

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Umum

Paving block Merupakan kombinasi bahan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. (SNI 03-0691-1996)

Penggunaan hal itu di karenakan kian banyak digunakan di karenakan *paving block* mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai. Penggunaan *paving block* ini disesuaikan dengan tingkat kebutuhan dan kemudahan pengaplikasian yang dapat di kerjakan sendiri dengan teknik menyusun dan mengunci sesuai dengan SK SNI T – 04 – 1990 – F. *Paving block* adalah segmen segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci. Misalnya saja untuk halaman rumah tentu berbeda dengan jalan maupun halaman parkir, karena mutu paving yang digunakan berbeda. Untuk jalan atau halaman parkir mutu paving yang digunakan lebih baik dibanding dengan halaman rumah karena muatan yang bekerja tidak sama.

Banyak alasan kenapa orang suka menggunakan paving block, misalnya saja saat siang hari halaman yang menggunakan paving block tetap lebih nyaman (tidak terlalu panas) bila dibandingkan dengan halaman yang menggunakan aspal atau cor beton. Paving block mempunyai beberapa variasi bentuk yang indah. Pemasangan dan perawatannya pun juga sangat mudah. Selain itu paving block juga dapat diproduksi sendiri atau konvensional. Paving block banyak diaplikasikan untuk perkerasan jalan, seperti trotoar, area parkir, jalanan perumahan, area pelabuhan, taman dan lain-lain.

Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keunggulan, yaitu Keberadaan *paving block* bisa menggantikan aspal dan pelat beton, dengan banyak keuntungan yang dimilikinya. *Paving block* mempunyai banyak kegunaan diantaranya sebagai terminal bus, parkir mobil, pejalan kaki, taman kota, dan tempat bermain.

Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- a. Dapat diproduksi secara massal.
- b. Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
- c. Pada kondisi pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa-masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
- d. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
- e. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- f. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan Penggunaan pelat beton.
- g. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
- h. Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat.
- i. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah.
- j. Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
- k. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah
- l. Mempunyai durabilitas yang baik.

2.2 Penelitian Terdahulu

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Andi Faqih Abdullah Awal pada tahun 2023 yang meneliti tentang "Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sengon (SKS) Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap pada *Paving Block*" menyimpulkan bahwa,

Metode penelitian yang diterapkan adalah studi eksperimental dengan benda kubus 15x15x15 cm³ untuk pengujian permeabilitas, dengan variasi persentase reduksi semen sebesar 0%, 2,5% dan 5%. Masing-masing variasi dibagi berdasarkan kelompok gradasi agregat kombinasi lolos saringan 19 mm dan 9,5 mm, ukuran 9,5 mm dan 19 mm. Hasil uji permeabilitas menunjukkan bahwa nilai optimum terdapat pada variasi pereduksi 2,5% kelompok C (menggunakan gradasi agregat lolos saringan 19 mm) dengan persentase rongga rata-rata sebesar 51,420% kecepatan lolos air rata-rata sebesar 4,98 cm/detik dan persentase lolos air rata-rata sebesar 98,461%. Nilai reduksi limbah serbuk kayu terhadap semen optimum adalah 2,5% dengan nilai selisih harga terhadap harga beton berpori tanpa reduksi adalah Rp 9.717,59,-/m³.

2. Pada penelitian yang dilakukan oleh Satria Bayu Utama, 2023 yang meneliti tentang “Pengaruh Abu Batu Terhadap Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block*” menyimpulkan bahwa,

Metode yang digunakan alat cetak press manual sistem genjot yang telah dimodifikasi dan menggunakan bahan tambah abu batu sebesar 0%, 5%, 15%, 25% untuk mengganti sebagian pasir Pada pengujian kadar air, peneliti menggunakan kadar jumlah air 300 ml dengan komposisi 1 pc : 6 ps untuk pembuatan paving block, karena hasil kadar air 300 ml saat digenggam dibentuk bola dan dijatuhkan dari ketinggian kurang lebih 1 meter hanya retak dan pecah sedikit. Setelah itu dibuat paving block dengan komposisi penambahan abu batu. Pada pengujian kuat tekan paving block normal dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 6,44 Mpa dan untuk paving block dengan penambahan abu batu 5%, 15%, 25% dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan yaitu 5,37 MPa, 5,18 MPa, 5,12 MPa. Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan dari paving block normal, hal ini disebabkan karena abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga ketika pembuatan paving block dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan. Sehingga nilai kuat tekan paving block normal lebih besar dari paving block dengan penambahan abu batu.

Pada pengujian daya serap air paving block normal dihasilkan nilai rata-rata daya serap air sebesar 8,49% dan untuk paving block dengan

penambahan abu batu 5%, 15%, 25% dihasilkan nilai rata-rata daya serap air yaitu 9,55%, 9,56%, 9,80%. Pada penambahan abu batu 5%, 15%, dan 25% mengalami kenaikan daya serap air dari paving block normal, hal ini disebabkan abu batu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus, sehingga dalam pembuatan paving block dengan penambahan abu batu menyebabkan lebih banyak rongga udara dan kurang padat karena kadar air yang sudah diserap oleh bahan pembuatan paving block saat pencampuran yang 51 menyebabkan paving block ketika dilakukan penambahan abu batu menyerap lebih banyak air dari pada paving block normal. Sehingga nilai rata-rata daya serap air paving block normal lebih kecil dari paving block penambahan abu batu dan tergolong mutu D yang kegunaannya sebagai taman dan pengguna lain.

3. Pada penelitian yang dilakukan Achmad Elzco Hardiputro, Kusno Adi Sambowo, Ririt Aprilian Soekarno pada tahun 2021 yang meneliti tentang "Pemanfaatan Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Dengan Variasi Suhu Pembakaran Terhadap Kuat tekan Beton" menyimpulkan bahwa,

Penambahan serbuk bonggol jagung dapat memberikan kontribusi positif terhadap beton dengan memberi daya lekat pada campuran beton sehingga dapat meningkatkan kuat tekan. Pengujian Kuat tekan dibuat dengan menggunakan metode standar SNI T-15-2000-03. Semua sampel dibuat dengan menggunakan cetakan kubus berdimensi 15 cm x 30 cm. Pengujian ini menggunakan 36 sampel yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi kadar serbuk bonggol jagung mulai dari 5%;10%;15%. Berdasarkan analisis pengujian Kuat tekan pada umur 28 hari didapatkan hasil 19,67 Mpa; 19,74 Mpa; 21,81 Mpa; 18,98 Mpa. Dengan peningkatan Kuat tekan maksimum yaitu 23,714 Mpa pada kadar optimum 10% dimana kadar bahan tambah sebesar 10% tersebut memiliki nilai Kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan kadar penambahan serbuk bonggol jagung yang lain.

2.3 Jenis Paving Block

Ukuran dan bentuk pada paving block sangat lah bervariasi, hal ini sangatlah memudahkan konsumen dalam menentukan kebutuhan penggunaan *paving block*, baik ketebalan, bentuk, kekuatan serta penerapannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen serta dengan bentuk dan ketebalan yang berbeda beda sesuai

dengan bentuk dan ketebalan yang dibutuhkan. Mulai dari 6,8 serta 10 cm sesuai dengan kebutuhan ketebalan dan kebutuhan kuat tekannya. Dengan panjang mulai 20 – 25 cm serta tebal 10 -12 cm. Dengan bentuk yang bermacam macam dan bervariasi.

1. *Paving block Tru Pave / conblock Persegi Panjang (bata)*

Ukuran dimensi : 10,5 cm x 21 cm
Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 10 cm
Isi : 44 pcs / m²
Warna : abu-abu, Merah / hitam.



Gambar 2. 1 *Paving block* Tipe Bata

2. *Paving block Unipave / conblock tipe cacing (Zig-zag)*

Ukuran dimensi : 11,5 cm x 22,5 cm
Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 10 cm
Isi : 39 pcs / m²
Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 2 *Paving block* Tipe Cacing

3. *Paving block Thrihex* / conblock tipe tiga berlian

Ukuran dimensi : 19,7 cm x 9,6 cm

Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 10 cm

Isi : 39 pcs / m²

Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 3 *Paving block* Tipe Segitiga

4. *Paving block Hexagon* / conblock tipe segi enam

Ukuran dimensi : 20 cm x 20 cm

Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 10 cm

Isi : 27 pcs / m²

Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 4 *Paving block* Tipe Segi enam

5. *Paving block* / conblock tipe Grassblock L8

Ukuran dimensi : 30 cm x 45 cm

Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 7,5 cm

Isi : 39 pcs / m²

Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 5 *Paving block* Tipe Grassblock L8

6. *Paving block / conblock tipe Grassblock L5*

Ukuran dimensi : 40 cm x 40 cm
 Ketebalan : 6 cm, 8 cm
 Isi : 25 pcs / m²
 Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 6 *Paving block* Tipe Grassblock L5

7. *Paving block / conblock tipe topi uskup*

Ukuran dimensi : 30 cm x 6 cm x 21 cm
 Ketebalan : 6 cm, 8 cm, 10 cm
 Isi : 25 pcs / m²
 Warna : abu-abu, merah / hitam



Gambar 2. 7 *Paving block* Tipe Uskup

Spesifikasi di atas merupakan ukuran standar, tergantung pengguna akan menggunakan jenis dan warna sesuai dengan keinginan.

2.4 Syarat Mutu Beton *Paving block*

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu bata beton (*Paving block*) Sebagai berikut:

a. Sifat tampak

Paving block harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retakretak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirempihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Bentuk dan ukuran

Paving block harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.

c. Ketahanan terhadap natrium sulfat

Paving block untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

Persyaratan ketebalan *paving block* pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Ukuran 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya: sepeda motor dan pejalan kaki.
2. Ukuran 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, pick up, truk dan bus.
3. Ukuran 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya: tronton dan loader.

Berdasarkan SK SNI T – 04 – 1990 – F, klasifikasi *paving block* didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, dan warna. Klasifikasi tersebut antara lain:

1. Klasifikasi berdasarkan bentuk

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

a. *Paving block* bentuk segi empat

b. *Paving block* bentuk segi banyak

Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang umum dipergunakan ialah susun bata (*strecher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*herring bone*). Untuk perkerasan jalan diutamakan pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangannya, *paving block* harus berpinggul dan pada tepi susunan *paving block* biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup.

2. Klasifikasi berdasarkan ketebalan

Ketebalan *paving block* ada tiga macam, yaitu

- a. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm
- b. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm
- c. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm

Pemilihan *Paving block* dengan ketebalan 100 mm Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaannya dan Kuat tekan maupun kuat tekan *paving block* tersebut juga harus diperhatikan

3. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Pembagian kelas *paving block* berdasarkan mutu beton dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisika *Paving block*

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan (Mm/Menit)		Penyerapan Air RataRata Maksimal (%)
	Rata-Rata	Minimal	Rata-Rata	Minimal	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

Paving block mutu A diatas diisyaratkan kuat tekan minimal 35 Mpa dan rerata 40 Mpa, hal ini setara dengan K430 hingga K490. Paving block mutu B diatas diisyaratkan kuat tekan minimal 17,0 Mpa dan rerata 20 Mpa, hal ini setara dengan K208 hingga K245. Paving block mutu C diatas diisyaratkan kuat tekan minimal 12,5 Mpa dan rerata 15 Mpa, hal ini setara dengan K153 hingga K184. Paving block mutu D diatas diisyaratkan kuat tekan minimal 8,5 Mpa dan rerata 10 Mpa, hal ini setara dengan K104 hingga K122.

Keterangan :

1. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
2. Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir
3. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan
4. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Paving block yang diproduksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu beton kelas D atau C yaitu untuk pemakaian non struktural seperti untuk taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban diatasnya. Mutu *paving block* yang pengerjaannya dengan menggunakan mesin pres dapat dikategorikan ke dalam mutu beton kelas C sampai A dengan Kuat tekan diatas.

4. Klasifikasi berdasarkan warna nya

Warna yang tersedia dipasaran antara lain abu-abu, hitam dan merah. *Paving block* yang berwarna kecuali untuk menambahkan keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas pada perkerasan seperti tempat parkir, tali air dan lain-lain.

2.5 Kelebihan dan Kekurangan *Paving Block*

2.5.1 Kelebihan *Paving Block*

1. Memiliki daya serap air melalui sedikit celah yang dari susunannya untuk menjaga keseimbangan air tanah.
2. Beratnya lebih ringan dibandingkan dengan pengerasan jalan lainnya.

3. Pemeliharaannya lebih mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
4. Memiliki tekstur, warna dan dapat dipasang dengan motif menarik.
5. Dapat diproduksi baik secara mekanis, semi-mekanis, maupun dicetak tangan.
6. Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
7. Memperindah lapisan permukaan.
8. Konsep pembangunan berwawasan lingkungan,
9. Tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca (tahan terhadap cuaca apapun).
10. Daya serap terhadap air hujan cukup baik, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman.
11. Pemasangan *paving block* sangat mudah, tidak mempergunakan spesi pasangan, pengikat antara masing-masing *paving block*, cukup menggunakan pasir sebagai bahan pengisi.

2.5.2 Kekurangan *Paving Block*

1. Permukaan pemasangan *paving block* yang mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
2. *Paving block* juga kurang cocok untuk dipasang dilahan yang dilalui kendaraan yang berkecepatan tinggi, sehingga *paving block* hanya cocok untuk dipasang dilahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya lingkungan pemukiman dan perkotaan yang padat.

2.6 Bahan Dasar Penyusun *Paving block*

Kualitas dan mutu *paving block* ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses pencetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik pula. Bahan-bahan pokok *paving block* adalah semen, pasir dan air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga *paving block* yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, gips, tras, serbuk layang, serbuk sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* dalam

penelitian ini adalah semen, agregat halus (abu batu) sebagai bahan dasar pengganti pasir, air dan tambahan limbah berupa serbuk kayu .

2.6.1 Semen Portland

Semen pertama kali di temukan oleh bangsa romawi, lalu di lakukan pengujian dan pengembangan oleh J. Parker, dan pada awal abad ke – 19. Bahan tersebut digunakan di Inggris dan kemudian Perancis. Kontruksi pertama yang di kerjakan berupa pembangunan jembatan beton tak bertulang di Prancis. Asal Mula nama semen portland (portland cement) di usulkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 dikarenakan semen bubuk pertama kali di olah di pulau Portland Amerika Serikat. Semen secara umum adalah hasil industry dari paduan bahan baku : batu kapur / gamping sebagai bahan utama dan tanah lempung. Bahan bahan penyusun semen terdiri dari bahan – bahan yang terutama mengandung kapur, seperti, kapur, silica, alumina, oksida sulfur, dan potash besi, magnesia dapat dilihat pada Tabel 2.2. Massa jenis semen di Indonesia Berkisar antara 3-3,15 gr/ m³. Umumnya semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Semen yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81. Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen berfungsi membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain semen juga mampu mengisi ronggarongga antara agregat tersebut. Adapun sifat-sifat semen adalah sebagai berikut :

1. Sifat Kimia

Semen Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat dan sifat kimia serta komposisi semen sesuai Teknologi Beton, (Anggodo, 2014)

2. Sifat Fisik

Semen Sifat fisik Semen portland yaitu :

1. Kehalusan butir Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80% dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron. Makin halus butiran semen, makin cepat pula persenyawaannya. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Makin besar luas permukaan butir ini maka makin banyak pula air yang di butuhkan.
2. Berat Jenis Berat jenis dari bubuk semen pada umumnya berkisar antara 3,10 sampai 3,30 gr. biasanya rata-rata berat jenis ditentukan 3,15 gr. berat jenis semen penting untuk diketahui, karena semen portland yang tidak sempurna pembakarannya dan atau dicampur dengan bubuk batuan lainnya, berat jenisnya akan terlihat lebih rendah daripada angka tersebut.

Tabel 2.2 Senyawa Kandungan Semen

Senyawa Dalam Semen	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 - 65
Silika (SiO ₂)	17 - 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 - 8
Oxid Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 - 6
Magnesium (MgO)	0,5 - 4
Sulfur (SO ₃)	0,5 - 1
Soda/Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 - 1

Sumber : (Arfan, 2020)

Menurut SNI 15-2049-2004 jenis dan penggunaan semen portland di Indonesia dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya sebagai berikut :

1. Tipe I yaitu semen portland untuk pemakaian umum tanpa persyaratan khusus.

2. Tipe II yaitu semen portland yang bila digunakan membutuhkan ketahanan terhadap sulfat atau hidrasi sedang.
3. Tipe III yaitu semen portland yang membutuhkan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah pengikatan.
4. Tipe IV yaitu semen portland yang membutuhkan panas hidrasi rendah saat digunakan.
5. Tipe V yaitu semen portland yang bila digunakan membutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.6.2 Agregat

Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu Agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan pecahan dapat di bedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butir gradasinya serta tekstur permukaannya. (Mulyono, 2022).

2.6.2.1 Abu Batu

Abu batu (Agregat buatan/pecahan) merupakan hasil sisa- sisa olahan pabrik pemecah batu (*stone crusher*) dengan ukuran partiker diameter 0,075 mm hingga 4,75 mm. Ketika dikombinasikan dengan semen, komponen silika amorf yang sangat kecil dalam abu batu dapat mengeras (Raswitaningrum *et al.*, 2019). Di Indonesia, banyak pabrik pemecah batu yang beroperasi. Oleh karena itu, peneliti hanya menggunakan limbah abu batu hasil dari pabrik pemecah batu (*stone crusher*) yang bentuknya halus dan bebas dari material lain. Dalam pembuatan paving block, abu batu dan split dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pasir (Mulyati, 2023). abu batu tergolong limbah biasa yang tidak beracun dan memiliki ukuran butiran yang bervariasi, mengingat jumlah yang sangat banyak maka dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk pengganti pasir sebagai bahan pengisi dalam campuran *paving block*. Dalam pembuatannya abu batu berasal dari CV. Berkah Koral Triji Lokasi di Kendaldoyong Togogan Srengat.

2.6.2.1.1 Sifat-sifat Abu Batu

Sifat-sifat yang dimiliki dari abu batu yaitu diantara lain :

- Memiliki tekstur kasar.

- Ukuran partikel berkisar 0,075 mm hingga 4,75 mm.
- Sifatnya yang lebih stabil daripada tanah kosong.
- Awet dan keras

2.6.2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Abu Batu

a. Kelebihan abu batu adalah sebagai berikut :

- Penggunaan abu batu dapat mengurangi penggunaan pasir yang harganya menjadi lebih mahal.
- Penggunaan abu batu dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton.
- Abu batu dapat meningkatkan keawetan jalan dan mengurangi perawatan karena lebih stabil dari pada tanah kosong.

b. Kekurangan abu batu adalah sebagai berikut :

- Abu batu memiliki permukaan yang kasar dan tidak sesuai untuk beberapa aplikasi seperti pelapis jalan halus.
- Penggunaan abu batu dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan pengerasan permukaan yang tidak merata.

Batasan gradasi untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus

Ukuran Saringan ASTM (mm)	Persentase Berat Yang Lolos Pada Tiap Saringan (%)
9,5	100
4,76	95 - 100
2,36	80 - 100
1,19	50 - 85
0,595	25 - 60
0,3	10 - 30
0,15	2 - 10

Sumber : ASTM C-33

2.6.3 Air

Fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Persyaratan air sesuai Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 adalah sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur (atau benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.

Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Sedangkan syarat mutu air menurut british standard (Bs.3148-80) yaitu:

1. Kandungan garam organik pada air yang di gunakan tidak boleh lebih besar dari 2000 mg per liter, hal itu di karenakan garam organik tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton.
2. Air pada beton yang mengandung 1250 ppm natrium sulfat, Na_2SO_4 dan H_2O dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.
3. Air asam, semakin tinggi kadar ph pada air maka semakin sulit kita mengelola pengerjaan beton. Kandungan basa atau natrium hidroksida pada air lebih tinggi dari 0.5% akan mempengaruhi kekuatan beton.
4. Kandungan gula pada air sebanyak 0,25% dari berat semen atau lebih kurangnya kekuatan beton pada umur 28 hari.
5. Kandungan minyak pada air 2% dari berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%.
6. Rumpun laut yang tercampur pada air dapat mengurangi kekuatan beton secara signifikan.
7. Kandungan zat organik baik lempung maupun lanau dapat mempengaruhi ikatan semen dan kekuatan beton.
8. Air yang tercemar limbah industri diatas 20 ppm tidak baik untuk di gunakan. Air yang dapat diminum biasanya dapat dipakai pula untuk bahan campuran beton atau *paving block* ini.

2.7 Penggunaan Bahan Daur Ulang Pada *Paving Block*

Bahan tambah dalam pembuatan *paving block* adalah serbuk kayu.

2.7.1 Kayu Sengon

Kayu Sengon merupakan salah satu kayu khas dari daerah tropis. Pohon peneduh dan penghasil kayu tersebar secara alami di India, Asia Tenggara, Cina Selatan dan Indonesia, Khususnya Jawa, Bali dan Nusa Tenggara dan dibawa masuk serta dibudayakan di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. Tanaman Ini biasanya dibawa masuk serta dibudidayakan secara individu maupun kelompok karena merupakan salah satu jenis kayu tropis yang memiliki nilai komersial yang sangat baik dalam pasar komoditas.

Budidaya tanaman Sengon dianggap sebagai investasi yang menjanjikan sebab tanaman ini memiliki masa panen yang cepat (*fast growing species*) karena sudah bisa dipanen pada usia pohon 4-6 tahun, bukan tanaman lindung, budidaya lebih mudah, mudah dirawat, dapat ditanam di berbagai kondisi tanah, kayunya cenderung lebih lurus dan kontur warna yang putih, produktifitas tinggi, selain itu banyaknya permintaan pasokan kayu dari industri triplek atau kayu lapis.

Sengon dapat dikelompokkan kedalam famili Leguminosae dengan sub-family Mimosoidae dan memiliki beberapa nama lokal. Di Indonesia, sengon dikenal dengan berbagai nama, Di daerah Jawa sengon dikenal dengan nama jeungjing (Sunda) dan sengon laut (Jawa), di daerah Maluku dikenal dengan nama Sika, di daerah Sulawesi dikenal dengan nama Tedehu Pute, dan di Papua dikenal dengan Bae/Wahagon. Sengon juga memiliki beberapa nama di negara lain yaitu Kayu Machis (Serawak-Malaysia), dan Puah (Brunei Darussalam).

Pada kondisi optimal, tinggi pohon Sengon dapat mencapai 30-40 meter dan memiliki diameter batang sekitar 70-80 cm . Bentuk batang Sengon relatif bulat dan tidak berbanir, kulit luarnya berwarna putih, tidak beralur, dan tidak mengelupas. Sengon memiliki tajuk menyerupai payung dengan daun yang lebat. Bentuk daun menyirip ganda dan tersusun majemuk, warna daun Sengon kehijau-hijauan (Mulyana, *et al.*, 2010 : 27).



Gambar 2.8 Batang dan Pohon Kayu Sengon

Kayu Sengon memiliki berat jenis rata-rata 0,33 dengan kelas kuat IV-V dan termasuk kelas awet IV/V . Daya tahannya terhadap rayap kayu kering termasuk kelas III, sedangkan terhadap jamur pelapuk termasuk kelas II-IV. Berdasarkan kuburan jenis kayu ini termasuk kelas awet IV-V. Modulus elastisitas kayu Sengon sebesar 44500 kg/cm², keteguhan tekan sejajar arah serat kayu Sengon sebesar 215-283 kg/cm², keteguhan tarik tegak lurus arah serat radial sebesar 14,7 – 25,5 kg/cm² dan keteguhan tarik tegak lurus arah serat tangensial sebesar 17,9 – 27,5 kg/cm² (Martawijaya, *et al.*, 2005 : 63).

Ciri-ciri umum kayu Sengon dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.9 Ciri umum kayu Sengon

(Sumber : Martawijaya, *et al.*, 2005 : 61)

2.8 Metode Pencampuran Bahan

2.8.1 Mix Design

Pada penelitian terdahulu memiliki perbandingan semen dan agregat yang berbeda-beda dengan Kuat tekan yang juga berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.4 Mix Design Pembuatan Paving block Dari Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Perbandingan semen dan agregat	Kuat tekan (Mpa)
1	Nur Khotimah, dkk (2024)	1:4	22,04
2	Roza Mildawati (2023)	1:4	15,20
3	Adriel, dkk (2020)	1:4	22
4	Yudi, dkk (2022)	1:4	16,9
5	Angga, dkk (2023)	1:4	15

Sumber : Data pribadi (2024)

pada penelitian ini akan menggunakan jumlah perbandingan semen dengan agregat halus sebesar 1:4. Agregat halus yang digunakan adalah abu batu sebagai pengganti pasir. Bahan limbah serbuk kayu digunakan sebagai bahan tambahan untuk campuran pada semen dan abu batu. Penambahan campuran limbah serbuk kayu pada pembuatan *paving block* tersebut yakni sebesar 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat semen yang digunakan.

Pencampuran sampel dilakukan dengan cara mengaduk abu batu, limbah serbuk kayu dan semen yang dicampur dalam wadah dengan memberi penambahan air. Dengan variasi presentase campuran untuk sampel pertama menggunakan bahan tambahan abu batu, serbuk kayu untuk sebesar 0% (*paving block* normal). Untuk sampel ke dua campuran serbuk kayu sebesar 3% dari berat semen yang digunakan, sampel ke tiga campuran serbuk kayu sebesar 6% dari berat semen dan sampel ke empat campuran serbuk kayu sebesar 9%.

Sampel yang sudah tercampur dengan abu batu, semen dan air, bahan campuran pertama, bahan campuran kedua, bahan campuran ketiga dan bahan campuran ke empat siap untuk dicetak dialat pemadat modifikasi dan masing-masing 10 sampel untuk setiap variasi campuran. Semua sampel dilakukan

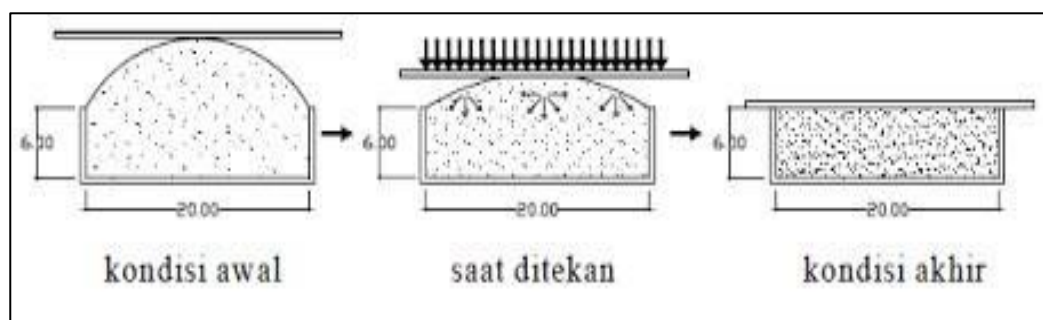
pemeraman selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Dengan total 56 sampel dilakukan penyiraman dengan menggunakan air 2 hari sekali. Dan pemberhentian penyiram H-3 dari proses pengujian agar benda uji benar- benar dalam keadaan kering.

2.9 Metode Pembuatan *Paving block*

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

2.9.1 Metode Konvensional

Metode ini adalah metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat kita dan lebih dikenal dengan metode gablokan. Pembuatan *paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gablokan dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan. Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dikerjakan oleh siapa saja. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan maka akan semakin padat dan kuat *paving block* yang dihasilkan. Dilihat dari cara pembuatannya, akan mengakibatkan pekerja cepat kelelahan karena proses pemadatan dilakukan dengan menghantam alat pemadat pada adukan yang berada dalam cetakan. Pada prinsipnya, proses pembuatan *paving block* secara manual dilakukan dengan memasukkan adukan ke dalam cetakan. Kemudian adukan tersebut dipadatkan menggunakan alat pemukul yang berbentuk seperti tameng atau dengan alat press konvensional (penekanan $\pm 20 \text{ kg/cm}^2$). Proses selanjutnya adalah mengeluarkan *paving block* mentah lalu menjemurnya sampai benar-benar kering. Prinsip kerja dari metode konvensional dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Metode Konvensional

2.9.2 Metode Mekanis

Metode mekanis didalam masyarakat biasanya disebut dengan metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan *paving block* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relatif mahal. Metode mekanis biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pada umumnya *paving block* yang diproduksi dengan peralatan mekanis memiliki mutu yang lebih tinggi daripada dengan cara lainnya. Pada pembuatan *paving block* dengan teknik konvensional, seluruh pekerjaannya masih dilakukan secara manual dengan tangan. Berbeda halnya dengan teknik semi-mekanis dan teknik mekanis yang memungkinkan pencetakan *paving block* dikerjakan memakai bantuan mesin mixer serta mesin press (compression apparatus). Sedangkan pada pembuatan paving block dengan cara mekanis bahan-bahan dicampur dalam perbandingan tertentu sesuai dengan peruntukan dan mutu yang direncanakan, kemudian dicetak dan dipadatkan dengan mesin getar, lalu disimpan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung.

Prinsip kerja dari metode mekanis pada mesin press dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Metode Mekanis

Dari kedua metode diatas, terdapat kelebihan dan kekurangan dari tiap metode yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut :

Tabel 2.5 Keuntungan dan Kerugian Metode Konvensional dan Mekanis

Metode	Keuntungan	Kerugian
Konvensional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat dilakukan oleh pemodal kecil 2. Alat cetak relatif murah 3. Dapat dilakukan dimana dan oleh siapa saja (<i>home industry</i>) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan umumnya rendah dan tidak stabil 2. Dalam sekali cetak hanya satu buah paving 3. Tidak dapat diproduksi
Mekanis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan yang dihasilkan relatif stabil sesuai mix design 2. Dalam sekali cetak, lebih dari satu paving tergantung jumlah alat cetak 3. Dapat diproduksi secara massal 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hanya bisa dilakukan oleh pemodal besar 2. Alat cetak relatif mahal 3. Tidak dapat dilakukan disembarang tempat (<i>home industry</i>)

Sumber : Data Pribadi (2024)

2.10 Pengujian Agregat

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock dkk., 1991).

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu batu sebagai pengganti pasir dan tambahan dalam pencampuran abu batu pada *paving block* yaitu serbuk kayu sengon mengalami proses setting dan properti agregat tersebut telah berubah akibat adanya ikatan dengan semen. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian untuk mengetahui properti agregat tersebut. Pengujian ini juga bertujuan untuk membandingkan properti agregat.

Pengujian ini tidak hanya dilakukan pada agregat daur ulang, melainkan agregat halus juga perlu di uji, berikut pengujian yang perlu dilakukan pada agregat daur ulang maupun agregat halus :

a. Analisis Saringan Agregat

Terdiri dari analisis agregat daur ulang dan agregat Halus

b. Analisis Kadar Air

Terdiri dari analisis agregat daur ulang dan agregat Halus

2.10.1 Pengujian Saringan

1. Pengujian Agregat Halus

A. Peralatan

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji.
2. Set saringan: No. 4; No. 8; No. 16; No. 30; No. 40; No. 100; No. 200.
3. Oven, ukuran cukup dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

Agregat halus sebanyak dengan ukuran maksimum No.4 (4,75 mm)

C. Prosedur

1. Sediakan agregat halus.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
3. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan susunan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas No. 4, 8, 16, 30, 40, 100, 200, pan. Lalu saringan diguncang dengan tangan selama 15 menit.
4. Timbang agregat halus yang tertahan disetiap saringan.
5. Hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

D. Perhitungan

Menghitung persentase berat uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap berat benda uji total. Lalu menghitung persentase berat benda uji lolos pada tiap saringan terhadap benda uji total dan akumulasinya.

Nilai MHB tersebut di dapat dari perhitungan Rumus 2.7 sebagai berikut:

Modulus Halus Butir (MHB) Agregat halus:

$$MHB = \frac{\text{Jumlah Persen Kumulatif}}{100} = \dots\dots\dots (2.7)$$

Sumber : SNI 1970-2008

2. Pengujian Agregat Daur Ulang (Limbah)

A. Peralatan

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji
2. Satu set saringan : 1/4 in; 3/8 in; 1/2 in; No. 4; No. 8; No. 16.
3. Oven, ukuran cukup dan dapat mempertahankan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

Agregat daur ulang atau limbah.

C. Prosedur

1. Sediakan agregat daur ulang atau limbah.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
3. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan susunan ukuran 1/4 in; 3/8 in; 1/2 in; No. 4; No. 8; No. 16; dan guncang dengan tangan selama 15 menit atau 20 putaran.
4. Timbang agregat halus yang tertahan disetiap saringan.

D. Perhitungan

Menghitung persentase berat uji yang tertahan pada setiap saringan terhadap berat benda uji total. Lalu menghitung persentase berat benda uji lolos pada tiap saringan terhadap benda uji total dan akumulasinya.

2.10.2 Pengujian Kadar Air

A. Peralatan

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1 dari benda uji
2. Wadah Cawan
3. Oven, dengan ukuran yang cukup dan dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

Agregat dengan jumlah yang telah ditentukan.

C. Prosedur

1. Sediakan agregat.
2. Agregat di cuci sampai kadar lumpur berkurang.
3. Benda uji di anginkan di suhu ruangan selama beberapa jam.
4. Sediakan wadah cawan, lalu timbang berat kosong cawan (A).
5. Masukkan agregat kedalam wadah cawan lalu timbang (B).
6. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $[110 \pm 5]^{\circ}\text{C}$ dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan seluruh kandungan air yang ada (sampai beratnya tetap).
7. Keluarkan benda uji dalam oven, lalu di anginkan sampai pada suhu sekitar, lalu cawan beserta benda uji tersebut di timbang (C).
8. Menghitung kadar air benda uji : $D = B - C$, $E = C - A$

Rumus Pengujian Kadar Air dapat dilihat pada persamaan rumus 2.8 dibawah ini :

$$(w) = \frac{D-E}{E} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan :

A = Berat Cawan Kosong

B = Berat Cawan + Sampel Basah

C = Berat Cawan + Sampel Kering (setelah dioven)

Sumber : SNI 1970-2008

D. Perhitungan

1. Hitung kadar air total dengan rumus sebagai berikut :

$$(w) = \frac{D-E}{E} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan :

D = Berat Cawan Kosong

E = Berat Cawan + Sampel Basah

F = Berat Cawan + Sampel Kering (setelah dioven)

2. Kadar air permukaan sama dengan perbedaan antara kadar air total dengan kadar air penyerapan dengan semua nilai terhadap masa agregat kering. Penyerapan dapat ditentukan berdasarkan cara uji SNI 03-1969 atau SNI 03-1970.

2.11 Metode Pembuatan Sampel

Metode pencampuran Abu Batu dan Serbuk Kayu adalah sebagai berikut:

1. Abu Batu yang diambil dari pabrik CV. Berkah Koral Triji Lokasi di Kendaldoyong Togogan Srengat diayak dengan saringan no.4 (4,75mm) ini adalah ukuran saringan yang sering digunakan dalam analisis saringan agregat, dimana agregat kasar dan halus dipisahkan (SNI 1970-2008).
2. Setelah itu Abu Batu dicampur Serbuk Kayu yang lolos saringan no.4 dengan variasi persentase Semen + Abu Batu (pengganti Pasir) + Serbuk

Kayu + air masing-masing sebanyak 14 sampel dengan kadar campuran penambahan Serbuk Kayu yang berbeda-beda.

3. Pencampuran sampel dengan cara mengaduk Semen, Abu Batu dan Serbuk Kayu yang dicampur dalam wadah dengan memberi penambahan air, dengan variasi campuran sebagai berikut:

Tabel 2.6 Komposisi Campuran *Paving Block*

Material Benda Uji	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Semen	1			
Abu batu	4			
Air	80%			
Serbuk kayu	0%	3%	6%	9%

Komposisi ini dipilih karena pada penelitian terdahulu sudah ada yang menggunakan kadar campuran serbuk kayu sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15%. Dengan penambahan serbuk kayu yang berbeda diharapkan dapat menambah variasi dan pengetahuan tentang kuat tekan *paving block*.

4. Semen yang sudah tercampur Abu Batu, Serbuk Kayu dan air selanjutnya mengontrol tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) dengan pengujian slump, setelah itu siap untuk dicetak di alat pemadat hidraulis dengan sampel masing-masing sebanyak 14 sampel untuk setiap variasi campuran, dan masing-masing 5 sampel untuk pengujian kuat tekan dan daya serap air.

2.12 Nilai Slump

Bila beton tidak dipadatkan secara sempurna, sejumlah gelembung udara dimungkinkan terperangkap dan mengakibatkan rongga lebih banyak lagi. Beton dengan jumlah volume minimal adalah yang terpadat dan terkuat, yaitu dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workability* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal. *Workability* merupakan ukuran

dari tingkat kemudahan pengerjaan beton segar untuk diaduk, disalurkan, dituang, dipadatkan, dan dirapikan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* adalah :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang dipakai semakin mudah adukan beton dikerjakan,
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai FAS tetap,
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan maka adukan beton akan mudah dikerjakan,
4. Pemakaian butir-butir batuan mempermudah cara pengerjaan beton,
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan,
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda, bila pemadatannya dilakukan dengan cara menggunakan alat getar maka tingkat kelacakannya juga berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit dibandingkan bila dipadatkan dengan tangan.

Untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) beton, biasanya dilakukan pengujian slump. Pemeriksaan slump dilakukan terhadap beton yang masih segar. Makin besar nilai slump makin encer adukan beton tersebut. Percobaan slump menggunakan alat berupa corong baja berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas berdiameter 10 cm dengan tinggi 30 cm. Tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm dengan bagian ujung dibulatkan.

Skema pelaksanaan pengujian slump terhadap adukan beton segar dapat dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini



Gambar 2.12 Pengujian Slump

2.13 Cara Perawatan *Paving Block*

Metode perawatan benda uji yang dilakukan adalah setelah dicetak, paving block dibiarkan mengering di tempat yang aman, teduh dan terhindar dari terik matahari langsung selama 24 jam agar tidak retak. Setelah itu perawatan basah (Curing), yaitu dengan penyiraman air tawar 2 hari sekali dan pemberhentian penyiraman H-3 dari proses pengujian agar benda uji benar-benar dalam keadaan kering sampai umur *paving block* mencapai hari pengujian. Setelah umur perawatan cukup (sesuai dengan umur beton) benda uji kemudian diuji.

2.14 Kuat tekan paving block

Pengujian *compression test* atau uji tekan merupakan sebuah pengujian dengan cara memberikan tekanan pada benda uji hingga mencapai batas dari maksimal benda uji tersebut dalam menahan beban. Menurut (Ryan et al., 2013) untuk beton yang sudah mengeras, pengujian yang paling sering dilakukan adalah uji kuat tekan. Pengujian kuat tekan Pada *paving block* ini dilakukan pada usia 7, 14, 21, 28 hari dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Dengan rumus 2.10

Kuat tekan dibawah ini :

$$F_c' = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

F_c' = kuat tekan paving block (kg / cm²)

F = Beban maksimum (kg)

A = Luas Bidang tekan (cm²)

Sumber : SNI 1974-2011

Pengujian dengan *Compression test* merupakan standar pengujian untuk mengetahui kualitas beton secara keseluruhan yang cara pengujiannya dilaksanakan di laboratorium.

Hammer test/uji pantul adalah bagian dari pengecekan kelayakan suatu struktur gedung, jembatan, atau bangunan struktur yang berhubungan dengan beton. Metode uji ini meliputi penentuan angka pantul beton keras, dengan menggunakan palu pantul yang dikendalikan oleh pegas (Badan Standardisasi Nasional, 2010). Penggunaan uji kuat tekan dengan metode uji pantul dapat digunakan sebagai kelayakan suatu struktur bangunan (Anggraini *et al.*, 2022).

Perbandingan antara pengujian kuat tekan dan uji pantul memiliki nilai kuat tekan yang bervariasi (Muhammad Taufik Nasution, 2020; Ega Rismana *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai dari uji kuat tekan terhadap nilai dari uji pantul pada bata beton, serta menentukan mutunya.

2.15 Umur *Paving Block*

Kuat tekan bata beton atau *paving block* akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur bata beton tersebut. Karena bata beton termasuk bahan yang sangat awet (ditinjau dari pemakaiannya), maka kekuatan bata beton mencapai kuat maksimal pada umur 28 hari dari proses pembuatan. Kekuatan tekan bata beton akan naik secara cepat (linier) pada umur 28 hari, akan tetap setelah itu kenaikannya akan kecil. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran

dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen portland tipe I. laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung mempengaruhi dan memperbaiki kinerja tekannya. Namun biasanya sebelum 28 hari, bata beton sudah dilakukan proses uji kuat tekan. Pada waktu interval-interval waktu tertentu karena waktu ini dianggap penting dalam menilai perkembangan kekuatan bata beton.

Berikut ini alasan mengapa durasi-durasi tertentu ini umumnya dipilih :

1. 7 Hari

Setelah 7 hari, beton biasanya memperoleh sebagian kekuatannya. Pengujian pada 7 hari memberikan indikasi awal tentang potensi kekuatan beton dan memungkinkan identifikasi dini masalah apapun dalam campuran atau proses pengerasan.

2. 14 Hari

Pada hari ke-14, beton biasanya memperoleh kekuatan yang signifikan dan pengujian pada titik ini memberikan indikasi kekuatan beton yang lebih andal dibandingkan dengan pengujian selama 7 hari. Hal ini memungkinkan penyesuaian dilakukan jika beton tidak memenuhi tingkat kekuatan yang dibutuhkan.

3. 21 Hari

Pengujian pada hari ke-21 memberikan wawasan lebih jauh tentang perkembangan kekuatan beton dan dapat membantu mengonfirmasi peningkatan kekuatan. Hal ini juga memungkinkan penyesuaian dilakukan jika perlu sebelum pengujian akhir hari ke-28.

4. 28 Hari

Uji Kuat tekan selama 28 hari secara luas dianggap sebagai standar untuk menilai kekuatan beton. Pada hari ke-28, sebagian besar campuran beton akan mencapai kekuatan yang dirancang dan pengujian ini memberikan 41 indikasi yang baik tentang kinerja dan ketahanan beton dalam jangka panjang.

Umur beton dan rata-rata persentase kekuatan beton dapat dilihat pada Tabel 2.7 Dibawah ini :

Tabel 2.7 Umur Beton Dan Persentase Kekuatan Beton

Umur Beton (Hari)	Persentase Kekuatan Beton (%)
1	16
3	40
7	65
14	90
21	96
28	99

Sumber : DPUPKP Kulon Progo (2022)