

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Paving Block*

2.1.1. Definisi *Paving Block*

Paving block (bata beton) merupakan produk material konstruksi yang dibentuk dari pencampuran semen portland ataupun jenis bahan pengikat hidrolis yang serupa, air, serta agregat, ada ataupun tidak ada tambahan bahan lainnya tanpa memberikan dampak pada kualitas *paving block* SNI 03-0691-1996, Minat konsumen dalam pemakaian *paving block* semakin meningkat, mengingat konstruksi *paving block* ramah lingkungan yang mampu melindungi air tanah, pelaksanaan lebih cepat, pemasangan dan perawatan mudah, memiliki berbagai bentuk sesuai dengan kebutuhan lingkungan, meningkatkan nilai estetika dan terjangkau (Sulistyawati dan Atmadi, 2020)

Model *paving block* juga tersedia dalam berbagai ukuran dan tipe, yaitu tipe *paving block* batu berdimensi (105 mm x 210 mm, tebal 60 mm, 80 mm, 100 mm), tipe *worm* berdimensi (115 mm x 225 mm, tebal 60 mm, 80 mm, 100 mm), tipe segitiga berdimensi (197 mm x 96 mm, tebal 60 mm, 80 mm, 100 mm), tipe *hexagonal* berdimensi (200 mm x 200 mm, tebal 60 mm, 80 mm, 100 mm), tipe uskup berdimensi (300 mm x 60 mm x 210 mm, tebal 60 mm, 80 mm, 100 mm) (Sudarno, 2021).



Gambar 2. 1 *Paving Block*

Sumber : Google Image

2.1.2. Syarat Mutu *Paving Block*

Dengan mengacu pada SNI 03-0691-1996, *paving block* memiliki persyaratan mutu yang dipenuhi, diantaranya :

1. *Paving block* memiliki permukaan yang rata tidak ada retakan dan kerusakan, di bagian sudut dan sisinya sulit dirapikan menggunakan jari tangan.
2. Memiliki ukuran ketebalan dengan minimal 6 cm dengan batasan toleransi + 8%.
3. *Paving block* wajib memiliki karakteristik fisika yang tercantum pada tabel dibawah.

| Mutu | Kuat Tekan (MPa) | | keausan (mm/menit) | | Penyerapan air rata-rata maks (%) |
|------|------------------|------|--------------------|-------|-----------------------------------|
| | Rata – rata | Min | Rata – rata | Min | |
| A | 40 | 35 | 0,09 | 0,103 | 3 |
| B | 20 | 17 | 0,13 | 0,149 | 6 |
| C | 15 | 12,5 | 0,16 | 0,184 | 8 |
| D | 10 | 8,5 | 0,219 | 0,251 | 10 |

Gambar 2. 2 Karakteristik fisika *paving block*

Sumber : SNI 03-0691-1996

Keterangan :

1. Mutu A : dimanfaatkan pada jalan.
2. Mutu B : dimanfaatkan sebagai tempat parkir.
3. Mutu C : dimanfaatkan sebagai trotoar pejalan kaki.
4. Mutu D : dimanfaatkan sebagai taman serta keperluan lain.

2.2. Bahan Penyusun Paving

2.2.1. Agregat

Menurut (Basuki et al., 2019), agregat halus adalah batuan yang tersusun atas butiran dengan diameter 0,00-5,00 mm yang diperoleh dari penguraian batu alam atau dapat juga dihancurkan secara mekanis. Agregat halus merupakan pasir alam yang dihasilkan dari penguraian batu ataupun pasir secara alamiah dari industri pemecah batu serta memiliki butiran berukuran 5,0 mm SNI 03-2847-2002 Pada modulus kehalusan atau finess modulus (FM) untuk agregat halus harus berada dalam rentang antara 1,5 hingga 3,8 SNI 03-0691-1996. Syarat umum untuk agregat halus dapat dirangkum sebagai berikut:

- a) Agregat halus harus terdiri dari partikel yang tajam dan keras.
- b) Partikel halus harus memiliki sifat tahan lama, artinya tidak akan rusak atau pecah akibat pengaruh cuaca. Ketahanan agregat halus dapat diuji dalam larutan garam jenuh, tetapi natrium sulfat harus digunakan semaksimal mungkin dan proporsi bahan yang dihancurkan tidak boleh lebih dari 10% dari berat total.
- c) Kandungan lumpur dalam agregat halus tidak boleh melebihi 5% berat kering. Jika kadar lumpur melebihi batas tersebut, pasir harus dicuci..

2.2.2. Air

Dalam (Afni, 2015), Air adalah bahan yang dibutuhkan untuk proses membuat beton yang bertujuan memproses reaksi kimia pada semen agar pasta semen terbentuk. Air yang terkandung pada campuran beton memicu proses hidrasi dengan semen terjadi. Apabila terlalu banyak air membuat pekerjaan lebih mudah tapi juga akan mengurangi kekuatan beton, sementara terlalu sedikit air menyebabkan ketidakrataan dalam proses hidrasi.

Selanjutnya, air yang digunakan dalam pencampuran beton harus memenuhi kriteria tertentu sesuai dengan SNI 03-2847-2002.

2.2.3. Kulit Durian

Tumbuhan ini termasuk dalam kelompok tumbuhan dari marga *Durio*. Secara komersial, durian bernama ilmiah *Durio zibethinu*. Jenis yang bisa dikonsumsi terkadang dijumpai di pasar lokal Asia Tenggara termasuk *Durio kutejensis* (lai), *Durio oxleyanus*, *Durio graveolens* (sejenis kura-kura) dan *Durio dulcis* (Lahong). (Fuad et al., 2014)

Durian terbagi tiga bagian dari segi strukturnya, yaitu bagian dari bagian kulit durian 60-75%, daging durian 20-30%, dan biji durian 5-15%. Kulit durian mampu menjadi campuran bahan tambah pada campuran beton karena kandungan yang terdapat pada tabel dibawah :

Tabel 2. 1 Kandungan kulit durian

| Bahan | Kandungan (%) |
|--------------|----------------------|
| Selulosa | 50 - 60 |
| Lignin | 5 |
| Pati | 5 |

Sumber : Fuad dkk (2014)

Kandungan dalam kulit durian tersebut sangat cocok dalam penggunaan bahan perekat untuk menggantikan semen yang dapat digunakan untuk membuat bangunan menjadi lebih awet, kuat, serta kokoh (Sidauruk et al., 2017)



Gambar 2. 3 Kulit durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.2.4. Abu Kulit Durian

Abu kulit durian dihasilkan dari pembakaran kulit durian pada suhu tertentu, khususnya pada suhu sekitar 500°C . Abu tersebut mengandung berbagai komponen kimia, di antaranya P_2O_5 , MgO , CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , SO_3 , Na_2O , Al_2O_3 , MnO , dan K_2O , dengan komponen terbesar biasanya terdiri dari senyawa-senyawa ini (Nurhaeni et al., 2016). Menurut penelitian (Anjelia, 2023) kandungan silika (SiO_2) yang terdapat pada abu kulit durian sebesar 31,486%, maka dari itu yang menjadikan abu kulit durian cocok sebagai substitusi semen karena memiliki senyawa yang sama seperti pada semen.

Proses pembakaran pada suhu yang cukup tinggi mengakibatkan transformasi kimia dari bahan mentah, dalam hal ini kulit durian, menjadi berbagai senyawa kimia yang terdapat dalam abu. Komposisi kimia yang beragam ini memberikan nilai tambah pada abu kulit durian dalam berbagai aplikasi, seperti pupuk atau bahan tambahan dalam produksi material bangunan. Dengan demikian, penggunaan abu kulit durian tidak hanya mengurangi limbah organik, tetapi juga menghasilkan bahan yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri dengan cara yang berkelanjutan. (Nurhaeni et al., 2016)



Gambar 2. 4 Abu Kulit Durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.2.5. Semen

Semen adalah bahan bangunan yang penting dalam konstruksi, dan kualitasnya sangat dipengaruhi oleh beragam kandungan kimia serta bahan material yang ada di dalamnya. Kandungan utama yang terdapat dalam semen meliputi :

Tabel 2. 2 Kandungan Semen

| Bahan | | Kandungan (%) |
|--------------------------------------|------------------|----------------------|
| MgO | Magnesium Oksida | 0,5 - 4 |
| CaO | Kapur | 66 - 65 |
| SiO ₂ | Silika | 17 - 25 |
| Fe ₂ O ₃ | Iron Oxide | 0,5 - 6 |
| SO ₃ | Sulfur Trioxide | 1 - 2 |
| Na ₂ O + K ₂ O | Soda/potash | 0,5 - 1 |
| Al ₂ O ₃ | Alumina | 3 - 8 |

Sumber : (Nurhaeni et al., 2016)

Kapur (CaO) berperan penting dalam proses hidrasi semen, sedangkan silika (SiO₂) memberikan kekuatan awal pada semen setelah proses pengeringan. Alumina (Al₂O₃) juga merupakan komponen penting dalam

meningkatkan kekuatan semen. Iron Oxide (Fe_2O_3) memberikan warna pada semen dan dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik dan kimianya. Magnesium Oksida (MgO) memberikan kekuatan awal yang baik pada semen. Sulfur Trioxide (SO_3) meningkatkan kekuatan semen dalam jangka panjang. Alkali (K_2O , Na_2O) dapat mempengaruhi kinerja hidrasi dan kekuatan semen serta dapat berinteraksi dengan agregat dan aditif lainnya dalam campuran beton.

Kandungan kimia dan bahan material ini harus diperhatikan dengan cermat dalam produksi semen untuk memastikan kualitas yang optimal dalam aplikasinya dalam konstruksi.



Gambar 2. 5 Semen

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.2.6. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) atau rasio air semen (wcr) memegang peranan penting dalam konstruksi beton, karena merupakan perbandingan jumlah air dengan jumlah semen dalam campuran beton. Menurut SNI 03-2834-2000, Faktor Air Semen mencerminkan analogi berat air dan semen dalam beton. Pentingnya memperhatikan Faktor Air Semen (FAaS) menjadi krusial dalam pembuatan *paving block*, karena faktor ini memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan dan kepadatan produk tersebut.

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh (Windah et al., 2015). menunjukkan bahwa kuat tekan mencapai puncaknya pada FAS 0,4.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton berkurang karena meningkatnya faktor air semen, hal ini sejalan dengan prinsip yang dijelaskan dalam ilmu beton.

2.3. Pengujian *Paving Block*

2.3.1. Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 yaitu besar tegangan per unit luas yang menghancurkan uji beton ketika gaya tekan tertentu diberikan sebagai bebannya dari mesin press. Menurut (Sudarno, 2021) kekuatan tekan maksimal dihitung oleh persamaan:

$$f_c = \frac{P}{L}$$

f_c = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Maksimal (N)

L = Luas Permukaan (mm²)

2.3.2. Daya Serap Air *Paving Block*

Penyerapan air adalah jumlah air yang diserap oleh suatu bahan selama periode waktu tertentu per satuan luas permukaan atau volume. Tingkat penyerapan air dipengaruhi oleh jumlah pori atau rongga dalam material. Semakin banyak pori yang ada, semakin besar penyerapan air, yang pada gilirannya mengurangi ketahanan material. Rongga-rongga ini terbentuk akibat kualitas dan komposisi bahan penyusun yang tidak tepat (DIMAS, 2021). Menurut SNI 03-0691-1996, cara uji resapan air dijelaskan dibawah ini :

- Sampel direndam 24 jam kemudian dilakukan penimbangan.
- Dilakukan pengeringan menggunakan oven dalam waktu 24 jam dengan suhu dibawah 105 derajat.

- Menimbang paving yang sudah dioven.
- Perhitungan serapan air dengan rumus :

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

W1 = Beban Basah (Kg)

W2 = Berat Kering (Kg)

(Sulistyawati dan Atmadi, 2020)

2.4. Perawatan *Paving Block*

Perawatan (*curing*) merupakan langkah penting untuk memastikan reaksi hidrasi antara semen dengan material tambahan atau pengganti berjalan dengan optimal. Tujuannya adalah untuk mencapai mutu beton yang diinginkan dan mencegah susut berlebihan yang dapat menyebabkan retak. *Curing* perlu dilakukan segera setelah pembukaan cetakan selama 1x24 jam dalam proses waktu selama 14 hari yang dilaksanakan dengan metode pembasahan menggunakan air untuk menjaga kondisi yang diperlukan bagi proses reaksi kimia dalam campuran beton. Dilakukannya perawatan yaitu untuk mengurangi proses hidrasi selama proses pengikatan antara material penyusun (Anita Intan Nura Diana & Subaidillah Fansuri, 2021).

2.5. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Author | Tahun | Judul | Intisari |
|----|---|-------|---|---|
| 1. | Fynnisa Z, Muhammad Irwansyah, dan Putri Handayani | 2022 | Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton K-300 | Metode: Penelitian yang dilakukan memakai metode eksperimen yang terdiri dari 3 variasi sebesar 3%, 6%, dan 9%. Hasil: Uji kuat tekan beton yang ditambahkan limbah kulit durian 3%, 6%, 9% diperoleh sebanyak 19,23 |

| No | Nama Author | Tahun | Judul | Intisari |
|----|--|-------|--|--|
| | | | | Mpa, 20,61 Mpa, dan 20,35 Mpa. |
| 2. | Fynnisa Z, Putri Handayani, Muhammad Irwansyah, dan Hermansyah | 2022 | Pengaruh Penambahan Kulit Buah Durian dan Abu Fly Ash Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton K-300 | <p>Metode: Penelitian ini dengan variasi campuran antara arang kulit buah durian dan abu fly ash sawit, yaitu dalam perbandingan (3:9; 6:6; 9:3) %, dan dengan target kekuatan beton yang direncanakan mencapai 24 MPa dengan perkiraan umur 28 hari.</p> <p>Hasil : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan kombinasi dari 1. abu fly ash sawit 3% + limbah kulit durian 9% = 19,39 MPa, 2. abu fly ash sawit 6% + limbah kulit durian 6% =18,24 MPa, 3. abu fly ash sawit 9% + limbah kulit durian 3% = 18,50 MPa</p> |
| 3. | Diah Ratnaningsih | 2021 | Pengaruh Substitusi Semen dengan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air <i>Paving Block</i> | <p>Metode: 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% 15% berat semen dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1:6 serta faktor air semen 0,3.</p> <p>Hasil : Pada penelitian ini dihasilkan kuat tekan optimum pada variasi 10% dengan hasil kuat tekan yaitu 15,25 MPa yang termasuk kategori mutu C dan daya serap sebesar 5,25% dengan kategori mutu B.</p> |
| 4. | Sri Ulina Sidauruk | 2017 | Manfaat Penambahan Abu Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Beton | <p>Metode: Melakukan metode eksperimen. Kemudian penambahan serat kulit duriannya menggunakan persentase 3%, 5%, 7% dari berat semen.</p> <p>Hasil: 1. Usia 14 hari untuk penambahan abu kulit durian 3% (31,75 Mpa) mengalami peningkatan</p> |

| No | Nama Author | Tahun | Judul | Intisari |
|----|--|-------|--|---|
| | | | | <p>sebanyak 5,798% (1,74 Mpa), 5% (31,95 Mpa) meningkat sebanyak 6,464% (1,94 Mpa) dan 7% (33,98 Mpa) meningkat sebanyak 13,228% (3,97 Mpa) daripada beton normal.</p> <p>2. Usia 28 hari penambahan abu kulit durian sebesar 3% (37,99 Mpa) meningkat sebanyak 9,828 % (3,4 Mpa), 5% (38,08 Mpa) meningkat sebanyak 10,089 % (3,49 Mpa), serta 7% (45,24 Mpa) meningkat sebanyak 30,789 % (10,65 Mpa) daripada beton normalnya.</p> |
| 5. | Indra Syahrul Fuad, Bahder Djohan, dan Midun Saputra | 2014 | Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Pada Mutu Beton K-175 | <p>Metode: Dilakukan dengan metode eksperimen dengan penambahan serat kulit duriannya menggunakan persentase 0,5%, 1%, dan 1,5%.</p> <p>Hasil: 1. Pengujian kuat tekan beton menghasilkan serat kulit durian yang ditambahkan 0,5% (17,95 Mpa) meningkat sebanyak 2,71% (0,48 Mpa), 1,0% (18,048 Mpa) meningkat sebanyak 3,29% (0,58 Mpa), dan 1,5% (18,341 Mpa) meningkat sebanyak 4,9 % (0,868 Mpa) daripada beton normalnya. 2. Uji kuat tarik belah menghasilkan penambahan kulit durian 0,5 %, meningkat sebesar 6,06 %, penambahan kulit durian 1,0 % mengalami peningkatan sebesar 4,55 %, dan penambahan kulit durian 1,5 % mengalami peningkatan sebesar 3,03 % dibandingkan beton normal.</p> |

Sumber: Penelitian terdahulu

2.6. Analisa GAP

Berdasarkan penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya abu kulit durian dapat meningkatkan mutu kuat tekan pada beton. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan uji kuat tekan oleh Sri Ulina Sidauruk pada variasi 7% menghasilkan 45,24 Mpa dan di variasi 9% oleh penelitian Fynnisa dihasilkan 20,35 MPa. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan penambahan abu kulit durian sebagai substitusi semen pada pembuatan *paving block*. Presentase variasi yang digunakan yaitu 7%, 9%, 11%, dan 13% dengan mutu C sesuai dengan acuan standar SNI 03-0691-1996. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan bahan bangunan yang ramah lingkungan serta meningkatkan performa *paving block* dalam aplikasinya di lapangan.