

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Paving Block*

Bata beton atau *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah yang tidak mengurangi mutu beton tersebut.

Paving block memiliki kegunaan yang sangat luas diantaranya sebagai material penutup dan peneras permukaan tanah dengan penggunaan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan yaitu dimulai dari penggunaan yang sederhana hingga yang membutuhkan spesifikasi khusus. *Paving block* dapat dimanfaatkan untuk memperindah trotoar jalan di kota-kota, mempercantik taman, pekarangan, rumah, sebagai penerasan jalan di lingkungan perumahan atau pemukiman, penerasan tempat parkir, area perkantoran, pabrik dan halaman sekolah, serta dapat diterapkan di kawasan hotel dan restoran.

2.2 Kelebihan dan Kelemahan Pasangan *Paving Block*

Pasangan *Paving block* memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan dibandingkan material lain. Kelebihan *paving block* antara lain memiliki daya serap air yang baik sehingga dapat mengurangi genangan air dan mencegah bahaya banjir, pemasangan yang mudah, tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan, tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejutan, serta dapat diproduksi secara massal.

Adapun kelemahan *paving block* adalah pasangannya mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat dan kurang cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan tinggi. Sehingga *paving block* hanya cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja seperti di lingkungan perumahan dan perkotaan yang padat.

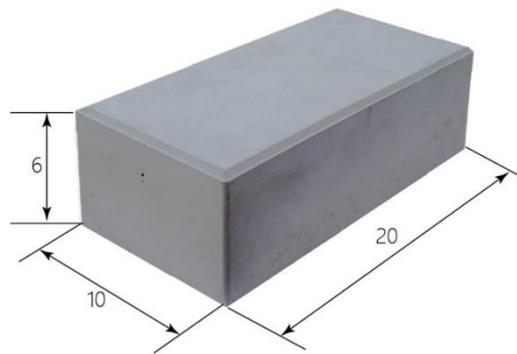
2.3 Klasifikasi *Paving Block*

Klasifikasi *paving block* didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan dan warna.

1. Klasifikasi berdasarkan bentuk

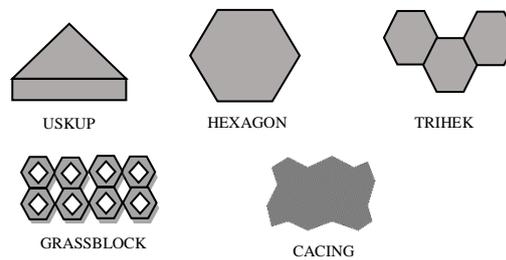
Bentuk *paving block* secara umum terbagi atas dua macam, yaitu:

- a. *Paving block* bentuk segi empat



Gambar 2.1 *Paving block* segi empat

b. *Paving block* segi banyak



Gambar 2.2 *Paving Block* segi banyak

2. Klasifikasi berdasarkan ketebalan
 - a. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm.
 - b. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm.
 - c. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm
3. Klasifikasi berdasarkan mutu
 - a. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
 - b. Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir
 - c. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki
 - d. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya
4. Klasifikasi berdasarkan warna

Pilihan warna yang tersedia di pasaran, yaitu abu-abu, hitam dan merah, pada *paving block* perbedaan warna tidak hanya menambah nilai estetika, tetapi juga berfungsi sebagai penanda batas pada perkerasan seperti tempat parkir, tali air dan lain-lain.

2.4 Syarat Mutu *Paving Block*

Bata beton atau *paving block* harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi 8%. Namun, kuat tekan dari *paving block* tidak ditentukan oleh ketebalannya, melainkan oleh komposisi material penyusunnya. *paving block* harus memenuhi kriteria untuk memastikan mutu yang baik dan mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang berbeda. *Paving block* harus memiliki kualifikasi mutu seperti pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Syarat mutu *Paving block*

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Mutu K <i>paving</i> <i>block</i>		Penyerapan air rata-rata maksimum (%)	Kehilangan berat akibat Na ₂ SO ₄ rata-rata maksimum (%)
	Rata- rata	Min	Rata- rata	Min		
A	40	35	K400	K350	3	1
B	20	17,0	K200	K170	6	1
C	15	12,5	K150	K125	8	1
D	10	8,5	K100	K85	10	1

Sumber : SNI 03-0691-1996

Dalam spesifikasi *paving block*, terdapat beberapa mutu yang harus dipenuhi mengacu pada SNI 03-0691-1996 yaitu :

1. Mutu A mempunyai kuat tekan minimal 35 MPa dan rerata 40 MPa yang setara dengan K400 hingga K350 yang diperuntukan untuk jalan.
2. Mutu B mempunyai kuat tekan minimal 17,0 MPa dan rerata 20 MPa yang setara dengan K200 hingga K170 yang diperuntukan untuk peralatan parkir.
3. Mutu C mempunyai kuat tekan minimal 12,5 MPa dan rerata 15 MPa yang setara dengan K150 hingga K125 yang diperuntukan untuk pejalan kaki.
4. Mutu D mempunyai kuat tekan minimal 8,5 MPa dan rerata 10 MPa yang setara dengan K100 hingga K85 yang diperuntukan untuk taman dan penggunaan lain.

Adanya standar mutu bata beton ini penting untuk memastikan bahwa bata beton yang diproduksi sesuai dengan kebutuhan dan dapat memenuhi persyaratan keamanan dan kualitas dalam penggunaannya.

2.5 Material Penyusun *paving block*

Bata beton atau *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari air, semen dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah.

1. Air

Dalam campuran beton dan juga *paving block*, air digunakan sebagai bahan pembentuk *paving block* untuk hidrasi semen dan membasahi butiran-butiran agregat agar mempermudah proses pencampuran bahan pada *paving block*. Selain itu, air juga digunakan untuk masa perawatan *paving block* setelah pembentukan. *Paving block* yang telah jadi akan direndam dengan air atau disiram dengan air secara berkala, proses ini dikenal dengan istilah *curing*.

Dalam perhitungan campuran *paving block*, perbandingan jumlah air dan semen sangat menentukan kekuatan dan kemudahan dalam pencampuran *paving block*. Perbandingan tersebut dikenal dengan sebutan faktor air semen. Penggunaan air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai. Sedangkan penggunaan air yang terlalu sedikit dapat menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya. Sehingga kedua kondisi penggunaan air tersebut dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* yang akan dihasilkan.

2. Semen Portland

Semen portland adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak yang terdiri atas Kalsium Silikat (CaSiO_3) yang digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa Kalsium Sulfat (CaSO_4) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Semen portland digolongkan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

- 1) Semen Portland Tipe I. Semen portland tipe ini dalam penggunaannya untuk umum tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2) Semen Portland Tipe II. Semen portland tipe ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

- 3) Semen Portland Tipe III. Semen Portland tipe ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4) Semen Portland Tipe IV. Semen Portland tipe ini dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Semen Portland Tipe V. Semen Portland tipe ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Selain itu juga semen portland mempunyai sifat-sifat kimia yang mempengaruhi kualitas *paving block* yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen portland. Perbandingan susunan oksida dan senyawa semen portland akan ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagaimana berikut.

Tabel 2.2 Kandungan Oksida Pada Semen Portland

No	Senyawa	Kandungan (%)
1.	Kapur (CaO)	60 – 67
2.	Silika (SiO ₂)	17 - 25
3.	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4.	Besi (Fe)	0,5 - 6
5.	Magnesia (MgO)	0,5 - 4
6.	Sulfur (SO ₃)	2,0 - 3,5
7.	Soda/potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,3 - 1,2

(Sumber : Neville, 2011)

Unsur oksida tersebut bila direaksikan akan menghasilkan senyawa utama yang terkandung dalam semen portland yaitu C₃S (*tricalcium silicate* – 3CaO.SiO₂), C₂S (*dicalcium silicate* – 2CaO.SiO₂), C₃A (*tricalcium aluminate* – 2CaO.SiO₂) dan C₄AF (*tetracalcium aluminoferrite* – 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃). Komposisi senyawa ini dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagaimana berikut.

Tabel 2.3 Komposisi Senyawa Semen Portland

No.	Senyawa	Kandungan (%)
1.	C ₃ S	45 – 65
2.	C ₂ S	10 – 25

3.	C ₃ A	7 – 12
4.	C ₄ AF	5 – 11

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

3. Abu Kayu Mahoni

Abu kayu adalah limbah yang dihasilkan dari pembakaran kayu. Abu kayu mahoni merujuk pada abu yang dihasilkan dari pembakaran kayu mahoni. Kayu mahoni adalah kayu yang berasal dari pohon mahoni, yang merupakan salah satu jenis pohon kayu keras yang tumbuh di daerah tropis.

Menurut hasil penelitian Gustan dan Hartoyo (1990) tentang analisis kimia 9 jenis kayu di Indonesia termasuk kayu mahoni, terdapat beberapa komponen kimia yang terkandung dalam kayu tersebut, salah satunya adalah silika. Kayu mahoni memiliki kandungan silika sebesar 0,34, yang menjadikannya sebagai salah satu kayu dengan kandungan tinggi silika.

4. Agregat

Agregat memiliki peran penting sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, agregat dapat sangat mempengaruhi sifat-sifat mortar/beton, sehingga pemilihan agregat menjadi sangat penting. Agregat menempati 60-80% dari total volume beton, Tjokodimuljo (1996). Sehingga sangat berpengaruh terhadap kualitas beton apabila menggunakan agregat yang baik. Beton dapat memiliki sifat yang baik seperti mudah dikerjakan, kuat, tahan lama, dan ekonomis. Meskipun dulu agregat dianggap sebagai material pasif, dewasa ini disadari bahwasannya agregat juga memberikan kontribusi positif pada sifat beton seperti stabilitas volume, ketahanan abrasi, dan ketahanan umum (*durability*). Bahkan beberapa sifat fisik beton secara langsung tergantung pada sifat agregat seperti kepadatan dan modulus elastis beton.

2.6 Pengujian Bahan Penyusun *Paving Block*

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik yang terdapat dalam material tersebut agar penggunaannya sesuai dengan peraturan.

1. Pemeriksaan Analisa saringan

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir agregat. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan gradasi pasir menurut standar SNI 03-1968-1990 :

- 1) Sampel pasir seberat sekitar 250-2000 gr disiapkan.
- 2) Pasir dan masing-masing ayakan mesh yang akan digunakan ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram.
- 3) Ayakan mesh disusun berdasarkan ukuran terbesar ke terkecil, lalu pasir dimasukkan pada ayakan dengan ukuran terbesar.
- 4) Mesin pengayak dinyalakan dan di tunggu hingga proses pengayakan selesai.
- 5) Ayakan mesh yang berisi pasir yang telah diayak ditimbang kembali.
- 6) Hasil timbangan dicatat dan dikurangkan dengan berat ayakan yang telah diukur pada awalnya.
- 7) Data pengukuran disajikan.

2. Pengujian Berat Jenis Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh dan berat jenis semu. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir menurut standar SNI 03-1970-1990 :

- 1) Sampel pasir dengan volume sekitar 250-500 gr disiapkan.
- 2) Sampel pasir ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram. Berat sampel pasir dicatat. (W1)
- 3) Sampel pasir dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air hingga pasir benar-benar tenggelam.
- 4) Pasir dikeringkan hingga dalam keadaan SSD.
- 5) Pasir dimasukkan ke dalam kerucut Abraham yang diisi sepertiga bagian kemudian ditekan sebanyak 25 kali sampai penuh, setiap 1/3 bagian ditekan sebanyak 25 kali.
- 6) Pasir kondisi SSD ditimbang.
- 7) Pasir SSD yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam piknometer.
- 8) Air dimasukkan ke dalam piknometer yang berisi pasir hingga penuh.
- 9) Piknometer kemudian dikocok hingga gelembung udara keluar.
- 10) Piknometer yang telah diisi air dan pasir ditimbang (W2).

- 11) Piknometer yang diisi air tanpa pasir ditimbang (W3).
- 12) Berat jenis pasir dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\gamma_{\text{pasir}} = (W1) / (W1 + W3 - W2)$$

- 13) Hasil pengukuran berat jenis pasir tersebut.
3. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Besar kandungan lumpur maksimal adalah < 5% yang merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan kandungan lumpur pasir menurut standar SNI 03-1969-1990:

- 1) Sampel pasir seberat 250-500 gr diambil.
- 2) Pasir dimasukkan ke dalam wadah ukur dan air ditambahkan.
- 3) Air dan pasir diaduk sehingga tidak ada gelembung di dalam pasir.
- 4) Larutan pasir dan air dibiarkan mengendap selama beberapa jam.
- 5) Ukuran tinggi pasir dan tinggi lumpur dicatat.

Apabila tinggi lumpur melebihi 5% tinggi pasir maka pasir tidak memenuhi standar, yaitu kandungan lumpur tidak boleh memiliki nilai melebihi 5%.

4. Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah pasir yang diperlukan dalam perbandingan campuran dengan bahan lain. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan berat isi pasir menurut standar SNI 03-1969-1990:

- 1) Sampel pasir seberat 250-1000 gr diambil.
- 2) Wadah ukur pasir ditimbang.
- 3) Wadah ukur diisi dengan pasir tanpa dipadatkan.
- 4) Wadah yang telah diisi pasir diukur.
- 5) Pengulangan dilakukan minimal sebanyak 2 kali.
- 6) Berat isi pasir dihitung menggunakan rumus: berat pasir/volume benjana.

5. Pemeriksaan Kadar Air Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kadar air yang terkandung dalam pasir. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan kadar air

- 1) Sampel pasir seberat 500-2500 gr diambil.
- 2) Wadah ukur pasir ditimbang.

- 3) Wadah ukur yang telah diisi pasir ditimbang.
- 4) Pasir dan wadah ukur dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam.
- 5) Berat kering pasir ditimbang kembali.
- 6) Selisih antara pasir sebelum di oven dan setelah di oven dihitung.

2.7 Perencanaan Campuran *Paving Block* (*Mix Design*)

Saat ini belum ada standar yang mengatur tentang *mix design paving block* secara spesifik, maka *mix design paving block* dapat dilakukan dengan cara perbandingan semen dengan agregat untuk mencapai mutu yang diinginkan. Cara ini sering digunakan pada praktik perancangan campuran beton termasuk *paving block*.

Dalam perencanaan campuran *paving block* digunakan perbandingan volume campuran semen:pasir sebesar 1:6. Penggunaan perbandingan volume ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Alip Nur Muhamad (2022) yang menunjukkan bahwa campuran dengan perbandingan tersebut menghasilkan nilai kuat tekan *paving block* maksimum sebesar 10 MPa yang masuk ke dalam mutu D pada *paving block* normal. Faktor air semen yang digunakan adalah sebesar 0,35 Tjokrodimuljo (1992), sedangkan faktor pemadatan mesin hidrolis yang digunakan adalah sebesar 1,3. Kebutuhan abu serbuk kayu mahoni diperoleh dari persentase abu serbuk kayu mahoni terhadap berat semen. Komposisi kebutuhan campuran *paving block* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan pasir 1 } \textit{paving block} = \frac{6}{7} \times \text{Berat isi pasir} \times V \textit{ paving block} \times 1,3 \quad (2.1)$$

$$\text{Kebutuhan semen 1 } \textit{paving block} = \frac{\text{kebutuhan pasir}}{6} \quad (2.2)$$

$$\text{Kebutuhan abu serbuk kayu } a\% = b\% \times \text{Total kebutuhan semen} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$V \textit{ paving block}$ = Volume *paving block* (cm³)

1,3 = Faktor pemadatan mesin hidrolis

$a\%$ = Variasi persentase abu serbuk kayu mahoni (%)

$b\%$ = Jumlah persentase abu serbuk kayu mahoni (%)

2.8 Deviasi Standar (S)

Deviasi standar S adalah alat ukur tingkat mutu pelaksanaan pembuatan pembetonan. Nilai S ini digunakan sebagai salah satu data masukan pada

perencanaan campuran adukan beton. Perhitungan nilai deviasi standar tidak dapat dilakukan apabila

- a) Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman hasil pengujian contoh beton pada masa lalu, maka deviasi standar S tidak dapat dihitung.
- b) Jika pelaksana mempunyai data pengalaman hasil pengujian, maka menurut “Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung” (SK SNI 03-2847-2002) nilai standar deviasi ditetapkan dengan cara berikut.

Perhitungan nilai deviasi standar berdasarkan pengalaman lapangan dilakukan jika :

- (a) Fasilitas produksi beton (pembuat beton) mempunyai catatan hasil uji, dengan syarat :
- (b) Jenis bahan dasar beton serupa dengan yang akan dibuat
- (c) Kuat tekan beton yang disyaratkan pada kisaran 7 MPa dari kuat tekan yang akan dibuat
- (d) Jumlah minimum 30 buah berurutan atau 2 kelompok contoh yang masing-masing berurutan dengan jumlah seluruhnya minimum 30 buah. Nilai deviasi standar dihitung dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{n-1}}$$

Dengan : S = Deviasi standar (MPa)

F_c = Kuat tekan masing-masing silinder beton (MPa)

F_{cr} = Kuat tekan rata-rata

N = Banyaknya nilai kuat tekan beton

2.9 Proses Pembuatan *Paving Block*

Proses pembuatan *paving block* dimulai dengan pembuatan pasta yaitu pencampuran antara air dan semen, lalu pasta dicampurkan dengan agregat sampai menjadi satu kesatuan homogen yang dikerjakan menggunakan mesin molen, kemudian campuran *paving block* cair di tuangkan ke dalam cetakan baja, sebelum diratakan, *paving block* harus digetarkan dan ditekan dengan mesin *press* hidrolik. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa campuran *paving block* merata dan padat di dalam cetakan.

Setelah *paving block* selesai dicetak, *paving block* langsung dibuka dari cetakan dan dimasukkan ke dalam ruang perawatan dengan kelembaban kurang

lebih 80%. Dalam proses pembuatan *paving block*, pemilihan bahan baku yang berkualitas, proses pemadatan yang tepat dan perawatan yang baik sangat penting untuk mendapatkan kualitas *paving block* yang kuat dan tahan lama.

Cara pembuatan *paving block* yang biasanya digunakan oleh masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu:

1. Konvensional

Metode ini umum digunakan oleh masyarakat untuk industri rumahan karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dilakukan oleh berbagai kalangan.

2. Mekanis

Metode mekanis dalam lingkungan masyarakat biasa disebut metode *press*. Metode ini masih jarang digunakan karena pembuatan *paving block* dengan metode mekanis membutuhkan beberapa alat dengan harga yang relatif mahal. Metode mekanis ini biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Metode mekanis ada dua yakni :

- 1) Metode *Vibrator*

Proses produksi dengan cara ini biasanya menghasilkan *paving block* dengan mutu K-150 s/d K-225. Adapun penggunaannya sebaiknya untuk pedestrian dan lahan parkir yang tidak terlalu luas dengan beban yang tidak terlalu berat.

- 2) Metode Hidrolik

Proses produksi dengan mesin hidrolik menghasilkan *paving block* dengan mutu K-225 ke atas. Adapun penggunaannya dapat diaplikasikan pada semua tempat, baik untuk pedestrian maupun parkir yang luas dengan beban yang cukup berat. Untuk hasil akhir dan penggunaan jangka panjang dianjurkan menggunakan *paving block press* hidrolik.

2.10 Perawatan *Paving Block*

Perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji mencapai *final setting*, artinya benda uji telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, benda uji akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat.

2.11 Pemotongan *Paving Block*

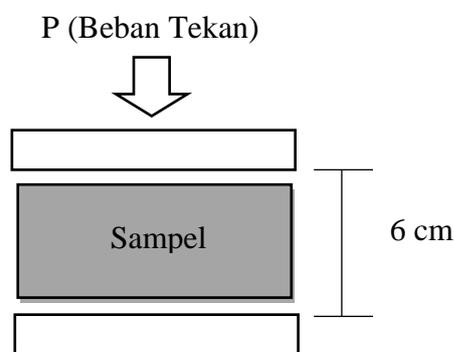
Setelah dilakukan perawatan, benda uji dari ukuran cetakan asli 20 cm x 10 cm x 6 cm dipotong menjadi bentuk kubus sesuai syarat pengujian kuat tekan *paving block* sehingga menjadi ukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm. Pemotongan dilakukan di tempat pembuatan *paving block*.



Gambar 2.3 *Paving block* setelah dipotong

2.12 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan *paving block* adalah kemampuan *paving block* untuk menahan beban tekan terbesar yang dinyatakan dalam satuan N/m² yang kemudian dapat di konversikan kedalam satuan MPa. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 pengujian kuat tekan pada *paving block* didapat dari perhitungan beban per satuan luas.



Gambar 2.4 Sketsa contoh uji kuat tekan

Alat uji yang digunakan adalah *Compressor Testing Machine* (CTM). Pengujian ini dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada benda uji sampai benda uji tersebut mengalami retak atau hancur dengan cara meletakkan benda uji pada bagian tengah penopang alat CTM lalu nyalakan mesin dan *setting* maksimum *compression* dan proses uji selesai. Semakin semakin besar nilai kuat tekan *paving block*, maka semakin tinggi mutu *paving block*. Berdasarkan standar

pengujian bata beton (*paving block*) yaitu SNI-03-0691-1996, Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = P / A$$

Keterangan :

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

2.13 Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

Penyerapan air *paving block* adalah persentase dari berat air yang diserap melalui pori-pori *paving block*. Hasil ini didapatkan dari membandingkan berat *paving block* kering (setelah pengovenan benda uji pada suhu +/- 100°C selama 24 jam) dan basah (setelah perendaman 24 jam).

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, untuk memperoleh nilai penyerapan air *paving block* digunakan rumus sebagaimana berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \left\{ \frac{(A-B)}{B} \times 100\% \right\} \quad (2.4)$$

$$\text{Penyerapan air rata-rata} = \frac{\sum \text{Penyerapan air}}{n} \quad (2.5)$$

$$\text{Kenaikan nilai penyerapan air} = \left\{ \frac{(\text{Penyerapan air } a\% - \text{Penyerapan air } 0\%)}{\text{Penyerapan air } 0\%} \right\} \times 100 \quad (2.6)$$

Keterangan :

A = Berat bata beton basah (gr)

B = Berat bata beton kering (gr)

Σ Penyerapan Air = Jumlah nilai penyerapan air satu variasi (%)

n = Jumlah sampel

Penyerapan air (a%) = Nilai penyerapan air rata-rata pada variasi tertentu (%)

Penyerapan air (0%) = Nilai penyerapan air *paving block* normal (%)

2.14 Pengujian Ketahanan Terhadap Natrium Sulfat *Paving Block*

Pengujian ketahanan terhadap natrium sulfat dilakukan untuk mengetahui ketahanan *paving block* terhadap kerusakan dan keretakan akibat pengaruh lingkungan. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 hasil pengujian ketahanan terhadap natrium sulfat didapat dari pengukuran berat dan tampilan fisik berupa keadaan baik/tidak cacat ataupun retak-retak. Dengan prosedur pengujian berupa:

1. Sampel yang akan diuji dikeringkan dengan suhu (105±2)° C hingga berat tetap, kemudian didinginkan dalam eksikator.

2. Setelah dingin timbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kemudian rendam dalam larutan jenuh garam natrium sulfat selama 16 sampai dengan 18 jam, setelah itu diangkat dan diamkan agar cairan yang berlebihan meniris.
3. Selanjutnya masukkan benda uji kedalam pengering dengan suhu $(105 \pm 2)^\circ \text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian dinginkan sampa suhu kamar.
4. Perendaman dan pengeringan diulangi sampai 5 kali berturut-turut.
5. Pada pengeringan yang terakhir, cuci benda uji sampai tidak ada lagi sisa garam sulfat yang tertinggal.
6. Untuk mempercepat pencucian dapat dilaukan pencucian dengan air panas bersuhu kurang lebih $40 - 50^\circ \text{C}$
7. Setelah pencucian, benda uji dikeringkan dalam sampai berat tetap ($\pm 2 - 4$ jam), kemudian dinginkan dan timbang kembali dengan ketelitian 0,1 gram.
8. Apabila selisih penimbangan sebelum perendaman dan setelah perendaman tidak lebih dari 1% dan benda uji tidak cacat dapat dinyatakan bahwa benda uji dalam keadaan baik namun apabila selisish penimbangan lebih dari 1% maka benda uji dinyatakan cacat, bila 2 dari 3 benda uji cacat maka secara keseluruhan sampel dinyatakan cacat.

Tabel 2.4 Rekapitulasi data tinjauan pustaka untuk penelitian sejenis

Nama Peneliti Dan Tahun Penelitian	Ibnu jauzi dkk (2012)	Muhammad ansori (2018)	Alip nur muhamad (2022)	Andita citra (2023)
Judul Penelitian	Studi deskriptif analitis pemanfaatan abu serbuk kayu mahoni sebagai bahan tambah pembuatan <i>paving block</i> untuk mencari kuat tekan optimum berdasarkan sni 03-0691-1996.	Pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan, porositas dan beban <i>impact paving block</i> .	Pengaruh substitusi sebagian semen menggunakan abu serbuk kayu mahoni hasil pembakaran terhadap mutu <i>paving block</i>	Pengaruh penambahan abu kayu mahoni terhadap karakteristik <i>paving block</i>
Tujuan Penelitian	Mengetahui berapa nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh <i>paving block</i> menggunakan bahan tambah serbuk abu mahoni dengan penambahan 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen pada umur 28 hari.	Mengetahui berapa nilai kuat tekan, porositas dan beban <i>impact</i> optimum yang dihasilkan oleh <i>paving block</i> menggunakan bahan tambah serbuk abu kayu dengan penambahan 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat semen pada umur 90 hari.	Menganalisa kuat tekan, keausan dan penyerapan air yang terjadi pada <i>paving block</i> bila menggunakan abu serbuk kayu mahoni sebagai bahan substitusi sebagian semen 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% pada umur 28 hari.	Menganalisis pengaruh penambahan abu kayu mahoni sebesar 0%, 4%, 8%,12%,16% dan 20% dengan ukuran butir lolos saringan no.200 terhadap nilai kuat tekan, penyerapan air dan ketahanan dari natrium sulfat pada <i>paving block</i> umur 28 hari.
Desain Campuran	Fas 0,35,pc:ps sebesar 1pc:4ps ditambah abu serbuk mahoni 0%, 5%, 10%, 15% dari berat semen	Perbandingan campuran 1pc:5ps ditambah abu serbuk gergaji kayu 0%, 5%, 10%, 15% dari berat semen	Fas 0,35 dan semen:pasir 1pc:6ps ditambah abu serbuk mahoni 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat semen	Fas 0,35 dan semen:pasir 1pc:6ps ditambah abu serbuk gergaji mahoni 0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20% dari berat semen
Metode Penelitian	Pembuatan <i>paving block</i> dengan metode mekanis	Pembuatan <i>paving block</i> dengan metode konvensional & abu kayu ukuran lolos saringan no. 200	Pembuatan <i>paving block</i> dengan metode mekanis & abu kayu ukuran lolos saringan no. 100	Pembuatan <i>paving block</i> dengan metode mekanis & abu kayu ukuran lolos saringan no. 200
Hasil Penelitian	Nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pervariannya adalah 23,83 MPa, 30 MPa, 41,28 MPa dan 24,90 MPa. Nilai kuat tekan <i>paving block</i> optimum terdapat pada variasi penambahan 10% dengan peningkatan sebesar 73,26% dari <i>paving block</i> normal dan termasuk ke dalam mutu A	Nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dengan variasi penambahan abu serbuk kayu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% adalah 14,25 MPa, 13,62 MPa, 15,79 MPa, 12,20 MPa, 11,95 MPa dan 10,41 MPa. Nilai kuat tekan <i>paving block</i> optimum terdapat pada variasi penambahan 10% dengan peningkatan sebesar 10,81% dari <i>paving block</i> normal dan termasuk ke dalam mutu C.	Peningkatkan nilai kuat tekan <i>paving block</i> pada variasi 0%, 5%, 10% dan 15%, 20% dan 25%. Berturut turut adalah 10,797 MPa, 17,699 MPa, 21,744 MPa, 22,454 MPa, 17,948 MPa, 17,963 MPa. Nilai kuat tekan <i>paving block</i> optimum terdapat pada variasi penambahan 15% dengan peningkatan sebesar 107,973% dari <i>paving block</i> normal dan termasuk ke dalam mutu B.	kuat tekan rata-rata <i>paving block</i> dengan variasi penambahan abu kayu mahoni 0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20% berturut-turut adalah 11,73 MPa, 13,50 MPa, 13,86 MPa, 11,28 MPa, 11,25 MPa dan 11,60 MPa dengan nilai penyerapan air sebesar 8,57%, 7,97%, 7,44%, 9,10%, 9,08% dan 8,97% serta nilai kehilangan berat akibat natrium sulfat sebesar 0,97%, 0,94%, 0,61%, 0,94%, 0,80% dan 0,91%. Kuat tekan, penyerapan air serta ketahanan terhadap natrium sulfat optimum terdapat pada penambahan abu kayu mahoni sebesar 8% yaitu memenuhi syarat <i>paving block</i> mutu C.