

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR PAVING
BLOCK DENGAN PEMAKAIAN FLY ASH SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN**

TUGAS AKHIR

**Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dari
Universitas Fajar**



Oleh :

**KA'DANG
1920121038**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR
2024**

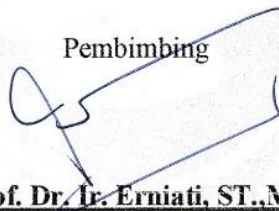
**ANALISIS KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR PAVING
BLOCK DENGAN PEMAKAIAN FLY ASH SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN**

KA'DANG
1920121038

Menyetujui

Makassar, Tanggal 13 Mei 2024

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT)

NIDN. 0906107701

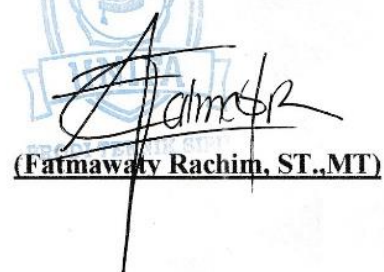
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar



(Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT)

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Fajar



(Fatmawaty Rachim, ST., MT)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

**“ANALISIS KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR PEVING BLOCK
DENGAN PEMAKAIAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSIN SEMEN”**

adalah karya orisinal saya dan setiap seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan panduan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, Mei 2024

Yang Menyatakan



ABSTRAK

Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai Substitusi Semen, Ka'dang. Pada saat yang sama, produksi semen sebagai bahan utama dalam pembuatan paving block memiliki dampak lingkungan yang signifikan dan memerlukan eksploitasi sumber daya alam yang besar. Fly ash, sebagai hasil samping dari pembangkit listrik tenaga batu bara, muncul sebagai alternatif potensial untuk menggantikan sebagian semen dalam pembuatan paving block. Penggunaan fly ash tidak hanya dapat membantu mengurangi dampak lingkungan negatif produksi semen, tetapi juga dapat memberikan solusi ekonomis dengan memanfaatkan limbah industri sebagai sumber daya yang bernilai. Dalam konteks ini, perlu dilakukan analisis mendalam terkait penggunaan fly ash sebagai pengganti semen pada paving block. Salah satu aspek kritis yang perlu dievaluasi adalah kuat tekan, yang mencerminkan kemampuan paving block untuk menahan beban struktural. Selain itu, sifat serapan air paving block juga menjadi faktor penting yang memengaruhi daya tahan dan keandalan struktural dalam berbagai kondisi lingkungan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sebagai pengganti semen pada pembuatan paving blok sangat mempengaruhi nilai kuat tekan pada paving. Penambahan fly ash sebanyak 10% - 30% dari semen menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan dari paving blok normal. Namun pada penambahan fly ash sebanyak 50% menunjukkan penurunan nilai kuat tekan paving block sebanyak 0,47 MPa hingga 4,29 Mpa. Penggunaan fly ash sangat mempengaruhi daya serap air pada paving block. Pada penggunaan fly ash sebanyak 30% pada variasi Campuran 1:1 dan Campuran 1:2 menunjukkan peningkatannya yang tinggi terhadap daya serap air pada paving block. Kadar air yang terdapat dalam paving block juga sangat mempengaruhi pada nilai kuat tekan paving block. Semakin banyak kadar air pada paving block maka nilai kuat tekan kecil. Sedangkan semakin sedikit kadar air yang terdapat pada paving block maka nilai kuat tekannya pun besar.

Kata kunci: Analisis, Fly Ash, Paving Block, Semen, Pengaruh

ABSTRACT

Analysis of Compressive Strength and Water Absorption of Paving Blocks Using Fly Ash as a Cement Substitute, Ka'dang. At the same time, the production of cement as the main ingredient in making paving blocks has a significant environmental impact and requires the exploitation of large natural resources. Fly ash, as a by-product of coal-fired power plants, has emerged as a potential alternative to partially replace cement in making paving blocks. The use of fly ash can not only help reduce the negative environmental impacts of cement production, but can also provide an economical solution by utilizing industrial waste as a valuable resource. In this context, it is necessary to carry out an in-depth analysis regarding the use of fly ash as a cement substitute in paving blocks. One critical aspect that needs to be evaluated is compressive strength, which reflects the paving block's ability to withstand structural loads. In addition, the water absorption properties of paving blocks are also an important factor that influences structural durability and reliability in various environmental conditions. The research results show that the use of fly ash as a cement substitute in making paving blocks greatly influences the compressive strength value of the paving. The addition of fly ash as much as 10% - 30% of the cement shows an increase in the compressive strength value of normal paving blocks. However, the addition of 50% fly ash showed a decrease in the compressive strength value of the paving block by 0.47 MPa to 4.29 MPa. The use of fly ash greatly affects the water absorption capacity of paving blocks. Using 30% fly ash in the 1:1 Mixture and 1:2 Mixture variations shows a high increase in the water absorption capacity of the paving blocks. The water content contained in paving blocks also greatly influences the compressive strength value of paving blocks. The more water content in the paving block, the lower the compressive strength value. Meanwhile, the less water content in the paving block, the greater the compressive strength value.

Keywords: Analysis, Fly Ash, Paving Block, Cement, Influence

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warhmatullahi wabarakatu, dengan mengucapkan syukur yang mendalam atas karunia kesehatan dan kekuatan yang diberikan oleh Tuhan. Sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai Pengganti Semen” yang menjadi salah satu persyaratan menyelesaikan studi Teknik Sipil Universitas Fajar.

Ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya saya sampaikan kepada semua pihak yang memberikan bimbingan beserta bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Olehnya pada kesempatan ini saya menyampaikan secara khusus terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua saya dengan ikhlas mendoakan, memberikan petunjuk, nasehat baik berupa materil atau non materil yang tidak bisa dinilai,
2. Rektor Universitas Fajar, Bapak Mulyadi Hamid, SE.,M.Si.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Prof. Dr. Ir. Erniati, ST.,MT.
4. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Fatmawaty Rachim, S.T.,MT.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Erniati, ST.,MT. Selaku pembimbing, Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya atas saran dan motivasi yang diberikan sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini
6. Teman-teman Teknik Sipil 2019

Dengan hal ini kritik dan saran yang tentunya sangat dibutuhkan untuk membantu membangun dan menyempurnakan Tugas Akhir ini demi bertambahnya ilmu bagi penyusun Tugas Akhir ini tentunya.

Demikianlah sepatah kata dari penulis, wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatu.

Makassar, 20 Maret 2024

Penyusun

Kadang

1920121038

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN	III
ABSTRAK	IV
ABSTRACT	V
KATA PENGANTAR.....	VI
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR LAMPIRAN	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Paving Block	4
II.2 Kegunaan dan Keuntungan Paving Block.....	5
II.3 Klasifikasi Paving Block.....	6
II.4 Paving Block Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel	8
II.5 Bahan-bahan Penyusun Paving Block.....	8
II.6 Kuat Tekan	17
II.7 Penyerapan air	17
II.8 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
III.2.1 Alat	22
III.2.2 Bahan.....	22
III.3 Pemeriksaan Material	22
III.3.1 Gradasi Pasir	22

III.3.2 Berat Isi	24
III.3.3 Berat Jenis	25
III.3.4 Kadar Lumpur	26
III.4 Pelaksanaan Penelitian	27
III.4.1. Langkah Kerja	28
III.4.2.Pembuatan benda uji	29
III.5 Perawatan Benda Uji	30
III.6 Pengujian Benda Uji.....	31
III.7 Metode Pengumpulan Data	32
III.8 Analisa Data	32
III.9 Bagan Alur Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
IV.1 Komposisi Paving Blok.....	34
IV.1.1 Pengujian Karakteristik.....	34
IV.2 Mix Design.....	35
IV.3 Perendaman Paving Block	36
IV.4 Pengujian Kuat Tekan	37
IV.5 Pengujian Serapan Air.....	40
BAB V PENUTUP.....	44
V.1 Kesimpulan	44
V.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Presentase unsur kimia semen portland.....	10
Tabel II. 2 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus.....	12
Tabel II. 3 Pengujian Agregat Halus.....	13
Tabel III. 1 Syarat Batas Gradasi Pasir (SNI 03-2834-1992)	23
Tabel III. 2 Jumlah Benda Uji.....	29
Tabel IV. 1 Rekap karakteristik agregat halus	34
Tabel IV. 2 Mix. Desain Paving Block Campuran 1:1	36
Tabel IV. 3 Mix. Desain Paving Block Campuran 1:2	36
Tabel IV. 4 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (0)	37
Tabel IV. 5 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (10%).....	37
Tabel IV. 6 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (30%).....	37
Tabel IV. 7 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (50%).....	38
Tabel IV. 8 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (0)	38
Tabel IV. 9 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (10%).....	39
Tabel IV. 10 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (30%).....	39
Tabel IV. 11 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (50%).....	39
Tabel IV. 12 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (0)	40
Tabel IV. 13 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (10%).....	41
Tabel IV. 14 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (30%).....	41
Tabel IV. 15 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (50%).....	41
Tabel IV. 16 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (0)	42
Tabel IV. 17 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (10%).....	42
Tabel IV. 18 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (30%).....	42
Tabel IV. 19 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (50%).....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar IV. 1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus	35
Gambar IV. 2 Paving Block	35
Gambar IV. 3 Proses Perendaman Paving Block.....	36
Gambar IV. 4 Kurva Kuat Tekan CM 1:1.....	38
Gambar IV. 5 Kurva Kuat Tekan CM 1:2.....	39
Gambar IV. 6 Proses Pengujian Kuat Tekan Paving Block.....	40
Gambar IV. 7 Kurva Pernyerapan Air CM 1:1	41
Gambar IV. 8 Kurva Penyerapan Air CM 1:2	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus	48
Lampiran 2 Mix Design Paving Block.....	55
Lampiran 3 Perhitungan Nilai Kuat Tekan Paving Block	56
Lampiran 4 Perhitungan Persentase Penyerapan Air Pada Paving Block.....	56
Lampiran 5 Dokumentasi.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri konstruksi saat ini menghadapi tantangan besar dalam menjaga keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan infrastruktur yang terus berkembang dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Salah satu aspek penting dalam industri konstruksi adalah penggunaan material konstruksi yang ramah lingkungan, ekonomis, dan tetap mempertahankan kualitas struktural yang baik. Paving block, sebagai salah satu elemen konstruksi yang sering digunakan dalam pembangunan jalan dan trotoar, membutuhkan bahan yang mampu memenuhi ketiga aspek tersebut.

Pada saat yang sama, produksi semen sebagai bahan utama dalam pembuatan paving block memiliki dampak lingkungan yang signifikan dan memerlukan eksploitasi sumber daya alam yang besar. Fly ash, sebagai hasil samping dari pembangkit listrik tenaga batu bara, muncul sebagai alternatif potensial untuk menggantikan sebagian semen dalam pembuatan paving block. Penggunaan fly ash tidak hanya dapat membantu mengurangi dampak lingkungan negatif produksi semen, tetapi juga dapat memberikan solusi ekonomis dengan memanfaatkan limbah industri sebagai sumber daya yang bernilai.

Dalam konteks ini, perlu dilakukan analisis mendalam terkait penggunaan fly ash sebagai pengganti semen pada paving block. Salah satu aspek kritis yang perlu dievaluasi adalah kuat tekan, yang mencerminkan kemampuan paving block untuk menahan beban struktural. Selain itu, sifat serapan air paving block juga menjadi faktor penting yang memengaruhi daya tahan dan keandalan struktural dalam berbagai kondisi lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi penggunaan fly ash sebagai pengganti semen dalam paving block dari segi kuat tekan dan serapan air. Dengan menggabungkan keunggulan material ramah lingkungan dan ekonomis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi konstruksi yang berkelanjutan dan efisien.

Melalui analisis kuat tekan dan serapan air pada paving block dengan penggunaan fly ash, diharapkan dapat ditemukan solusi yang optimal untuk menghadapi tantangan keberlanjutan dalam industri konstruksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi praktisi konstruksi, produsen material, dan pembuat kebijakan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pembangunan infrastruktur.

Penelitian ini dipandang perlu karena melihat sekarang ini pemakaian fly ash sudah banyak dilakukan pada penelitian campuran paving block. Besarnya penggunaan bahan tambah menurut data teknis dari batas dosis yang telah ditentukan akan dicari peningkatan atau penambahan kekuatan paving block dalam variasi yang berbeda antara paving block normal dengan paving block yang 3 memakai fly ash. Berdasarkan latar belakang diatas penulis mengangkat judul tugas akhir yaitu **“Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai Pengganti Semen”**.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis bahas diatas, rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana Penggunaan Fly Ash sebagai Pengganti Semen pada Pembuatan Paving Block Mempengaruhi Kuat Tekan dari Paving Block Tersebut?
2. Bagaimana Variasi Persentase Penggunaan Fly Ash dalam Paving Block Mempengaruhi Kemampuan Serapan Air dan Bagaimana Hubungannya dengan Kuat Tekan Paving Block?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian pada penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui Penggunaan Fly Ash sebagai Pengganti Semen pada Pembuatan Paving Block Mempengaruhi Kuat Tekan dari Paving Block Tersebut.

2. Mengetahui Variasi Persentase Penggunaan Fly Ash dalam Paving Block Mempengaruhi Kemampuan Serapan Air dan Bagaimana Hubungannya dengan Kuat Tekan Paving Block.

I.4 Batasan Masalah

Agar ulasan yang dicoba dalam riset lebih terencana, peneliti membatasi permasalahan yang dibahas dalam riset ini mencakup aspek-aspek sebagai berikut:

1. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik sipil Universitas Fajar
2. Penelitian ini hanya membahas tentang Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai Pengganti Semen
3. Perbandingan campuran pasir dan semen menggunakan perbandingan berat dengan perbandingan 1:7
4. Paving block yang dibuat yaitu tipe holland ukuran 20 x 10 x 6 cm.
5. Pengujian kuat tekan dan daya serap air paving block yang sudah berumur 28 hari
6. Variasi pengganti fly ash 10%, 30%, dan 50%.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Paving Block

Paving block merupakan salah satu bahan bangunan yang digunakan sebagai lapisan atas struktur jalan selain aspal atau beton (Salam, dkk. 2017). Sekarang ini, banyak konsumen lebih memilih paving block dibandingkan perkerasan lain seperti dak beton maupun aspal. Perkerasan dengan paving block merupakan konstruksi yang ramah lingkungan dimana paving block sangat baik dalam membantu konservasi air tanah, pelaksanaannya lebih cepat, mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan, memiliki aneka ragam bentuk yang menambah nilai estetika, serta harganya yang mudah dijangkau. Secara umum paving block adalah batu cetak yang berasal dari campuran bahan bangunan berupa pasir, semen portland dan air dengan perbandingan campuran tertentu. Paving block memiliki banyak variasi bentuk, ukuran, warna, corak dan tekstur permukaan untuk memenuhi selera pengguna.

Menurut SNI 03-0691-1996 bata beton (paving block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

Paving block adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, pasir dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang dibuat dari pencampuran antara pasir dan agregat halus lainnya dengan bahan pengikat dan air yang didalam keadaan keras mempunyai sifat-sifat seperti batuan (Smith, 1979 dalam Malawi, 1996 dalam Artiyani 2010). Paving block memiliki nilai estetika yang bagus, karena selain memiliki bentuk segiempat ataupun segibanyak dapat pula berwarna seperti aslinya ataupun diberikan zat pewarna dalam komposisi pembuatan. Paving block ini sendiri berfungsi untuk lantai yang banyak digunakan di luar bangunan serta tidak boleh retak-retak dan cacat Paving block bahkan dapat digunakan pada areal khusus seperti pada pelabuhan peti kemas, bandar udara, terminal bis dan stasiun

kereta (Handayasari, dkk. 2018)..

Paving block dengan kualitas baik adalah paving block yang mempunyai nilai kuat desak tinggi (satuan MPa), serta nilai absorbs (persentase serapan air) yang rendah (%). Sehubungan dengan standar kualitas tersebut, tipe karakteristik kualitas yang diteliti adalah *large the better* untuk kuat desak, dan *smaller the better* untuk persentase serapan air. Semakin tinggi nilai kuat desaknya maka paving block semakin bagus. Sedangkan untuk persentas serapan air, semakin rendah nilai absorbsinya, produk paving block semakin kuat. Berdasarkan SNI 03-0691 – 1996, paving block dengan mutu terendah (mutu D) paling tidak memiliki kekuatan desak 8,5 MPa dan persentase serapan rata- rata maksimum 10%.

II.2 Kegunaan dan Keuntungan Paving Block

Keunggulan Dan Kelemahan Paving Block Keunggulan dan kelemahan dalam penggunaan paving block (Yahya, 2018) adalah sebagai berikut:

1. Keunggulan paving block
 - a. Paving block lebih mudah dihamparkan dan langsung dapat digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
 - b. Perbandingan harganya yang lebih rendah daripada jenis perkerasan yang lain.
 - c. Penyerapan air tinggi sehingga dapat mengurangi genangan air.
 - d. Bentuk yang beragam menjadikan perkerasan yang menggunakan paving block mempunyai banyak pilihan bentuk, sehingga bentuk estetis perkerasan dapat diperlihatkan.
 - e. Pelaksanaannya mudah serta tidak membutuhkan alat berat, sehingga dapat diproduksi secara massal.
2. Kelemahan paving block
 - a. Pasangan paving block mudah bergelombang apabila pondasinya tidak terlalu kuat.
 - b. Paving block kurang cocok digunakan untuk lahan yang dilalui dengan kendaraan berkecepatan tinggi dan perkotaan yang padat.
 - c. Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok, sehingga mudah lepas dari

sambungannya dan menghasilkan jalan yang tidak merata.

II.3 Klasifikasi Paving Block

Klasifikasi paving block didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, warna dan cara pembuatannya antara lain:

1. Klasifikasi berdasarkan bentuk

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

- a. Paving block bentuk segi empat
- b. Paving block bentuk segi banyak yang terdiri dari hexagon (segi enam), cacing, *grassblock*, topi uskup, kansteen, antik dan trihek.

(Kuipers, 1984 dalam Artiyani, 2010) dalam penelitiannya berkesimpulan bahwa pemakaian bentuk segiempat untuk lalu lintas sedang dan berat lebih cocok karena sifat pengunciannya yang konstan serta mudah dicungkil apabila sewaktu-waktu akan diadakan perbaikan. Untuk keperluan konstruksi ringan (misalnya: trotoar plaza, tempat parkir, jalan lingkungan) dapat menggunakan segiempat maupun segibanyak. Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang umum digunakan ialah susunan bata (*strecher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*hearring bone*). Untuk Perkerasan jalan diutamakan pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangannya, paving block harus berpinggul dan pada tepi susunan paving block biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup.

2. Klasifikasi berdasarkan ketebalan

Ketebalan paving block ada tiga macam, yaitu:

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

Dari klasifikasi paving block diatas bukan berdasarkan dimensi, mengingat banyaknya variasi bentuk dari paving block. Dimensi paving block untuk bentuk rectangular berkisar antara 105 mm x 210 mm. (Hackel, 1980 dalam Artiyani, 2010) dalam penelitiannya yang berkaitan dengan dimensi paving block tidak terlalu berpengaruh pada penampilannya sebagai perkerasan untuk

kepentingan lalu-lintas.

3. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Pembagian kelas paving block berdasarkan mutu betonnya adalah:

- a. Paving block dengan mutu beton 37,35 MPa
- b. Paving block dengan mutu beton 27 Mpa

4. Klasifikasi berdasarkan warna

Selain bentuk yang beragam paving block juga memiliki warna, diman dapat menampakkan keindahan juga digunakan sebagai pembatas seperti pada tempat parkir. Warna paving block yang ada di pasaran adalah merah, hitam dan abu-abu. (Artiyani, 2010)

5. Klasifikasi berdasarkan cara pembuatannya.

Berdasarkan cara pembuatannya, paving block dibedakan menjadi tiga klasifikasi, yaitu:

- a. Paving block manual/ tangan yang diproduksi secara manual dengan tangan. Paving block jenis ini termasuk jenis beton kelas D (K 50-100). Sesuai dengan mutunya yang rendah, paving block jenis ini memiliki nilai jual rendah. Sedangkan untuk pemakaiannya, paving block press manual umumnya digunakan untuk perkerasan lingkungan dengan daya beban rendah.
- b. Paving block press mesin vibrasi/ getaran paving block jenis ini diproduksi dengan mesin press sistem getar dan umumnya memiliki mutu beton kelas CB (K150- 250). Dalam pemakaiannya paving block press mesin vibrasi ini banyak digunakan sebagai alternatif perkerasan di peralatan garasi rumah.
- c. Paving block press mesin hidrolik, paving block jenis ini diproduksi dengan cara dipress 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 block jenis ini dapat digunakan untuk keperluan non struktural maupun untuk keperluan struktur yang

berfungsi untuk menahan beban yang berat.

II.4 Paving Block Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel

Pada prinsipnya ada 3 jenis sistem pada penggunaan paving block sebagai lapisan perkerasan permeabel, yaitu:

1. Sistem Infiltrasi Total

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara paving block, melewati lapisan sub base kemudian masuk ke dalam tanah sub grade

2. Sistem Parsial Infiltrasi

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara paving block, melalui lapisan sub base kemudian sebagian akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase, sebagian lagi masuk ke dalam tanah sub grade

3. Sistem Non Infiltrasi

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara paving block, melewati lapisan sub base kemudian seluruh air akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase tanpa ada yang masuk ke dalam tanah sub grade

Pada penggunaan paving block sebagai lapisan permeabel, diharapkan air dapat masuk ke dalam tanah. Meskipun demikian hal ini harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Kedalaman antara permukaan perkerasan dengan muka air tanah harus lebih dari 1 meter. Kedalaman yang lebih dibutuhkan untuk menghasilkan tambahan saringan untuk polutan yang melewati tanah.
- b. Lapisan perkerasan permeabel bisa saja berdekatan dengan sungai, hal ini dapat menjadi perlemahan struktur pada daerah sekitar sungai
- c. Pada daerah terlindungi seperti di daerah sumber mata air, penggunaan lapisan perkerasan yang seluruh airnya meresap ke dalam air mungkin tidak cocok karena dapat mempengaruhi kualitas air.

II.5 Bahan-bahan Penyusun Paving Block

Untuk menghasilkan paving block yang berkualitas ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan, komposisi campuran dan proses pencetakan maka paving block yang dihasilkan akan semakin baik pula (Wibowo, 2018). Bahan-bahan penyusun paving block umumnya terdiri dari semen portland, agregat halus dan air. Tetapi ada juga ada juga paving block yang menggunakan bahan tambahan misalnya kapur, abu sekam padi, serbuk kaca dan lain-lain.

II.5.1 Semen Portland

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis (Sutrisno, 2012). Definisi semen portland menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Jenis dan penggunaan semen portland di indonesia menurut SNI 15-2049-2004 dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya sebagai berikut :

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum tanpa memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfa

Semen portland mengandung unsur kalsium dan alumunium silika yang dibuat dari bahan utama limestone yang mengandung kalsium oksida(CaO), dan

lempung yang mengandung silika dioksida (SiO_2) serta aliminium oksida (Al_2O_3). Semen portland mengandung unsur utama kapur, silika, alumina dan oksida besi. Unsur-unsur tersebut kemudian berinteraksi satu sama lain selama proses peleburan. Presentase unsur kimia semen portland menurut (Tjokrodimulyo, 2007), dapat dilihat pada Tabel II.1

Tabel II. 1 Presentase unsur kimia semen portland

Unsur kimia dalam semen	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 - 65
Silika (SiO_2)	17 - 25
Alumina (Al_2O_3)	3 - 8
Oxid Besi (Fe_2O_3)	0,5 - 6
Magnesium (MgO)	0,5 - 4
Sulfur (SO_3)	0,5 - 1
Soda/Potash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 - 1

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat menjadi satu padat. Semen bila di campur dengan air membentuk adonan pasta, dicampur dengan pasir dan air akan menjadi mortar semen. Kemudian akan terjadi proses hidrasi dimana mortar akan mengeras seiring bertambahnya umur mortar beton, beton dikatakan mengeras sempurna pada usia 28 hari, dikatakan demikian sebab beton pada usia 1 3 28 hari terjadi peningkatan yang signifikan dan setelah lebih dari 28 hari tetap terjadi peningkatan akan tetapi peningkatan yang terjadi sangatlah kecil

Secara garis besar ada 4 (empat) senyawa kimia utama yang menyusun semen portland yaitu (Mulyono, 2004) :

1. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S.

Senyawa C3S jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke

2. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C2S.

Senyawa C2S lebih lambat bereaksi dengan air dan hanya berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari. Senyawa C2S

memberikan ketahanan terhadap serangan kimia (chemical attack) dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan.

4. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C3A.

Senyawa C3A bereaksi secara exothermic dan bereaksi sangat cepat pada 24 jam pertama. C3A bereaksi dengan air yang jumlahnya sekitar 40% dari beratnya. Karena persentasinya dalam semen yang kecil sekitar (10%), maka pengaruhnya pada jumlah air untuk reaksi menjadi kecil. Unsur ini sangat berpengaruh pada nilai panas hidrasi tertinggi, baik pada saat awal maupun pada saat pengerasan berikutnya yang sangat panjang.

5. Tetrakalsium aluminoforit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF.

Senyawa C4AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil. Jumlah kandungan semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

Jika jumlah semen terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit, sehingga adukan beton sulit dipadatkan dan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan maka jumlah air juga berlebihan, sehingga beton mempunyai banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah (SNI 03-2834-1992).

II.5.1 Agregat halus

Dalam susunan beton, agregat mempunyai volume paling besar yaitu antara 60-80 % dari volume beton, dengan demikian sifat agregat yang dipakai sangat mempengaruhi kualitas beton. Untuk itu diperlukan data yang jelas mengenai agregat yang akan digunakan dalam campuran beton, sehingga komposisi campuran dapat direncanakan dengan tepat, sesuai dengan kualitas beton yang diinginkan (Tjokrodinuljo 2007).

Penggunaan agregat dalam adukan beton bertujuan sebagai berikut :

Menghemat penggunaan semen.

1. Menghasilkan kuat tekan beton yang besar.
2. Memperoleh kepadatan beton optimal dengan memanfaatkan gradasi agregat yang baik.

3. Menjadikan sifat dapat dikerjakan pada adukan beton dengan memakai gradasi agregat yang baik.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,8 mm berasal dari alam sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200. untuk mengetahui batasan gradasi untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel II.2

Tabel II. 2 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus

Ukuran Saringan (ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
Mm	SNI	ASTM	Inch	Gradasi No.1	Gradasi No.2	Gradasi No.3	Gradasi No.4
9,5	9,6	3/8 in	0,375	100-100	100-100	100-100	100-100
4,75	4,8	No.4	0,187	90-100	90-100	95-100	95-100
2,36	2,4	No.8	0,093	60-95	75-100	95-100	80-100
1,18	1,2	No.16	0,046	30-70	55-90	90-100	50-85
0,6	0,6	No.30	0,023	15-34	35-59	80-100	25-60
0,3	0,3	No.50	0,011	Mei-20	Agu-30	15-50	Mei-30
0,15	0,15	No.100	0,005	0-10	0-10	0-15	0-10

Sumber : SNI 03-2834-2000

Agregat halus dapat digolongkan menjadi 5 (lima) macam yaitu:

a) Pasir sungai

Pasir ini biasanya dengan kandungan lumpur yang lebih tinggi. Bentuk butirannya membulat.

b) Pasir gunung

Jenis pasir ini biasanya berupa hasil letusan gunung berapi, mempunyai bentuk butiran yang menyudut dan biasanya mempunyai kadar lumpur yang lebih rendah.

c) Pasir laut

Bila akan memakai pasir laut, perlu dicuci dahulu dan untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu perlu diadakan penelitian.

d) Pasir Kwarsa

Pasir kwarsa biasanya diperoleh dari suatu penambangan didarat dan

kandungan terbesarnya adalah silika. Beton dari pasir kwarsa akan memberikan *bleeding* yang berlebihan dan harus diperiksa kemungkinan terjadinya AAR (*Alkali Aggregate Reaction*).

Pada pengujian agregat halus mengacu pada Standar Nasional Indonesia

Tabel II. 3 Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	0,2 – 5
2	Kadar Air (%)	3 – 5
3	Berat Volume	
	a. Kondisi Lepas (Kg/lt)	1,4 – 1,9
	b. Kondisi Padat (Kg/lt)	1,4 – 1,9
4	Berat Jenis	
	a. Bj. Nyata (gr)	1,60 – 3,30
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	1,60 – 3,31
	c. Bj. Kering Permukaan (gr)	1,60 – 3,32
	d. Absorpsi (%)	0,2 – 2
5	Modulus Kehalusan	2,3 – 3,1
6	Kadar Organik	< No. 3

Sumber : Standar Nasional Indonesia

II.5.3 Air

Dalam sebuah pembuatan paving block, air merupakan salah satu faktor yang sangat penting, karena air yang bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air berpengaruh pada kuat tekan paving block, karena jika kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan paving block itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan juga mengakibatkan paving block mengalami *bleeding*, yaitu air dengan semen akan bergerak ke atas permukaan adukan paving block yang baru saja dituang. Air pada campuran paving block akan berpengaruh terhadap sifat *workability* adukan paving block, besar kecilnya nilai susut paving block, kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan paving block diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik.

Sedangkan menurut SK SNI 03-2847-2002 Air yang digunakan pada campuran paving block harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang

mengandung kadar organik, garam, asam dan oli atau bahan-bahan lainnya yang dapat menurunkan kualitas. Air pencampur yang digunakan tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan air dalam campuran adukan beton adalah sebagai berikut :

- 1) Air yang digunakan tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gr/ltr, karena dapat mengurangi daya lekat atau bisa juga mengembang (pada saat pengecoran karena bercampur dengan air) dan menyusut (pada saat beton mengeras karena air yang terserap lumpur menjadi berkurang).
- 2) Air yang digunakan tidak mengandung garam lebih dari 15 gr, karena resiko terhadap korosi pada beton semakin besar.
- 3) Air tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gr/ltr karena bisa menyebabkan korosi pada tulangan beton.
- 4) Air tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr karena dapat menurunkan mutu beton sehingga akan rapuh dan lemah.
- 5) Air tidak mengandung minyak lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton sebesar 20 %.
- 6) Air tidak mengandung gula lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton pada umur 28 hari.

II.5.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Mulyono, 2004). Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah fly ash.

1. Pengertian Fly Ash

Dalam proses pembakaran batubara dihasilkan dua material sisa. Satu material yang keluar dari cerobong asap tungku pembakaran berupa debu yang sangat halus disebut fly ash. Sedangkan material lainnya berupa debu kasar yang berada pada dasar tungku disebut bottom ash. Berdasarkan

konteks umum fly ash termasuk material yang mempunyai kadar semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolan. Menurut Neville, A. M., Brooks, J. J. (1999), sifat pozzolan adalah sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina. Kandungan fly ash menurut Santoso, I., Roy, S. K., et al. (2004) mengandung Silica (SiO_2), Besi Oksida (Fe_2O_3), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Kalium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO), dan Sulfat (SO_4). Banyak negara industri menggunakan batu bara sebagai bahan bakar, khusus Jawa Timur antara lain adalah Pembangkit Tenaga Listrik berbahan bakar batu bara, Pabrik Tjiwi kimia Mojokerto, dan PT. Semen Gresik. Industri ini lah yang merupakan penghasil material fly ash dan bottom ash. Mutu Fly ash beragam tergantung dari mutu kehalusan butiran batubara, efisiensi pembakaran, dimensi tungku pembakaran serta cara penangkapan fly ash dalam pembakaran batu bara.

2. Analisa Unsur Kimia Fly Ash

Dari hasil analisa kimia, fly ash didapati memiliki unsur-unsur yang tidak terbakar seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan cenderung berada pada partikel yang berukuran halus, sedangkan unsur-unsur karbon yang ada, pada umumnya ditentukan oleh “loss of ignition” lebih dominan pada partikel kasar, sehingga prosentase berat yang lolos ayakan no.325 (ASTM C618) pada umumnya dapat dipakai sebagai indikator kadar karbon (Wardani, S. P. R. 2008).

3. Sifat Fisik dan Karakteristik Fly Ash

Menurut laporan ACI Committee 226.3R-87, ukuran dan bentuk karakteristik partikel fly ash tergantung dari tempat asal homogenitas batu bara, ukuran butiran fly ash sebelum dibakar, pembakaran yang merata dan tipe sistem pemadatan, berlubang (cenosphere), dan yang berbentuk bulatan yang mengandung lebih sedikit fly ash (plerospheres). Material fly ash ini berwarna abu – abu apabila dihasilkan langsung dari pembakaran batu bara pada keadaan kurang oksigen. Proses pembakaran batu bara memegang peranan yang sangat penting, sebab fly ash yang dihasilkan

akan semakin baik apabila proses pembakarannya semakin sempurna. Fly ash yang sempurna ini adalah fly ash yang dibakar pada suhu di atas 10000 C dan warnanya ke abu-abuan (Andoyo, 2006)

4. Kadar Kandungan Kimia Fly Ash

Dalam SNI 03-6863-2002 (2002:146) spesifikasi fly ash sebagai bahan untuk campuran beton disebutkan ada 3 jenis (Andoyo, 2006), yaitu : 1. Fly ash jenis N, ialah fly Ash hasil kalsinasi dari pozzolan alam misalnya tanah diatomite, shale, tuft, dan batu apung. 2. Fly ash jenis F, ialah fly ash yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit pada suhu kurang lebih 1560 0 C 3. Fly ash jenis C, ialah fly ash hasil pembakaran lignit/batu bara dengan kadar karbon sekitar 60%. Fly ash jenis ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur diatas 10%. Sebenarnya, baik fly ash jenis F maupun jenis C mempunyai karakteristik yang hampir sama. Yang membedakan keduanya hanyalah komposisi kimia yang terkandung di dalamnya. Fly ash jenis F biasanya berasal dari hasil pembakaran bitumen batu bara, mempunyai total kandungan silica (SiO_2), Alumina (Al_2O_3) dan ferum oksida (Fe_2O_3) minimum 70% dari berat total campuran dan kandungan kalsium oksida (CaO) yang rendah, yaitu kurang dari 10%. Walaupun jenis ini mempunyai bahan mineral kristalin yang tidak reaktif, fly ash jenis F ini masih memiliki sifat pozzolan. Fly ash jenis F ini memiliki tingkat penambahan panas yang lambat dibandingkan dengan fly ash jenis C (Vargas, J. A. 2007). Fly ash jenis C biasanya berasal dari pembakaran sub-bitumen batu bara dengan kandungan silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan ferum oksida (Fe_2O_3) sedikitnya mencapai 50% dari berat total dan kandungan kalsium oksida yang tinggi yaitu berkisar antara 10% sampai 30%. Hampir semua bahan mineral yang dikandung oleh fly ash jenis ini memiliki sifat yang reaktif, sehingga memiliki sifat pozzolan dan juga sifat semen. Fly ash jenis C digunakan apabila dibutuhkan beton dengan kekuatan awal yang tinggi, karena salah satu cirinya adalah memiliki kekuatan awal yang tinggi dibandingkan dengan jenis F (Vargas, J. A. 2007)

Dalam penggunaannya sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton, fly ash bersifat sebagai pozzolan dan sebagai filler. sebagai pozzoloan karena akan terjadi reaksi pengikatan antara semen dengan fly ash, sedangkan sebagai filler karena bentuk dari fly ash yang sangat halus. Selain itu kelebihan fly ash adalah tahan terhadap serangan dari sulfat. Setyawan. R., Wiratmoko. T. (2007)

II.6 Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinggi 20 cm dan diameter 10 cm. tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standa ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Rumus yang digunakan pada persamaan (3-1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium pada persamaan II.2:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (II.1)$$

Dimana :

F_c' = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

II.7 Penyerapan air

Uji Penyerapan air dilakukan setelah umur paving 7 hari untuk mengetahui berapa persentasipenyerapan air oleh paving, dengan melakukan perendaman paving dikolam dalam waktu 24 jam dan dikeringkan didapur pengeringan selama

24 jam dengan suhu 1050 untuk mengetahui berat kering paving (SNI-03-0691-1996). untuk menghitung nilai penyerapan air dengan rumus sebagai berikut:

$$\omega \frac{mb - mk}{mk} = \dots\dots\dots (II.2)$$

dimana : ω = Kadar air (gr)

mb = massa basah benda uji (gr)

mk = massa kering benda uji (gr)

II.8 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini akan disajikan beberapa hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan, yaitu sebagai berikut :

Saputra (2019), telah melakukan penelitian tentang “Analisis Kuat Tekan Paving Block Dengan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan paving block dengan bahan tambah limbah plastik, ditinjau dari penyerapan air dan kuat tekan. Penelitian ini menggunakan 3 macam komposisi campuran dan 1 komposisi kontrol. Tahapan penelitian meliputi: perencanaan model dan komposisi benda uji berdasarkan perbandingan (1Pc:8Ps , 1Pc:8Ps:10%Lp , 1Pc:8Ps:20%Lp , 1Pc:8Ps:30%Lp). Teknik analisa data menggunakan ketentuan SNI 03-0691-1996. Hasil uji diperoleh data sebagai berikut: a). Besar penyerapan air untuk masing-masing komposisi secara berurutan sebesar 10,98%, 5,80% dan maksimal sebesar 12,16%. Masing-masing masuk kedalam syarat mutu D, B dan tidak memenuhi syarat mutu, b). Kuat tekan rata-rata untuk setiap komposisi berurutan sebesar 89,175 kg/cm², 71,4 kg/cm² dan 56,1 kg/cm². Masing-masing masuk kedalam syarat mutu D dan sebagian tidak masuk kedalam syarat mutu. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan rata-rata paving block dengan limbah plastik sebagai bahan tambah tidak cukup baik untuk kualitas yang dihasilkan karena mengalami penurunan kuat tekan setiap penambahan komposisi campurannya.

Luthfianti (2019), telah melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Substitusi

Agregat Halus Pada Paving Block”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai rata rata kuat tekan yang dapat diterima dan nilai persentase penyerapan air oleh paving block dengan substitusi agregat halus dalam bentuk cacahan plastik polyethylene terephthalate (PET) untuk tiap komposisi. Perbandingan yang digunakan untuk semen dan pasir yaitu 1:6. Penelitian ini menggunakan metode SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (paving block). Hasil uji menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan yang dapat diterima oleh paving block tiap komposisi adalah sebagai berikut, pada paving block normal (0%) sebesar 11,32 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,3% sebesar 12,31 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,4% sebesar 12,70 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,5% sebesar 14,55 MPa, dan pada paving block dengan penambahan 0,6% sebesar 11,82 MPa. Sedangkan untuk nilai persentase penyerapan air paving block yang didapat masing-masing adalah sebagai berikut, pada paving block normal (0%) sebesar 10%, pada paving block dengan penambahan 0,3% sebesar 8%, pada paving block dengan penambahan 0,4% sebesar 7%, pada paving block dengan penambahan 0,5% sebesar 5%, dan pada paving block dengan penambahan 0,6% sebesar 9%. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah plastik jenis polyethyleneterephthalate PET sebagai substitusi agregat halus pada paving block dapat meningkatkan kuat tekan namun mengalami penurunan pada penambahan 0,6%. Peningkatan kuat tekan tertinggi ada pada penambahan 0,5% sebesar 14,55Mpa.

Giovan (2018), telah melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dan Silica Fume Pada Karakteristik Paving Block”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan kekuatan yang dihasilkan oleh paving block, yang ditambah dengan bahan tambah silica fume dan serat ijuk. Penambahan silica fume dan serat ijuk mampu meningkatkan kuat tekan kering, kuat tekan basah, kuat tarik, penyerapan air, dan ketahanan aus pada paving block. Penambahan silica fume sebesar 5% dan serat ijuk sebesar 3% dengan panjang serat 2 cm didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 45,6 Mpa meningkat 51% dari paving block normal yang mempunyai kuat tekan 29,9 Mpa.

Semakin panjang serat ijuk yang digunakan maka kuat tekan semakin menurun. Kuat tarik belah paving block dengan panjang serat 4 cm sebesar 4,22 Mpa meningkat 86,8% dari paving block normal dengan 2,17 Mpa. Penyerapan air paving block 3 variasi berturut-turut sebesar 3,77%, 5,99%, dan 7,05%. Hasil uji aus berturut-turut sebesar 0,0120 (mm/det), 0,0122 (mm/det), dan 0,0123 (mm/det) sedangkan untuk paving block normal sebesar 0,0139 (mm/det). Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan silica fume dan serat ijuk mampu meningkatkan kuat tekan kering, kuat tekan basah, kuat tarik, penyerapan air, dan ketahanan aus pada paving block. Semakin panjang serat ijuk yang digunakan maka kuat tekan semakin menurun.

Susatya (2018), telah melakukan penelitian tentang “Optimasi Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Penggantian Fly Ash 5% Berdasarkan Perbandingan Berat Semen Dan Pasir ”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan serapan air dari berbagai macam variasi perbandingan campuran paving block. Sehingga akan didapatkan nilai optimal dari paving block tersebut. Hasil dari penelitian kuat tekan optimum terdapat pada perbandingan 1:4 dengan penambahan fly ash 5% yaitu sebesar 25 MPa dengan daya serap air minimum 2,9%. Pengaruh penambahan fly ash pada campuran paving block pada perbandingan 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, dan 1:8 dengan penambahan fly ash sebesar 5% memiliki daya serap air sebesar 2,90%, 3,35%, 3,86%, 5,27% dan 5,84%. Pengaruh penambahan fly ash pada campuran paving block pada perbandingan 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, dan 1:8 dengan penambahan fly ash sebesar 5% memiliki kuat tekan sebesar 25,5 MPa, 21,5 MPa, 18,33 MPa, 15,17 MPa, dan 12 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan fly ash dapat digunakan untuk penggantian semen dan hal ini dapat berpengaruh pada biaya kebutuhan bahan material pembuatan paving block.

Supriyanto (2017), telah melakukan penelitian tentang “Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Segi Enam Dengan Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Pasir”. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variasi pemakaian abu sekam padi sebagai pengganti pasir terhadap kuat tekan dan penyerapan air. pembuatan paving block menggunakan

agregat halus pasir dengan variasi abu sekam padi sebagai pengganti pasir sebesar 0%, 10%, 15%. Yang bertujuan untuk mengetahui apakah pengaruh abu sekam padi tersebut cukup baik sebagai pengganti pasir dan berapa optimal abu sekam padi sebagai pengganti pasir yang baik untuk kuat tekan, dan penyerapan air. Dalam penelitian ini menggunakan benda uji kubus yang berukuran 6 x 6 x 6 cm. Pengujian paving dilaksanakan setelah umur 7 hari. Dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil 0% sebesar 69,44 kg/cm², 10% sebesar 26,04 kg/cm², dan 15% sebesar 13,89 kg/cm². Untuk penyerapan air menunjukkan hasil 8,141% dari 0% campuran paving, 22,340% dari 10% menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti pasir, dan 18,776% dari 15% abu sekam padi sebagai pengganti pasir. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa campuran adukan paving abu sekam padi sebagai pengganti pasir tidak memenuhi syarat dari kuat tekan dan penyerapan air karena sifat abu sekam padi sebagai pengganti pasir tidak bisa memenuhi yang disyaratkan SNI 03-0691-1996.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2023 sampai dengan Januari 2023, selama kurang lebih 1 bulan dari tahap persiapan sampai dengan tahap pengujian. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar

III.2 Alat dan Bahan Penelitian

III.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat spesimen paving block dapat ditampilkan pada Gambar dibawah ini adalah :

1. Timbangan dengan kepekaan 0,1 gr dan 0,5 gr.
2. Saringan atau Ayakan
3. Mesin kuat tekan
4. Cetakan spesimen benda uji
5. Sekop

III.2.2 Bahan

Pada proses pembentukan spesimen benda uji, bahan yang digunakan yaitu

1. Semen Portland
2. Agregat halus
3. Air
4. Fly ash

III.3 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material merupakan tindakan yang digunakan untuk mendapatkan bahan 3 bahan campuran yang memenuhi persyaratan, sehingga paving block yang dihasilkan sesuai dengan standar.

III.3.1 Gradasi Pasir

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir

mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga poriporinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah : 9,60 mm; 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (MHB) dan tingkat kekasaran pasir. Modulus halus butir menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persen kumulatif tertahan dibagi 100. Semakin besar nilai mhb menunjukkan semakin besar butirbutir agregatnya.

Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5-3,8 (Tjokrodinuljo, 1998 dalam Warih Pambudi). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada Tabel III.1

Tabel III. 1 Syarat Batas Gradasi Pasir (SNI 03-2834-1992)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Lolos Saringan Kumulatif (%)							
	Zone I		Zone II		Zone III		Zone VI	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,8	90	100	90	100	90	100	95	100
2,4	60	95	75	100	85	100	95	100
1,2	30	70	55	100	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat halus:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu 110o C, hingga berat tetap.
2. Ayakan (saringan) disusun menurut susunan dengan lubang ayakan 9,60 mm;

4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm yang paling besar ditaruh paling atas kemudian secara berurutan lubang yang lebih kecil di bawahnya.

3. Agregat dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas.
4. Diayak agregat yang telah masuk ke dalam ayakan dengan tangan atau alat penggetar hingga jelas bahwa agregat telah terpisah satu sama lain. Ayakan ini diguncang selama kurang lebih 15 menit.
5. Agregat yang tertinggal di dalam masing-masing ayakan dipindahkan ke wadah yang lain atau kertas. Ayakan dibersihkan terlebih dahulu dengan sikat agar tidak ada butir-butir agregat yang tertinggal dalam ayakan.
6. Agregat kemudian ditimbang satu sama lain. Penimbangan sebaiknya dilakukan secara kumulatif yaitu dari butiran yang kasar terlebih dahulu, kemudian ditambahkan dengan butiran yang lebih halus hingga semua butir ditimbang. Berat agregat dicatat pada setiap kali penimbangan. Penimbangan juga dilakukan dengan hati-hati agar semua butir tidak ada yang tidak ditimbang.

Analisa saringan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Persentase berat tertahan} = \frac{\text{Jumlah berat tertahan}}{\text{Berat total}} \times 100\% \dots \dots \dots \text{(III.1)}$$

$$\text{Modulus halus butir (MHB)} = \frac{\text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \dots \dots \dots \text{(III.2)}$$

III.3.2 Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan antara berat dan volume (termasuk ronggarongga antara butir-butir baik agregat kasar ataupun halus). Berat isi dihitung berdasarkan berat pasir dalam suatu bejana dibagi volume bejana tersebut, sehingga yang dihitung adalah volume padat pasir (meliputi volume tertutup dan volume pori terbukanya). Berat satuan pasir dari agregat normal adalah 1,50-1,80 gram/cm³ (Tjokrodinuljo, 2007). Adapun langkah-langkah pemeriksaan berat isi (satuan):

1. Berat isi (satuan) gembur atau lepas
 - a) Disediakan benda uji (agregat halus dan kasar) yang mewakili

agregat dilapangan.

- b) Ditimbang dan dicatat berat tempat/wadah bejana (W1).
- c) Dimasukkan benda uji dengan perlahan-lahan (agar tidak terjadi pemisahan butiran) maksimum 5 cm dari atas wadah dengan mempergunakan sendok lalu datarkan permukaannya, jika perlu menggunakan mistar perata.
- d) Ditimbang dan dicatat berat wadah/ bejana yang berisi benda uji (W2).

2. Berat isi (satuan) padat

- a) Diambil benda uji (agregat halus dan kasar) yang akan diperiksa yang mewakili agregat dilapangan.
- b) Ditimbang dan dicatat berat/wadah (W1).
- c) Dimasukkan benda uji kedalam wadah lebih kurang 3 lapis yang sama ketebalannya, setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukan secara merata. Setiap tusukan tidak boleh sampai ke lapisan sebelumnya.
- d) Diratakan permukaan benda uji sehingga rata dengan bagian atas bejana dengan menggunakan mistar perata (jika perlu).
- e) Ditimbang dan dicatat berat wadah/ tempat yang berisi benda uji (W2).

Berat isi (satuan) pasir dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\square \gamma_{\text{sat.pasir}} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots \dots \dots (III.3)$$

dimana: •

$\gamma_{\text{sat.pasir}}$ = berat satuan pasir (gr/cm³)

W1= berat wadah (gr)

W2 = berat isi benda uji (gr)

V = volume wadah (cm³)

III.3.3 Berat Jenis

Pengujian berat jenis dimaksudkan untuk pedoman saat pengujian dalam menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat

jenis semu dan angka penyerapan air dalam pasir. Berat jenis pasir dari agregat normal adalah 2,0-2,7, berat jenis pasir dari agregat berat adalah lebih dari 2,8 dan berat jenis pasir dari agregat ringan adalah kurang dari 2,0 (Tjokrodimuljo, 2007).

Langkah-langkah pengujian berat jenis:

1. Dikeringkan benda uji dalam oven hingga dicapai berat tetap, lalu dinginkan pada suhu ruangan kemudian rendam dalam air selama 24 jam (1 hari).
2. Dibuang air perendam secara hati-hati dan perlahan hingga tidak ada butiran yang hilang, tebarkan agregat halus diatas talam, keringkan benda uji dengan cara membalik-balikkan benda uji hingga dicapai kering permukaan jenuh.
3. Diperiksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung, hingga keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak
4. Setelah kering permukaan jenuh tercapai, dimasukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling hingga mencapai 90% dari isi piknometer, putar sambil diguncang hingga tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Cara kerja ini juga dapat menggunakan pipa hampa hisap, tetapi perhatikan jangan sampai ada air yang terhisap.
5. Direndam piknometer yang berisi air dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan standar 25oC.
6. Ditambahkan air hingga mencapai tanda batas.
7. Ditimbang piknometer yang berisi air dan benda uji.
8. Dikeluarkan benda uji lalu keringkan dalam oven sampai mencapai berat tetap, kemudian keringkan dalam desikator.
9. Setelah benda uji dingin, lalu ditimbang (BK).
10. Ditentukan berat piknometer yang berisi air penuh, ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25oC (B).

III.3.4 Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur merupakan cara untuk menetapkan banyaknya

kandungan lumpur (tanah liat dan debu) terutama dalam pasir secara teliti. Pengujian ini sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) setelah dilakukan pencucian benda uji.

Langkah-langkah pemeriksaan kadar lumpur agregat yaitu :

1. Ditimbang wadah tanpa benda uji.
2. Benda uji dimasukkan kedalam cawan, lalu dikeringkan didalam oven mencapai berat tetap selama 24 jam. Kemudian pasir ditimbang beratnya (B1).
3. Dimasukan air pencuci kedalam wadah sehingga benda uji terendam.
4. Diaduk benda uji dalam wadah hingga menghasilkan pemisahan yang sempurna antara butir-butir kasar dan halus lainnya, yang lolos saringan No.200 (0,075 mm), diusahakan bahan yang halus tersebut melayang di dalam air pencucian hingga mempermudah pemisahannya.
5. Dibuang air pencucian tersebut dan hati-hati supaya benda uji yang dicuci tidak ikut terbuang.
6. Diulangi langkah kerja No 3, No 4, dan No 5 sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kemudian dikeringkan benda uji di dalam oven hingga mencapai berat tetap dan timbang benda uji tersebut hingga mencapai ketelitian 0,1% dari berat contoh (B2).

Setelah langkah kerja dilakukan, kadar lumpur yang sudah dilakukan pemeriksaan diharapkan mempunyai nilai < 5 %. Kadar lumpur dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Persentase kadar lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots (III.4)$$

Dimana :

B1 = Berat benda uji kering sebelum dicuci (gr)

B2 = Berat benda uji kering sesudah dicuci (gr)

III.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimental, maka penelitian ini harus dilakukan dengan sistematika yang jelas dan teratur agar diperoleh hasil

yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Variable yang harus diperhatikan dalam penelitian iniyaitu pada saat proses perencanaan komposisi *mix design* antara semen, agregat halus, air dan fly ash.

III.4.1. Langkah Kerja

1. Persiapan

Meliputi semua persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan dan pengujian pada penelitian seperti izin peminjaman alat laboratorium, persiapan material, bahan tambah dan persiapan semua alat yang akan digunakan dalam penelitian.

2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang di lakukan terdiri dari analisa saringan, berat isi, berat jenis dan kadar lumpur

3. Perencanaan

Campuran Benda Uji Perencanaan campuran benda uji meliputi komposisi yang akan digunakan pada pembuatan benda uji yang mengacu pada SNI-03-0691-1996.

4. Pembuatan Benda uji

Pembuatan benda uji dilakukan menggunakan mesin cetak paving block jenis getar (vibrator) tipe holland dimensi 20 x 10 x 6 cm.

5. Perawatan

Perawatan paving block dilakukan sesuai dengan umur beton normal yaitu 28 hari umur perawatan dengan melakukan penyiraman (curing) dua hari sekali.

6. Pemotongan Benda

Uji Pemotongan paving block dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong beton, dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 cm.

7. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan Concrate Compression Machine (CCM). 8

8. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air paving block dilakukan dengan perendaman benda uji selama 24 jam. Lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C.

9. Analisa dan Pembahasan

Menganalisa benda uji dari penggunaan flyash sebagai pengganti sebagian semen.

10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran akan didapat setelah pengujian selesai dilakukan dan didapatkan hasil analisa dan pembahasan yang telah diuraikan oleh peneliti.

III.4.2. Pembuatan benda uji

Sebelum pembuatan benda uji diadakan perancangan campuran (Mix Design). Perencanaan mix design adalah penentuan komposisi masing-masing bahan penyusun paving block yaitu semen, pasir, air dan fly ash sebagai pengganti sebagian semen. Untuk tiap variasi 1: 1 yaitu 10 % fly ash dan 90%, 30% fly ash 70% mortar, 50% fly ash 50% mortar. Untuk variasi 1: 2 yaitu 10 % fly ash dan 90%, 30% fly ash 70% mortar, 50% fly ash 50% mortar. Jumlah masing-masing sampel paving block untuk pengujian kuat tekan dan daya serapan air dapat dilihat pada Tabel III.2

Tabel III. 2 Jumlah Benda Uji

Pengujian	Variasi Semen	Benda Uji Paving Block				Jumlah Sampel
		0% fly ash	10% fly ash	30% fly ash	50% fly ash	
Uji Kuat Tekan	1:1	3	3	3	3	12
Uji Kuat Tekan	1:2	3	3	3	3	12
Total						24

Dari tabel III.2 dapat dilihat benda uji yang akan dibuat sebanyak 18 buah pada variasi pencampuran 1:1 dan 1:2 pembuatan paving block.

Setelah semua kebutuhan bahan material dan jumlah benda uji yang akan dibuat diketahui, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan paving block. Langkah-langkah pembuatan paving block adalah:

1. Menyiapkan alat-alat serta menyediakan bahan campuran paving block yaitu semen, pasir, air dan fly ash.
2. Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mempengaruhi campuran paving block.
3. Melakukan pengecekan pada mesin pencetak yang akan digunakan.
4. Mencampurkan semua bahan campuran paving block yang telah ditakar hingga campurannya homogen dan periksa bahan yang telah dicampur apakah sudah memenuhi kriteria perencanaan.
5. Meletakkan alas untuk paving block tepat dibawah cetakan paving block, pastikan cetakan paving block dengan alas untuk paving block telah terpasang rapat agar adonan bisa padat dengan merata.
6. Mengolesi permukaan cetakan dengan minyak oli agar adonan tidak melekat pada cetakan dan memudahkan saat pelepasan paving block dari cetakan.
7. Menuangkan adonan kedalam cetakan menggunakan sekop.
8. Menggetarkan mesin cetakan paving block, apabila menurun maka isi cetakan hingga rata dan tidak terjadi penurunan lagi.
9. Paving block yang telah selesai dicetak diletakkan ditempat yang telah disediakan sampai paving block mengeras dibawah sinar matahari sampai kering;
10. Jika paving block sudah mengering dan dilakukan perawatan berupa penyiraman air minimal 2 hari sekali.

III.5 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah dari pencetakan paving block. Pada umur satu hari atau benda uji cukup kering dijemur dan disiram dua hari sekali untuk menjaga kelembapannya sampai paving block umur 28 hari. Hal ini

dimaksudkan agar proses pengeringan dan pengerasan pada paving block berjalan dengan baik (untuk mencegah terjadinya retak-retak/pecah pada paving block).

III.6 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas paving block yang dihasilkan. Pengujian benda uji dilakukan setelah paving block berumur 28 hari. Kuat tekan yang direncanakan yaitu 8 Mpa untuk paving block taman. Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Kuat Tekan Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui beban maksimum kuat tekan paving block. Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut :
 - a. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan dalam pengujian seperti alat untuk pencatatan, timbangan dan gerobak sebagai tempat benda uji setelah dilakukan pengujian.
 - b. Pengecekan alat pengujian alat kuat tekan CCM (Concrete Compression Machine), pastikan semua berfungsi dengan baik.
 - c. Menyiapkan benda uji paving block yang sudah di potong
 - d. Menimbang dan mencatat berat benda uji paving block untuk masingmasing sampel yang akan diuji kuat tekannya dan meletakkan benda uji paving block pada alat uji kuat tekan
 - e. Mengatur jarum alat kuat tekan CCM (concrete compression machine) tepat pada posisi nol dan memompa kompresor dengan menekan tuas naikturun secara kontinu sampai benda uji mengalami pecah atau hancur.
 - f. Mencatat besarnya nilai beban tekan maksimum yang terbaca pada jarum alat kuat tekan CCM (concrete compression machine), kemudian keluarkan benda uji tersebut.
 - g. Mengulang kegiatan 2 sampai 4 dengan menggunakan bahan paving block pada kode sampel komposisi yang sama.

- h. Mengulang kegiatan 2 sampai 6 dengan menggunakan bahan paving block pada kode sampel komposisi yang menggunakan fly ash
2. Pengujian Daya Serap Air Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan paving block untuk menyerap air melalui pori-pori. Langkah-langkah pengujian daya serap air berdasarkan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :
 1. Sampel yang telah berumur 28 hari dan dalam kondisi kering udara dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110C selama 24 jam.
 2. Setelah di oven 24 jam maka sampel harus dikeluarkan dan didinginkan
 3. Jika sampel sudah dingin maka timbang berat kering oven (Wk)
 4. Kemudian dilanjutkan dengan merendam sampel selama 24 jam,
 5. Setelah 24 jam angkat paving block kemudian timbang beratnya (Wb)

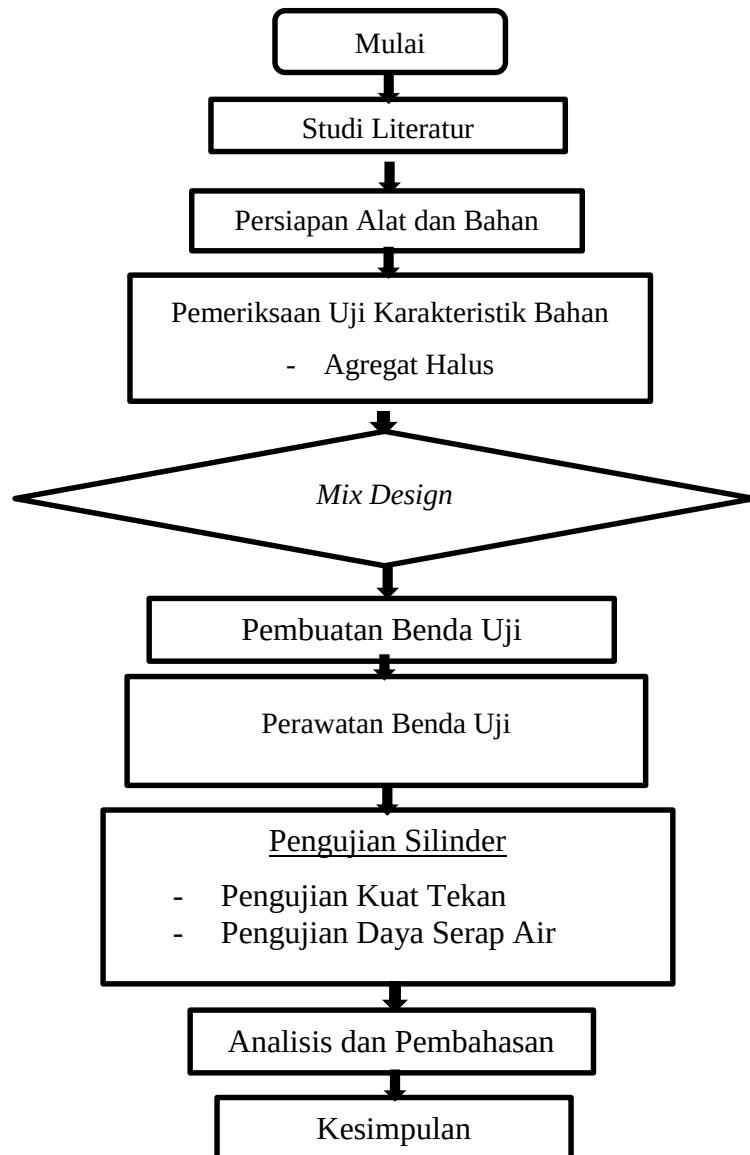
III.7 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, diantaranya pengujian karakteristik bahan yang akan digunakan, proses pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan serta pengujian daya serap air.

III.8 Analisa Data

Analisa data untuk menentukan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan menggunakan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI), khususnya untuk menentukan karakteristik pada agregat. Perencanaan *Mix Design* menggunakan *Trial Mix* dibuat dalam bentuk table dan gambar yang kemudian dianalisa menggunakan *Microsoft Office Exel*. Tujuan dari Analisa karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan untuk mengetahui jika bahan-bahan tersebut telah lolos spesifikasi yang telah diisyaratkan serta menganalisa kuat tekan beton dan menganalisa daya serap air pada paving block. Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari tujuan penelitian.

III.9 Bagan Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Komposisi Paving Blok

IV.1.1 Pengujian Karakteristik

Pengujian sifat-sifat agregat dikerjakan di fasilitas Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Fajar. Pengujian tersebut mencakup analisis karakteristik agregat halus (pasir). Pengujian karakteristik dilakukan berdasarkan pada SNI. Berikut hasil rekapitulasi pengujian karakteristik agregat tersaji dalam Tabel IV.1.

Tabel IV. 1 Rekap karakteristik agregat halus

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	4,55%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3,41%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Gempur	1,43	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,73	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1,81%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,55	1,60 - 3,30	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,44	1,60 - 3,31	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,49	1,60 - 3,32	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	2,52	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

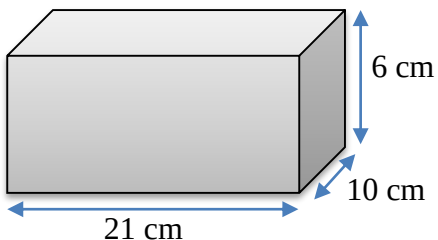
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus yang tersajikan dalam Tabel IV.1 menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi persyaratan standar SNI karena semua hasil pengujian berada dalam rentang yang ditetapkan oleh standar untuk agregat halus.



Gambar IV. 1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus

IV.2 Mix Design

Dari hasil pemeriksaan material dan perhitungan *mix design*, komposisi agregat penyusun benda uji paving blok dapat dilihat pada Tabel IV.2 dan Tabel IV.3.



Gambar IV. 2 Paving Block

Tabel IV. 2 Mix. Design Paving Block Campuran 1:1

No	Material	CM 1:1	Variasi 10%	Variasi 30%	Variasi 50%
1.	Pasir	1,34 kg	1,34 kg	1,34 kg	1,34 kg
2.	Semen	0,96 kg	0,86 kg	0,67 kg	0,48 kg
3.	Air	0,60 kg	0,60 kg	0,60 kg	0,60 kg
4.	Fly Ash	-	0,096 kg	0,29 kg	0,48 kg

Tabel IV. 3 Mix. Design Paving Block Campuran 1:2

No	Material	CM 1:2	Variasi 10%	Variasi 30%	Variasi 50%
1.	Pasir	0,89 kg	0,89 kg	0,89 kg	0,89 kg
2.	Semen	0,64 kg	0,58 kg	0,45 kg	0,32 kg
3.	Air	0,40 kg	0,40 kg	0,40 kg	0,40 kg
4.	Fly Ash	-	0,064 kg	0,19 kg	0,32 kg

IV.3 Perendaman Paving Block

Proses perendaman paving block dilakukan dengan cara merendam full benda uji kedalam air. Air yang digunakan pada tahap ini merupakan air tawar. Proses perendaman paving block ini dilakukan selama 28 hari, perendaman ini dilakukan guna untuk mengetahui serapan air terhadap paving block.



Gambar IV. 3 Proses Perendaman Paving Block

IV.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji paving blok dengan ukuran panjang 21 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah UTM (*Universal Testing Machine*), yang berkapasitas 3000 KN, dimana benda uji posisi benda uji saat pengujian searah horizontal.

Benda uji diuji hingga terjadi keretakan atau benda uji tak dapat lagi menahan beban yang diberikan, dengan cara melihat jarum yang berwarna hitam telah turun menuju angka 0 sehingga pembebanan telah mencapai nilai maksimum. Perhitungan nilai kuat tekan paving blok menggunakan persamaan IV.1:

$$\text{Kuat Tekan } (\sigma) = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (IV.1)$$

Hasil pengujian benda uji paving block dapat dilihat pada Tabel IV.4, Tabel IV.5, Tabel IV.6, Tabel IV.7

Tabel IV. 4 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (0)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:1 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	220	10.48
CM 1:1 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	215	10.24
CM 1:1 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	249	10.38
Rata-Rata Kuat Tekan					10.37

Tabel IV. 5 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (10%)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:1 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	290	13.81
CM 1:1 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	285	13.57
CM 1:1 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	291	13.86
Rata-Rata Kuat Tekan					13.75

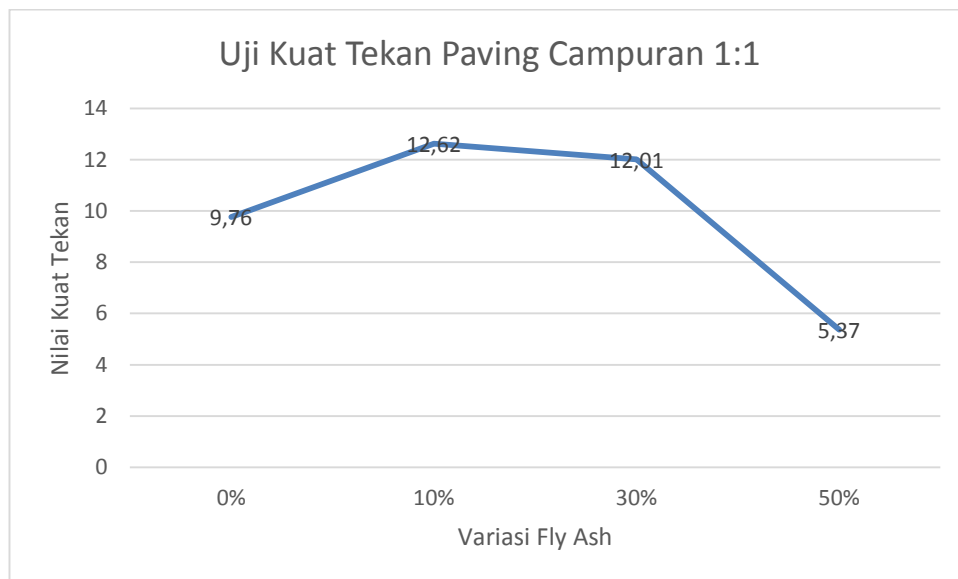
Tabel IV. 6 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (30%)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:1 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	249	11.86
CM 1:1 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	250	11.90
CM 1:1 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	251	11.51
Rata-Rata Kuat Tekan					11.76

Tabel IV. 7 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:1 (50%)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:1 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	210	10.00
CM 1:1 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	210	10.00
CM 1:1 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	215	10.24
Rata-Rata Kuat Tekan					10.08

Pengujian yang dihasilkan pada tabel IV. 4 tersebut dengan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 10.37 Mpa. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa paving blok yang dibuat telah memenuhi mutu yang direncanakan.



Gambar IV. 4 Kurva Kuat Tekan Campuran 1:1

Dari gambar IV.4 dapat diketahui bahwa penambahan fly ash pada campuran paving blok memiliki peningkatan nilai kuat tekan. Namun pada penambahan fly ash sebanyak 50% dari semen mengalami penurunan nilai kuat tekan sebanyak 0,47 Mpa.

Tabel IV. 8 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (0)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:2 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	200	9.52
CM 1:2 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	205	9.76
CM 1:2 (0)	21 cm	10 cm	6 cm	210	10.00
Rata-Rata Kuat Tekan					9.76

Tabel IV. 9 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (10%)

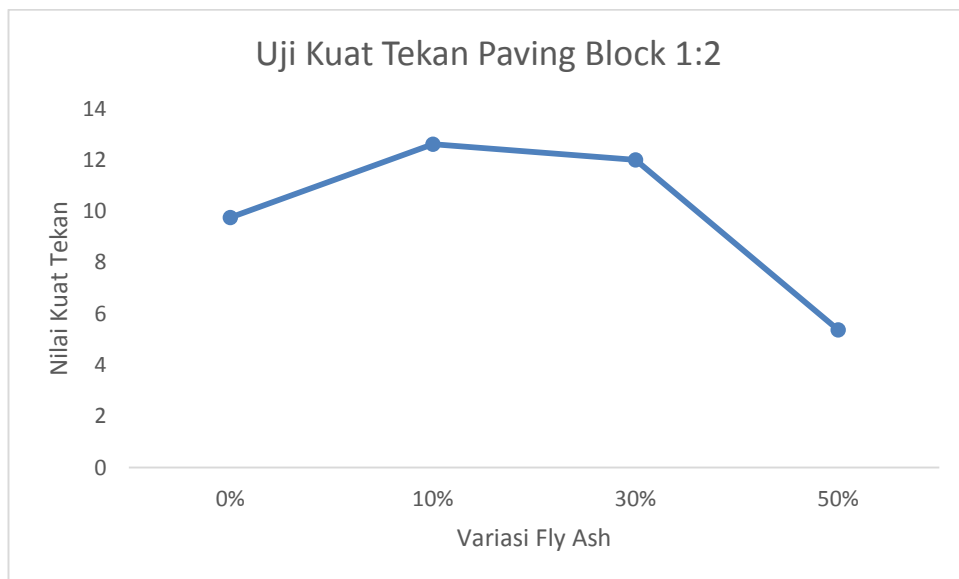
Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:2 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	270	12.86
CM 1:2 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	265	12.62
CM 1:2 (10%)	21 cm	10 cm	6 cm	260	12.38
Rata-Rata Kuat Tekan					12.62

Tabel IV. 10 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (30%)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:2 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	250	11.90
CM 1:2 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	255	12.14
CM 1:2 (30%)	21 cm	10 cm	6 cm	252	12
Rata-Rata Kuat Tekan					12.01

Tabel IV. 11 Nilai Kuat Tekan Campuran 1:2 (50%)

Kode sampel	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban Maksimal	Kuat Tekan (Mpa)
CM 1:2 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	110	5.24
CM 1:2 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	115	5.48
CM 1:2 (50%)	21 cm	10 cm	6 cm	113	5.38
Rata-Rata Kuat Tekan					5.37



Gambar IV. 5 Kurva Kuat Tekan Campuran 1:2

Dari gambar IV.5 dapat diketahui bahwa penambahan fly ash pada campuran paving blok memiliki peningkatan nilai kuat tekan. Namun pada penambahan fly ash sebanyak 50% dari semen mengalami penurunan nilai kuat tekan sebanyak 4,29 Mpa.



Concrete Compression Machine Digital

Gambar IV. 6 Proses Pengujian Kuat Tekan Paving Block

IV.5 Pengujian Serapan Air

Pengujian serapan air bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada benda uji, yaitu perbandingan antara berat benda uji sebelum dioven dan berat benda uji setelah dioven. Untuk pengukuran penyerapan air digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (IV.2)$$

Keterangan :

A = Berat Basah Paving Block (gr)

B = Berat Kering Oven Paving Block (gr)

Hasil pengujian penyerapan air paving block dapat dilihat pada tabel IV.

Tabel IV. 12 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (0)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:1 (0)	Penyerapan Air
1	0%	2827	2415	17%
2	0%	2830	2410	17%
3	0%	2825	2405	17%
Rata - Rata Penyerapan Air				17%

Tabel IV. 13 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (10%)

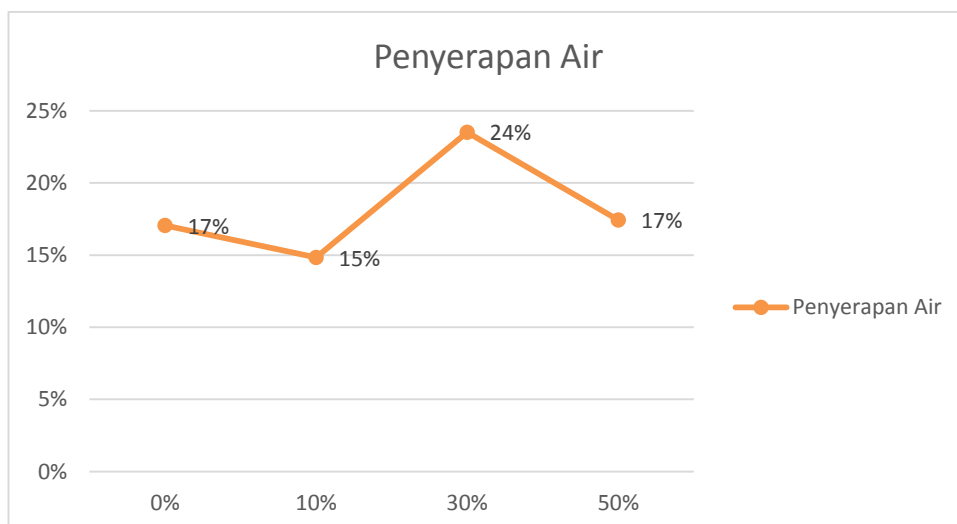
No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:1 (10%)	Penyerapan Air
1	10%	2832	2466	15%
2	10%	2820	2475	14%
3	10%	2850	2465	16%
Rata - Rata Penyerapan Air				15%

Tabel IV. 14 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (30%)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:1 (30%)	Penyerapan Air
1	30%	2846	2304	24%
2	30%	2845	2305	23%
3	30%	2860	2310	24%
Rata - Rata Penyerapan Air				24%

Tabel IV. 15 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:1 (50%)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:1 (50%)	Penyerapan Air
1	50%	2856	2432	17%
2	50%	2850	2450	16%
3	50%	2845	2445	16%
Rata - Rata Penyerapan Air				17%



Gambar IV. 7 Kurva Pernyerapan Air Campuran 1:1

Pada gambar kurva IV. 7 menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sangat mempengaruhi daya serap air pada paving block. Pada penggunaan fly ash sebanyak 30% pada variasi Campuran 1:1 menunjukkan peningkatannya yang tinggi terhadap daya serap air pada paving block.

Tabel IV. 16 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (0)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:2	Penyerapan Air
1	0	2827	2598	9%
2	0	2820	2560	10%
3	0	2830	2586	9%
Rata - Rata Penyerapan Air				9%

Tabel IV. 17 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (10%)

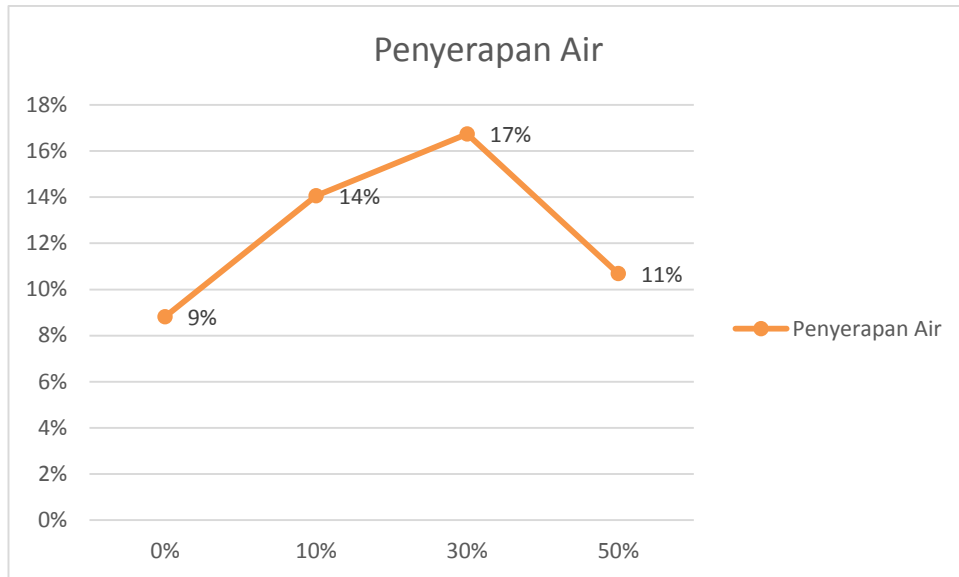
No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:2	Penyerapan Air
1	10%	2856	2504	14%
2	10%	2855	2520	13%
3	10%	2840	2505	13%
Rata - Rata Penyerapan Air				14%

Tabel IV. 18 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (30%)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:2	Penyerapan Air
1	30%	2839	2432	17%
2	30%	2835	2440	16%
3	30%	2840	2435	17%
Rata - Rata Penyerapan Air				17%

Tabel IV. 19 Pengujian Serapan Air Paving Block Campuran 1:2 (50%)

No	Variasi	Berat Basah	Berat Kering CM 1:2	Penyerapan Air
1	50%	2849	2574	11%
2	50%	2845	2550	12%
3	50%	2830	2575	10%
Rata - Rata Penyerapan Air				11%



Gambar IV. 8 Kurva Penyerapan Air Campuran 1:2

Pada gambar kurva IV.8 menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sangat mempengaruhi daya serap air pada paving block. Pada penggunaan fly ash sebanyak 30% pada variasi Campuran 1:2 menunjukkan peningkatannya yang tinggi terhadap daya serap air pada paving block.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sebagai pengganti semen pada pembuatan paving blok sangat mempengaruhi nilai kuat tekan pada paving. Penambahan fly ash sebanyak 10% - 30% dari semen menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan dari paving blok normal. Namun pada penambahan fly ash sebanyak 50% menunjukkan penurunan nilai kuat tekan paving block sebanyak 0,47 MPa hingga 4,29 Mpa.

Penggunaan fly ash sangat mempengaruhi daya serap air pada paving block. Pada penggunaan fly ash sebanyak 30% pada variasi Campuran 1:1 dan Campuran 1:2 menunjukkan peningkatannya yang tinggi terhadap daya serap air pada paving block. Kadar air yang terdapat dalam paving block juga sangat mempengaruhi pada nilai kuat tekan paving block. Semakin banyak kadar air pada paving block maka nilai kuat tekan kecil. Sedangkan semakin sedikit kadar air yang terdapat pada paving block maka nilai kuat tekannya pun besar.

Jadi penggunaan fly ash sebagai pengganti semen dapat meningkatkan nilai mutu paving block. Namun fly ash tidak dapat digunakan terlalu banyak karena dapat mengurangi nilai mutu pada paving block. Fly ash hanya dapat digunakan sebanyak 0% - 30% untuk meningkatkan nilai mutu pada paving, karena pada penggunaan fly ash sebanyak 50% dapat mengurangi nilai mutu pada paving block itu sendiri.

V.2 Saran

Untuk mendapatkan kekuatan yang optimal dengan adanya penambahan fly ash, hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Pemakaian bahan dasar paving block harus memiliki kualitas yang baik.
2. Pemakaian fly ash jangan sampai tercampur oleh material lainnya dan belum mengalami penggumpalan agar pencampuran bisa sempurna.
3. Pada pembuatan benda uji, permukaan sebaiknya dibuat benar – benar rata sehingga pada saat pengujian tidak mempengaruhi hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andoyono, Totoh. 2006. Irigasi dan Ilmu Bangunan Air. UNP Padang
- Artiyani, A. (2010). Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block. Jurnal Spectra,
- Dipohusodo, Istimawan.1996. Manajemen Proyek & Konstruksi.Kanisius. Jogjakarta.
- Handayasari, dkk. 2018. Bahan Kontruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block. Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta.
- Mulyono, T. 2004. Teknologi Beton. Andi Publishing. Yogyakarta.
- Nawy, E. G. 2008. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*. Cetakan Ketiga. Bandung : PT Refika Aditama.
- Salam, Dkk. 2017. Pengaruh Penambahan Serat Pelepah Pisang Pada Pembuatan Paving Block K-175. Universitas Islam Lamongan, Lamongan.
- Santoso, I., Roy, S. K., Andarias, P. (2004), Pengaruhpenggunaan bottom ash terhadapkarakteristikcampuranaspalbeton, DimensiTeknikSipil,
- Setyawan. R., Wiratmoko. T. (2007), Durabilitasbeton fly ash yang diaktivasi denganlarutanalkali,JurusanTeknikSipilFakultasTeknikSipildanP erencaaaan, Universitas Kristen Petra.
- Sutrisno, A dan Widodo, S. 2012. Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice.
- Tjokrodimuljo, K. 2007. Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Vargas, JA (2007). Desain Partik : Tambahan Pandangan Akademis Pandangan Desainer Terhadap Beton Fky Ash, (Februari)
- Wardani, S. P. (2008). Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. 1-22
- Wibowo (2018). Manajemen Kinerja. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Yahya, Ahmad Nur Ilham. (2018). Pengaruh Variasi Penambahan Serat Bambu

Ori Terhadap Karakteristik Paving Block. Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Ka'dang

Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik

Tgl. Pemeriksaan : 11 Januari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Uraian	Pengujian
A	Volume Lumpur	10 ml
B	Volume Total (Lumpur+Pasir)	220 ml
Kadar Lumpur = $A/B \times 100\%$		4.55%

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Ka'dang

Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik

Tgl. Pemeriksaan : 11 Januari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Analisis Sarinngan Agregat Halus

NOMOR	BERAT	PERSEN	Σ PERSEN	PERSEN
SARINGAN	TERTAHAAN	TERTAHAAN	TERTAHAAN	LOLOS
mm	gram	%	%	%
3/8	0	0.00	0.00	100.00
4	0	0.00	0.00	100.00
8	0	0.00	0.00	100.00
16	120	12.00	12.00	88.00
30	430	43.00	55.00	45.00
50	344	34.40	89.40	10.60
200	64.7	6.47	95.87	4.13
pan	41.3	4.13	100.00	0
Jumlah	1000	100.00	252.27	447.73

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{252.27}{100} = 2.52 \%$$

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Ka'dang

Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik

Tgl. Pemeriksaan : 11 Januari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Air Agregat Halus

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	105.3
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	605.3
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	483.49
Kadar Air = $(C-D)/D \times 100\%$		3.41

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Ka'dang

Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik

Tgl. Pemeriksaan : 11 Januari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Jenis Agregat Halus

A. Berat

Picnometer = 168.1 gram

B. Berat Contoh Kondisi SSD di Udara

= 500.9 gram

C. Berat Pikno + air + Contoh SSD = 964.8 gram

D. Berat Talam = 101.1 gram

E. Berat picno + air = 665.4 gram

F. Berat setelah dioven + Talam = 582 gram

G. Berat Benda Uji Kering Oven(F-D) = 492 gram

Percobaan 1

			Absorption	
Apparent SG	=	$\frac{G}{G + E - C}$	=	$\frac{B - G}{G} \times 100\%$
	=	$\frac{492}{192.6}$	=	$\frac{8.9}{492} \times 100\%$
On dry basic	=	$\frac{G}{B + E - C}$	=	1.81%
		$\frac{492}{201.5}$	=	2.44
SSD basic	=	$\frac{B}{B + E - C}$		

$$= \frac{500.9}{201.5} = 2.49$$

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
 Koordinator Laboratorium Teknik
 Sipil
 Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Ka'dang

Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik

Tgl. Pemeriksaan : 11 Januari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Volume Agregat Halus

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	1.28	1.28
B	Berat Bohler Kosong (gram)	4480	4480
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	6692	6312
D	Berat Benda Uji = C-B (gram)	2212	1833
Berat Volume = D/A kg/liter		1.73	1.43

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Rekap

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	4.55%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3,41%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Gempur	1,43	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,73	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.81%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2.55	1,60 - 3,30	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2.44	1,60 - 3,31	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2.49	1,60 - 3,32	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	2.52	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

Makassar, 15 Januari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)

Lampiran 2 Mix Design Paving Block

No	Material	CM 1:1	Variasi 10%	Variasi 30%	Variasi 50%
1.	Pasir	1,34 kg	1,34 kg	1,34 kg	1,34 kg
2.	Semen	0,96 kg	0,86 kg	0,67 kg	0,48 kg
3.	Air	0,60 kg	0,60 kg	0,60 kg	0,60 kg
4.	Fly Ash	-	0,096 kg	0,29 kg	0,48 kg

No	Material	CM 1:2	Variasi 10%	Variasi 30%	Variasi 50%
1.	Pasir	0,89 kg	0,89 kg	0,89 kg	0,89 kg
2.	Semen	0,64 kg	0,58 kg	0,45 kg	0,32 kg
3.	Air	0,40 kg	0,40 kg	0,40 kg	0,40 kg
4.	Fly Ash	-	0,064 kg	0,19 kg	0,32 kg

Lampiran 3 Perhitungan Nilai Kuat Tekan Paving Block

1. Mencari nilai luas permukaan

$$p = 21 \text{ cm}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas (L)} &= p \times l \\ &= 21 \times 10 \\ &= 210 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

2. Nilai Beban Maksimum (P)

3. Nilai Kuat Tekan

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

- CM 1:1 0%

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan(Mpa)} &= P/L \\ &= 220 / 210 \\ &= 10,48 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- CM 1:1 0%

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan(Mpa)} &= P/L \\ &= 215 / 210 \\ &= 10,24 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- CM 1:1 0%

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan(Mpa)} &= P/L \\ &= 249 / 210 \\ &= 10,38 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- CM 1:1 10%

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan(Mpa)} &= P/L \\ &= 290 / 210 \\ &= 13,81 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- CM 1:1 10%

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tekan(Mpa)} &= P/L \\ &= 285 / 210 \\ &= 13,57 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- CM 1:1 10%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 291 / 210$$

$$= 13,86 \text{ MPa}$$

- CM 1:1 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 249 / 210$$

$$= 11,86 \text{ Mpa}$$

- CM 1:1 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 250 / 210$$

$$= 11,90 \text{ MPa}$$

- CM 1:1 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 251 / 210$$

$$= 11,51 \text{ MPa}$$

- CM 1:1 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 210 / 210$$

$$= 10,00 \text{ Mpa}$$

- CM 1:1 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 210 / 210$$

$$= 10,00 \text{ MPa}$$

- CM 1:1 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 215 / 210$$

$$= 10,24 \text{ Mpa}$$

- CM 1:2 0%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 200 / 210$$

$$= 9,52 \text{ Mpa}$$

- CM 1:2 0%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 205 / 210$$

$$= 9,76 \text{ MPa}$$
- CM 1:2 0%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 210 / 210$$

$$= 10.00 \text{ Mpa}$$
- CM 1:2 10%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 270 / 210$$

$$= 12,86 \text{ Mpa}$$
- CM 1:2 10%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 265 / 210$$

$$= 12,62 \text{ MPa}$$
- CM 1:2 10%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 260 / 210$$

$$= 12,38 \text{ Mpa}$$
- CM 1:2 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 250 / 210$$

$$= 11,90 \text{ Mpa}$$
- CM 1:2 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 255 / 210$$

$$= 12,14 \text{ MPa}$$
- CM 1:2 30%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 252 / 210$$

$$= 12,00 \text{ MPa}$$

- CM 1:2 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 110 / 210$$

$$= 5,24 \text{ MPa}$$

- CM 1:2 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 115 / 210$$

$$= 5,48 \text{ MPa}$$

- CM 1:2 50%

$$\text{Kuat Tekan(Mpa)} = P/L$$

$$= 113 / 210$$

$$= 5,38 \text{ MPa}$$

Lampiran 4 Perhitungan Persentase Penyerapan Air Pada Paving Block

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat Basah Paving Block (gr)

B = Berat Kering Oven Paving Block (gr)

1. CM 1:1

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2827 - 2415}{2415} \times 100\% \\ &= 17\%\end{aligned}$$

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2830 - 2410}{2410} \times 100\% \\ &= 17\%\end{aligned}$$

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2825 - 2405}{2405} \times 100\% \\ &= 17\%\end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2832 - 2466}{2466} \times 100\% \\ &= 15\%\end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2820 - 2475}{2475} \times 100\% \\ &= 14\%\end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2850 - 2465}{2465} \times 100\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2846 - 2304}{2304} \times 100\% \\ &= 24\% \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2845 - 2305}{2305} \times 100\% \\ &= 23\% \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2860 - 2310}{2310} \times 100\% \\ &= 24\% \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2856 - 2432}{2432} \times 100\% \\ &= 17\% \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2850 - 2450}{2450} \times 100\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2845 - 2445}{2445} \times 100\% \\
 &= 16\%
 \end{aligned}$$

2. CM 1:2

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2827 - 2598}{2598} \times 100\% \\
 &= 9\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2820 - 2560}{2560} \times 100\% \\
 &= 10\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 0%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2830 - 2586}{2586} \times 100\% \\
 &= 9\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2856 - 2504}{2504} \times 100\% \\
 &= 14\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2855 - 2520}{2520} \times 100\% \\
 &= 13\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 10%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2840 - 2505}{2505} \times 100\% \\
 &= 13\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2839 - 2432}{2432} \times 100\% \\
 &= 17\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2835 - 2440}{2440} \times 100\% \\
 &= 16\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 30%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2840 - 2435}{2435} \times 100\% \\
 &= 17\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2849 - 2574}{2574} \times 100\% \\
 &= 11\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
 &= \frac{2845 - 2550}{2550} \times 100\% \\
 &= 12\%
 \end{aligned}$$

- Variasi 50%

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2830 - 2575}{2575} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

Lampiran 5 Dokumentasi

1. Pengujian Karakteristik Agregat



Kadar Air (Oven)



Berat Jenis (Picnometer)



Kadar Lumpur (Tabung Ukur)



Analisis Saringan (saringan)

2. Proses Pencampuran Agregat



Cetakan Paving



Pemerataan Campuran (Cetok)



Pemerataan Campuran (Cetok)

3. Perendaman Paving



Perendaman 28 Hari (Ember dan Box)

4. Pengujian Kuat Tekan Paving Block



Proses pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat Compression Testing Machine



Campuran 1:1 30%



Campuran 1:2 0%



Campuran 1:1 50%



Campuran 1:2 50%



Campuran 1:2 30%



Campuran 1: 2 10%



Campuran 1:1 10%



Campuran 1:1 0%

5. Berat Paving Sebelum dioven



Proses Penimbangan Benda Uji Sebelum di Oven dengan Menggunakan Timbangan Analitik

6. Berat Paving Setelah dioven



Proses Penimbangan Benda Uji Setelah di Oven dengan Menggunakan Timbangan Analitik