dan keras
- b. Bebas Lumpur, toleransi maksimum 5%
- c. Partikelnya keras dan tahan lama, tidak mudah hancur

Sedangkan menurut standar Inggris untuk menentukan dan menggolongkan agregat halus kondisinya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 7 Syarat Pasir Menurut Standar British

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,5	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-39	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: Standar Nasional Indonesia 03-2847- Tahun 2002

2.4.1 Pengujian Terhadap Pasir

Dalam proses produksi paving block, agregat halus (pasir) mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan mutu campuran beton, khususnya dalam hal kekuatan tekan, daya ikat antar material, serta ketahanan pada cuaca serta beban struktural. Oleh karena itu, pemilihan serta penggunaan pasir sebagai agregat halus harus mempertimbangkan standar mutu yang telah ditetapkan

Merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6820-2002 mengenai agregat halus untuk campuran beton, pasir yang dipergunakan wajib memenuhi sejumlah persyaratan teknis tertentu guna menjamin kualitas produk akhir. Persyaratan tersebut meliputi menjamin kualitas produk akhir. Persyaratan tersebut meliputi antara lain, distribusi ukuran butir (gradasi), kadar lumpur, serta kemampuan berat jenis pasir. Pemenuhan syarat-syarat ini sangat penting agar paving block yang dihasilkan mempunyai performa teknis yang sesuai dengan ketentuan konstruksi yang berlaku. Berikut pengujian terhadap pasir :

1. Uji Gradasi Pasir

Gradasi pasir merupakan distribusi ukuran butir agregat halus yang sangat mempengaruhi kepadatan campuran beton, daya rekat antar material, serta kuat tekan paving block. Oleh karena itu, pengujian gradasi perlu dilakukan untuk memastikan jika pasir yang dipergunakan memenuhi standar kualitas yang berlaku. Menurut ketentuan dalam SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan beton normal serta SNI 03-6820-2002 tentang agregat halus untuk campuran beton, pasir harus mempunyai gradasi yang berada dalam rentang zona 1 sampai zona 3, dengan zona 2 sebagai rentang gradasi yang paling umum dipergunakan untuk campuran

beton paving block, berikut tabel penjelasan syarat lolos uji pasir.

2. Uji Kadar Lumpur

Kadar lumpur dalam pasir merupakan salah satu parameter penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan paving block, karena kandungan partikel halus seperti lempung, lanau, serta debu dapat mengganggu ikatan antara semen serta agregat, serta menurunkan kekuatan beton secara keseluruhan. Menurut ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4142-1996 tentang tata cara pengujian agregat halus untuk beton, pengujian kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui persentase partikel halus yang melekat pada permukaan butiran pasir. Dalam konteks produksi paving block, pasir yang dipergunakan harus memenuhi syarat kadar lumpur maksimum sebesar 5% dari berat kering agregat halus.

3. Uji Berat Jenis

Berat jenis pasir merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu agregat halus yang dipergunakan pada campuran beton, termasuk dalam pembuatan paving block. Nilai berat jenis mencerminkan kepadatan serta kualitas mineral penyusun pasir, yang secara langsung berdampak pada kekuatan serta daya tahan produk beton. Berdasarkan ketentuan dalam SNI 1969:2008 tentang "Metode Pengujian Berat Jenis serta Penyerapan Air Agregat Halus", pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai berat jenis kering, berat jenis jenuh permukaan kering (SSD), serta berat jenis semu dari agregat halus. Nilai-nilai ini dibutuhkan untuk perhitungan campuran beton yang tepat serta efisien, guna memastikan jika paving block yang dihasilkan mempunyai kualitas sesuai standar. Prosedur pengujian berat jenis sebagai berikut :

- Sampel pasir dikeringkan terlebih dahulu, kemudian direndam dalam air selama 24 jam untuk mencapai kondisi jenuh permukaan kering (SSD).
- Setelah kondisi SSD tercapai, pasir ditimbang dalam kondisi: Kering oven, Jenuh permukaan kering, Terendam air (dalam piknometer atau kerucut volume tertentu).
- Hasil penimbangan digunakan untuk menghitung nilai berat jenis dengan rumus yang telah ditentukan oleh SNI.

Persyaratan umum pengujian berat jenis pasir yaitu :

- Nilai berat jenis pasir untuk beton umumnya berada dalam rentang 2,5 – 2,7.
- Pasir dengan berat jenis terlalu rendah dapat mengindikasikan adanya kotoran organik, porositas tinggi, atau material ringan, yang dapat menurunkan mutu beton dan daya tahan paving block.

2.5 Air

Air merupakan zat senyawa kimia dengan rumus H_2O , yang terdiri dari dua atom hidrogen (H) yang terikat dengan satu atom oksigen (O). Air yang dipergunakan untuk mencampur beton harus bersih, bebas bahan kimia berbahaya, layak dikonsumsi, serta mempunyai pH netral. (Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002).

2.5.1 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) mempunyai peran penting dalam pembuatan beton untuk menentukan perbandingan volume air serta volume semen dalam campuran beton. Berdasarkan SNI 03-2834-2000, Faktor Air Semen memperlihatkan rasio berat air dengan semen dalam campuran beton. Pentingnya memperhatikan Faktor Air Semen (FAS) sangat krusial dalam pembuatan paving block, karena faktor ini berdampak besar pada kekuatan serta kepadatan produk tersebut. Hasil penelitian 14 yang dilakukan oleh (Windah et al., 2015) memperlihatkan jika kuat tekan mencapai maksimum pada FAS 0,4. Adanya kajian ini memperlihatkan kuat tekan beton menurun akibat rasio air semen meningkat sesuai dengan prinsip ilmu beton.

2.6 Pengujian terhadap Paving Block

Pada peraturan SNI-03-0691-1996, dalam pengujian aspek fisik termasuk melakukan tes kekuatan tekan pada paving block serta menguji dayasekap paving merupakan metode yang dipergunakan untuk mengetahui hasil sampel paving block dengan satuan bulat selama proses pengujian.

a. Pengujian Kuat Tekan:

i. Berikan contoh alat pengepres, potong menjadi kotak dan

sesuaikan dengan bentuk yang akan diuji.

- ii. Kekuatan diukur dengan cara mengompres sampel yang dikemas hingga pecah, dan pengukuran kekuatan dilakukan dengan cara menekan dan memuat pada kecepatan yang ditentukan selama 1 hingga 2 menit.
- iii. Perhitungan memakai rumus kuat tekan.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \quad (2.1)$$

Keterangan :

P = Merupakan tekanan yang diterima

L = Luas dari permukaan benda uji yang diberi tekanan

b. Uji daya serap air :

Daya serap air merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas paving block, karena berkaitan langsung dengan porositas serta ketahanan material pada pelapukan akibat perubahan cuaca maupun kelembaban. Menurut sejumlah literatur serta jurnal ilmiah, tingkat penyerapan air yang rendah mencerminkan kepadatan beton yang baik serta sedikitnya rongga udara dalam struktur paving block. Hal ini berdampak positif pada daya tahan serta umur layan material di lapangan. Sementara itu, berdasarkan ketentuan SNI 03-0691-1996 tentang paving block beton, nilai daya serap air maksimum yang diperbolehkan ialah 6% dari berat 15 kering benda uji. Jika nilai tersebut terlampaui, maka paving block dianggap mempunyai porositas tinggi serta rentan pada kerusakan jangka panjang, terutama akibat siklus basah-kering serta beku-cair. Penyerapan air paving block dihitung dengan rumus dibawah ini (SNI 03-0691-1996):

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \% \quad (2.2)$$

Keterangan:

A = berat paving block basah

B = berat paving block kering

2.6.1 Syarat Lulus Paving Block

Apabila sampel paving atau benda uji percobaan telah memenuhi proses pengujian, maka akan dianggap berhasil dalam uji tersebut. Syarat pendukung lulus uji di antara lain menurut SNI-03-0691-1996:

- a. Dapat dinyatakan lulus uji apabila tujuan daripada penelitian yang adasudah memenuhi datanya.
- b. Memiliki kuat tekan sesuai standar yang ada.
- c. Memiliki daya serap air yang baik atau memenuhi standar yang ada.

2.7 Filtrasi

Proses penyaringan meliputi penghilangan partikel-partikel di udara serta kontaminan organik dan anorganik. Penyaringan ini memiliki pertimbangan penting untuk proses pemurnian serta penjernihan pasokan udara untuk keperluan sehari-hari. Media bias yang biasa digunakan untuk menggambarkan kotoran adalah kerikil serta pasir (Agata Iwan Candra, Edy Gardjito dkk, 2019).

2.7.1 Filter Puntung Rokok

Filter rokok umumnya tersusun dari selulosa asetat, yaitu turunan dari serat selulosa yang berasal dari bahan alami seperti kapas atau kayu. Selulosa asetat ini memiliki sifat fisik yang unik, yakni ringan, berpori, serta mampu menyerap cairan. Walaupun berbeda secara kimia dengan agregat mineral seperti pasir, keduanya memiliki peran serupa sebagai pengisi (filler) dalam suatu campuran. Pasir dalam konstruksi berfungsi untuk mengisi rongga pada campuran beton atau mortar sehingga terbentuk struktur yang lebih padat, sedangkan serat dalam filter rokok dapat memberikan kontribusi tambahan dalam meningkatkan ikatan antarpartikel pada adukan.

Dari sudut pandang dunia konstruksi, keberadaan serat pada filter rokok dapat dipandang sebagai material bersifat selulosa yang memiliki kemampuan meningkatkan interaksi antar komponen dalam campuran semen. Kehadiran serat

ini dapat membantu mengurangi retak susut plastis serta memberikan sifat lebih elastis pada produk konstruksi seperti paving block. Dengan demikian, meskipun filter rokok bukan agregat mineral seperti pasir, kesamaan fungsional sebagai pengisi (filler) serta kemampuannya dalam memodifikasi sifat mekanis menjadikan limbah ini relevan untuk diuji sebagai substitusi parsial pasir.

Selain itu, pemanfaatan limbah filter rokok juga membawa nilai tambah dari sisi keberlanjutan. Dunia konstruksi saat ini mendorong penggunaan bahan alternatif yang ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang semakin terbatas. Substitusi sebagian pasir dengan limbah filter rokok dapat dianggap sebagai salah satu pendekatan inovatif, sekaligus berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah puntung rokok yang sulit terurai secara alami.



Gambar 2. 1 Filter Puntung Rokok



Gambar 2. 2 Puntung Rokok

2.7.3 Serat Selulosa

Serat asetat selulosa dibuat dengan melarutkan bahan selulosa, yang merupakan sebuah senyawa selulosa. Serat selulosa mempunyai kesamaan pada senyawa silika amorf / silika gel yang terdapat pada pasir yakni, mempunyai sifat sama-sama dapat dipergunakan dalam bahan penyerap serta filtrasi. Salah satu penggunaan utama serat selulosa asetat pada saat ini ialah sebagai bahan serat di

dalam pelapis rokok tidak mampu menghilangkan semua zat berbahaya dari asap rokok. Menurut Mulyawan serta Sana (2015), serat asetat mempunyai sifat yang serupa, misalnya:

- a. Bersifat Termoplastik yaitu pada paving block, yang umumnya mengacu pada pemakaian limbah filter puntuk rokok sebagai bahan campuran, menghasilkan paving block yang memiliki daya serap air lebih rendah, lebih ringan, dan potensial lebih tahan lama terhadap perubahan suhu ekstrem.
- b. Selulosa bersifat kaku, rapuh, serta higroskopis. Sifat higroskopis pada paving block mengacu pada kemampuannya untuk menyerap air. Selulosa akan menjadi lunak jika mempunyai jumlah air yang cukup. Peran air dalam situasi ini ialah melunakkan.
- c. Memiliki penyerapan air yang baik.

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 8 *Research Gap*

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
1.	Hendra Mahardika, Santi Yatnikasari, Alfia Magfirona, Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana	2024	Pemanfaatan Limbah Tempurung dan Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan Campuran Paving Block	Tujuan : Untuk menganalisa hasil pengujian kuat tekan paving block dengan menambahkan abu limbah tempurung serta serabut kelapa sebagai campuran paving block pada semen dengan komposisi campuran variasi 5%, 10%, 15%, 20% dari berat semen dengan acuan control benda uji 0% dengan waktu perawatan uji 7, 14, dan 28 hari. Metode : Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu pembuatan benda uji paving block.	Perlu dilakukan uji bahan dasar dan campuran lebih lanjut untuk menentukan design jobmix yang sesuai dengan bahan yang akan digunakan dan agar mendapatkan hasil yang optimal

	Hendra Mahardika, Santi Yatnikasari, Alfia Magfirona, Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana	2024	Pemanfaatan Limbah Tempurung dan Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan Campuran Paving Block	Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tekan paving block dan daya serap air pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan tertinggi terdapat pada benda uji dengan variasi campuran 20% di umur 7 hari sebesar 4,638% dan penyerapan paling rendah terdapat pada persentase campuran 15% 28 hari sebesar 1,423%. Penambahan abu limbah tempurung dan serat serabut kelapa menghasilkan uji kuat tekan yang tidak efektif pada variasi 5%, 10% 20% pada umur perawatan 7 hari namun efektif divariasi 15% diumur 28 hari dengan hasil paling tinggi yaitu	
--	---	------	---	---	--

	Hendra Mahardika, Santi Yatnikasari, Alfia Magfirona, Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana	2024	Pemanfaatan Limbah Tempurung dan Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan Campuran Paving Block	29,039 MPa dan hasil terendah terdapat divariasi 5% umur 7 hari yaitu sebesar 6,371 MPa tidak sesuai SNI 03-0961-1996.	
--	---	------	---	---	--

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
2	Agata Iwan Candra, Edy Gardjito, Yosef Cahyo, Ginta Aditiya Prasetyo	2019	Pemanfaat Limbah Puntung Rokok Filter sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori	Tujuan : Tujuan dari jurnal ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan daya absorpsi pada beton berpori yang menggunakan campuran limbah puntung rokok. Metode : Metode yang digunakan dalam jurnal ini yaitu metode penelitian pada kuat tekan beton, nilai absorpsi, berat jenis beton, angka pori pada beton, dan nilai porositas Hasil : Hasil yang didapat dalam jurnal ini adalah bahwa ketika agregat kasar pengisi limbah puntung rokok diganti dengan butiran atau agregat kasar pada	Perlu dilakukan uji bahan dasar dan campuran lebih lanjut untuk menentukan design jobmix yang sesuai dengan bahan yang akan digunakan, serta perlu adanya ketelitian pada saat proses pembuatan benda uji agar volume dan hasil kuat tekan benda uji bisa merata.

	Agata Iwan Candra, Edy Gardjito, Yosef Cahyo, Ginta Aditiya Prasetyo	2019	Pemanfaat Limbah Puntung Rokok Filter sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori	beton, hasilnya menunjukkan rata-rata kuat tekan beton yang berbeda setelah umur 28 hari. Beton dengan campuran agregat kasar limbah puntung rokok hanya tercapai rata-rata sebesar K- 100,44. Dengan K-115.56 merupakan tekanan maksimum yang dicapai. Nilai rata-rata serapan air pada pengujian setelah 15 menit, 1 jam, 4 jam dan 1 hari adalah bernilai 0.116 liter, 0.269 liter, 0.374 liter dan 0,699 liter.	
--	--	------	--	--	--

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
3	Tao Luo	2019	Experimental Study on Uniaxial Compressive Strength of Concrete Incorporated with Cigarette Butts	Tujuan : Tujuan dari jurnal ini untuk mengetahui pengujian kuat tekan beton yang mensubstitusi puntung rokok terhadap agregat kasar. Metode : Penelitian pada kuat tekan beton Hasil : Hasil dari penelitian ini yaitu setelah beton 28 hari memiliki rata-rata yang berbeda, untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah puntung rokok filter tertinggi adalah 29,27 MPa dengan 0,21% kandungan limbah filter puntung rokok.	Saran untuk jurnal ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar mendapatkan variasi dari hasil peneltiain.

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
4	Richardson, Alan	2012	Cigarette filter material and polypropylene fibres in concrete to control drying shrinkage. In: 8th International Conference: Concrete in the Low Carbon Era, 9-11 July 2012, Dundee, Scotland.	Tujuan : Tujuan dari jurnal ini untuk mengetahui pengujian kuat tekan beton yang mengsubstitusi puntung rokok terhadap agregat kasar. Metode: Metode yang digunakan adalah metode eksperimental Hasil: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah puntung rokok fillter pada umur beton 28 hari memiliki rata-rata untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran agregat kasar limbah puntung rokok hanya mencapai 38 MPa dengan kandungan 0,13% limbah filter puntung rokok.	Saran untuk jurnal ini adalah perlu dilakukan penelitianl ebih lanjut agar mendapatkan variasi dari hasil peneltiain.

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
5	Shruti, dkk.	2018	Design of Precast Concrete Blocks for Paving with the use of Cigarette Butts (Cellulose Acetate)	Tujuan : Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan beton yang dicampur dengan limbah filter rokok. Metode : Metode pada penelitian ini menggunakan metode penelitian Hasil : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan mengganti agregat kasar dengan limbah puntung rokok setelah beton 28 hari memiliki rata-rata yang berbeda, untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah puntung rokok fillter tertinggi adalah 29,6 MPa dengan 0,1% kandungan limbah filter puntung	saran untuk jurnal ini adalah mengemukakan bahwa proporsi pasir dan semen dalam setiap campuran harus dihitung ulang untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang baik.

No	Nama Author	Tahun	Judul	Intisari	Saran/ Kekurangan
6	Guntoro, dkk.	2022	Pengaruh Variasi Susunan Arah dan Fraksi Volume Komposit Berpenguat Dari Limbah Filter Rokok Sebagai Material Alternatif Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak	Tujuan : Tujuan dilakukannya penelitian ini agar dapat mengetahui pengaruh dari variasi serat limbah filter rokok terhadap kekuatan tarik dan impak pada matrik polyester. Metode : Metode yang digunakan pada jurnal ini yaitu metode penelitian. Hasil penelitian komposit polyester berpenguat dari serat limbah filter rokok didapatkan kekuatan tarik maksimum dari fraksi volume serat 15% dengan susunan arah silang sebesar 41,4 MPa dan kekuatan impak maksimum terdapat pada fraksi volume	Saran pada jurnal ini yaitu : Pengujian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian perbandingan antara filter rokok bekas dengan filter rokok yang baru agar dapat diketahui perbedaannya, dan Penelitian kedepannya dapat memperdalam lagi susunan serat silang dengan memvariasikan persentase faksi volumenya baik menggunakan uji tarik maupun uji impak serta uji Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui perubahan struktur yang terjadi dari hasil penelitian.

				serat 30% dan susunan arah silang sebesar 0,02724 J/mm² . Berdasarkan hasil tersebut, variasi dari fraksi volume serat serta matriks berpengaruh pada kekuatan tarik dan impak, dimana arah serat silang memiliki ikatan yang baik dengan matriks dibandingkan arah lain. Hasil penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan kekuatan uji tarik dan uji impak dapat diaplikasikan sebagai material pembuatan untuk helm SNI dengan standar sebesar 33,93 MPa dan 0,00972 J/mm² .	
--	--	--	--	--	--

Berdasarkan *Research Gap* pada penelitian terdahulu, penulis membuat gagasan penelitian dengan judul “PENGUNAAN LIMBAH FILTER PUNTUNG ROKOK SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA PAVING BLOCK”. Maka dari itu, menurut Tao Luo,dkk (2019), Hasil dari penelitian ini yaitu setelah beton 28 hari memiliki rata-rata yang berbeda, untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah puntung rokok filter tertinggi adalah 29,27 MPa dengan 0,21% kandungan limbah filter puntung rokok. Maka dari itu Perlu dilakukan uji bahan dasar dan campuran lebih lanjut untuk menentukan design jobmix yang sesuai dengan bahan yang akan digunakan untuk mensubstitusi limbah filter puntung rokok terhadap agregat halus, serta perlu adanya ketelitian pada saat proses pembuatan benda uji agar volume dan hasil kuat tekan benda uji bisa merata.