

**PENGGUNAAN BATU APUNG SEBAGAI
CAMPURAN AGREGAT KASAR PADA BETON
RINGAN UNTUK PEMBUATAN
PAVING BLOCK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana

Oleh :

ADDE CHANDRA PUTRA

10.811.0062



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2012

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)11/12/23

ABSTRAK

Paving block banyak digunakan dalam bidang konstruksi, seperti pavement, jalan raya, lahan parkir. Kemudahan dalam pemasangan, perawatan yang murah serta memenuhi aspek keindahan mengakibatkan paving block lebih banyak disukai. Pembuatan paving block belum optimal dari sisi kualitas, karena masih dibuat dalam skala kecil sebagai produk home industri. Kekuatan paving block akan diuji pada beberapa paving yang dibuat dengan metode pemadatan penuh, pemadatan bertahap, serta digetarkan.

Penelitian akan menguji untuk mengetahui kualitas paving block dengan menggunakan batu apung sebagai additive, sekaligus untuk mengukur peningkatan kuat tekan dan penyerapan air pada paving block. Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah studi eksperimen yang merupakan serangkaian pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Medan, yang meliputi untuk menguji pemeriksaan agregat, pembuatan benda uji paving block dan pengujian kekuatan tekan paving block.

Paving block tanpa substitusi batu apung sebesar sebesar 0% memiliki kuat tekan 171,58 kg/cm², sedangkan kuat tekan paving block yang dihasilkan substitusi batu apung 50% adalah 129,48 kg/cm² dan 100% adalah 93,58 kg/cm². Untuk paving block dengan SNI-03-0691-1996 karena kuat tekannya kurang dari 170 kg/cm², sehingga terjadi penurunan kuat tekan pada paving block.

Adanya pengaruh penambahan batu apung terhadap kuat tekan paving block. Hal ini ditunjukkan adanya penurunan kuat tekan paving block dengan semakin bertambahnya substitusi batu apung sebagai pengganti kerikil ke dalam paving block. Paving block dengan menggunakan batu apung mempunyai kekuatan tekan karakteristik lebih rendah dari pada beton normal.

Kata kunci : Kuat Tekan Paving Block

ABSTRACT

Paving Block are widely used in the construction field, such as pavement, roads, parking lots. Ease of installation, low maintenance and meet the beautiful aspects of paving block resulted in more preferred. Preparation of paving block is not optimal in terms of quality, because it is still made in small scale industries as home products. Power of paving block will be tested on some paving block made with full compaction method, compaction stages and vibrated.

The study will test to determine the quality of paving block using pumice stone as additive, as well as to measure the increase in compressive strength and water absorption on the paving block. The method adopted to solve the problem in this research method used is that a series of experimental studies testing Laboratium Polytechnic in Medan, which includes examinations to test the aggregate, paving block making test specimens and testing of compressive strength of paving block

Paving block of pumice without substitution of 0% has the compressive strength of 171,58 kg/cm². While the Compressive strength of paving block produced 50% substitution of pumice 129,48 kg/cm² and 100% is 93,58 kg/cm². For paving block substitution of 50% and 100% are not included in the terms of SNI-03-0691-1989 due to strong compressive strength less than 170 kg/cm² resulting in a decrease in comprehensive strength.

The influence of the addition of pumice on the compressive strength of paving block. This indicated a decrease in compressive strength of paving block with the increasing substitution of pumice as a substitute for gravel in paving block. Paving block using pumice stone has the characteristic compressive strength of concrete is lower than normal.

Key words : Robust Paving Block Press

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| DAFTAR NOTASI..... | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan | 2 |
| 1.3 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6 Kerangka Berfikir | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Beton | 5 |
| 2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton | 7 |
| 2.2 Beton Ringan | 8 |
| 2.3 Karakterisasi Beton Ringan | 10 |
| 2.3.1 Kekuatan Tekan | 11 |
| 2.3.2 Densitas | 12 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.3.3 | Daya Serap | 12 |
| 2.4 | Bahan-Bahan Penyusun Paving Block | 13 |
| 2.4.1 | Semen | 13 |
| a. | Semen Portland | 14 |
| b. | Komposisi Semen Portland | 15 |
| d. | Sifat-Sifat Semen | 16 |
| 2.4.2 | Air | 17 |
| 2.4.3 | Agregat Halus (Pasir) | |
| a. | Umum | 20 |
| b. | Persyaratan Umum Agregat Halus | 20 |
| 2.5 | Batu Apung | 25 |
| 2.5.1 | Manfaat Batu Apung | 26 |
| 2.5.2 | Sifat-Sifat Batu Apung | 27 |
| 2.6 | Paving Block | 27 |
| 2.6.1 | Jenis-jenis Paving Block | 30 |
| 2.6.2 | Keunggulan dan Kelemahan Paving Block | 32 |
| 2.6.3 | Syarat Mutu Paving Block | 33 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 3.1 | Persiapan Bahan | 37 |
| 3.2 | Prosedur Penelitian | 37 |
| 3.3 | Pemeriksaan Berat Jenis | 38 |
| 3.4 | Pemeriksaan Benda Uji Paving Block | |
| 3.4.1 | Pasir | 40 |
| 3.4.2 | Batu Apung | 44 |

| | | |
|-----------------------------|--|-----------|
| 3.5 | Komposisi Campuran Paving Block | 47 |
| 3.6 | Proses Penghancuran Material | 48 |
| 3.7 | Pembuatan Benda Uji Paving Block | 48 |
| 3.8 | Pemeriksaan Kuat Tekan Paving Block | 53 |
| 3.9 | Pengujian Kekuatan Tekan Beton | 53 |
| 3.10 | Perhitungan Kekuatan Tekan Karakteristik Beton | 54 |
| BAB IV PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | Pengujian Bahan Uji | 55 |
| 4.2 | Pengujian Kuat Tekan | 56 |
| BAB V PENUTUP | | |
| 5.1 | Kesimpulan | 60 |
| 5.2 | Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 62 |
| LAMPIRAN | | |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi perkerasan dengan paving block merupakan konstruksi ramah lingkungan, dikatakan ramah lingkungan karena memiliki kemampuan untuk ditembus air hujan, sehingga tidak banyak mengganggu upaya pelestarian air tanah. Paving block dapat digunakan untuk perkerasan jalan, trotoar, tempat parkir, taman dan jalan lingkungan perumahan. Disamping bentuknya yang menarik dan tahan lama, dalam pengerjaannya mudah dan cepat dibandingkan dengan tipe perkerasan yang lain.

Paving block merupakan salah satu bahan bangunan berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan pengganti. Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk block padat dengan ukuran tertentu, proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan.

Kuat tekan paving block merupakan sifat utama sebagai pertimbangan memilih bahan bangunan, mengingat fungsi paving block sebagai bahan perkerasan sehingga sifat keras dan kuat menjadi andalannya. Jika kuat tekan paving block rendah, maka permukaan atasnya mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi. Faktor yang mempengaruhi mutu paving block adalah faktor air semen,

umur, kepadatan paving block, bentuk dan struktur batuan serta ukuran agregat lainnya, juga kelembaban, suhu ketika pengeringan dan kecepatan pembebanan.

Salah satu upaya mengatasi persoalan mutu tersebut adalah dengan melakukan penambahan bahan pengganti agregat kasar yaitu batu apung. Batu Apung adalah hasil gunung api yang kaya akan silika dan mempunyai struktur porous.

Penelitian ini akan menguji untuk mengetahui kualitas paving block dengan menggunakan batu apung, sekaligus untuk mengukur peningkatan kuat tekan dan penyerapan air pada paving block.

1.2 Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui manfaat batu apung sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton ringan yaitu paving block. Tujuan dari penelitian ini adalah: Untuk mengetahui kuat tekan paving block dengan penambahan batu apung sebagai bahan pengganti dalam pembuatan paving block.

1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang sering dihadapi dilapangan adalah bagaimana merencanakan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton tersebut agar dapat memenuhi kriteria teknik yang ditentukan (sesuai dengan spesifikasi teknik). Oleh karena itu, pencampuran bahan-bahan penyusun paving block dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran bahan. Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka dapat dikemukakan perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

1. Berapa besar kuat tekan paving block bila menggunakan bahan batu apung?
2. Bagaimana peranan batu apung terhadap karakteristik dari paving block?
3. Apakah bahan padat batu apung dapat dipakai sebagai bahan alternatif pengurangan pemakaian kerikil pada pembuatan paving?

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk memudahkan kita dalam melakukan penelitian, maka penulis membuat pembatasan masalah untuk menghindari adanya ruang lingkup permasalahan yang luas, maka penelitian melakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

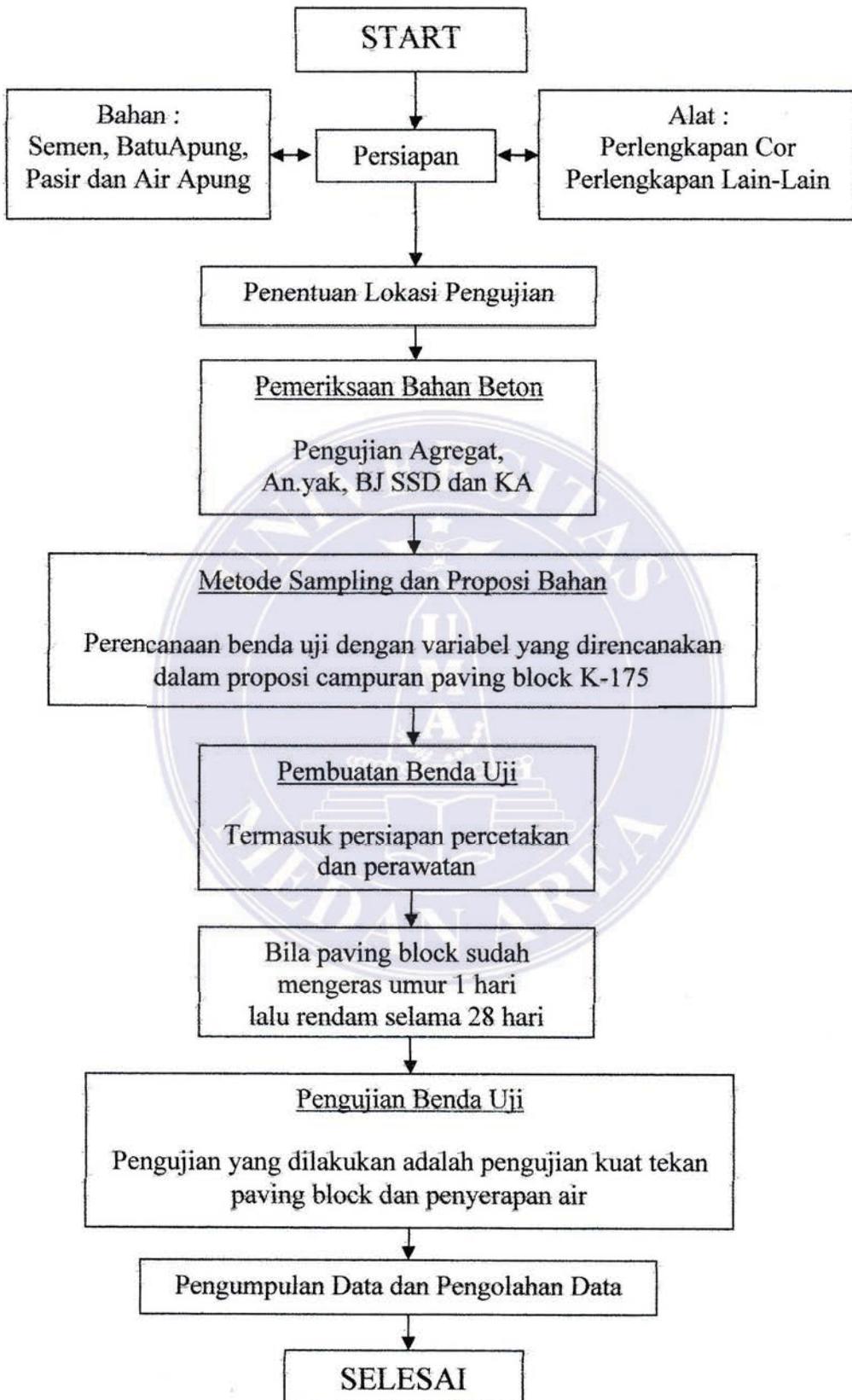
- Karakteristik yang akan digunakan adalah batu apung sebagai bahan agregat kasar dalam pembuatan paving block. Pengujian yang dilakukan terhadap paving block adalah uji kuat tekan dan penyerapan air.

1.5 Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi experimental yang merupakan serangkaian pengujian dilaboratium, meliputi :
 - a. Pemeriksaan agregat
 - b. Pembuatan benda uji paving block
 - c. Pengujian kekuatan tekan paving block
2. Studi kepustakaan digunakan sebagai dasar pembahasan dengan menggunakan sumber teori yang berhubungan dengan penelitian ini.

1.6 Kerangka Berfikir



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Beton

Beton merupakan gabungan material yang terdiri dari agregat dan bahan pengikat yang mempersatukan agregat tersebut, selain itu dapat juga ditambahkan bahan-bahan tambah lain untuk mendapatkan sifat-sifat beton yang diinginkan. Beton adalah campuran antara semen portland, agregat dan dengan air atau bahan tambah yang diaduk dengan proporsi tertentu untuk mendapatkan kuat tekan yang diinginkan. Bahan-bahan yang didalamnya mempunyai karakteristik yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan tersebut. Dalam pembuatan beton maka pengujian material-material yang terdapat didalamnya merupakan bagian utama dari langkah pembuatan beton. Misalnya pengujian agregat kasar dengan alat tekan rudoloff dan pengujian kadar lumpur pada agregat halus dengan gelas ukur dan oven akan diketahui karakteristik material tersebut.

Campuran komponen-komponen bahan penyusun beton dapat mempengaruhi kekuatan beton serta kemudahan pengerjaannya. Ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan beton. Untuk perbandingan bahan-bahan campuran tertentu, kekuatan tekan beton berkurang bila ukuran agregat bertambah, serta menambah kesulitan dalam pengerjaannya. Pengaruh kekuatan agregat terhadap kuat tekan beton sebenarnya tidak begitu besar, karena pada umumnya kekuatan agregat lebih besar dari pada kekuatan pastanya. Namun jika menghendaki kekuatan yang tinggi, diperlukan agregat yang kuat.

Permukaan agregat akan berpengaruh terhadap kekuatan beton, serta agregat yang memiliki permukaan kasar akan berpengaruh pada lekatan dan besar

tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu, kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan betonnya. Hal ini sesuai dengan pandangan Mulyono (2003:84-84). Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk semen
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
7. Perawatan beton
8. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos

Selain kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksana pekerjaan beton langsung. Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 10% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat-sifat yang berbeda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara menyampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. Sifat beton yang akan diuraikan tidak terlalu semua harus dimiliki oleh konstruksi beton dan sifat-sifat tersebut juga relatif

ditinjau dari sudut pemakaian beton itu sendiri. Yang penting beton harus memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan tujuan pemakaian beton itu.

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

1. Kelebihan

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang rendah

2. Kekurangan

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c. Berat
- d. Daya pantul suara yang besar (Mulyono. T, 2004).

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal ini juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan di atas, yaitu kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan dalam pengerjaan, kelangsungan proses pengadaan beton pada proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

2.2 Beton Ringan

Beton ringan didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu kerikil (batu apung) atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu, guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton.

Beton ringan adalah beton khusus yang biasanya dipakai untuk elemen non struktural, akan tetapi mungkin pula untuk elemen struktural ringan yang mempunyai berat kurang dari 1800 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara $1400\text{-}1860 \text{ kg/m}^3$, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.

Mulyono (2007:11) beton berkekuatan ringan atau sederhana adalah beton yang nilai kekuatannya tidak menjadi faktor utama (pembuatan bata beton atau bagian nonstruktur). Beton ringan bukan saja diperhitungkan karena beratnya yang ringan, tetapi juga karena isolasi suhu yang tinggi dibandingkan dengan beton biasa. Batu apung yang merupakan agregat alamiah yang ringan serat umum penggunaannya. Asalkan bebas dari debu vulkanik yang halus dan bahan yang bukan vulkanik asalnya, seperti lempung, batu apung menghasilkan beton ringan yang memuaskan. Beton ringan memberikan isolasi panas yang lebih baik daripada beton ringan lainnya.

Oleh karena itu pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara-cara berikut:

a. Dengan membuat gelembung-gelembung udara atau gas dalam adukan beton.

Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori di dalam betonnya. Bahan

- tambahan khusus (pembentuk gelembung udara dalam beton) ditambahkan ke dalam adukan dan akan timbul gelembung-gelembung udara.
- b. Dengan menggunakan agregat ringan, seperti batu apung. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan dari pada beton normal.
 - c. Pembuatan beton tidak dengan butir-butir agregat halus. Dengan demikian beton ini disebut beton non pasir dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja dengan butir maksimum agregat kasar sebesar 20 mm atau 10 mm. Beton ini mempunyai pori-pori yang hanya berisi udara (yang semula terisi oleh butir-butir agregat halus).

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan: menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene* – EPS, dll), campuran antara semen, silica, pozollan, *aerated concrete* atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara yang disebut dengan *foamed concrete* atau *cellular concrete*.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain:

- a. Memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulation*) yang baik
- b. Memiliki tahanan suara (peredaman) yang baik
- c. Tahan api (*fire resistant*)
- d. Transportasi mudah
- e. Dapat mengurangi kebutuhan bekisting (*formwork*) dan perancah (*scaffolding*).

Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton ringan yang memenuhi persyaratan tentang kelecakan, berat isi, kekuatan, keawetan, dan bersifat ekonomis. Sedangkan campuran beton untuk pekerjaan konstruksi atau

penggunaan bahan yang berbeda, direncanakan secara terpisah berdasarkan sifat bahan yang akan dipakai dalam produksi beton ringan.

Bahan yang digunakan adalah air, semen, agregat sesuai dengan standar yang berlaku. Pemilihan proporsi campuran beton ringan ditentukan berdasarkan hubungan kuat tekan terhadap berat jenis, berat jenis terhadap jumlah fraksi agregat ringan dan kuat hancur agregat tidak boleh lebih besar dari kuat tekan adukan.

Perhitungan proporsi campuran, kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dari harga deviasi standard dan nilai tambah, berat isi beton ringan, pemilihan agregat dan proporsi campuran beton ringan. Cara pengerjaan beton ringan dapat dilakukan dengan cara berikut:

- a) Tentukan nilai kuat beton ringan, pada umur 28 hari.
- b) Hitung standard deviasi, nilai tambah, kuat tekan beton ringan rata-rata.
- c) Pilih agregat ringan kasar dan halus sesuai rencana kuat tekan.
- d) Tentukan kuat hancur agregat dan hitung jumlah fraksi agregat kasar.
- e) Tentukan kuat tekan dan berat isi, susunan campuran adukan dari laboratorium.
- f) Hitung kadar agregat kasar, semen, air, agregat halus.
- g) Lakukan koreksi terhadap hasil pengujian.

2.3 Karakterisasi Beton Ringan

Beton dibuat dari campuran : semen, pasir, zat additive dan kerikil (batu apung). Campuran beton kemudian dicetak dan dirawat (*curing*) selama 28 hari.

Karakteristik beton yang diukur meliputi, kuat tekan (*compressive strength*), permeabilitas, densitas dan absorbs.

2.3.1 Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Pemeriksaan kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan mortar dari mortar yang sebenarnya apakah sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan atau tidak. Standar yang digunakan pada pengujian ini adalah ASTM C 270-04 dan ASTM C 780. Alat yang digunakan pada tes uji tekan mortar adalah *Hydraulic Compressive Strength Machine* tipe MAC-200. Pembebanan diberikan sampai benda uji runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Beban maksimum dicatat sebagai massa (m). Besarnya kekuatan tekan suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan bahan dikali percepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut.

Pemeriksaan kuat tekan beton juga dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton ringan pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Jumlah semen dapat menentukan kuat tekan dan kecepatan dari paving block, tetapi banyak sedikitnya jumlah semen yang dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tekan paving block harus diperhatikan nilai faktor air semen yang dihasilkan oleh adukan beton tersebut. Kuat tekan paving block bertambah sesuai dengan bertambahnya umur paving itu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah :

- a. Pengaruh cuaca berupa pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh pergantian panas dan dingin.
- b. Daya perusak kimiawi seperti air lau, asam sulfat, alkali, limbah dan lain-lain.
- c. Daya tahan terhadap aus yang disebabkan oleh gesekan orang berjalan kaki, lalu lintas, gerakan ombak dan lain-lain.

2.3.2 Densitas (*density*)

Densitas merupakan ukuran kepadatan dari suatu material atau sering didefinisikan sebagai perbandingan antara massa (m) dengan volume (v). Rumus untuk menghitung besarnya densitas adalah sebagai berikut :

$$\rho = \frac{W_s}{W_b - (W_g - W_k)} \times \rho_{\text{air}}$$

Dengan: ρ = densitas (g/cm^3)

W_g = massa benda dalam air (g)

W_b = massa basah dari perendaman (g)

W_s = massa kering (g)

W_k = massa penggantung (g)

2.3.3 Daya serap air (*Water Absorbition*)

Daya serap air adalah kemampuan beton ringan untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh, artinya hingga beton ringan tidak mampu menyerap lagi karena sudah penuh. Besarnya penyerapan air ini dapat dihitung.

Untuk menghitung besarnya penyerapan air oleh beton ringan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WA = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Dengan : M_k = Massa sampel kering (kg)

M_j = Massa jenuh air (kg)

WA = Daya serap air (%)

1.4 Bahan-Bahan 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 juga semakin baik. Jika proses pencetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan paving block yang berkualitas baik pula. Bahan-bahan pokok paving block adalah semen, air dan agregat. Agregat halus yaitu pasir dan agregat kasar yang menggunakan batu apung sebagai pengganti kerikil. Tetapi ada juga paving block yang memakai bahan tambahan misalnya batu apung, kapur, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan paving block adalah sebagai berikut :

2.4.1 Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Semen adalah bahan perekat hidrolis (*hydraulic binder*), yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat-zat baru yang bersifat sebagai perekat

terhadap batuan dan zat baru yang terbentuk tidak dapat larut dalam air. Semen merupakan suatu hasil industri yang dapat menjadi sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Dalam sifat-sifat beton dalam hubungannya dengan kadar semen pada umumnya kekuatan beton akan bertambah jika pemakaian semen juga ditambah, dan penambahan proporsi semen juga memperbesar penyusutan.

Hal itu dapat terjadi untuk campuran-campuran yang mempunyai bandingan air dan semen yang sama. Pemakaian semen dan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan penyusutan yang luar biasa dengan meningkatnya kecenderungan untuk retak-retak. Pada perbandingan air atau semen yang tetap, penambahan penggunaan semen akan memperbaiki kemudahan campuran untuk dikerjakan tanpa adanya pengaruh terhadap kekuatannya. Dalam adukan beton, campuran air dan semen membentuk pasta yang disebut dengan pasta semen. Pasta semen ini, kecuali mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus, juga berfungsi sebagai perckat atau pengikat.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

- 1) Semen Non-Hidrolik, yaitu semen yang tidak mengikat dan mengeras dalam air, tetapi dapat mengeras di udara. Contohnya: kapur.
- 2) Semen Hidrolik, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contohnya adalah semen portland.

a. Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen portland karena bahan yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling

UNIVERSITAS MEDAN AREA kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu

atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Penggunaannya antara lain meliputi beton, adukan, plesteran, bahan penambal, adukan encer (grout) dan sebagainya. Semen portland dipergunakan dalam semua jenis beton struktural seperti tembok, lantai, jembatan, terowongan dan sebagainya, yang diperkuat dengan tulangan atau tanpa tulangan. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat.

b. Komposisi Semen Portland

Semen Portland adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang terdiri dari kalsium silikat (CaSiO_2) dan kalsium sulfat (CaSO_4) sebagai bahan tambahan. Adapun bahan dasar pembuatan semen Portland pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Bahan dasar pembuatan semen Portland

| Bahan Dasar | Rumus Kimia | Simbol Dalam Kimia Semen |
|-------------|-------------------------|--------------------------|
| Kapur | CaO | C |
| Silika | SiO_2 | S |
| Alumina | Al_2O_3 | A |
| Besi | Fe_2O_3 | F |

Sumber tabel 2.1 Teknologi Beton Canisius 2001

Persentase bahan-bahan dasar pembuatan semen tersebut memenuhi nilai modulus hidrolis yang merupakan perbandingan kadar kapur (CaO) terhadap

kadar silika (Si_2O_2) ditambah kadar alumina (Al_2O_3) dan kadar besi (Fe_2O_3).

Dalam bentuk rumus modulus hidrolis dinyatakan sebagai berikut :

$$M = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

Dari proses pembakaran diperoleh senyawa baru berupa klinker yang merupakan kombinasi dari keempat bahan dasar. Jumlah kombinasi keempat bahan dasar tersebut mencapai 90% dari berat semen yang dihasilkan dan dikenal sebagai komponen utama semen.

c. Sifat-Sifat Semen

Semen memiliki sifat – sifat sebagai berikut :

1. Kehalusan Butir

Reaksi semen dan air dimulai dari permukaan butir – butir semen, sehingga semakin luas permukaan butir – butir semen (dari berat semen yang sama) semakin cepat proses hidrasinya. Secara umum semen berbutir halus akan meningkatkan kohesi pada mortar atau beton segar, akan tetapi menambah kecenderungan mortar atau beton untuk menyusut lebih banyak sehingga menyebabkan terjadinya retak susut. Jika butirannya terlalu halus hidrasi akan terjadi lebih awal oleh kelembapan udara.

2. Waktu Ikatan

Waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu sampai pastinya menjadi massa keras disebut waktu ikatan akhir (*final setting time*).

Pada semen portland pozzolan waktu ikat awal tidak boleh kurang dari 45 menit,

dan waktu ikatan akhir tidak boleh melebihi 420 menit atau 7 jam. Waktu ikatan diuji dengan alat vicat.

3. Berat Jenis

Berat jenis semen berkisar pada 3 – 3,2 gram/ml (NI – 8). Pengujian berat jenis semen dilakukan dengan menggunakan *Le Chatelier* menurut ASTM C – 188.

4. Panas Hidrasi

Reaksi hidrasi menyebabkan senyawa silikat, aluminat, dan air membentuk media pengikat dan mengakibatkan kenaikan temperature 17 yang besar. Pada saat yang sama, bagian luar mortar kehilangan panas sehingga terjadi perbedaan temperatur yang tajam. Tahap berikutnya, yaitu tahap pendinginan, pada tahap ini dapat terjadi retakan yang besar (Tjokrodimuljo, 1996).

2.4.2 Air

Air adalah zat kimia yang penting bagi semua bentuk kehidupan. Air dalam wujudnya terbagi atas tiga, yaitu cairan di laut, es yang mengambang dan awan di udara yang merupakan uap air.

Kekuatan dan mutu beton umumnya sangat penting dipengaruhi oleh jumlah air yang dipergunakan. Air yang dipergunakan harus sesuai pada batas yang memungkinkan untuk pelaksanaan pekerjaan campuran beton dengan baik. Air buangan yang mengandung kotoran-kotoran berupa bahan-bahan buangan industri dapat mengurangi mutu beton.

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton.

Sumber-sumber air yang dapat digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang

terdapat dipermukaan, air hujan, air tanah, air permukaan, air laut. Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan yang dapat merusak beton atau tulangan. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air merupakan salah satu unsur dalam pembuatan mortar. Air sangat mempengaruhi atau mempunyai peranan penting pada perilaku campuran mortar, karena campuran dengan kadar air tinggi dapat mengurangi kekuatan tekan pada sampel *paving block*. Jumlah air dalam pembuatan *paving block* harus cukup supaya terjadi rekatan yang benar-benar kuat antara partikel di dalam campuran. Air yang digunakan dalam pembuatan *paving block* tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, bahan padat sulfat, klorida dan bahan lainnya yang dapat merusak beton. Dengan kata lain air harus memiliki kotoran-kotoran yang rendah, tidak berasa, tidak berbau dan tidak berwarna, karena hal ini dapat mempengaruhi kualitas *paving block*.

1. Kadar Air Bebas

Kadar air bebas yang ditentukan dengan menggunakan daftar diatas, bergantung pada jenis ukuran maximum agregat dan dapat menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang dikehendaki. Bilamana digunakan agregat kasar dan agregat halus yang jenisnya berbeda, misalnya batu pecah digabungkan dengan pasir alami maka nilai kadar air bebas yang diperoleh dari daftar diatas, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

dengan:

W_h = Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat halus yang bersangkutan.

W_k = Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat yang bersangkutan

2. Faktor Air Semen (FAS)

Perbandingan antara kadar air dan kadar semen yang disebut faktor air semen atau perbandingan air semen dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Faktor air semen} = \frac{\text{Kadar air dalam kg atau kg/m}^3}{\text{Kadar semen dalam kg atau kg/m}^3}$$

Dengan demikian dalam kadar air termasuk pula air resapan dalam agregat kasar dan agregat halus disamping air yang isi ke dalam wadah pengaduk beton berdasarkan perhitungan sebelumnya. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi, tetapi ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton ringan yaitu paving block menjadi menurun.

Menurut (Tjokrodimuljo, 1996) dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) tidak lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltd

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt

2.4.3 Agregat Halus (Pasir)

a. Umum

Pasir yang termasuk dalam agregat halus (Bahasa Inggris : *Sandstone*) adalah batuan endapan yang terutama terdiri dari mineral berukuran pasir atau butiran batuan. Sebagian besar batu pasir terbentuk oleh kuarsa atau feldspar karena mineral-mineral tersebut paling banyak terdapat di kulit bumi. Seperti halnya pasir, batu pasir dapat memiliki berbagai jenis warna, dengan warna umum adalah coklat muda, coklat, kuning, merah, abu-abu dan putih. Karena lapisan batu pasir sering kali membentuk karang atau bentukan topografis tinggi lainnya, warna tertentu batu pasir dapat diidentikan dengan daerah tertentu. Pasir atau agregat halus merupakan bahan pengisi yang dipakai bersama bahan pengikat dan air untuk membentuk campuran yang padat dan keras. Pasir yang dimaksud adalah butiran-butiran mineral yang keras dengan besar butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm (Tjokrodimuljo,1996).

Agregat halus adalah butiran mineral yang dapat melalui ayakan persegi 4,8 mm dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan alat pemecah batu (*stone crusher*). Pasir alam dapat dijumpai sebagai gundukan-gundukan sepanjang sungai yang sering disebut dengan pasir sungai dan memiliki bentuk butiran bulat. Disamping itu pasir alam juga dapat berupa bahan galian dari gunung yang disebut dengan pasir gunung dan memiliki butiran yang tajam.

b. Persyaratan Umum Agregat Halus

Menurut Samekto, mengatakan bahwa agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton ringan harus memiliki susunan butiran yang beraneka ragam sesuai dengan batas-batas gradasi agregat halus yang baik. Hal ini akan memperkecil ruang-ruang kosong dan menghasilkan beton yang padat. Ruang-ruang kosong yang diisi oleh pasir memungkinkan pemakaian semen yang minimal, juga berarti akan mengurangi penyusutan. Agar agregat halus dapat dipergunakan dengan baik, agregat halus juga harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain :

- 1) Agregat halus tidak dibenarkan mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, dibuktikan dengan percobaan warna Abrams-Harder
- 2) Pada dua ayakan yang berurutan, butiran yang bertahan tidak dibenarkan lebih dari 45% jumlah keseluruhan serta modulus kehalusan $\geq 2,3$ dan $\leq 3,2$.
- 3) Agregat halus tidak dibenarkan mengandung lumpur, diartikan sebagai bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering).
- 4) Kehilangan berat setelah 5 kali siklus perendaman pada pengujian keawetan tidak boleh lebih dari 10% jika digunakan sodium sulfat dan tidak boleh lebih dari 15% jika digunakan magnesium sulfat.
- 5) Agregat halus untuk beton harus basah, lembab atau mengalami kontak langsung dengan tanah basah, tidak dibenarkan mengandung bahan yang bereaksi dengan alkali yang terkandung dalam semen.

Batu pasir tahan terhadap cuaca tapi mudah untuk dibentuk. Hal ini

membuat jenis bahan ini merupakan bahan umum untuk bangunan dan jalan.

Karena kekerasan dan kesamaan ukuran butirannya, batu pasir menjadi bahan yang sangat baik untuk dibuat menjadi batu asah (grindstone) yang digunakan untuk menajamkan pisau dan berbagai kegunaan lainnya. Butiran pasir yang halus ditambah semen akan mengisi rongga butiran yang halus sehingga diperoleh hasil yang baik. Tetapi jika butiran pasir kasar, hasilnya akan kurang memuaskan karena rongga antara butiran cukup lebar sehingga tegangan tidak dapat menyebar secara merata.

Pasir yang digunakan untuk pembuatan paving block harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik. Menurut Persyaratan Bangunan Indonesia (1982:23) agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan paving block harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras
- b. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, apabila lebih dari 5 % maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan.
- d. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak
- e. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca
- f. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton

Agregat halus adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam campuran beton. Komposisi agregat tersebut biasanya berkisar antara 60%-70% dari berat campuran paving block, dengan demikian

agregat merupakan material dalam beton yang memberikan nilai kuat yang lebih dibandingkan dengan semen atau air. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Dan agregat yang digunakan adalah agregat kasar berupa batu apung sebagai campuran air, semen dan pasir dalam pembuatan paving block

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

- 1) Agregat halus adalah: agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII. 0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS. 812,1976).
- 2) Agregat kasar adalah: agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4,8 mm (SII. 0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS. 812,1976).

1. Kadar air agregat

Kadar air adalah banyak air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air agregat dapat dibedakan menjadi empat jenis :

- a. Kadar air kering tungku, yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair
- b. Kadar air kering udara, yaitu kondisi permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
- c. Jenuh Kering Permukaan atau JPK, yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat, tetapi agregat tersebut masih mampu menyerap air. Pada keadaan ini, air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.

- d. Kondisi basah, yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air, sehingga menyebabkan penambahan kadar air campuran beton.

Dari ke empat kondisi tersebut hanya dua kondisi yang sering digunakan yaitu kering tungku dan kondisi SSD. Kadar air biasanya dinyatakan dalam prosen dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$KA = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$$

Jika agregat basah ditimbang beratnya (W1), kemudian dikeringkan dalam tungku dengan suhu $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya konstan (biasanya selama 16-24 jam), kemudian ditimbang beratnya (W2), maka kadar airnya (KA) dapat diketahui.

2. Daya serap agregat

Daya serap air dihitung dari banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi jenuh permukaan kering (JPK) atau *Saturated Surface Dry* (SSD), kondisi ini merupakan:

- Keadaan basah agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya.
- Kadar air dilapangan lebih banyak mendekati kondisi SSD dari pada kering tungku.

Resapan efektif (R_{ef}) dinyatakan dengan banyaknya jumlah yang diperlukan agregat dalam kondisi kering udara (W_{KU}) menjadi SSD (W_{SSD}), dinyatakan dengan rumusan sebagai berikut:

Rumus resapan efektif (R_{ef}) :

$$R_{ef} = \frac{W_{SSD} - W_{KU}}{W_{SSD}} \times 100\%$$

Agregat yang merupakan bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton ringan. Agregat dapat berupa agregat halus dan agregat kasar. Perbedaan antara agregat kasar dan halus adalah ayakan 5 mm. Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm dan agregat kasar adalah agregat dengan ukuran lebih besar dari 5 mm. Agregat tersebut dapat diambil dari batu alam ukuran kecil ataupun batu alam besar yang dipecah.

Adapun agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) Pasir sebagai agregat halus
- b) Batu apung sebagai agregat kasar

2.5 Batu Apung (Pumice)

Batu apung adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinging gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik.

Batu apung mempunyai sifat vesikular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung didalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang

terdapat dalam batu apung adalah *feldspar*, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan

tridimit. Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah *pumicit*, vulkanik, *cinter* dan *scoria*. Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel (fragmen) dan material asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu sub areal, new ardante dan hasil endapan ulang (redeposit). Sifat kimia dan fisika batu apung mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 dan Cl. Batu apung banyak dijumpai di Indonesia, misalnya : Pulau Sumatera dan Jawa. Sifatnya menyatu dengan semen.

2.5.1 Manfaat Batu Apung

Batu apung yang besarnya sekitar 1-5 cm bahkan lebih, mempunyai banyak kegunaan dan merupakan bahan komoditi ekspor ke luar negeri. Adapun kegunaan batu apung, sebagai berikut :

- a) Bahan pengisi plamir
- b) Bahan beku pembuatan amplas
- c) Bahan baku dalam pembuatan untuk logam dan montar
- d) Bahan penggosok kain jean
- e) Filter dalam cat
- f) Campuran pasta gigi dan bahan plaster
- g) Agregat ringan dalam beton ringan
- h) Sebagai bahan campuran tambahan dalam semen Portland
- i) Sebagai bahan baku pembuatan bata ringan dan bata tahan api
- j) Dan juga dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan industri-industri keramik.

Sedangkan manfaat batu apung sebagai beton ringan, adalah :

- a) Paving block
- b) Genteng
- c) Panel dingin
- d) Batako

2.5.2 Sifat-Sifat Batu Apung

Adapun sifat-sifat batu apung, sebagai berikut :

1. Batu apung mempunyai sifat kimia seperti oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 dan Cl (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral)
2. Hilang pijar 6%, pH 5
3. Bobot isi ruah 480-960 kg/cm^3
4. Peresapan air (*water absorption*) 16,67%
5. Berat jenis 0,8 gr/cm^3
6. Memiliki hantaran suara (*sound transmission*) rendah
7. Rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktivitas panas rendah
8. Ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam.

2.6 Paving Block

Paving block adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai penutup halaman tanpa memakai adukan dalam pemasangannya (mortar). Pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lainnya. Batu cetak halaman dibuat dengan mencetak campuran semen portland

dan pasir dengan atau tanpa aditif. (Balai Penelitian Bahan Bangunan 1984:10, dalam Arianto 2005).

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat (pasir) dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, paving block sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus. Paving block dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota. Pendapat Dudung Kusmara (1997) dalam Satya (2002), paving block adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai bahan penutup halaman tanpa memakai aduk pasangan (mortar), pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lain, sehingga daya serap air dari tanah dibawahnya tetap terjamin dan kemungkinan menggenangnya air di halaman dapat dikurangi. Menurut Andriati (1996:55), persyaratan ketebalan paving block pada umumnya adalah sebagai berikut :

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

Harga paving block yang murah tidak selalu dapat diartikan bahwa kualitas dan kekuatan paving block tersebut tidak bagus. Paving block yang

merupakan segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat dari tabel klasifikasi mutu beton paving block berdasarkan SNI :

Tabel 2.2 Persyaratan Mutu Kekuatan Paving Block SNI 03-0691-1996

| Jenis | Kuat Tekan (Mpa) | | Penyerapan Air |
|-------|------------------|---------|----------------|
| | Rata-Rata | Minimum | Rata-Rata Maks |
| A | 40 | 35 | 3 |
| B | 20 | 17 | 6 |
| C | 15 | 12,5 | 8 |
| D | 10 | 8,5 | 10 |

Ketahanan terhadap natrium sulfat tidak boleh cacat dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1,1.

Keterangan : * MPa = mega pascal, 1 MPa = 10 kg/cm² = K 10

Klasifikasi *Paving Block* dibedakan menurut kelas penggunaannya sebagai berikut :

Paving Block mutu A : digunakan untuk jalan

Paving Block mutu B : digunakan untuk pelataran parkir

Paving Block mutu C : digunakan untuk pejalan kaki

Paving Block mutu D : digunakan untuk taman dan pengguna lain.

Paving block yang diproduksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu beton kelas D atau C yaitu untuk tujuan pemakaian non struktural, seperti untuk taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban

berat di atasnya. Mutu paving block yang pengerjaannya dengan menggunakan mesin press dapat dikategorikan ke dalam mutu beton kelas C sampai A dengan kuat tekan di atas 125 kg/cm^2 bergantung pada perbandingan campuran bahan yang digunakan. Penampakan antara paving block yang diproduksi dengan cara manual dan paving block press mesin secara kasar mata relatif hampir sama, namun permukaan paving block yang diproduksi dengan mesin press terlihat lebih rapat dibanding yang dibuat secara manual. Agar area lahan paving block akan tetap terjaga dan bertahan untuk jangka waktu yang lama, pilih dan gunakanlah paving block secara bijak sesuai dengan mutu kuat tekan beton serta kelas penggunaannya masing-masing.

Kualitas dan mutu paving block ditentukan oleh bahan dasarnya, bahan tambahan, proses pembuatan serta alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang efektif, proses pencetakan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan paving block yang berkualitas baik pula.

2.6.1 Jenis- Jenis Paving Block Standar SNI

a. Paving Block Press Manual / Tangan (K 50-100)

Paving block press manual atau tangan diproduksi menggunakan cetakan paving block tenaga press tangan manusia. Mutu beton dari paving block jenis ini tergolong dalam mutu beton kelas D (K 50-100). Harga paving block jenis ini relatif lebih murah dari pada harga paving block jenis yang lainnya. Pada umumnya paving block press manual hanya digunakan untuk pemakaian non struktural, seperti taman, trotoar, halaman rumah dan penggunaan lainnya yang tidak diperlukan untuk menahan beban yang berat di atasnya.

b. Paving Block Press Mesin Vibrasi / Getar (K 150-250)

Pada umumnya paving block press mesin vibrasi atau getar tergolong sebagai paving block dengan mutu beton kelas C-B (K 150-250). Paving block jenis ini diproduksi dengan mesin press sistem getar. Paving block press mesin vibrasi dapat digunakan sebagai alternatif perkerasan lahan pelataran parkir. Akan tetapi karena pertimbangan selisih harga yang tidak terlalu jauh berbeda dengan paving block jenis press mesin hidrolik (K 300-450) mengakibatkan banyak konsumen lebih tertarik memilih paving jenis press hidrolik dari pada paving jenis press vibrasi.

c. Paving Block Press Mesin Hidrolik (K 300-450)

Jenis paving block lainnya yang dipasarkan di Indonesia adalah paving block press mesin hidrolik (K 300-450). Paving block jenis ini diproduksi dengan cara di press menggunakan mesin press hidrolik dengan kuat tekan diatas 300 kg/cm². Paving block press hidrolik dapat dikategorikan sebagai paving block dengan mutu beton kelas B-A (K 300-450). Pemakaian paving jenis ini dapat digunakan untuk keperluan non struktural maupun untuk keperluan struktural yang berfungsi untuk menahan beton yang berat yang dilalui diatasnya, seperti areal jalan lingkungan hingga sebagai perkerasan lahan pelataran terminal peti kemas di pelabuhan.

Faktor kekuatan dan ketahanan paving block press hidrolik untuk jangka panjang turut menjadi bahan pertimbangan bagi sebagian konsumen hingga akhirnya memilih paving jenis ini ketimbang paving block jenis yang lainnya.

2.6.2 Keunggulan dan Kelemahan Paving Block

1. Keuntungan Paving Block :

- a. Pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
- b. Pemeliharaannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
- c. Tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejut.
- d. Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.
- e. Paving block lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti beton.
- f. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- g. Paving block menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- h. Adanya pori-pori pada paving block meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
- i. Perkerasan dengan paving block mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat.

2. Kelemahan Paving Block :

- a. Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.
- b. Perkerasan paving block sangat cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan dilingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

2.6.3 Syarat Mutu Paving Block

Paving block untuk lantai harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

- Sifat Tampak, paving block untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
- Bentuk dan Ukuran, paving block untuk lantai dapat tergantung dan persetujuan antara konsumen dan produsen. Penyimpangan tebal paving block untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.
- Sifat Fisik, paving block harus mempunyai kekuatan fisik.

Tabel 2.3 Kekuatan Fisik Paving Block

| Mutu | Kegunaan | Kuat Tekan (kg/cm ²) | | Ketahanan Aus (mm/menit) | | Penyerapan Air Rata ² Maks (%) |
|------|---------------------|----------------------------------|-----|--------------------------|-------|---|
| | | Rata2 | Min | Rata2 | Rata | |
| A | Perkerasan Jalan | 400 | 350 | 0,0090 | 0,103 | 3 |
| B | Tempat Parkir Mobil | 200 | 170 | 0,1300 | 1,149 | 6 |
| C | Pejalan Kaki | 150 | 125 | 0,1600 | 1,184 | 8 |
| D | Taman Kota | 100 | 85 | 0,2190 | 0,251 | 10 |

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

Menurut Sianturi JR (Istiwarni, 2002 : 9), mengatakan bahwa paving block muncul dengan membawa sifat yang unik. Jika paving block dipasang hanya satu

UNIVERSITAS MEDAN AREA sifat seperti perkerasan kaku dan bila dipasang secara

interlocking atau saling mengungsi akan bersifat seperti perkerasan lentur. Kekuatan paving block yang terpasang diatas permukaan tanah ditentukan oleh dua hal yaitu :

- 1) Kuat tekan masing-masing elemen paving block yang terbuat dari beton dengan mutu tertentu.
- 2) Gesekan antar elemen paving block yang dapat terjadi dengan adanya pasir sebagai bahan pengisi diantara sela-sela paving block.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan metode inti dari model penelitian yang ada karena dalam penelitian eksperimen para peneliti melakukan tiga persyaratan dari suatu bentuk penelitian. Ketiga persyaratan tersebut meliputi kegiatan mengontrol, memanipulasi dan observasi. Arikunto (2006) mendefinisikan eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Suatu penelitian yang didalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab dan akibat.

Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitannya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh, hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan. Penelitian eksperimen juga merupakan suatu penelitian yang menjawab pertanyaan jika kita melakukan sesuatu pada kondisi yang dikontrol secara ketat dan untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol secara ketat.

Sehingga penelitian ini digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Selain itu, dalam penelitian eksperimen ada tiga unsur penting yang harus diperhatikan dalam melakukan penelitian yaitu control, manipulasi dan pengamatan. Variabel control disini adalah inti dari metode eksperimen karena variabel inilah yang akan

menjadi standar dalam melihat apakah ada perubahan maupun perbedaan yang terjadi akibat perbedaan perlakuan yang diberikan.

Pemeriksaan kuat tekan beton juga dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton ringan pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat terhadap pemberian batu apung sebagai bahan pengganti kerikil dalam pembuatan paving block yang dilihat dari pengaruh dan kuat tekannya. Pelaksanaan eksperimen dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Medan. Adapun langkah-langkah dalam pengumpulan data, sebagai berikut :

1. Pengujian bahan-bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan paving block.
2. Pembuatan benda uji.
3. Pengujian terhadap benda uji yang telah berumur 28 hari yang meliputi kuat tekan paving block.

Penelitian ini menggunakan obyek berupa paving block sebanyak 60 block, dimana setiap variabel masing-masing sebanyak 20 block. Adapun variabel yang digunakan adalah 0%, 50% dan 100% untuk setiap percobaan kuat tekan paving block pada umur 28 hari dengan dimensi rata-rata (21,00 x 10,50 x 6,00) cm untuk setiap mutu paving block.

3.1 Persiapan Bahan

Batu apung diperoleh dari sungai yang berada di Desa Tuntungan. Batu apung tersebut terdapat pada tepi sungai yang bercampur bersama pasir. Oleh sebab itu untuk memisahkan antara pasir dan batu apung dilakukan pemilihan secara satu persatu dengan memisahkan batu tersebut menurut ukurannya. Batu yang telah terkumpul selanjutnya dibawa ke lokasi pemeriksaan yaitu di laboratorium Politeknik Negeri Medan.

Batu apung yang telah dipisahkan menurut ukurannya kemudian dipilih lagi untuk diperiksa kembali dari segi ukurannya. Batu apung yang diperkirakan cukup besar diasingkan dan dikumpulkan manjadi satu. Batu dalam ukuran yang besar kemudian dipecahkan yang akan menjadi batu pecah. Sedangkan batu yang tidak dipecahkan akan menjadi batu alami. Batu yang telah dipersiapkan telah siap untuk diperiksa lagi. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini dengan rincian sebagai berikut :

- a. 20 buah sampel untuk uji kuat tekan
- b. 20 buah sampel untuk uji kuat tekan dengan bahan pengisinya ditambah 50% batu apung
- c. 20 buah sampel untuk uji kuat tekan dengan bahan pengisinya ditambah 100% batu apung

3.2 Prosedur Penelitian

1. Bahan Uji

- a. Semen yang digunakan adalah Semen Portland type I produksi Semen Nusantara dengan kemasan 40 kg.
- b. Pasir yang digunakan adalah pasir yang berasal dari daerah binjai.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

- c. Air yang digunakan berasal dari PDAM
- d. Batu apung yang digunakan berasal dari sungai yang berada di Desa Tuntungan.

2. Pengujian Paving Block

Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kuat tekan paving block menggunakan SK SNI-03-0691-1989 tentang “Paving Block Untuk Lantai”

3. Tempat Pengujian

Tempat pengujian bahan, kuat tekan dilakukan di Laboratium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.

3.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi

A. Tujuan

Untuk menentukan berat jenis dan persentase absorpsi pasir

B. Peralatan

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml
- c. Kerucut terpancung, diameter bagian atas (40 ± 3) mm dan diameter bagian bawah (75 ± 3) mm.
- d. Oven
- e. Bejana
- f. Cawan

C. Bahan

- a. Pasir
- b. Air

D. Prosedur Pemeriksaan

- Keringkan pasir menggunakan oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat konstan.
- Pasir direndam selama 24 jam.
- Buang air perendam, tebarkan pasir diatas talam dan keringkan di udara panas. Pengeringan dilakukan hingga tercapai keadaan SSD.
- Periksa keadaan SSD dengan menyisihkan pasir kedalam kerucut terpancung an dipadatkan menggunakan batang perojok.
- Tambahkan air hingga mencapai tanda batas.
- Timbang pinometer berisi pasir dan air hingga ketelitian 0,1 gram (C)
- Keluarkan pasir, keringkan oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga berat konstan (A) dan hitunglah.

E. Pedoman

- Berat jenis SSD $= \frac{500}{B + 500 - C}$
- Berat jenis kering $= \frac{500}{B + 500 - C}$
- Berat jenis semu $= \frac{A}{B + A - C}$
- Absorpsi $= \frac{500 - A}{A} \times 100\%$

3.4 Pemeriksaan Benda Uji Paving Block

3.4.1 Pasir

Pasir yang telah dipersiapkan, diperiksa daya serap, analisa saringan pasir, serta kadar air yang diperiksa sehari sebelum pembuatan benda uji. Adapun prosedur dari pemeriksaan tersebut yaitu:

1) Pemeriksaan daya serap dan berat jenis pasir

A. Tujuan

- a) Menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven.
- b) Menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering permukaan.
- c) Menentukan kadar air agregat halus dalam keadaan kering permukaan jenuh air (SSD).
- d) Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton.
- e) Menggunakan alat yang dipakai.
- f) Tujuan akhir diharapkan dapat menentukan berat jenis dan persentase berat air yang dapat diterapkan agregat halus dihitung terhadap berat kering.

B. Peralatan

- a) Timbangan 0,01 gram
- b) Oven pengering
- c) Saringan no.4 (4,75 mm)
- d) Cawan

C. Bahan

b) Air

D. Persiapan

a) Timbang pasir ± 1 kg

b) Keringkan dalam oven hingga beratnya tetap

E. Perhitungan

Tabel 3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

| PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR | | | |
|---|--------|--------|-----------|
| Percobaan | I | II | Rata-Rata |
| Berat Agregat Awal | 500 | 500 | 500 |
| Berat Cawan + Agregat + Air (Bt) | 846,78 | 853,04 | 849,91 |
| Berat Cawan + Air (B) | 551,37 | 548,26 | 549,82 |
| Berat Pasir Kering (Bk) | 494,83 | 495,33 | 495,08 |
| Berat Jenis atau Bulk (gr/cm^3) | 4,139 | 4,367 | 4,253 |
| Berat Jenis SSD (gr/cm^3) | 2,444 | 2,561 | 2,503 |
| Penyerapan (%) | 1,045 | 0,943 | 0,994 |

2) Pemeriksaan analisa saringan pasir

A. Tujuan

- Dapat menentukan gradasi agregat halus dengan menggunakan hasil analisa saringan/ayakan.
- Dapat menggunakan peralatan yang diperlukan.
- Menggambarkan data hasil pemeriksaan ke dalam grafik gradasi.

B. Peralatan

- Timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 gram
- Oven

- c) Ayakan Standard
- d) Mesin penggetar ayakan (Sieve Shaker)
- e) Kuas
- f) Kertas penampung

C. Bahan

Pasir

D. Persiapan

- a) Timbang pasir seberat ± 1 kg.
- b) Keringkan pasir di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.

E. Prosedur Pelaksanaan

- a) Siapkan peralatan dan bahan.
- b) Saring benda uji tersebut dengan menggunakan ayakan 4 mm.
- c) Timbang agregat halus sebanyak 500 gram.
- d) Ayak agregat tersebut dengan susunan ayakan sebagai berikut 0,125 mm; 0,25 mm; 0,5 mm; 1 mm; 2 mm sedangkan ukuran ayakan paling besar ditempatkan paling atas. Pengayakan ini dilakukan dengan meletakkan susunan ayakan pada mesin pengguncang, dan digoncang selama 15 menit.
- e) Bersihkan masing-masing ayakan. dimulai, dari ayakan teratas dengan kuas cat yang lemas.
- f) Timbang berat agregat yang tertahan di atas masing-masing lubang ayakan.

F. Perhitungan

$$\text{Kadar MKB} = \frac{\text{Jumlah Persen Tertahan Kumulatif}}{100}$$

3) Pemeriksaan kadar air

A. Tujuan

- a) Menentukan kadar air agregat halus
- b) Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton
- c) Peralatan
 - a. Timbangan 0,01 gram
 - b. Kerucut terpancung + batang penumbuk
 - c. Oven pengering
 - d. Saringan no.4 (4,75 mm)
 - e. Cawan
- d) Bahan
 - a. Pasir
 - b. Air
- e) Persiapan
 - a. Timbang pasir ± 1 kg
 - b. Keringkan dalam oven hingga beratnya tetap
- f) Prosedur Kerja
 - a. Ambil pasir yang ada di lapangan
 - b. Timbang pasir sebanyak 500 gram

UNIVERSITAS MEDAN AREA Pasir yang telah di timbang di oven sampai berat tetap

- d. Angkat pasir yang telah mencapai berat tetap, lalu timbang hasilnya
- e. Catat hasil yang di peroleh

3.4.2 Batu Apung

Batu apung yang telah dipersiapkan, diperiksa daya serap, analisa saringannya, dan kadar airnya sehari sebelum pembuatan benda uji. Adapun prosedur dari pemeriksaan tersebut yaitu:

1) Pemeriksaan daya serap dan berat jenis

A. Tujuan

- a) Dapat menentukan berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering oven.
- b) Dapat menentukan berat jenis agregat kasar dalam keadaan jenuh air kering permukaan (SSD).
- c) Dapat menentukan kadar air agregat kasar keadaan SSD.
- d) Dapat menerangkan kegunaan pemeriksaan yang dilakukan dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton.

B. Peralatan

- a) Timbangan
- b) Ember plastik
- c) Spatula
- d) Oven

C. Bahan

- a) Kerikil

2) Pemeriksaan analisa saringan batu apung

A. Tujuan

- Dapat menentukan gradasi agregat kasar dengan menggunakan hasil analisa saringan/ayakan.
- Dapat menggunakan peralatan yang diperlukan.
- Dapat mengetahui tingkat keseragaman agregat sesuai dengan nomor ayakan/saringan.
- Dapat menggambarkan data hasil pemeriksaan ke dalam grafik gradasi.

B. Peralatan

- Timbangan kapasitas 25 kg
- Ayakan standard
- Kuas

C. Bahan

Kerikil sebanyak 15 kg

D. Perhitungan

Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Batu Apung Pecah

| PEMERIKSAAN BERAT JENIS BATU APUNG PECAH | | | |
|---|---------|---------|-----------|
| Percobaan | I | II | Rata-Rata |
| Berat Agregat Awal | 500,01 | 500 | 500,005 |
| Berat Cawan + Agregat + Air (Bt) | 1264,09 | 1254,93 | 1259,51 |
| Berat Cawan + Air (B) | 1084,52 | 1113,66 | 1099,09 |
| Berat Batu Apung Kering (Bk) | 362,9 | 298,08 | 330,49 |
| Berat Jenis atau Bulk (gr/cm^3) | 3,945 | 3,498 | 3,721 |
| Berat Jenis SSD (gr/cm^3) | 1,560 | 1,394 | 1,477 |
| Penyerapan (%) | 37,782 | 67,740 | 52,761 |

E. Perhitungan

Tabel 3.3 Rumus Perhitungan Daya Serap

| Perhitungan | |
|--|-------------------------------------|
| Berat Jenis (Bulk) | $\frac{Bt}{(B + Bj - Bt)}$ |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) | $\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$ |
| Penyerapan | $\frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100\%$ |

3) Pemeriksaan kadar air

A. Tujuan

- Menentukan kadar air agregat halus
- Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton

B. Peralatan

- Timbangan 0,01 gram
- Kerucut terpancung + batang penumbuk
- Oven pengering
- Saringan no. 4 (4,75 mm)
- Cawan

C. Bahan

- Batu apung
- Air

D. Persiapan

- Timbang batu apung ± 1 kg
- Keringkan dalam oven hingga beratnya tetap

E. Prosedur Kerja

- a) Ambil batu apung yang ada di lapangan
- b) Timbang apung sebanyak 500 gram
- c) Batu apung yang telah di timbang di oven sampai berat tetap
- d) Angkat batu apung yang telah mencapai berat tetap, lalu timbang hasilnya
- e) Catat hasil yang di peroleh

3.5 Komposisi Campuran Paving Block

1. Dari perencanaan campuran pada variabel 0% batu apung, diperoleh komposisi campuran paving block, adalah sebagai berikut :

- a. Semen = 7.5 kg
- b. Pasir = 25 kg
- c. Kerikil (Batu Kacang) = 18 kg

2. Dari perencanaan campuran pada variabel 50% batu apung, diperoleh komposisi campuran paving block, adalah sebagai berikut :

- a. Semen = 7.5 kg
- b. Pasir = 25 kg
- c. Kerikil (Batu Kacang) = 9 kg
- d. Batu Apung (Split) = 9 kg

3. Dari perencanaan campuran pada variabel 100% batu apung, diperoleh komposisi campuran paving block, adalah sebagai berikut :

- a. Semen = 7.5 kg
- b. Pasir = 25 kg

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Batu Apung (Split) = 18 kg

3.6 Proses Penghancuran Material

Material yang digunakan adalah batu apung tersebut selanjutnya diremukkan atau dihancurkan lagi dengan tujuan agar ukurannya dapat dispesifikasi sesuai dengan yang dibutuhkan. Proses penghancuran ini dilakukan secara manual yaitu dengan memakai martil yang beratnya ± 2 kg.

Pecahan-pecahan dari material batu apung tersebut akan terlihat berupa suatu material agregat dengan butiran-butiran yang terdiri dari batu apung pecah. Material ini akan dipakai untuk campuran paving block yang baru menggantikan posisi agregat yang biasa atau konvensional. Untuk itu sebelumnya dilakukan penyaringan, memilih gradasi perbutiran yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai pengganti agregat kasar.

3.7 Pembuatan Benda Uji Paving Block

Benda uji paving block yang dibuat berupa persegi $21 \times 10,5 \times 6$ cm. Jumlah benda uji masing-masing campuran adalah 20 buah. Untuk penyesuaian dengan kapasitas mixer yang dipakai. Pembuatan benda uji paving block dilaksanakan dengan data-data sebagai berikut :

- (a) Semen menggunakan Type I, merk dagang semen Padang
- (b) Agregat halus menggunakan pasir, asal binjai dengan kandungan air 1,00%
- (c) Agregat kasar menggunakan batu apung pecah
- (d) Air menggunakan PDAM Tirtanadi
- (e) Alat Mixer
- (f) Alat Press
- (g) Curing untuk direndam dalam air

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

1. Menyiapkan bahan susun paving block
 - a. Menimbang bahan-bahan susun paving block yaitu semen, pasir, bahan pengganti (batu apung) dan air dengan berat yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran paving block.
 - b. Mempersiapkan cetakan paving block dan peralatan lain yang dibutuhkan.
2. Pengadukan campuran paving block
 - a. Masukkan air 80% dari air yang dibutuhkan dengan faktor air semen 0,4 kedalam mesin pengaduk kemudian masukkan semen, pasir dan batu apung sebagai pengganti kerikil.
 - b. Ketika mesin pengaduk (mixer) berputar sisa air dimasukkan sedikit demi sedikit sampai airnya habis dalam jangka waktu tidak kurang dari 3 menit.
 - c. Pengadukan dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap macam campuran dan setiap pengadukan dilakukan pemeriksaan.
3. Pengujian Porositas Paving Block
 - a. Rendam benda uji dalam air selama 24 jam kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah
 - b. Keringkan dalam dapur pengering selama 24 jam pada suhu 115°
 - c. Kemudian timbang dalam keadaan kering oven
4. Pembuatan benda uji
 - a. Adukan bahan paving block dimasukkan kedalam cetakan paving block yang sebelumnya pada bagian dalam cetakan diberi minyak pelumas.
 - b. Isi cetakan dengan adukan paving block sampai keadaan penuh lalu dipadatkan dengan pemukul dan sesuai dengan variabel penelitian.

- c. Permukaan paving block harus benar-benar dalam keadaan rata pada bagian atas cetakan
- d. Buka cetakan dan tempatkan paving block pada tempat yang sejuk dan tidak terkena matahari secara langsung.

5. Pemadatan

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Pada jarak yang berdekatan, pemadatan dengan alat getar dilaksanakan dalam waktu yang pendek
- b. Pemadatan dilakukan secara vertikal dan jatuh dengan beratnya sendiri
- c. Tidak menyebabkan *bleeding*
- d. Pemadatan merata
- e. Tidak terjadi kontak antara alat getar dengan bekisting
- f. Alat getar tidak berfungsi untuk mengalirkan, mengangkat atau memindahkan paving block.

6. Penyelesaian Akhir

Pekerjaan *finishing* dimaksudkan untuk mendapatkan sebuah permukaan beton yang rata dan mulus. Pekerjaan ini biasa dilakukan pada saat beton belum mencapai *final setting*, karena pada saat ini paving block masih dapat dibentuk. Alat yang digunakan biasanya ruskam, jidar, dan alat-alat perata lainnya

7. Perawatan

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

dilakukan minimal 28 hari dan paving block berkekuatan awal tinggi minimum selama 3 (tiga) hari serat dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan dipercepat. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi jga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan paving block, kakedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur. Adapun cara-cara pemeriksaan paving block sebagai berikut :

- a. Masing-masing benda uji diukur dimensinya
- b. Letakkan benda uji pada mesin tekan dengan arah penekanan sesuai dengan arah tekanan dalam pemakaian.
- c. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur.
- d. Catat beban maksimum yang dapat ditahan benda uji.

Perawatan paving block tidak hanya dimaksud untuk mendapatkan kekuatan tekan paving block yang tinggi tapi juga dimaksud untuk memperbaiki mutu dari keawetan paving block, kakedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan paving block ada 2 cara yaitu dengan cara penguapan dan pembahasan.

A. Perawatan paving block dengan cara pembahasan yaitu :

1. Menaruh paving block dalam ruangan lembab
2. Menaruh paving block dalam genangan air
3. Menaruh paving block dalam air
4. Menyelimuti permukaan paving block dengan air
5. Menyelimuti permukaan paving block dengan karung basah
6. Menyirami permukaan paving block secara kontinu.

B. Perawatan dengan uap yaitu perawatan dengan tekanan rendah dan perawatan dengan tekanan tinggi (Mulyono Tri, 2004).

Tahapan untuk mendapatkan jumlah masing-masing bahan campuran adalah :

- a) Menentukan faktor air semen
- b) Menentukan jumlah air bebas
- c) Menentukan berat semen

Jumlah semen yang diperlukan didapat berdasarkan jumlah air bebas dan faktor air semen.

$$\text{berat semen} = \frac{\text{berat air bebas}}{\text{faktor air bebas}}$$

- d) Menentukan persentase agregat halus

Persentase agregat halus ditentukan berdasarkan :

1. Zona agregat halus
2. Ukuran maksimum agregat
3. Nilai faktor air semen

- e) Menentukan volume dalam 1 m³ campuran beton adalah sebesar volume semen + volume air bebas

- f) Menentukan persentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran = (100 – persentase agregat halus terhadap agregat kasar).

- g) Menentukan berat agregat campuran, agregat halus dan agregat kasar.

$$\text{berat agregat campuran} = \text{volume agregat campuran} + \text{berat jenis agregat campuran}$$

berat agregat halus = (%) agregat halus terhadap agregat campuran
berat agregat campuran.

berat agregat kasar = (%) agregat kasar terhadap agregat campuran
berat agregat campuran.

3.8 Pemeriksaan Kuat Tekan Paving Block

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah masa pemeliharaan paving block telah mencapai umur yang ditentukan selama 28 hari.

a. Tujuan

Pengujian ini bermaksud untuk mencari kekuatan karakteristik beton itu sehingga beton itu dapat diketahui apakah beton tersebut sesuai dengan rencana yang telah direncanakan.

b. Peralatan

- 1) Mesin penekan
- 2) Timbangan

c. Bahan

Paving block yang telah melewati masa pemeliharaan pada umur yang telah ditentukan. Adapun langkah-langkah kerjanya, sebagai berikut :

- 1) Ambil benda uji dari dalam bak perendaman, lalu benda uji dikeringkan
- 2) Timbang benda uji tersebut dengan menggunakan timbangan dan ukur benda uji tersebut dengan menggunakan mistar
- 3) Catat ukuran dan berat benda uji
- 4) Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries

- 5) Jalankan mesin dengan penambahan beban berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm³/detik. Pembebanan dilakukan sampai batas maksimum (benda uji retak)
- 6) Catat hasil yang didapat dari hasil uji tekan tersebut

3.9 Pengujian Kekuatan Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin kompres elektrik berkapasitas 200 ton terhadap masing-masing benda uji sesuai dengan umur benda uji tersebut.

Kuat tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$\sigma'b = \frac{P}{A}$$

dimana :

$\sigma'b$ = kuat tekan (kg/cm²)

P = beban tekan (kg)

A = luas permukaan benda uji (cm²)

3.10 Perhitungan Kekuatan Tekan Karakteristik Beton

Kekuatan tekan beton rata-rata dihitung dengan rumus :

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_1^N \sigma'b}{N}$$

Dimana :

N = jumlah benda uji yang harus diambil minimum 20 buah

σ'_{bm} = kekuatan tekan beton rata-rata (kg/cm²)

$\sigma'b$ = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan Penggunaan Batu Apung Sebagai Campuran Agregat Kasar Pada Beton Ringan Untuk Pembuatan Paving Block dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Adanya bahan pengganti batu apung terhadap kuat tekan paving block. Hal ini ditunjukkan adanya penurunan kuat tekan paving block dengan semakin bertambahnya substitusi batu apung sebagai pengganti kerikil ke dalam paving block.
2. Paving block tanpa substitusi batu apung sebesar 0% memiliki kuat tekan 171,58 kg/cm², sedangkan kuat tekan paving block yang dihasilkan substitusi batu apung 50% adalah 129,48 kg/cm² dan 100% adalah 93,58 kg/cm². Untuk paving block dengan substitusi 50% dan 100% tidak termasuk dalam mutu yang diisyaratkan SNI-03-0691-1996 karena kuat tekannya kurang dari 170 kg/cm², sehingga terjadi penurunan kuat tekan pada paving block.

5.2 Saran

Dari pengalaman penulis selama melaksanakan percobaan pengujian paving block sebagai pengganti agregat kasar ini, hal yang perlu di perhatikan :

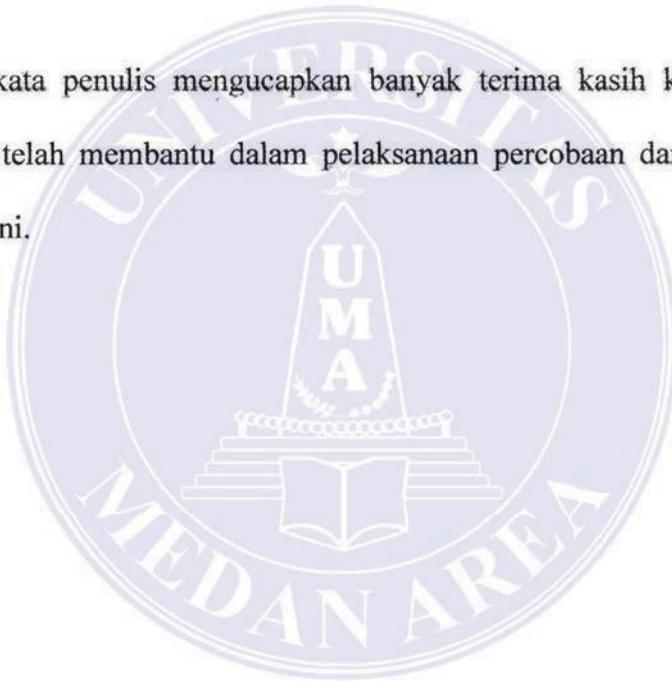
1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan batu apung pecah sebagai bahan pembuatan paving block. Adanya penelitian lanjutan tersebut adalah penggunaan cetakan hidrolis yang telah terukur bebannya pada saat

pencetakan. Penggunaan variasi nilai fas perbandingan jumlah semen dengan agregat agar diperoleh kuat tekan yang lebih baik.

2. Perlunya di perhatikan tentang bahan material paving block dari mana asal dan mutunya, juga alat yang baik dan lengkap untuk membuat material daur ulang yang digunakan dalam percobaan.

Dengan adanya masalah ini penulis mengharapkan agar di masa yang akan datang dapat di perhatikan dan dapat di lakukan untuk perubahan ke arah yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan percobaan dan penyelesaian tugas akhir ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Arianto. 2005. *Paving Block*. Balai Penelitian Bahan Bangunan, 1984.
- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Departemen PU. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. 2*. BANDUNG : Direktorat Pendidikan Masalah Bangunan.
- Proyek Pengembangan pendidikan Politeknik. 1983. *Teknologi bahan 2*. Bandung: PEDC Bandung.
- Samketo, W. *Teknologi Beton*. Kanisius 2001
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Cetakan Kedua. Yogyakarta. Nafiri.
- Wintoko, Bambang. 2005. *Batako & Paving Block*. Yogyakarta. Pustaka Baru Press
- <http://www.pavingbloc.com/2011/03/paving-block-standar-sni/>
- <http://www.pavingbloc.com/2011/04/jenis-paving-sni/>
- <http://archinine.files.wordpress.com/2010/04/5-power-point-paving-block.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/45968720/5-power-point-paving-block>
- <http://sisni.bsn.go.id/index.php?lembsert/inspeksi/detail/7446>