TUGAS AKHIR

PENGARUH SERBUK BATU KAPUR PONJONG SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(*THE EFFECT OF PONJONG LIMESTONE POWDER AS ADDITIONAL MATERIAL ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF PAVING BLOCK*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persayaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Riawan Ipud Prihhanta
17 511 035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2022

TUGAS AKHIR

PENGARUH SERBUK BATU KAPUR PONJONG SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(*THE EFFECT OF PONJONG LIME POWDER AS ADDITIONAL MATERIAL ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF PAVING BLOCK*)

Disusun Oleh

Riawan Ipud Prihhanta
17511035

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal

Oleh dewan penguji

Pembimbing	Penguji 1	Penguji 2
HelmyAkbar Bale,.Ir,.M.T.	**Astriana Hardawati S.T., M.Eng.**	**Elvis Saputra S.T., M.T.**
NIK: 885110105	**NIK: 165111301**	**NIK: 205111302**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil dari karya saya sendiri. Adapun bagian bagian tertentu yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir saya ini bukan hasil dari karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan undang undang yang berlaku.

Yogyakarta, 14 Juli 2022
Yang membuat pernyataan



Riawan Ipud Prihhanta
17511035

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Serbuk Batu Kapur Ponjong sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*" Tugas akhir ini merupakan syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, tugas akhir ini dapat terselesaikan. Berkaitan dengan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tuaku yang telah membantu doa, materil serta selalu menjadi penyemangat untuk dapat terselesainya penelitian ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat, serta saran-saran hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Ibu Astriana Hardawati S.T., M. Eng dan bapak Elvis Saputra S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dan memberikan saran dan perbaikan sehingga tugas akhir ini menjadi lebih baik.
5. Temanku Muhammad Taufik Bima Perdana yang telah memberikan bantuan berupa tenaga dan informasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Pak Suluk dan Mas Andi yang telah membantu dalam pembuatan sampel di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi, Universitas Islam Indonesia.
7. Pak Suwarno dan Pak Darussalam selaku laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik dalam bentuk tenaga maupun dukungan moril dan doa yang sangat penulis perlukan dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mohon saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak agar tugas akhir ini bisa semakin dekat pada kesempurnaan.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi segenap pembaca dan sebagai bekal untuk pengembangan pengetahuan penulis di masa mendatang.
Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 14 Juli 2022
Penulis,



Riawan Ipud Prihhanta
17511035

LEMBAR DEDIKASI



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
LEMBAR DEDIKASI vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xiv
ABSTRAK xv
ABSTRACT xvi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Sebelumnya 6
2.2 Perbandingan Penelitian 7
2.3 Keaslian Penelitian 11
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1 Umun 12
3.1.1 Definisi *Paving Block* 12
3.1.2 Syarat Mutu *Paving Block* 12
3.1.3 Klasifikasi *Paving Block* 13
3.1.4 Kelebihan dan Kelemahan *Paving Block* 13

3.2 Benda Uji 14
3.3 Material *Paving Block* 15
3.3.1 Semen 15
3.3.2 Agregat Halus 16
3.3.3 Air 16
3.3.4 Serbuk batu kapur 17
3.5 Pemeriksaan Bahan 17
3.5.1 Pengujian Analisa saringan / Modulus Halus Butir (MHB) 17
3.5.2 Pengujian berat volume 19
3.5.3 Pengujian kandungan lumpur 19
3.5 Perencanaan campuran (*Mix Design*) 19
3.5 Pengujian *Paving Block* 20
3.3.1 Kuat Tekan 20
3.3.2 Keausan 20
3.3.3 Penyerapan Air 21
BAB IV METODE PENELITIAN 22
4.1 Umun 22
4.2 Persiapan 23
4.3 Pemeriksaan Material 23
4.3.1 Semen 23
4.3.2 Agregat Halus 24
4.3.3 Air 28
4.3.4 Serbuk Batu Kapur 29
4.4 Perhitungan Kebutuhan Campuran (*Mix Design*) 29
4.5 Pembuatan Benda Uji 30
4.6 Perawatan Benda Uji 31
4.7 Pengujian *Paving Block* 31
4.7.1 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* 31
4.7.2 Pengujian Keausan *Paving Block* 35
4.7.3 Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* 38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 42

5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan 42
5.1.1 Semen 42
5.1.2 Agregat Halus 42
5.1.3 Air 46
5.1.4 Serbuk Batu Kapur 46
5.2 Kebutuhan Campuran 46
5.3 Kuat Tekan *Paving Block* 46
5.4 Keausan *Paving Block* 48
5.5 Penyerapan Air *Paving Block* 51
5.6 Keefektifan Penambahan Serbuk Batu Kapur Ponjong 52
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 54
6.1 Kesimpulan 54
6.2 Saran 55
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat-sifat Fisika *Paving Block* 12
Tabel 3.2 Perbandingan Volume Benda Uji dan sampel pengujian 15
Tabel 3.3 Kandungan Batu Kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul. 17
Tabel 4.1 Berat Volume padat Semen 24
Tabel 4.2 Analisa Saringan/Modulus Halus Butir Agregat Halus 25
Tabel 4.3 Berat Volume Padat Agregat Halus 27
Tabel 4.4 Lolos Saringan No.200 28
Tabel 4.5 Komposisi Campuran *Paving Block* 30
Tabel 4.6 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0% 32
Tabel 4.7 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5% 33
Tabel 4.8 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10% 33
Tabel 4.9 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15% 33
Tabel 4.10 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20% 34
Tabel 4.11 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25% 34
Tabel 4.12 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30% 34
Tabel 4.13 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0% 36
Tabel 4.14 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5% 36
Tabel 4.15 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10% 36
Tabel 4.16 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15% 37
Tabel 4.17 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20% 37
Tabel 4.18 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25% 37
Tabel 4.19 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30% 38
Tabel 4.20 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0% 39
Tabel 4.21 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5% 39
Tabel 4.22 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10% 39
Tabel 4.23 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15% 40
Tabel 4.24 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20% 40

Tabel 4.25 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25% 40
Tabel 5.26 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30% 41
Tabel 4.1 Berat Volume padat Semen 42
Tabel 4.2 Analisa Saringan/Modulus Halus Butir Agregat Halus 43
Tabel 4.3 Berat Volume Padat Agregat Halus 44
Lanjutan Tabel 4.3 45
Tabel 4.4 Lolos Saringan No.200 45
Tabel 4.5 Komposisi Campuran *Paving Block* 46
Tabel 5.1 Klasifikasi Mutu Kuat Tekan setiap Variasi 47
Tabel 5.2 Persentase Kuat Tekan terhadap *Paving Block* Normal 48
Tabel 5.3 Klasifikasi Mutu Keausan setiap Variasi 49
Tabel 5.4 Persentase Keausan terhadap *Paving Block* Normal 50
Tabel 5.5 Klasifikasi Mutu Penyerapan Air setiap Variasi 51
Tabel 5.6 Persentase Penyerapan Air terhadap *Paving Block* Normal 52
Tabel 5.7 Mutu Variasi *Paving Block* tiap Pengujian 53
Tabel L-1.1 Jadwal Tugas Akhir (*Timeline*) 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 *Paving Block Holland* 14
Gambar 4.2 *Paving Block Holland* (Kubus) 14
Gambar 4.3 *Flowchart* tahapan penelitian 23
Gambar 5.1 Batas Agregat Halus Daerah II 44
Gambar 5.2 Kuat Tekan *Paving Block* 47
Gambar 5.3 Keausan *Paving Block* 49
Gambar 5.4 Penyerapan Air *Paving Block* 51
Gambar 5.5 Persentase *Paving Block* 53
Gambar L-2.1 Kandungan Kimia Serbuk Batu Kapur Ponjong. 61
Gambar L-3.1 Ukuran butiran serbuk batu kapur Ponjong 62
Gambar L-6.1 Kaliper/Jangka Sorong 65
Gambar L-6.2 Cetok 65
Gambar L-6.3 Alat penggetar saringan 66
Gambar L-6.4 saringan 67
Gambar L-6.5 Cetakan Silinder 68
Gambar L-6.6 Mesin pemotong 68
Gambar L-6.7 Oven 68
Gambar L-6.8 Alat uji tekan 69
Gambar L-6.9 Alat uji Keausan 69
Gambar L-6.10 Alat press *paving block* 69
Gambar L-6.11 Kereta pengangkut barang 70
Gambar L-6.12 Cetakan caping 70
Gambar L-6.13 Timbangan 70
Gambar L-6.14 Alat pengaduk campuran 71
Gambar L-7.1 Material benda uji 72
Gambar L-8.1 Contoh Sampel hasil uji kuat tekan 74
Gambar L-9.1 Contoh Sampel hasil uji Keausan 74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Tugas Akhir (*Timeline*) 60
Lampiran 2 Kandungan Kimia Serbuk Batu Kapur Ponjong 61
Lampiran 3 Ukuran Butiran serbuk batu kapur Ponjong 62
Lampiran 4 Surat permohonan izin pemakaian laboratorium 63
Lampiran 5 Surat permohonan izin pemakaian laboratorium 64
Lampiran 6 Peralatan 65
Lampiran 7 Material benda uji 72
Lampiran 8 Sampel hasil uji kuat tekan 73
Lampiran 9 Sampel hasil uji Keausan 74
Lampiran 9 kuat tekan 76
Lampiran 10 Keausan 80
Lampiran 11 penyerapan air 84
Lampiran 12 Surat keterangan bebas tamggungan laboratorium 88

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

σ = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas bidang tekan (mm^2)

D = Keausan (mm/menit)

G = kehilangan berat/lama pengausan (gram/menit)

Pa = penyerapan air (%)

Bb = berat basah (gram)

Bk = berat kering (gram)

Σ σ = Jumlah Kuat tekan (Mpa)

Σ D = Jumlah Keausan (mm/menit)

Σ Pa = Jumlah penyerapan air (%)

ABSTRAK

Bata beton atau *Paving Block* merupakan material penutup perkerasan tanah atau jalan yang terdiri dari campuran semen, air, agregat halus dengan atau tanpa bahan tambah lainya. Bahan pengikat utama pada *Paving Block* sendiri yaitu semen. Penggunaan semen yang terlalu banyak memerlukan biaya yang lebih juga oleh karena itu, digunakan bahan pengikat lain dengan menambahkan serbuk batu kapur Ponjong. Kedua bahan pengikat tersebut memiliki unsur kimia yang sama sebagai bahan pengikat hidrolis yaitu dengan adanya *Calcium Oxide* (*CaO*).

Pada penelitian ini menggunakan perbandingan volume semen dan pasir sebesar 1 : 4. Variasi penambahan serbuk batu kapur Ponjong sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen. *Paving Block* yang digunakan berdimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm. Jumlah sampel untuk tiap variasi adalah 15 buah yang digunakan untuk pengujian kuat tekan, Keausan dan penyerapan air. Serbuk batu kapur yang dipakai berasal dari Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan *Paving Block* meningkat sebesar 65,558% pada variasi 30% dari *paving block* normal pada variasi 0%, sedangkan pada keausan dan penyerapan air menurun sebesar 73,319% dan 17,299% padai variasi 30% dari *paving block* normal pada variasi 0%. Untuk klasifikasi kuat tekan tertinggi berada pada variasi 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu A dengan penggunaan sebagai jalan. Untuk klasifikasi Keausan tertinggi berada pada variasi 20%, 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu A dengan penggunaan sebagai jalan. Sedangkan klasifikasi pada penyerapan air tertinggi berada pada variasi 20%, 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu C dengan penggunaan untuk pejalan kaki.

Kata kunci: *Paving Block*, Serbuk batu kapur, kuat tekan, keausan, penyerapan air.

ABSTRACT

Concrete brick or Paving Block is a soil or road pavement covering material consisting of a mixture of cement, water, fine aggregate with or without other added materials. The main binding material in Paving Block itself is cement. The use of too much cement requires more costs and therefore, other binding materials are used by adding Ponjong limestone powder. The two binders have the same chemical elements as hydraulic binders, namely in the presence of Calcium Oxide (CaO).

In this research, the ratio of cement and sand volume was 1: 4. Variations in the addition of Ponjong limestone powder were 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% of the cement weight. Paving Block used dimensions of 20 cm x 10 cm x 6 cm. The number of samples for each variation was 15 which were used for testing compressive strength, degradation resistance and water absorption. Limestone powder used comes from Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul.

The results of this research indicate that the value of the compressive strength of Paving Blocks increased by 65.558 at 30% variation from normal paving blocks at 0% variation, while the degradation resistance and water absorption decreased by 73.319% and 17.299% at 30% variation from normal paving blocks at 0% variation. For the classification of the highest compressive strength is in the variation of 25% and 30% which is included in the quality A with use as a road. For the classification of the highest wear resistance is in the variation of 20%, 25% and 30% which is included in the A quality with use as a road. While the classification on the highest water absorption is in the variation of 20%, 25% and 30% which is included in the C quality with use for pedestrians.

Keywords: *Paving Block, Limestone Powder, compressive strength, degradation resistance, water absorption.*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving Block merupakan salah satu jenis produk beton pracetak yang memiliki bentuk blok-blok bata beton kecil. Saat ini *paving block* banyak digunakan sebagai material penutup perkerasan tanah atau jalan sebagai pengganti aspal dan cor beton. Menurut SNI 03-0691-1996*, paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainya yang tidak mengurangi mutu *paving block* tersebut.

Untuk penggunaanya sendiri, *paving block* memiliki beberapa klasifikasi mutu kuat tekan menyesuaikan dengan kegunaannya. Dalam SNI 03-0691-1996, *paving block* memiliki klasifikasi mutu kuat tekan D sebagai klasifikasi mutu terbawah dengan kuat tekan rata-rata 10 Mpa dimana digunakan untuk taman dan penggunaan lain sampai klasifikasi mutu kuat tekan A sebagai klasifikasi mutu tertinggi dengan kuat tekan rata-rata 40 Mpa dimana digunakan untuk jalan.

Semen merupakan salah satu bahan utama yang mengikat bahan lain dalam *paving block*. Penggunaan semen yang terlalu banyak memerlukan biaya yang mahal, sehingga perlu menekan seminimal mungkin biaya dalam pembuatan *paving block* tanpa mengurangi kuat tekan yang disyaratkan. Agar dapat menentukan efektivitas pengikat pada semen, maka digunakan bahan pengikat lain. Salah satu bahan pengikat tersebut adalah batu kapur. Dalam batu kapur terdapat unsur kimia yang hampir sama dengan semen sebagai bahan pengikat. Unsur kimia yang sama tersebut adalah *Calcium Oxside* (CaO) yang memiliki fungsi sebagai pengikat hidrolis. Menurut Shohib (2017), menyatakan dengan penambahan kapur sebesar 10% dari volume semen didapatkan kuat tekan *paving block* dari 10,019 Mpa menjadi 12,222 Mpa.

Pada penelitian di atas, penambahan kapur dapat meningkatkan kuat tekan pada *paving block*. Tetapi efek dengan penambahan batu kapur Ponjong belum

diketahui. Oleh karenanya, perlu penelitian lebih lanjut terhadap batu kapur Ponjong dengan digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul terhadap perubahan kuat tekan, keausan dan penyerapan air *paving block* ?.
2. Apa klasifikasi mutu tertinggi yang dapat dicapai dari penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul tersebut berdasarkan SNI 03-0691-1996 ?.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul terhadap perubahan kuat tekan, keausan dan penyerapan air *paving block.*
2. Mengetahui klasifikasi mutu tertinggi yang dapat dicapai dari penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul tersebut berdasarkan SNI 03-0691-1996.

1.4 Manfaat Penelitian

Kontribusi yang ingin diberi dari penelitian ini baik buat perkembangan ilmu pengetahuan maupun masyarakat antara lain :

1. Memberikan informasi tentang pengaruh penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul terhadap perubahan kuat tekan, keausan dan penyerapan air *paving block*
2. Meminimalkan biaya pembuatan *paving block* tanpa mengurangi mutu yang disyaratkan.
3. Menambah nilai ekonomi batu kapur dalam dunia konstruksi.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menyederhanakan analisis dalam penelitian ini, maka diperlukan pembatasan penelitian sebagai berikut :

1. Pasir yang digunakan adalah pasir dari gunung Merapi.
2. Menggunakan semen dengan merek Tiga Roda Tipe 1.
3. Serbuk batu kapur yang digunakan dari Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul yang lolos saringan 0,012 mm.
4. Perbandingan volume semen dan pasir adalah 1 : 4.
5. Variasi penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat semen.
6. Nilai fas yang digunakan adalah 0,5.
7. Untuk tiap-tiap persentase penambahan serbuk batu kapur per jenis pengujian menggunakan 5 buah benda uji/variasi.
8. *Paving Block* dalam penelitian ini adalah tipe *holland* berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.
9. Pembuatan sampel benda uji dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII).
10. Pengujian yang akan dilakukan yaitu :
    a. Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-0691-1996,
    b. Pengujian penyerapan air berdasarkan SNI 03-0691-1996,
    c. Pengujian keausan berdasarkan SNI 03-0691-1996.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini mengacu pada beberapa hasil penelitian terdahulu tentang *Paving Block* dan bahan tambah batu kapur, sebagai referensi data penunjang dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut.

Setiawan, dkk (2010) melakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan, pengujian penyerapan air, ketahanan *Natriun Nitrat* dan Keausan pada *paving block* dengan variasi perbandingan semen : pasir sebesar 1 : 6 dengan material abu sekam dan kapur sebagai pengganti sebagian dari berat semen. Dengan abu sekam padi dan kapur sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% sebagai pengganti sebagian dari berat semen. Benda uji berupa *paving block* dengan dimensi 20 x 10 x 6 cm. menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan persentase abu sekam padi dan kapur semakin meningkat juga daya serap airnya, daya serap tertinggi pada kandungan 10% sebesar 7,47% demikian juga dengan Keausannya, ketahanan tertinggi pada kandungan 10% sebesar 0,168 mm/menit. Untuk ketahanan *Natrium Sulfat* tertinggi pada kandungan 10% sebesar 0,885% dan sebaliknya untuk kuat tekan tertinggi pada kandungan 0% sebesar 15,726 MPa dan terus menurun hingga kandungan 10%.

Shohib (2017) melakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan dan pengujian penyerapan air pada *Paving Block* dengan variasi campuran perbandingan semen : pasir sebesar 1 : 4, 1: 6 dan 1 : 8 dengan material batu kapur. Kapur digunakan sebagai bahan tambah sebesar 10% dari volume semen untuk semua variasi. Benda uji berupa *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm, yang diuji pada umur 21 hari. menunjukan bahwa kuat tekan terbesar didapatkan pada variasi campuran 1 : 4 sebesar 12,222 MPa lebih besar dibandingkan dengan *paving block* normal sebesar 10,019 Mpa dan berbanding terbalik dengan penyerapan air sebesar 9,240%. Dari hasil penelitian tersebut *paving block* termasuk kedalam mutu D dimana di peruntukkan untuk taman dan penggunaan lain.

Mugni (2019) melakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan dan pengujian penyerapan air pada *paving block* dengan perbandingan semen : pasir sebesar 1 : 6 dengan material limbah batu kapur pada pertambangan batu kapur di desa Tlogo Sadang, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan sebagai pengganti pasir. Batu kapur yang digunakan sebagai pengganti sebagian pasir sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari volume pasir. Benda uji berupa *paving block* dengan dimensi 20 x 10 x 6 cm dengan masa perawatan selama 28 hari. menunjukkan bahwa batu kapur berpengaruh terhadap kuat tekan paving block dengan kuat tekan terendah sebesar 13,45 Mpa pada variasi 0% dan kuat tekan tertinggi sebesar 17,03 Mpa pada variasi 20%. Untuk penyerapan air terendah didapatkan sebesar 9,3% pada variasi 0% dan penyerapan tertinggi sebesar 11,66% pada variasi 20%.

2.2 Perbandingan Penelitian

Perbedaan penelitian penulis dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Peneliti (Tahun)	Jenis bahan tambah	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan	
				Penelitian sebelumnya	Penelitian yang akan dilaksanakan
Setiawan, dkk (2010)	Kapur dan abu sekam	• Meningkatnya penyerapan air dan keausan pada paving block sebesar 7,470 % dan 0,168 mm/menit pada variasi 10%. • *Natrium Sulfat* tertinggi pada variasi 10% sebesar 0,885%, • Kuat tekan yang menurun dengan kuat tekan tertinggi pada paving block normal sebesar 15,726 Mpa.	• Menggunakan Paving Block ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.	• Menguji kuat tekan ,Keausan, ketahanan *Natrium Sulfat* dan penyerapan air. • Menggunakan kapur dan abu sekam sebagai pengganti sebagian dari berat semen dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%.	• Menguji kuat tekan, Keausan dan penyerapan air. • Menggunakan kapur Ponjong dengan variasi 0%,5%,10%,15%,20%,25% dan 30% dari berat semen.

Lanjutan Tabel 2.1

Peneliti (Tahun)	Jenis bahan tambah	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan	
				Penelitian sebelumnya	Penelitian yang akan dilaksanakan
Shohib (2017)	Kapur	• Kuat tekan maksimum didapatkan pada variasi campuran 1 : 4 sebesar 12,222 MPa dengan penyerapan air sebesar 9,240%. • *Paving block* termasuk kedalam mutu D dengan klasifikasi untuk taman dan penggunaan lain.	• Mengggunakan kapur. • Menggunakan *Paving Block* ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.	• Menguji kuat tekan dan penyerapan air. • Menggunakan kapur 0% dan 10% dari volume semen.	• Menguji kuat tekan, Keausan dan penyerapan air. • Menggunakan kapur 0%,5%,10%,15%,20%,25% dan 30% dari berat semen.

Lanjutan Tabel 2.1

Peneliti (Tahun)	Jenis bahan tambah	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan	
				Penelitian sebelumnya	Penelitian yang akan dilaksanakan
Mughni (2019)	Batu kapur	• Kuat tekan terendah sebesar 13,45 Mpa pada variasi 0% dan kuat tekan tertinggi sebesar 17,03 Mpa pada variasi 20%. • Penyerapan air terendah didapatkan sebesar 9,3% pada variasi 0% dan penyerapan tertinggi sebesar 11,66% pada variasi 20%.	• Menggunakan *Paving Block* ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.	• Menguji kuat tekan dan penyerapan air. • Menggunakan batu kapur Lamongan dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai pengganti sebagian agregat halus.	• Menguji kuat tekan, Keausan dan penyerapan air. • Menggunakan serbuk kapur Ponjong dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen.

2.3 Keaslian Penelitian

Bersumber pada penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian yang akan dilakukan merupakan karya asli, dan bukan merupakan plagiasi, berikut ini perbedaan terhadap penelitian pada tugas akhir ini.

1. Penelitian menggunakan perbandingan semen : pasir sebesar 1 : 4.
2. Serbuk batu kapur yang digunakan dari Ponjong.
3. Penelitian ini bertujuan mengetahui kuat tekan, penyerapan air, keausan dan klasifikasi mutu tertinggi yang dapat dicapai dari penambahan serbuk batu Ponjong tersebut berdasarkan SNI 03-0691-1996..
5. Variasi penambahan serbuk batu kapur 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Umun

3.1.1 Definisi *Paving Block*

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

3.1.2 Syarat Mutu *Paving Block*

Syarat Mutu yang harus dipenuhi *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut.

1. Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Bata beton harus mempunyai ukuran tebal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm$ 8%.
3. Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada table 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Sifat-sifat Fisika *Paving Block*

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

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

3.1.3 Klasifikasi *Paving Block*

Berikut ini merupakan klasifikasi mutu paving block sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

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

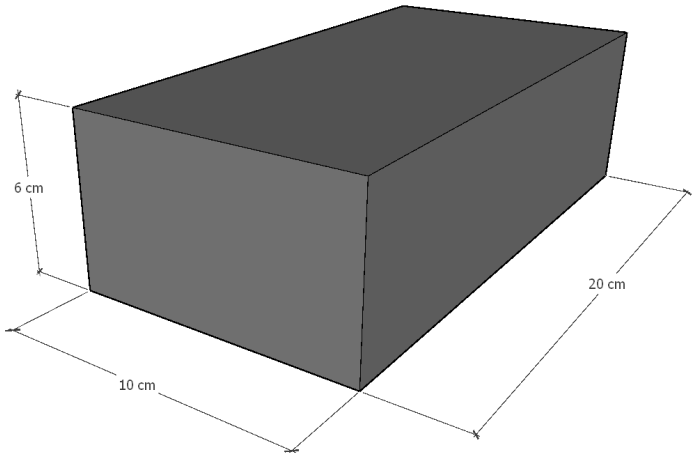
3.1.4 Kelebihan dan Kelemahan *Paving Block*

Berikut ini merupakan keunggulan dan kekurangan dalam penggunaan *paving block*.

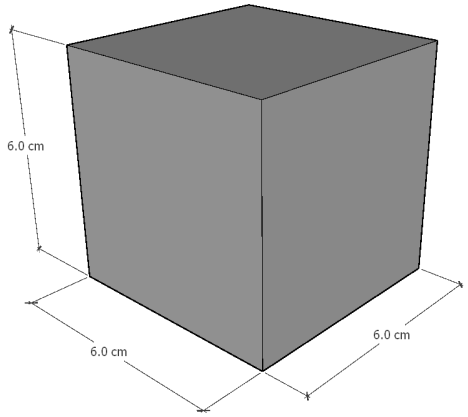
1. Kelebihann *Paving block*
   a. Memiliki tekstur, warna dan motif yang beragam sehingga cocok untuk dijadikan sebagai aksen penguat eksterior rumah, taman, jalan, dll.
   b. Karena berbentuk segmen ringan, pengerjaanya dapat dilakukan sendiri untuk skala kecil.
   c. Memiliki daya serap air relatif tinggi melalui sedikit celah dari pemasanganya sehingga air dapat meresap ketanah dan mengurangi genangan air dipermukaan.
   d. Mudah dipasang dan dilepas, sehingga jika terdapat beberapa segmen yang rusak dapat dibongkar dan diganti dengan yang baru.
   e. Mudah dirawat dan ekonomis.
2. Kelemahan *Paving block*
   a. Pasangan *paving block* mudah bergelombang apabila perkerasan struktur dasar pelevelanya tidak cukup padat dan kuat.
   b. Tidak dapat diaplikasikan untuk area jalan raya atau protokol dimana sering dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan tinggi.
   c. Segmen mudah bergeser dari susunan awal pemasanganya sehingga menjadi regang dan tidak rata, dikarenakan pemasangan yang tidak teliti.

3.2 Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm. Berikut ini ilustrasi dari dimensi benda uji yang akan dibuat.



Gambar 3.1 *Paving Block*



Gambar 3.2 *Paving Block* Kubus (setelah dipotong)

Presentase penambahan serbuk batu kapur pada benda uji yang akan dibuat ada 7 jenis variasi yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen. Untuk pengujian kuat tekan, keausan dan penyerapan air menggunakan 1 buah sampel utuh yang dipotong kubus dengan ukuran 6 cm × 6 cm × 6 cm sehingga didapatkan 3 buah sampel kubus pada setiap variasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perbandingan Volume Benda Uji dan sampel pengujian

Kode	Volume Semen : Pasir	Penambahan Serbuk Batu Kapur (%)	Sampel Pengujian		
			Kuat Tekan	Keausan	Penyerapan Air
P0	1 : 4	0	5	5	5
P5	1 : 4	5	5	5	5
P10	1 : 4	10	5	5	5
P15	1 : 4	15	5	5	5
P20	1 : 4	20	5	5	5
P25	1 : 4	25	5	5	5
P30	1 : 4	30	5	5	5

3.3 Material *Paving Block*

3.3.1 Semen

Semen dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain (SNI 15-2049-2004). Penggunaan semen *portland* ada beberapa macam diantaranya sebagai berikut.

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
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 penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap *sulfat*.

3.3.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 4,75 mm (SNI 1970-2008).

Pasir dalam pembagianya digolongkan menjadi 3 macam menurut Tjokrodimuljo (1992) diantaranya sebagai berikut.

1. Pasir galian, diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan menggali dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.
2. Pasir sungai didapatkan langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan, sehingga daya lekat antara butir-butir berkurang. Pasir ini paling baik dipakai untuk memplester tembok.
3. Pasir laut didapatkan dengan diambil langsung dari pantai, butiranya halus dan bulat akubat gesekan. Banyak mengandung garam yang dapat menyerap air dan udara. Pasir jenis ini tidak baik digunakan sebagai bahan bangunan.

3.3.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting, palig murah dan mudah didapatkan. Agar semen dapat bereaksi diperlukan bantuan air, selain itu sebagai bahan pelumas untuk butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Syarat pemakaian air dalam pembuatan beton menurut Tjokrodimuljo (1992) adalah sebagai berikut.

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organic, dll) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung *Clorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa *sulfat* lebih dari 1 gram/liter.

3.3.4 Serbuk batu kapur

Serbuk batu kapur yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul yang akan digunakan sebagai bahan tambah. Berikut ini merupakan kandungan dari serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul.

Tabel 3.3 Kandungan Batu Kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul.

Parameter	Unit	Result	Method
Iron Trioxide (Fe_2O_3)	%	0,01	*ICP*
Aluminium Trioxide (Al_2O_3)	%	0,03	*ICP*
Calcium Oxide (CaO)	%	55,43	*ICP*
Calcium Carbonate ($CaCO_3$))	%	99,01	-
Magnesium Oxide (MgO)	%	0,24	*ICP*
Magnesium Carbonate ($MgCO_3$)	%	0,49	-
Magnesium Dioxide (MnO_2)	%	*Less Then* 0,01	*ICP*
Chromium Trioxide (Cr_2O_3)	%	*Less Then* 0,01	*ICP*
Sodium Oxide (Na_2O)	%	0,01	*ICP*
Potassium Oxide (K_2O)	%	*Less Then* 0,01	*ICP*
Silicon Dioxide (SiO_2)	%	0,013	*Gravimetric*
Titanium Dioxide (SiO_2)	%	*Less Then* 0,01	*ICP*
Moisture Content (MC)	%,AR	-	*Gravimetric*
Brightness	-	-	*Reflectometer*

(Sumber : Dokumen PT. Sugih Alam Anugroho)

3.5 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus yang akan digunakan sudah memenuhi persyaratan atau belum. Berikut ini merupakan macam-macam pemeriksaan agregat halus yang akan dilaksanakan.

3.5.1 Pengujian Analisa saringan / Modulus Halus Butir (MHB)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi dari pasir yang digunakan dan juga modulus halus butir (MHB) dengan metode pada SNI 03-1968-1990. Pada pengujian ini menggunakan dua sampel pasir dengan berat masing-masing 2 kg. perhitungan analisis saringan dan MHB dengan rumus sebagai berikut.

1. Rumus perhitungan analisis saringan

a. Berat tertinggal

$$\text{Berat tertinggal (Bt)} = \frac{\text{Berat tertinggal}}{\sum \text{Berat tertinggal}} \times 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.1)$$

dengan :

Berat tertinggal : berat agregat yang tertinggal (gram)

Σ Berat tertinggal : jumlah berat agregat yang tertinggal (gram)

b. Berat tertinggal kumulatif

Berat tertinggal kumulatif (Btk) = Bk1 + Bk2 ……(3.2)

dengan :

Bt1 : berat tertinggal sebelumnya (%)

Bt2 : berat tertinggal yang dihitung (%)

c. Berat lolos kumulatif

Berat lolos kumulatif (Blk) = Btk1 – Btk2 ……(3.3)

dengan :

Btk1 : berat tertinggal kumulatif sebelumnya (%)

Btk2 : berat tertinggal kumulatif yang dihitung (%)

d. Berat lolos kumulatif rata-rata

$$\text{Berat lolos kumulatif rata-rata (Blk)} = \frac{\Sigma\, n\ \text{Blk}}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.4)$$

dengan :

Σ n Blk : total berat lolos kumulatif sampel (%)

n : jumlah sampel

2. Rumus perhitungan Modulus Halus Butir rata-rata (MHB)

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\Sigma\, n\ \text{Btk}}{n \text{ x } 100} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.5)$$

dengan :

Σ *n* Btk : total berat tertinggal kumulatif sampel (%)

n : jumlah sampel

3.5.2 Pengujian berat volume

Pengujian ini untuk mendapatkan berat volume padat bahan per cm^3 yang akan digunakan untuk perhitungan *Mix Design.* Berikut rumus perhitungan berat volume.

$$\text{Berat Volume} = \frac{W2-W1}{V} \quad \text{.....(3.6)}$$

dengan :

W2 : berat tabung dan bahan (gram)

W1 : berat tabung (gram)

V : Volume Tabung (cm^3)

3.5.3 Pengujian kandungan lumpur

Pengujian ini untuk mengetahui kandungan lumpur dalam pasir sebelum digunakan sebagai material penyusun. Pengujian kandungan lumpur menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{W1-W2}{W1} \times 100\% \quad \text{.....(3.7)}$$

dengan :

W1 : berat pasir sebelum dicuci (gram)

W2 : berat pasir setelah dicuci (gram)

3.5 Perencanaan campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran menggunakan perbandingan volume semen dan pasir sebesar 1 : 4, dengan variasi tambahan serbuk batu kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dari berat semen dengan fas sebesar 0,5. Proses penimbangan dilakukan sebelum pencampuran untuk mengetahui volume masing-masing bahan yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit *paving block* dikalikan dengan jumlah yang dibutuhkan untuk satu variasi. Dalam proses ini nantinya akan didapatkan perbandingan volume bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan *paving block* tiap variasi.

3.5 Pengujian *Paving Block*

3.3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan *paving block* merupakan pengujian baban yang mampu ditahan oleh benda uji per satuan luas permukaan di dalam aplikasi pemakaianya. Pengujian dihentikan setelah benda uji tidak mampu lagi menahan beban takan yang ditandai dengan menurunya jarum penunjuk beban. Kuat tekan *paving block* dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{.....(3.8)}$$

dengan :

σ = kuat tekan (N/mm^2)

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

3.3.2 Keausan

Keausan adalah pengujian kemampuan sebuah benda uji dalam menahan gaya gesek yang terjadi di permukaan benda uji yang terkena gesekan terus menerus oleh mesin pengaus. Pengujian ini menentukan baik buruknya kualitas sebuah *paving block* yang didapatkan dari hasil nilai Keausan. Mutu *Paving Block* semakin baik apabila nilai keausan semakin kecil begitu juga sebaliknya. Keausan *paving block* dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$D = 1{,}26G + 0{,}0246 \quad \text{.....(3.9)}$$

dengan :

D = keausan (mm/menit)

G = kehilangan berat/lama pengausan (gram/menit)

(Sumber : Laboratorium Bahan Bangunan UGM)

3.3.3 Penyerapan Air

Penyerapan air *paving block* merupakan pengujian daya serap air yang mampu diloloskan oleh *paving block* ke dalam tanah. Mutu *Paving Block* semakin baik apabila nilai penyerapan airnya semakin kecil begitu juga sebaliknya. Penyerapan air paving block dihitung dangan rumus sebagai berikut.

$$Pa = \frac{Bb - Bk}{Bk} \times 100\% \quad \text{.....(3.10)}$$

dengan :

Pa = penyerapan air (%)

Bb = berat basah (gram)

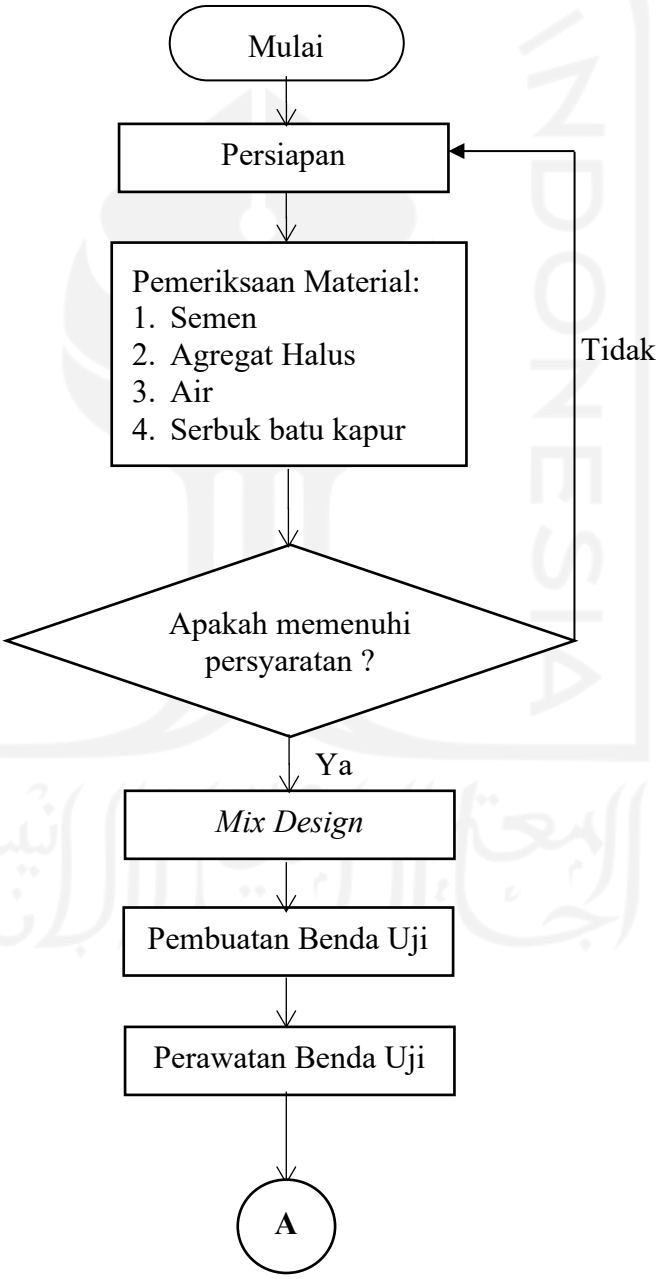
Bk = berat kering (gram)

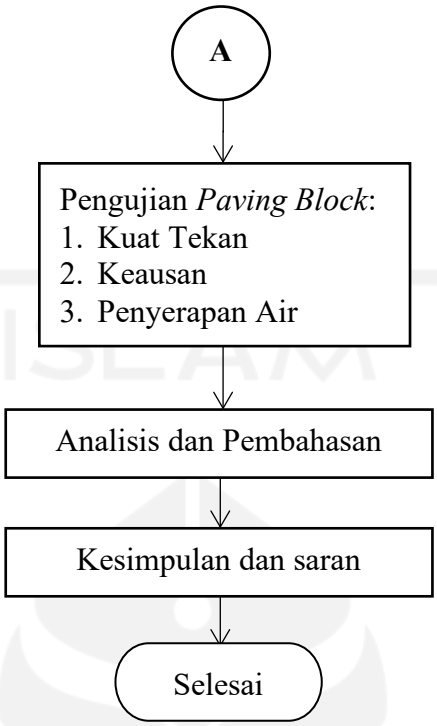
(Sumber : SNI 03-0691-1996)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umun

Secara garis besar tahapan-tahapan penelitian Tugas Akhir terangkum dalam bagan alir berikut.





Gambar 4.1 *Flowchart* tahapan penelitian

4.2 Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, persiapan alat dan bahan, serta persiapan izin laboratorium.

4.3 Pemeriksaan Material

Berikut merupakan pemeriksaan material pada pembuatan *paving block*.

4.3.1 Semen

Pemeriksaan semen secara visual membuktikan bahwa semen dalam keadaan baik dan tidak menggumpal. Semen yang digunakan merupakan semen curah tipe 1 *merk* Tiga Roda. Semen yang dipakai merupakan semen yang ada di silo Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia.

Pada Semen dilakukan pengujian berat volume padat untuk mendapatkan berat semen per cm^3 dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.6. Berikut ini perhitungan berat volume padat pada semen.

Tabel 4.1 Berat Volume padat Semen

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	5236	5262
Berat Tabung + Semen (W2), gram	7651	7798
Berat Semen (W3), gram	2415	2536
Volume Tabung (V), cm^3	1695,575	1704,388
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,424	1,488
Berat Volume Padat rata-rata, $gram/cm^3$	1,456	

Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan dengan sampel 1

Berat Semen (W3) = W2 – W1

= 7651 – 5236

= 2415 gram

Volume Tabung (V) $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$

$= \frac{1}{4} \times \pi \times 10{,}4^2 \times 19{,}96$

$= 1695{,}575\ cm^3$

Berat Volume Padat (S1) $= \frac{W3}{V}$

$= \frac{2415}{1695{,}575}$

$= 1{,}424\ gram/cm^3$

Berat Volume Padat Rata-rata $= \frac{\Sigma \text{ Berat Volum Padat}}{2}$

$= \frac{1{,}424 + 1{,}488}{2}$

$= 1{,}456\ gram/cm^3$

4.3.2 Agregat Halus

Pemeriksaan ini untuk mengetahui apakah agregat halus yang digunakan sudah memenuhi persyaratan atau belum. Berikut ini merupakan macam-macam pemeriksaan agregat halus yang dilakukan.

1. Analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB)

   Pengujian analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB) menggunakan persamaan 3.1−3.5. Analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisa Saringan/Modulus Halus Butir Agregat Halus

ubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)		Berat Tertinggal (%)		Berat Tertinggal Kumulatif (%)		Persen Lolos Kumulatif (%)		
	Sampel		Sampel		Sampel		Sampel		Rata-rata
	1	2	1	2	1	2	1	2	
9,6	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
4,8	1	0	0,05	0,00	0,05	0,00	99,95	100,00	99,97
2,4	111	115	5,56	5,76	5,61	5,76	94,39	94,24	94,31
1,2	360	367	18,03	18,40	23,64	24,16	76,36	75,84	76,10
0,6	621	608	31,10	30,48	54,73	54,64	45,27	45,36	45,32
0,3	436	443	21,83	22,21	76,56	76,84	23,44	23,16	23,30
0,15	298	288	14,92	14,44	91,49	91,28	8,51	8,72	8,62
Sisa	170	174	8,51	8,72	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Jumlah	1997	1995	100	100	252,08	252,68			

a. Analisis Perhitungan

   1) Berat tertinggal sampel 1, gram (diperoleh dari pengujian)

   2) Berat tertinggal sampel 1, (%) $= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\sum \text{Berat tertinggal}} \times 100\%$

   Lubang Ayakan 9,6 mm $= \frac{0}{1997} \times 100\% = 0{,}00\%$

   Lubang Ayakan 4,8 mm $= \frac{1}{1997} \times 100\% = 0{,}05\%$

   Lubang Ayakan 2,4 mm $= \frac{111}{1997} \times 100\% = 5{,}56\%$

   Lubang Ayakan 1,2 mm $= \frac{360}{1997} \times 100\% = 18{,}03\%$

   Lubang Ayakan 0,6 mm $= \frac{621}{1997} \times 100\% = 31{,}10\%$

   Lubang Ayakan 0,3 mm $= \frac{436}{1997} \times 100\% = 21{,}83\%$

   Lubang Ayakan 0,15 mm $= \frac{293}{1997} \times 100\% = 14{,}92\%$

3) Berat tertinggal kumulatif sampel 1, (%)

Lubang Ayakan 9,6 mm	= 0%	
Lubang Ayakan 4,8 mm	= 0 + 0,05	= 0,05%
Lubang Ayakan 2,4 mm	= 0,05 + 5,56	= 5,61%
Lubang Ayakan 1,2 mm	= 5,61 + 18,03	= 23,64%
Lubang Ayakan 0,6 mm	= 23,64 + 31,10	= 54,73%
Lubang Ayakan 0,3 mm	= 54,73 + 21,83	= 76,56%
Lubang Ayakan 0,15 mm	= 76,56 + 14,92	= 91,49%

4) Berat lolos kumulatif sampel 1, (%)

Lubang Ayakan 9,6 mm	= 100 – 0	= 100%
Lubang Ayakan 4,8 mm	= 100 – 0,05	= 99,05%
Lubang Ayakan 2,4 mm	= 100 – 5,61	= 94,39%
Lubang Ayakan 1,2 mm	= 100 – 23,64	= 76,36%
Lubang Ayakan 0,6 mm	= 100 – 54,73	= 45,27%
Lubang Ayakan 0,3 mm	= 100 – 76,56	= 23,44%
Lubang Ayakan 0,15 mm	= 100 – 91,49	= 8,51%

5) Perhitungan berat lolos kumulatif dari 2 sampel

Lubang Ayakan 9,6 mm	$= \frac{100 + 100}{2}$	= 100%
Lubang ayakan 4,8 mm	$= \frac{99,95 + 100}{2}$	= 99,97%
Lubang ayakan 2,4 mm	$= \frac{94,39 + 94,24}{2}$	= 94,31%
Lubang ayakan 1,2 mm	$= \frac{76,36 + 75,84}{2}$	= 76,10%
Lubang ayakan 0,6 mm	$= \frac{45,27 + 45,36}{2}$	= 45,32%
Lubang ayakan 0,3 mm	$= \frac{23,44 + 23,16}{2}$	= 23,30%
Lubang ayakan 0,15 mm	$= \frac{8,51 + 8,72}{2}$	= 8,62%

6) Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata $= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{200}$

$= \frac{252,08 + 252,68}{200}$

= 2,5238

2. Pengujian Berat Volume Agregat Halus

Pengujian berat volume agregat halus dengan menggunakan persamaan 3.6. Perhitungan berat volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	5199	5263
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	7694	7676
Berat Agregat (W3), gram	2495	2413
Volume Tabung (V), cm^3	1701,100	1704,388
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,467	1,4158
Berat Volume Padat rata-rata, $gram/cm^3$	1,441	

Analisis Perhitungan :

Contoh perhitungan dengan sampel 1

Berat Pasir (W3) $= W2 - W1$

$= 7694 - 5199$

$= 2495$ gram

Volume Tabung (V) $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$

$= \frac{1}{4} \times \pi \times 10{,}43^2 \times 19{,}91$

$= 1701{,}1\ cm^3$

Berat Volume Padat (S1) $= \frac{W3}{V}$

$= \frac{2495}{1701{,}1}$

$= 1{,}467\ gram/cm^3$

Berat Volume Padat Rata-rata $= \frac{\Sigma \text{ Berat Volum Padat}}{2}$

$= \frac{1{,}467 + 1{,}415}{2}$

$= 1{,}441\ gram/cm^3$

3. Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur dalam Pasir)

   Pengujian lolos saringan No.200 (uji kandungan lumpur dalam pasir) menggunakan persamaan 3.7. Perhitungan lolos saringan no.200 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Lolos Saringan No.200

Uraian	Hasil Penelitian	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	494	492
Berat yang Lolos Ayakan No. 200, %	1,20%	1,60%
Kadar lumpur rata-rata, %	1,40%	

Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan dengan sampel 1

Berat yang lolos saringan no.200 $= \frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$

$= \frac{500-494}{500} \times 100\%$

$= 1{,}20\%$

Kadar lumpur rata-rata $= \frac{\Sigma \text{ Berat lolos saringan no.200}}{2}$

$= \frac{1{,}20 + 1{,}60}{2}$

$= 1{,}40\%$

4.3.3 Air

Pemeriksaan air secara visual membuktikan air yang dipakai jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Air berasal dari sumur yang berada di Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia.

4.3.4 Serbuk Batu Kapur

Serbuk batu kapur yang digunakan secara visual dalam keadaan baik terbungkus rapat di dalam karung yang dilapisi dengan plastik.

4.4 Perhitungan Kebutuhan Campuran (*Mix Design*)

Paving Block dibuat dengan perbandingan volume semen : pasir sebesar 1: 4. Sedangkan untuk penambahan serbuk batu kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat semen dengan fas sebesar 0,5. Berikut ini merupakan perhitungan kebutuhan campuran *Paving Block.*

Volume *Paving Block* $= 20 \times 10 \times 6 = 1200$ cm^3

Berat volume padat pasir $= 1{,}441$ gram/cm^3

Berat volume padat semen $= 1{,}456$ gram/cm^3

Faktor pemadatan $= 1{,}5$

Kebutuhan pasir 1 *Paving Block* $= \frac{4}{5} \times$ B.V pasir $\times$ V *Paving Block* $\times 1{,}5$

$= \frac{4}{5} \times 1{,}441 \times 1200 \times 1{,}5$

$= 2075{,}368$ gram

Kebutuhan pasir 12 *Paving Block* $= 2075{,}368 \times 12$

$= 24904{,}415$ gram

Kebutuhan semen 1 *Paving Block* $= \frac{1}{5} \times$ B.V semen $\times$ V *Paving Block* $\times 1{,}5$

$= \frac{1}{5} \times 1{,}456 \times 1200 \times 1{,}5$

$= 524{,}199$ gram

Kebutuhan semen 12 *Paving Block* $= 524{,}199 \times 12$

$= 6290{,}393$ gram

Kebutuhan air 12 *Paving Block* $= 0{,}5 \times 6290{,}393$

$= 3145{,}197$ gram

$= 3{,}15$ liter

Contoh penambahan serbuk batu kapur dengan variasi 5% (P5)

Kebutuhan serbuk batu kapur P5 $= 5\% \times 6290{,}393$

$= 314{,}520$ gram

Komposisi campuran semen, pasir, dan serbuk batu kapur yang dibutuhkan dalam pembuatan *Paving Block* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Komposisi Campuran *Paving Block*

Kode Benda Uji	Variasi (%)	Semen (gram)	Pasir (gram)	Air (liter)	Serbuk batu kapur (gram)	Jumlah benda uji
P0	0	6290,393	24904,415	3,15	0	12
P5	5	6290,393	24904,415	3,15	314,520	12
P10	10	6290,393	24904,415	3,15	629,039	12
P15	15	6290,393	24904,415	3,15	943,559	12
P20	20	6290,393	24904,415	3,15	1258,079	12
P25	25	6290,393	24904,415	3,15	1572,598	12
P30	30	6290,393	24904,415	3,15	1887,118	12

4.5 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang sudah didapatkan perbandingan campuran yang dibutuhkan kemudian dilakukan pembuatan benda uji. Benda uji yang dibuat untuk tiap variasi persentase serbuk batu kapur berjumlah 12 sampel agar campuran teraduk rata dalam mesin pengaduk sekaligus memudahkan dalam pencetakan, namun untuk pengujian hanya menggunakan 5 sampel tiap variasi sehingga, didapatkan 35 buah total *paving block* yang akan diuji. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pembuatan benda uji.

1. Mengayak pasir dengan ayakan diameter 4,75 mm sesuai dengan kebutuhan.
2. Menimbang dan mengelompokkan kebutuhan tiap variasi sesuai dengan perhitungan *mix design*.
3. Mencampur seluruh komposisi yang telah dihitung ke dalam mesin pengaduk.
4. Membawa campuran yang telah tercampur ke alat pencetakan.
5. Meletakkan alas triplek pada tempat pengepresan meja mesin.
6. Mesin harus dalam keadaan terbuka sehingga campuran bisa dimasukkan dalam cetakan.
7. Campuran yang sudah dibuat dimasukkan kedalam cetakan sampai penuh.
8. Menyalakan sistem getar di mesin agar campuran menjadi padat.
9. Campuran yang turun akibat getaran mesin diisi kembali hingga penuh.

10. Menekan tuas pengepresan sembari sistem penggetar berjalan hingga benda uji dalam cetakan turun dan sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan.
11. Menekan tuas agar kedua bagian terangkat.
12. Mengeluarkan *paving block* setelah dicetak untuk diangin-anginkan agar kering untuk kemudian direndam dalam air.

4.6 Perawatan Benda Uji

Perawatan *paving block* dilakukan dengan merendam dalam air setelah satu hari dari percetakan. Perendaman dalam air dilakukan selama 28 hari.

4.7 Pengujian *Paving Block*

Pengujian *paving block* dilakukan dengan memotong 1 sampel utuh menjadi bentuk kubus dengan ukuran 6 cm × 6 cm × 6 cm sehingga didapatkan 3 buah sampel kubus yang nantinya akan digunakan untuk pengujian kuat tekan, keausan dan penyerapan air pada setiap variasi. Berikut perhitungan kuat tekan, keausan dan penyerapan air *paving block.*

4.7.1 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur *Paving Block* 28 hari setelah perendaman dengan 7 variasi penambahan serbuk batu kapur. Untuk setiap variasi menggunakan 5 buah *Paving Block* yang dipotong kubus dengan ukuran 6 cm × 6 cm × 6 cm. pelaksanaan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Berikut ini merupakan contoh perhitungan kuat tekan dengan variasi serbuk Batu Kapur 10% (P10-1).

Panjang (*p*) = 63,4 mm

Lebar (*l*) = 64,9 mm

Tebal (*t*) = 62,6 mm

Luas (A) = $p \times l$

= 63,4 × 64,9

= 4114,66 mm^2

Beban Maksimal = 11500 kgf

1 kgf = 9,8066 N

Beban Maksimal (P) = 11500 × 9,8066

= 112775,9 N

Kuat Tekan (σ) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{112775,9}{4114,66}$

= 27,408 Mpa

Perhitungan kuat tekan juga dilakukan untuk empat benda uji lainya sehingga didapatkan total kuat tekan *Paving Block* pada variasi 10%. Kemudian total kuat tekan dibagi dengan jumlah benda uji yang ada pada variasi 10% sehingga didapatkan kuat tekan rata-rata pada variasi 10%. Perhitungan kuat tekan rata-rata variasi 10% sebagai berikut.

Kuat Tekan rata-rata (σ) $= \frac{\Sigma \sigma}{5}$

$= \frac{133,457}{5}$

= 26,691 Mpa

Dengan perhitungan yang sama seperti diatas maka didapatkan data kuat tekan seperti pada Tabel-tabel berikut.

Tabel 4.6 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P0-1	64,8	63,8	61,4	7900	77472,14	4134,24	18,739
P0-2	63,5	63,6	62,8	9300	91201,38	4038,6	22,582
P0-3	63,8	64,9	61,2	10900	106891,94	4140,62	25,815
P0-4	63	62,9	61,6	8500	83356,1	3962,7	21,035
P0-5	64,8	64,4	58,5	11200	109833,92	4173,12	26,319
Rata-rata							22,898

Tabel 4.7 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P5-1	63,7	63	59,4	5850	57368,61	4013,1	14,295
P5-2	63,2	62,8	61,7	13400	131408,44	3968,96	33,109
P5-3	62,5	63,8	59,6	12150	119150,19	3987,5	29,881
P5-4	62,2	60,1	61,4	5600	54916,96	3738,22	14,691
P5-5	65,2	63,2	62,6	12450	122092,17	4120,64	29,629
Rata-rata							24,321

Tabel 4.8 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P10-1	63,4	64,9	62,6	11500	112775,9	4114,660	27,408
P10-2	66,1	63,2	61	9600	94143,36	4177,52	22,536
P10-3	66,1	64,9	62,7	8750	85807,75	4289,89	20,002
P10-4	62,8	62,3	61,6	14050	137782,73	3912,44	35,217
P10-5	64,6	61,7	61,4	11500	112775,9	3985,82	28,294
Rata-rata							26,691

Tabel 4.9 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P15-1	63	65,3	60,1	12150	119150,19	4113,9	28,963
P15-2	65	62,3	59	13000	127485,8	4049,5	31,482
P15-3	63,1	62,7	58,2	11200	109833,92	3956,37	27,761
P15-4	64,8	63,3	60,3	11800	115717,88	4101,84	28,211
P15-5	65,2	62,7	60,8	8150	79923,79	4088,04	19,551
Rata-rata							27,194

Tabel 4.10 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P20-1	62,7	62,9	61,8	14100	138273,06	3943,83	35,061
P20-2	63,2	62,5	64,7	11900	116698,54	3950	29,544
P20-3	63,5	63	64,2	8250	80904,45	4000,5	20,224
P20-4	63,9	63,6	61,4	14700	144157,02	4064,04	35,471
P20-5	64,7	65,5	59,6	15450	151511,97	4237,85	35,752
Rata-rata							31,210

Tabel 4.11 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P25-1	64,7	64,4	59,3	15150	148569,99	4166,68	35,657
P25-2	65,8	62,6	58,7	15700	153963,62	4119,08	37,378
P25-3	64	62	60	16650	163279,89	3968	41,149
P25-4	64,7	63,1	60	15350	150531,31	4082,57	36,872
P25-5	65,6	59,2	58,4	12825	125769,645	3883,52	32,385
Rata-rata							36,688

Tabel 4.12 Kuat Tekan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30%

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P30-1	64,3	65,2	61,9	16200	158866,92	4192,36	37,894
P30-2	63,8	64,6	62,2	18550	181912,43	4121,48	44,138
P30-3	66,6	63,6	63,6	15900	155924,94	4235,76	36,812
P30-4	65,5	64	60,5	16300	159847,58	4192	38,132
P30-5	62,7	65,3	59,3	13600	133369,76	4094,31	32,574
Rata-rata							37,910

4.7.2 Pengujian Keausan *Paving Block*

Pengujian Keausan tekan dilakukan setelah umur *Paving Block* 28 hari setelah perendaman dengan 7 variasi penambahan serbuk batu kapur. Untuk setiap variasi menggunakan 5 buah *Paving Block* yang dipotong kubus dengan ukuran 6 cm × 6 cm × 6 cm. pelaksanaan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Berikut ini merupakan contoh perhitungan Keausan dengan variasi serbuk Batu Kapur 10% (P10-1).

Berat awal = 450,35 gram

Berat akhir = 449,76 gram

Selisih Berat = Berat awal – Berat akhir

= 450,35 – 449,76

= 0,59 gram

Waktu pengausan = 5 menit

Kehilangan berat/waktu (G) $= \frac{0,59}{5}$

= 0,118 gram/menit

Keausan (D) = 1,26G + 0,0246

= (1,26 × 0,118) + 0,0246

= 0,173 mm/menit

Perhitungan Keausan juga dilakukan untuk empat benda uji lainya sehingga didapatkan total Keausan *Paving Block* pada variasi 10%. Kemudian total Keausan dibagi dengan jumlah benda uji yang ada pada variasi 10% sehingga didapatkan Keausan rata-rata pada variasi 10%. Perhitungan Keausan rata-rata variasi 10% sebagai berikut.

Keausan rata-rata (D) $= \frac{\Sigma D}{5}$

$= \frac{0,758}{5}$

= 0,152 mm/menit

Dengan perhitungan yang sama seperti diatas maka didapatkan data Keausan seperti pada Tabel-tabel berikut.

Tabel 4.13 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P0-1	483,24	482,57	0,67	5	0,193
P0-2	411,48	410,77	0,71	5	0,204
P0-3	422,19	421,19	1	5	0,277
P0-4	437,03	436,15	0,88	5	0,246
P0-5	428,73	428,4	0,33	5	0,108
Rata-rata					0,206

Tabel 4.14 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P5-1	499,33	498,68	0,65	5	0,188
P5-2	503,08	502,24	0,84	5	0,236
P5-3	489,06	488,11	0,95	5	0,264
P5-4	463,02	462,5	0,52	5	0,156
P5-5	453,96	453,44	0,52	5	0,156
Rata-rata					0,200

Tabel 4.15 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P10-1	450,35	449,76	0,59	5	0,173
P10-2	474,8	474,47	0,33	5	0,108
P10-3	472,53	472,17	0,36	5	0,115
P10-4	477,89	477,38	0,51	5	0,153
P10-5	469,91	469,18	0,73	5	0,209
Rata-rata					0,152

Tabel 4.16 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P15-1	472,53	471,96	0,57	5	0,168
P15-2	456,28	455,71	0,57	5	0,168
P15-3	438,27	438,01	0,26	5	0,090
P15-4	450,8	450,43	0,37	5	0,118
P15-5	476,23	475,84	0,39	5	0,123
Rata-rata					0,133

Tabel 4.17 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P20-1	457,16	456,75	0,41	5	0,128
P20-2	461,7	461,37	0,33	5	0,108
P20-3	470,37	470,17	0,2	5	0,075
P20-4	479,74	479,44	0,3	5	0,100
P20-5	459,67	459,37	0,3	5	0,100
Rata-rata					0,102

Tabel 4.18 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P25-1	469,48	469,21	0,27	5	0,093
P25-2	496,7	496,59	0,11	5	0,052
P25-3	491,89	491,68	0,21	5	0,078
P25-4	470,89	470,69	0,2	5	0,075
P25-5	450,13	449,75	0,38	5	0,120
Rata-rata					0,084

Tabel 4.19 Keausan *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30%

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Ahir (gram)			
P30-1	437,49	437,36	0,13	5	0,057
P30-2	484,97	484,89	0,08	5	0,045
P30-3	459,97	459,85	0,12	5	0,055
P30-4	475,86	475,74	0,12	5	0,055
P30-5	484,02	483,87	0,15	5	0,062
Rata-rata					0,055

4.7.3 Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

Pengujian penyerapan air dilakukan setelah umur *Paving Block* 28 hari setelah perendaman dengan 7 variasi penambahan serbuk batu kapur. Untuk setiap variasi menggunakan 5 buah *Paving Block* yang dipotong kubus dengan ukuran 6 cm × 6 cm × 6 cm. Pelaksanaan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Berikut ini merupakan contoh perhitungan penyerapan air dengan variasi serbuk Batu Kapur 10% (P10-1).

Berat basah (Bb) = 475,51 gram

Berat kering (Bk) = 434,81 gram

Penyerapan air (Pa) $= \frac{\text{Bb} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100\%$

$= \frac{475{,}51 - 434{,}81}{434{,}81} \times 100\%$

$= 9{,}360\%$

Perhitungan penyerapan air juga dilakukan untuk empat benda uji lainya sehingga didapatkan total penyerapan air *Paving Block* pada variasi 10%. Kemudian total penyarapan air dibagi dengan jumlah benda uji yang ada pada variasi 10% sehingga didapatkan penyarapan air rata-rata pada variasi 10%. Perhitungan penyerapan air rata-rata variasi 10% sebagai berikut.

Penyerapan air rata-rata (Pa) $= \frac{\Sigma \text{Pa}}{5}$

$= \frac{43{,}266}{5}$

$= 8{,}653\%$

Dengan perhitungan yang sama seperti diatas maka didapatkan data penyerapan air seperti pada Tabel-tabel berikut.

Tabel 4.20 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 0%

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P0-1	470,38	433,03	8,625
P0-2	494,25	455,3	8,555
P0-3	437,09	401,18	8,951
P0-4	439,55	400,55	9,737
P0-5	477,32	439,24	8,670
Rata-rata			8,907

Tabel 4.21 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 5%

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P5-1	485,46	446,77	8,660
P5-2	455,05	419,05	8,591
P5-3	486,86	446,3	9,088
P5-4	464,44	430,3	7,934
P5-5	462,27	422,01	9,540
Rata-rata			8,763

Tabel 4.22 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 10%

Benda Uji	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P10-1	475,51	434,81	9,360
P10-2	489,85	453,94	7,911
P10-3	460,68	423,93	8,669
P10-4	455,81	413,07	10,347
P10-5	487,46	455,66	6,979
Rata-rata			8,653

Tabel 4.23 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 15%

Benda Uji	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P15-1	481,94	447,18	7,773
P15-2	470,69	432,89	8,732
P15-3	449,38	415,94	8,040
P15-4	477,93	441,65	8,215
P15-5	496,91	462,65	7,405
Rata-rata			8,033

Tabel 4.24 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 20%

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P20-1	476,64	443,08	7,574
P20-2	474,71	439,85	7,925
P20-3	505,83	470,39	7,534
P20-4	475,28	441,66	7,612
P20-5	466,24	434,17	7,387
Rata-rata			7,607

Tabel 4.25 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 25%

Benda Uji	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gr)	Kering (gr)	
P25-1	514,98	478,62	7,597
P25-2	520,45	484,59	7,400
P25-3	490,35	456,26	7,472
P25-4	495,14	459,32	7,798
P25-5	459,51	426,61	7,712
Rata-rata			7,596

Tabel 5.26 Penyerapan Air *Paving Block* dengan Serbuk Batu Kapur 30%

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gram)	Kering (gram)	
P30-1	489,56	453,84	7,871
P30-2	485,14	451,75	7,391
P30-3	502,5	470,11	6,890
P30-4	479,61	447,97	7,063
P30-5	464,48	431,6	7,618
Rata-rata			7,367

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Dalam pembuatan sampel benda uji bahan penyusun harus lolos dalam pemeriksaan atau sudah memenuhi syarat. Berikut ini merupakan hasil dari pemeriksaan bahan yang telah dilakukan.

5.1.1 Semen

Hasil pemeriksaan semen secara visual membuktikan bahwa semen dalam keadaan baik dan tidak menggumpal. Semen yang digunakan merupakan semen curah tipe 1 *merk* Tiga Roda. Semen yang dipakai merupakan semen yang ada di silo Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia.

Hasil dari pengujian berat volume padat semen dapat dilihat pada Tabel 4.1 (Bab 4).

Tabel 4.1 Berat Volume padat Semen

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	5236	5262
Berat Tabung + Semen (W2), gram	7651	7798
Berat Semen (W3), gram	2415	2536
Volume Tabung (V), cm^3	1695,575	1704,388
Berat Volume Padat, $gram/cm^3$	1,424	1,488
Berat Volume Padat rata-rata, $gram/cm^3$	1,456	

Dari hasil perhitungan didapatkan berat volume padat pada semen sebesar 1,456 $gram/cm^3$.

5.1.2 Agregat Halus

Agregat halus pada penelitian ini menggunakan pasir yang diperoleh dari Gunung Merapi. Pemeriksaan bahan pada agregat halus meliputi analisa

saringan/Modulus halus Butir (MHB), pengujian berat volume, dan pengujian lolos saringan no.200 (uji kandungan lumpur dalam pasir).

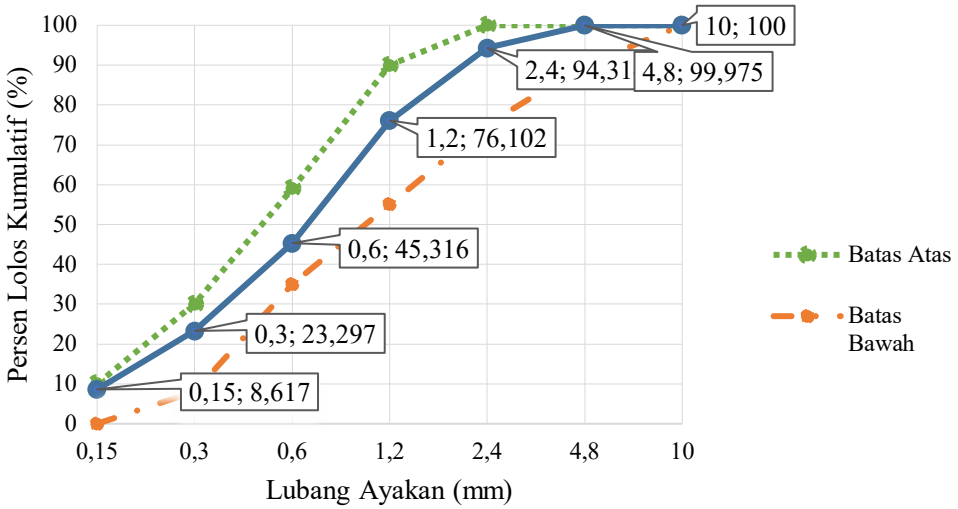
1. Analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB)

   Pengujian analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB) menggunakan metode SNI 03-1968-1990. Hasil analisa saringan/Modulus Halus Butir (MHB) dapat dilihat pada Tabel 4.2 (Bab 4).

Tabel 4.2 Analisa Saringan/Modulus Halus Butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)		Berat Tertinggal (%)		Berat Tertinggal Kumulatif (%)		Persen Lolos Kumulatif (%)		
	Sampel		Sampel		Sampel		Sampel		Rata-rata
	1	2	1	2	1	2	1	2	
9,6	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
4,8	1	0	0,05	0,00	0,05	0,00	99,95	100,00	99,97
2,4	111	115	5,56	5,76	5,61	5,76	94,39	94,24	94,31
1,2	360	367	18,03	18,40	23,64	24,16	76,36	75,84	76,10
0,6	621	608	31,10	30,48	54,73	54,64	45,27	45,36	45,32
0,3	436	443	21,83	22,21	76,56	76,84	23,44	23,16	23,30
0,15	298	288	14,92	14,44	91,49	91,28	8,51	8,72	8,62
Sisa	170	174	8,51	8,72	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Jumlah	1997	1995	100	100	252,08	252,68			

a. Dari analisis perhitungan persen lolos kumulatif didapatkan grafik gradasi pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Batas Agregat Halus Daerah II

b. Pembahasan

Dari hasil analisis didapatkan nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus sebesar 2,5238 dan gradasi agregat halus masuk dalam kategori Daerah II (pasir agak kasar). Berdasarkan SII.0052-80 agregat halus normal memiliki Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 1,5 – 3,8 yang berarti pasir sudah memenuhi syarat.

2. Pengujian Berat Volume Agregat Halus

Hasil dari pengujian berat volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 (Bab 4).

Tabel 4.3 Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	5199	5263
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	7694	7676
Berat Agregat (W3), gram	2495	2413
Volume Tabung (V), cm^3	1701,100	1704,388

Lanjutan Tabel 4.3

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Volume Padat, gram/cm^3	1,467	1,4158
Berat Volume Padat rata-rata, gram/cm^3	1,441	

Dari hasil perhitungan didapatkan berat volume padat pada pasir sebesar 1,441 gram/cm^3.

3. Pengujian Lolos Saringan No.200

   Hasil dari pengujian lolos saringan no.200 dapat dilihat pada Tabel 4.4 (Bab 4).

Tabel 4.4 Lolos Saringan No.200

Uraian	Hasil Penelitian	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	494	492
Berat yang Lolos Ayakan No. 200, %	1,20%	1,60%
Kadar lumpur rata-rata, %	1,40%	

Dari hasil perhitungan didapatkan kadar lumpur rata-rata sebesar 1,40%. Hasil tersebut sudah memenuhi syarat PUBI-1982 dimana kadar lumpur yang diizinkan untuk agregat halus sebesar 5% sehingga pasir sudah memenuhi syarat.

5.1.3 Air

Pemeriksaan air secara visual membuktikan air yang dipakai jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Air berasal dari sumur yang berada di Pusat Inovasi Material Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia.

5.1.4 Serbuk Batu Kapur

Serbuk batu kapur yang digunakan secara visual dalam keadaan baik terbungkus rapat di dalam karung yang dilapisi dengan plastik.

5.2 Kebutuhan Campuran

Dari perhitungan kebutuhan campuran didapatkan komposisi campuran semen, pasir, air dan serbuk batu kapur yang dibutuhkan dalam pembuatan *Paving Block* untuk setiap variasi. Komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5 (Bab 4).

Tabel 4.5 Komposisi Campuran *Paving Block*

Kode Benda Uji	Variasi (%)	Semen (gram)	Pasir (gram)	Air (liter)	Serbuk batu kapur (gram)	Jumlah benda uji
P0	0	6290,393	24904,415	3,15	0	12
P5	5	6290,393	24904,415	3,15	314,520	12
P10	10	6290,393	24904,415	3,15	629,039	12
P15	15	6290,393	24904,415	3,15	943,559	12
P20	20	6290,393	24904,415	3,15	1258,079	12
P25	25	6290,393	24904,415	3,15	1572,598	12
P30	30	6290,393	24904,415	3,15	1887,118	12

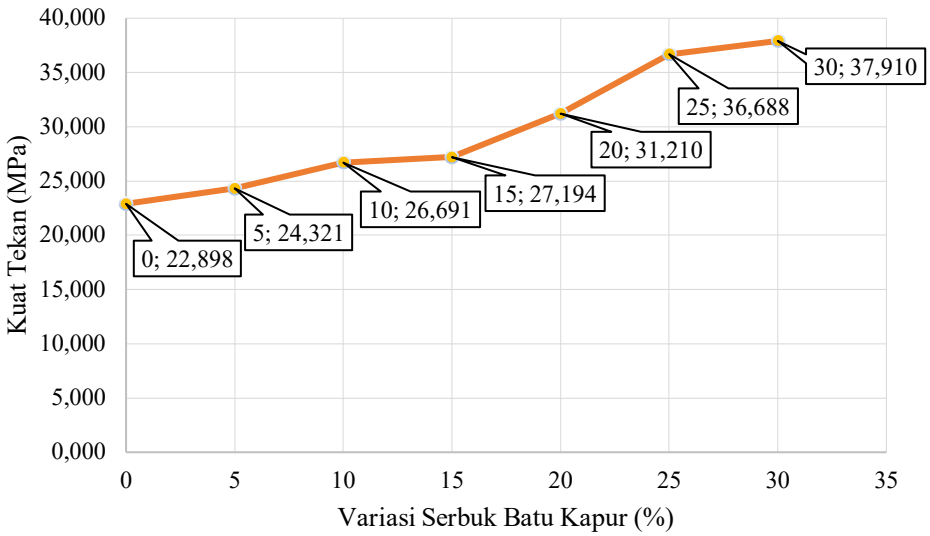
5.3 Kuat Tekan *Paving Block*

Berikut hasil perhitungan kuat tekan seluruh variasi *Paving Block* dan penggolongan klasifikasinya berada pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Klasifikasi Mutu Kuat Tekan setiap Variasi

Kode Sampel	Variasi (%)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Mutu *Paving Block*	Klasifikasi *Paving Block*
P0	0	22,898	B	Parkir
P5	5	24,321	B	Parkir
P10	10	26,691	B	Parkir
P15	15	27,194	B	Parkir
P20	20	31,210	B	Parkir
P25	25	36,688	A	Jalan
P30	30	37,910	A	Jalan

Dari hasil perhitungan kuat tekan setiap variasi pada Tabel 5.1 didapatkan grafik hubungan antara penambahan serbuk batu kapur dengan kuat tekan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Kuat Tekan *Paving Block*

Dari Tabel 5.1 didapatkan persentase kuat tekan terhadap *Paving Block* normal. Persentase kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Persentase Kuat Tekan terhadap *Paving Block* Normal

Paving Block Serbuk Batu Kapur			Kuat Tekan *Paving Block* Normal (Mpa)	Persentase Kuat Tekan (%)
Kode Sampel	Variasi (%)	Kuat Tekan (Mpa)		
P5	5	24,321	22,898	6,213
P10	10	26,691		16,565
P15	15	27,194		18,758
P20	20	31,210		36,300
P25	25	36,688		60,222
P30	30	37,910		65,558

Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan *Paving Block* didapatkan bahwa nilai kuat tekan *Paving Block* dengan bahan tambah serbuk kapur semakun meningkat dibandingkan dengan nilai kuat tekan *Paving Block* normal. Diketahui pada penambahan serbuk batu kapur sebesar 5% sampai 30% terus menunjukkan kenaikan. Untuk *Paving Block* dengan penambahan serbuk batu kapur sebesar 25% dan 30% dengan kode P25 dan P30 didapatkan mutu kuat tekan A dimana klasifikasinya bisa digunakan untuk jalan.

Dari hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shohib (2017) mengenai "Perbandingan Kuat Tekan dan Serapan Air *Paving Block Hydraulic* dengan Variasi bahan Tambah Kapur". Dengan membandingkan *paving block* normal dengan bahan tambah kapur sebesar 10% dari volume semen. Dimana pada penambahan 10% kapur menghasilkan nilai kuat tekan lebih besar dibandingkan dengan *paving block* normal. Peningkatan kuat tekan tersebut dikarenakan kandungan *Calcium Oxide* (CaO) pada serbuk batu kapur yang menjadi bahan pengikat tambahan meningkatkan ikatan antara partikel-partikel pembentuk *paving block*, sehingga dengan semakin ditambahkan serbuk batu kapur ikatan antara pembentuk *paving block* semakin kuat. Serbuk batu kapur yang bereaksi dengan semen mengakibatkan terjadinya penyusutan yang menimbulkan pergerakan dan mempengaruhi agregat untuk mempertahankan pergerakanya sehingga agregat menjadi keras dan meningkatkan kuat tekan beton (Carlos, A. et al. 2010). Hal ini menyebabkan tingkat keruntuhan *paving block* akibat beban yang diberikan semakin kecil dan beban yang mampu ditahan meningkat.

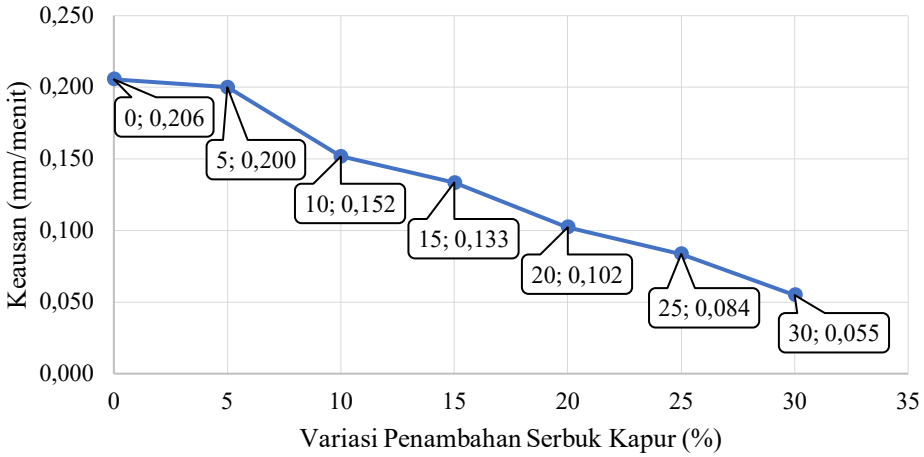
5.4 Keausan *Paving Block*

Berikut hasil perhitungan keausan seluruh variasi *Paving Block* dan penggolongan klasifikasinya berada pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Klasifikasi Mutu Keausan setiap Variasi

Kode Sampel	Variasi (%)	Keausan Rata-rata (mm/menit)	Mutu *Paving Block*	Klasifikasi *Paving Block*
P0	0	0,206	D	Taman dan Penggunaan lain
P5	5	0,200	D	Taman dan Penggunaan lain
P10	10	0,152	C	Pejalan Kaki
P15	15	0,133	B	Parkir
P20	20	0,102	A	Jalan
P25	25	0,084	A	Jalan
P30	30	0,055	A	Jalan

Dari hasil perhitungan keausan setiap variasi pada Tabel 5.3 didapatkan grafik hubungan antara penambahan serbuk batu kapur dengan keausan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Keausan *Paving Block*

Dari Tabel 5.3 didapatkan persentase keausan terhadap *Paving Block* normal. Persentase keausan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Persentase Keausan terhadap *Paving Block* Normal

Paving Block Serbuk Batu Kapur			Keausan *Paving Block* Normal (mm/menit)	Persentase Keausan (%)
Kode Sampel	Variasi (%)	Keausan (mm/menit)		
P5	5	0,200	0,206	-2,697
P10	10	0,152		-26,238
P15	15	0,133		-35,065
P20	20	0,102		-50,269
P25	25	0,084		-59,341
P30	30	0,055		-73,319

Berdasarkan hasil dari pengujian Keausan *Paving Block* didapatkan bahwa nilai Keausan *Paving Block* dengan bahan tambah serbuk batu kapur semakin menurun dibandingkan dengan nilai Keausan *Paving Block* normal. Penurunan keausan tersebut dikarenakan kandungan *Calcium Oxide* (CaO) pada serbuk batu kapur yang menjadi bahan pengikat tambahan meningkatkan ikatan antara partikel-partikel pembentuk *paving block*, sehingga dengan semakin ditambahkan serbuk batu kapur ikatan antara pembentuk *paving block* semakin kuat. Serbuk batu kapur yang bereaksi dengan semen mengakibatkan terjadinya penyusutan yang menimbulkan pergerakan dan mempengaruhi agregat untuk mempertahankan pergerakanya sehingga agregat menjadi keras dan meningkatkan kuat tekan beton Carlos, A. et al. 2010). Hal ini menyebabkan tingkat kerapuhan akibat gerusan oleh mesin pengaus menjadi kecil dan keausan pada *paving block* menurun.

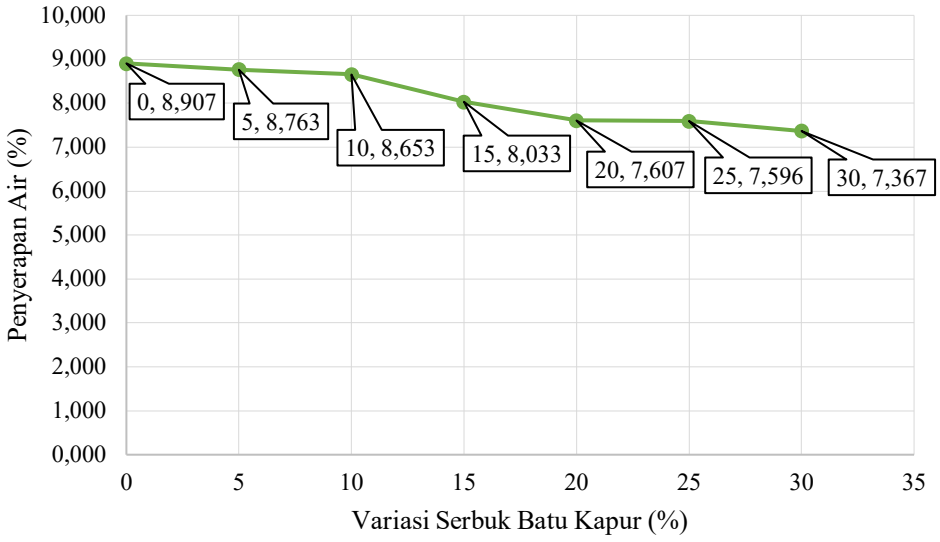
5.5 Penyerapan Air *Paving Block*

Berikut hasil perhitungan penyerapan air seluruh variasi *Paving Block* dan penggolongan klasifikasinya berada pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Klasifikasi Mutu Penyerapan Air setiap Variasi

Kode Sampel	Variasi (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)	Mutu *Paving Block*	Klasifikasi *Paving Block*
P0	0	8,907	D	Taman dan Penggunaan lain
P5	5	8,763	D	Taman dan Penggunaan lain
P10	10	8,653	D	Taman dan Penggunaan lain
P15	15	8,033	D	Taman dan Penggunaan lain
P20	20	7,607	C	Pejalan Kaki
P25	25	7,596	C	Pejalan Kaki
P30	30	7,367	C	Pejalan Kaki

Dari hasil perhitungan penyerapan air setiap variasi pada Tabel 5.5 didapatkan grafik hubungan antara penambahan serbuk batu kapur dengan penyerapan air Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Penyerapan Air *Paving Block*

Dari Tabel 5.5 didapatkan data persentase terhadap *Paving Block* normal. Persentase kenaikan penyerapan air rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Persentase Penyerapan Air terhadap *Paving Block* Normal

Paving Block Serbuk Batu Kapur			Penyerapan Air *Paving Block* Normal (%)	Persentase Penyerapan Air (%)
Kode Sampel	Variasi (%)	Penyerapan Air (%)		
P5	5	8,763	8,907	-1,626
P10	10	8,653		-2,855
P15	15	8,033		-9,818
P20	20	7,607		-14,605
P25	25	7,596		-14,725
P30	30	7,367		-17,299

Berdasarkan hasil dari pengujian penyerapan air *Paving Block* didapatkan bahwa nilai penyerapan air *Paving Block* dengan bahan tambah serbuk batu kapur semakin menurun dengan penyerapan tertinggi pada variasi 0% sebesar 8,907% yang masuk mutu D dengan klasifikasi untuk taman dan penggunaan lain dan terus menurun hingga pada variasi 30% sebesar 7,367% yang masuk kedalam mutu C dengan klasifikasi untuk pejalan kaki. Penurunan daya serap air ini sejalan dengan penelitian Alfiansyah (2017), menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kuat tekan maka semakin rendah nilai penyerapan air *paving block,* yang dikarenakan semakin meningkat ikatan antara partikel-partikel penyusun *paving block* yang membuat pori-pori pada *paving block* semakin kecil. Hal ini dikarenakan serbuk baru kapur mengisi pori-pori pada *paving block* sehingga penyerapan airnya mengalami penurunan.

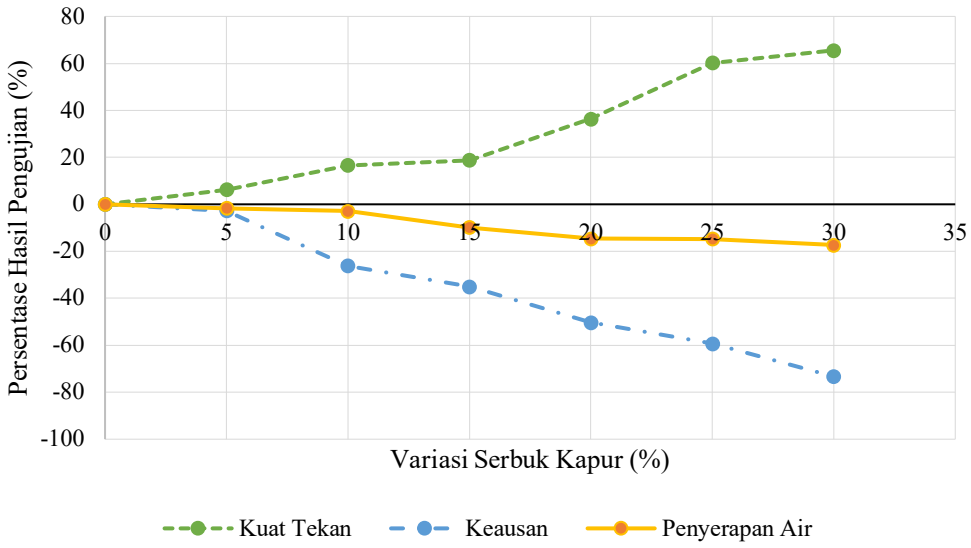
5.6 Keefektifan Penambahan Serbuk Batu Kapur Ponjong

Dari seluruh analisis pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui keefektifan penambahan serbuk batu kapur Ponjong pada mutu *Paving Block*. Keefektifan penambahan serbuk batu kapur dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan grafik pada Gambar 5.5.

Tabel 5.7 Mutu Variasi *Paving Block* tiap Pengujian

Kode Sampel	Variasi (%)	Mutu *Paving Block*		
		Kuat Tekan	Keausan	Penyerapan Air
P0	0	B	D	D
P5	5	B	D	D
P10	10	B	C	D
P15	15	B	B	D
P20	20	B	A	C
P25	25	A	A	C
P30	30	A	A	C

Dari Tabel 5.7 di atas dapat diketahui bahwa mutu dari ketiga pengujian semakin meningkat dengan ditambahkanya serbuk batu kapur Ponjong. Namun, dari ketiga pengujian tidak ada mutu dalam satu variasi yang sama dari semua pengujian. Untuk mutu pengujian tertinggi yang sama terdapat pada kuat tekan dan keausan dengan mutu A pada variasi 25% dan 30% dengan penyerapan air masuk dalam mutu C. Sedangkan untuk mutu pengujian terkecil yang sama terdapat pada keausan dan penyerapan air dengan mutu D pada variasi 0% dan 5% dengan kuat tekan masuk dalam mutu B.



Gambar 5.5 Persentase Pengujian *Paving Block*

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa penambahan serbuk batu kapur sampai 30% meningkatkan nilai kuat tekan *paving block*, sedangkan keausan dan penyerapan air pada *paving block* menurun. Perlu diketahui bahwa kuat tekan *paving block* berbanding terbalik dengan keausan dan penyerapan air, oleh karena itu dapat disimpulkan mutu *paving block* meningkat di semua pengujian. Namun, pada penyerapan air tidak terjadi peningkatan mutu yang signifikan seperti pada kuat tekan dan keausan. Pada penyerapan air mutu tertinggi hanya sampai pada mutu C sedangkan untuk kuat tekan dan keausan hingga mutu A. Hal tersebut dikarenakan dengan penambahan serbuk batu kapur membuat ikatan dengan agregat semakin kuat sehingga terjadi perubahan peningkatan mutu yang besar pada kuat tekan dan keausan, dan kurang meningkatkan pada mutu penyerapan air.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut.

1. Pengaruh penambahan serbuk batu kapur Bedoyo, Ponjong, Gunungkidul terhadap perubahan kuat tekan, keausan dan penyerapan air *Paving Block* adalah sebagai berikut:
   a. Kuat Tekan

      Pengaruh penambahan serbuk batu kapur Ponjong meningkatkan kuat tekan *paving block* dengan peningkatan sebesar 65,558% dari *paving block* normal. Nilai kuat tekan terendah sebesar 22,898 Mpa pada variasi 0% dan kuat tekan tertinggi sebesar 37,910 Mpa pada variasi 30%.
   b. Keausan

      Pengaruh penambahan serbuk batu kapur Ponjong menurunkan keausan *paving block* dengan penurunan sebesar 73,319% dari *paving block* normal. Nilai Keausan tertinggi sebesar 0,206 mm/menit pada variasi 0% dan Keausan terendah sebesar 0,055 mm/menit pada variasi 30%.
   c. Penyerapan air

      Pengaruh penambahan serbuk batu kapur Ponjong menurunkan penyerapan air *paving block* dengan penurunan sebesar 17,299% dari *paving block* normal. Nilai penyerapan air tertinggi sebesar 8,907% pada variasi 0% dan penyerapan air terendah sebesar 7,367% pada variasi 30%.
2. Klasifikasi kuat tekan tertinggi berada pada variasi 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu A dengan penggunaan sebagai jalan. Untuk klasifikasi Keausan tertinggi berada pada variasi 20%, 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu A dengan penggunaan sebagai jalan. Sedangkan klasifikasi pada penyerapan air tertinggi berada pada variasi 20%, 25% dan 30% dimana masuk dalam mutu C dengan penggunaan sebagai pejalan kaki.

6.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya perlu digunakan variasi yang lebih besar dari 30%, sehingga dapat mengetahui kadar penambahan optimum dari serbuk batu kapur Ponjong sebagai bahan tambah *paving block.*
2. Pada penelitian selanjutnya perlu digunakan jenis kapur yang berbeda.
3. Untuk penelitian selanjutnya *paving block* didiamkan sehari dalam cetakan sebelum dilepas.
4. Karena *paving block* yang dibuat untuk sampel pengujian, lebih baik memakai *mixer* pengaduk agar campuran lebih homogen.
5. Perlu digunakan bahan tambah lainya yang bersifat kedap air untuk lebih meningkatkan mutu penyerapan air pada *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

Alfiansyah. 2017. Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Tekan dan Permeabilitas Paving Block Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang dan Lumpur Lapindo. *Rekayasa Teknik Sipil.* Vol. 01 Nomor 01/rekat/17 (2017), 412 – 423.

Anonim. 2018. *Buku Paduan Praktikum: Teknologi Bahan Konstruksi*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1996. *SNI-03-0961-1996 Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-2049-2004 Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Carlos, A. et al. 2010. The Effect of limestone Aggregate on Concrete Properties. *Journal of Construction and Building Material.* Vol.24 No.12, 2010-12.

Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (PUBI-1982). Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.

Mughni, M. Abdul. 2019. Pengaruh Limbah batu Kapur kabupaten Lamongan sebagai Pengganti sebagian Agregat Halus terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Paving Block. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Andi Publishing. Yogyakarta.

Rakhmawati, Anis. 2004. Pengaruh Variasi Perbandingan Campuran Pasir dan Limbah Pengecoran Logam Terhadap Paving Block. *Jurnal Teknik*. Vol. 22 No.2, 15 September 2004 (Tahun ke 11).

Shohib, N. Hamim. 2017. Perbandingan Kuat Tekan dan Serapan air Paving Block Hydraulic dengan Variasi bahan tambah Kapur. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Setiawan, Prama, dkk. 2010. Penggunaan Abu Sekam Padi dan Kapur sebagai bahan Pengganti Sebagian Semen Komposit pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Menara*, Vol. V No.1. Jurusan Teknik Sipil FT.UNJ.

Tjokrodimuljo, Kardiono. 1992. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Tugas Akhir (*Timeline*)

Tabel L-1.1 Jadwal Tugas Akhir (*Timeline*)

	Bulan Ke-		1				2				3	
	Minggu Ke-		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
No	Tahapan Kegiatan	Waktu (Jam)										
1	**Persiapan**											
	Menyiapkan laboratorium	3	3									
	Menyiapkan alat dan bahan	8	8									
2	**Pelaksanaan**											
	Pemeriksaan bahan	10		10								
	Perencanaan mix design	11		11								
	Pembuatan benda uji	17			17							
	Perawatan banda uji	12			3	3	3	3				
	Pengujian benda uji	15							15			
	Pengumpulan data	11							11			
	Analisis data dan pembahasan	21								21		
3	**Pembuatan laporan**	34									17	17
	Total	142	11	21	20	3	3	3	26	21	17	17
	Kumulatif		11	32	52	55	58	61	87	108	125	142

Lampiran 2 Kandungan Kimia Serbuk Batu Kapur Ponjong

PT SUGIH ALAMANUGROHO

REPORT OF ANALYSIS

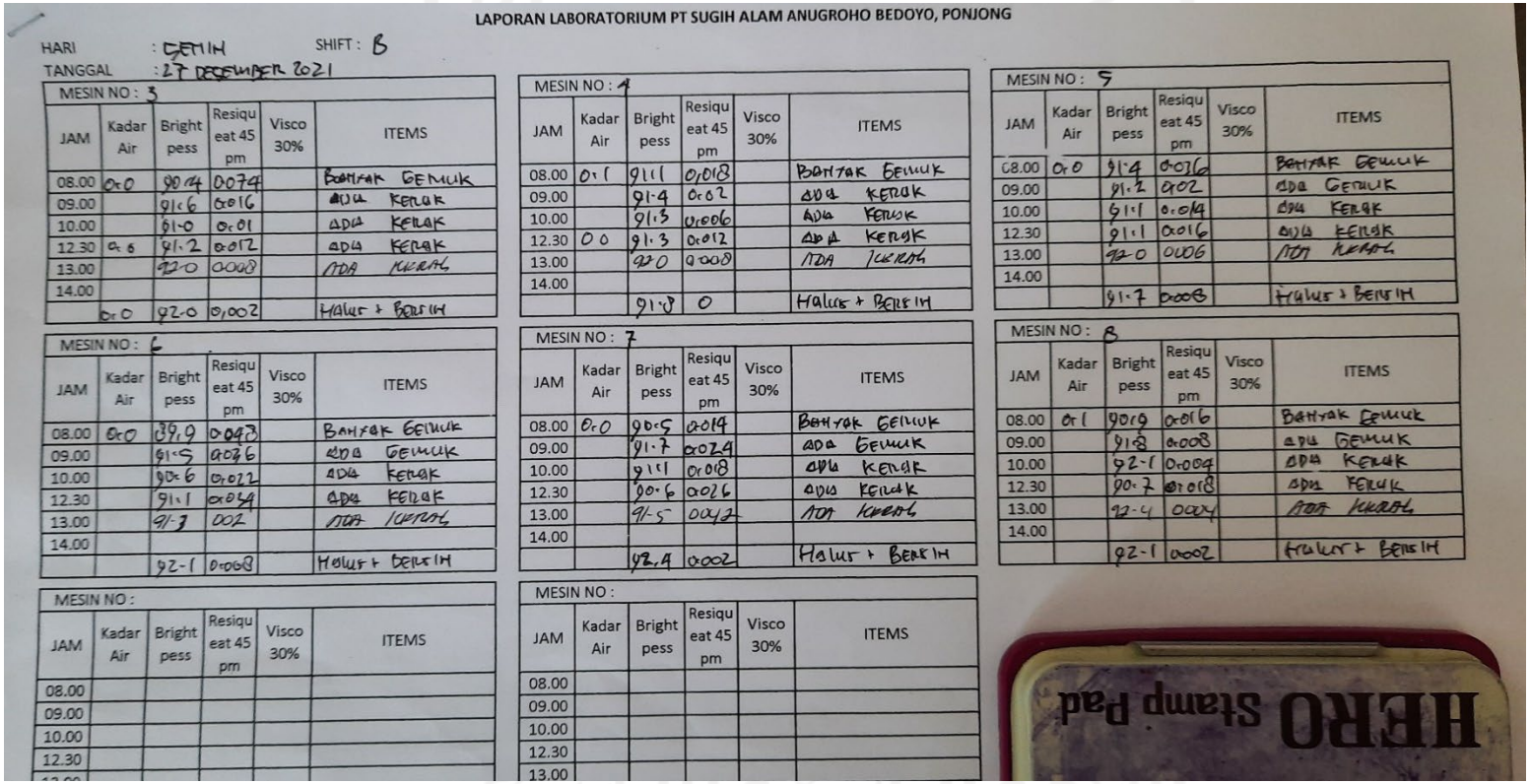
LotNo :

TglProd :

Parameter	Unit	Result	Method
Iron Trioxide (Fe_2O_3)	%	0.01	ICP
Alumunium Trioxide (Al_2O_3)	%	0.03	ICP
Calcium Oxide (CaO)	%	55.43	ICP
Calcium Carbonate ($CaCO_3$)	%	99.01	-
Magnesium Oxide(MgO)	%	0.24	ICP
Magnesium Carbonate ($MgCO_3$)	%	0.49	-
Manganese Dioxide (MnO_2)	%	Less Then 0.01	ICP
Chromium Trioxide (Cr_2O_3)	%	Less Then 0.01	ICP
Sodium Oxide (Na_2O)	%	0.01	ICP
Potassium Oxide (K_2O)	%	Less Then 0.01	ICP
Silicon Dioxide (SiO_2)	%	0.13	Gravimetric
Titanium Dioxide (TiO_2)	%	Less Then 0.01	ICP
Moisture Content (MC)	%, AR		Gravimetric
Brightness			Reflectometer

Gambar L-2.1 Kandungan Kimia Serbuk Batu Kapur Ponjong.
(Sumber : Dokumen PT. Sugih Alam Anugroho)

Lampiran 3 Ukuran Butiran serbuk batu kapur Ponjong



LAPORAN LABORATORIUM PT SUGIH ALAM ANUGROHO BEDOYO, PONJONG

HARI : SENIN SHIFT : B
TANGGAL : 27 DESEMBER 2021

MESIN NO : 3

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,0	90,4	0,074		BANYAK GELUK
09.00		91,6	0,016		ADA KELUK
10.00		91,0	0,01		ADA KELUK
12.30	0,6	91,2	0,012		ADA KELUK
13.00		92,0	0,008		TIDA KELUK
14.00					
	0,0	92,0	0,002		HALUS + BERSIH

MESIN NO : 4

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,1	91,1	0,018		BANYAK GELUK
09.00		91,4	0,02		ADA KELUK
10.00		91,3	0,006		ADA KELUK
12.30	0,0	91,3	0,012		ADA KELUK
13.00		92,0	0,008		TIDA KELUK
14.00					
		91,8	0		HALUS + BERSIH

MESIN NO : 5

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,0	91,4	0,016		BANYAK GELUK
09.00		91,2	0,02		ADA GELUK
10.00		91,1	0,014		ADA KELUK
12.30		91,1	0,016		ADA KELUK
13.00		92,0	0,006		TIDA KELUK
14.00					
		91,7	0,008		HALUS + BERSIH

MESIN NO : 6

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,0	89,9	0,048		BANYAK GELUK
09.00		91,5	0,036		ADA GELUK
10.00		90,6	0,022		ADA KELUK
12.30		91,1	0,034		ADA KELUK
13.00		91,7	002		TIDA KELUK
14.00					
		92,1	0,008		HALUS + BERSIH

MESIN NO : 7

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,0	90,5	0,014		BANYAK GELUK
09.00		91,7	0,024		ADA GELUK
10.00		91,1	0,018		ADA KELUK
12.30		90,6	0,026		ADA KELUK
13.00		91,5	0,042		TIDA KELUK
14.00					
		92,4	0,002		HALUS + BERSIH

MESIN NO : 8

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00	0,1	90,9	0,016		BANYAK GELUK
09.00		91,8	0,008		ADA GELUK
10.00		92,1	0,004		ADA KELUK
12.30		90,7	0,018		ADA KELUK
13.00		92,4	0,024		TIDA KELUK
14.00					
		92,1	0,002		HALUS + BERSIH

MESIN NO :

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00					
09.00					
10.00					
12.30					

MESIN NO :

JAM	Kadar Air	Bright pess	Resiqu eat 45 pm	Visco 30%	ITEMS
08.00					
09.00					
10.00					
12.30					
13.00					

HERO Stamp Pad

Gambar L-3.1 Ukuran butiran serbuk batu kapur Ponjong
(Sumber : Dokumen PT. Sugih Alam Anugroho)

Lampiran 4 Surat permohonan izin pemakaian laboratorium

Nomor : 126/Ka. Prodi/20/PSTS/XII/2021
Hal : Permohonan Izin Pengujian Propertis Agregat Halus di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Kepada Yth:
Koordinator Laboratorium
Jurusan Teknik Sipil FTSP
Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Riawan Ipud Prihhanta
NIM	: 17 511 035
Program studi	: Teknik Sipil
Dosen pembimbing TA	: Helmy Akbar B., Ir., M.T
Judul tugas akhir	: Pengaruh Serbuk Batu Kapur Ponjong Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan permohonan untuk meminjam peralatan beserta fasilitas laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Desember 2021
Pemohon

Riawan Ipud Prihhanta
NIM: 17 511 035

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Menyetujui Koordinator Laboratorium	Menyetujui Dosen Pembimbing Tugas Akhir	Menyetujui Kepala Laboratorium
Ir. Bambang Sulistiono, MSCE	Helmy Akbar B., Ir., M.T	Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.

Catatan:
Kepala laboratorium bahan konstruksi teknik menyetujui permohonan mahasiswa untuk melakukan pengujian dalam rangka penyelesaian tugas akhir dengan jadwal berikut:
1. Pembuatan sampel 20 Desember- 30 Desember 2021
2. Pengujian Sampel 20 Februari – 20 Maret 2022

Lampiran 5 Surat permohonan izin pemakaian laboratorium

Nomor : 127/Ka. Prodi/20/PSTS/XII/2021
Hal : Permohonan Izin Pengujian Propertis Agregat Halus di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Kepada :
Yth. **Ketua Tim Satgas Covid 19**
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Riawan Ipud PRihhanta
NIM	: 17 511 035
Program studi	: Teknik Sipil
Dosen pembimbing TA	: Helmy Akbar B., Ir., M.T
Judul tugas akhir	: Pengaruh Serbuk Batu Kapur Ponjong Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan ijin untuk memasuki lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Desember 2021
Pemohon

Riawan Ipud Prihhanta
NIM: 17 511 035

Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Helmy Akbar B., Ir., M.T

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Lampiran:
1. Surat Permohonan Izin Pengujian Propertis Agregat Halus di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Lampiran 6 Peralatan



Gambar L-6.1 Kaliper/Jangka Sorong



Gambar L-6.2 Cetok



Gambar L-6.3 Alat penggetar saringan



Gambar L-6.4 saringan



Gambar L-6.5 Cetakan Silinder



Gambar L-6.6 Mesin pemotong



Gambar L-6.7 Oven



Gambar L-6.8 Alat uji tekan



Gambar L-6.9 Alat uji Keausan



Gambar L-6.10 Alat press *paving block*



Gambar L-6.11 Kereta pengangkut barang



Gambar L-6.12 Cetakan caping



Gambar L-6.13 Timbangan



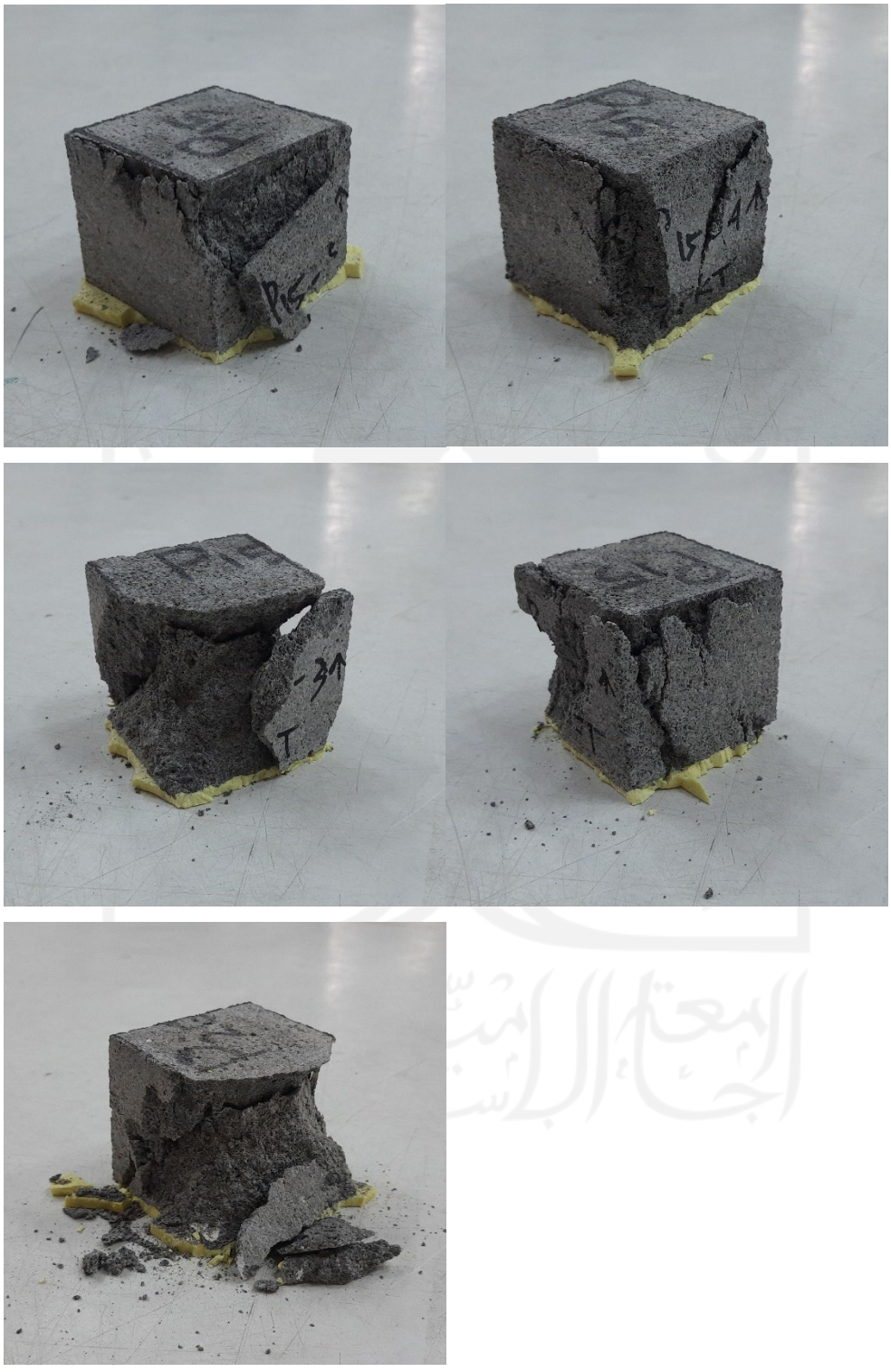
Gambar L-6.14 Alat pengaduk campuran

Lampiran 7 Material benda uji



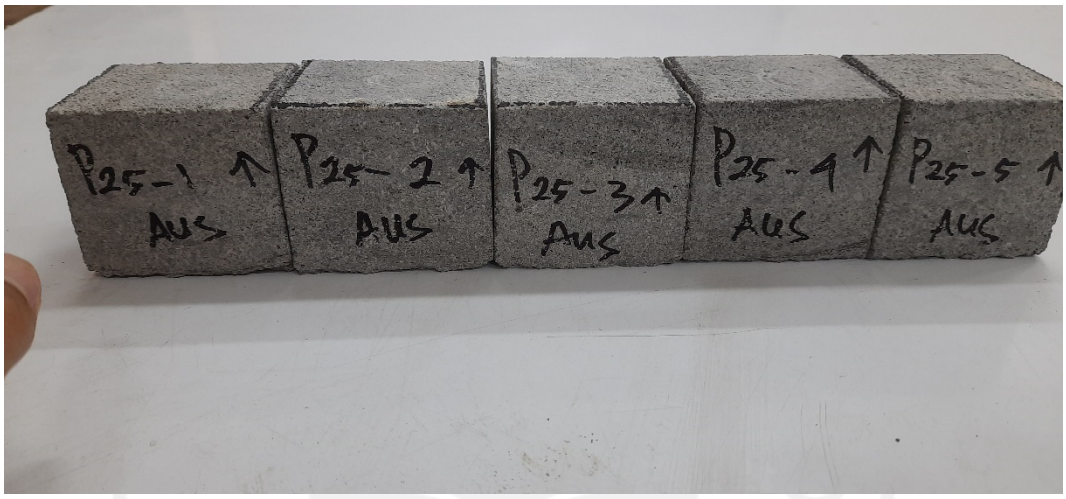
Gambar L-7.1 Material benda uji

Lampiran 8 Sampel hasil uji kuat tekan



Gambar L-8.1 Contoh Sampel hasil uji kuat tekan

Lampiran 9 Sampel hasil uji Keausan



Gambar L-9.1 Contoh Sampel hasil uji Keausan

Lampiran 9 kuat tekan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P0-1	64,8	63,8	61,4	7900	77472,1	4134,24	18,739
P0-2	63,5	63,6	62,8	9300	91201,4	4038,6	22,582
P0-3	63,8	64,9	61,2	10900	106892	4140,62	25,815
P0-4	63	62,9	61,6	8500	83356,1	3962,7	21,035
P0-5	64,8	64,4	58,5	11200	109834	4173,12	26,319
Rata-rata							**22,898**
Kode Sampel	**Ukuran**			**Beban Maksimal**		**Luas Penampang (mm^2)**	**Kuat Tekan (Mpa)**
	Panjang (mm)	**Lebar (mm)**	**Tebal (mm)**	**(kgf)**	**(N)**		
P5-1	63,7	63	59,4	5850	57368,61	4013,1	14,295
P5-2	63,2	62,8	61,7	13400	131408,44	3968,96	33,109
P5-3	62,5	63,8	59,6	12150	119150,19	3987,5	29,881
P5-4	62,2	60,1	61,4	5600	54916,96	3738,22	14,691
P5-5	65,2	63,2	62,6	12450	122092,17	4120,64	29,629
Rata-rata							**24,321**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P10-1	63,4	64,9	62,6	11500	112775,9	4114,66	27,408
P10-2	66,1	63,2	61	9600	94143,36	4177,52	22,536
P10-3	66,1	64,9	62,7	8750	85807,75	4289,89	20,002
P10-4	62,8	62,3	61,6	14050	137782,73	3912,44	35,217
P10-5	64,6	61,7	61,4	11500	112775,9	3985,82	28,294
Rata-rata							**26,691**
Kode Sampel	**Ukuran**			**Beban Maksimal**		**Luas Penampang (mm^2)**	**Kuat Tekan (Mpa)**
	Panjang (mm)	**Lebar (mm)**	**Tebal (mm)**	**(kgf)**	**(N)**		
P15-1	63	65,3	60,1	12150	119150,19	4113,9	28,963
P15-2	65	62,3	59	13000	127485,8	4049,5	31,482
P15-3	63,1	62,7	58,2	11200	109833,92	3956,37	27,761
P15-4	64,8	63,3	60,3	11800	115717,88	4101,84	28,211
P15-5	65,2	62,7	60,8	8150	79923,79	4088,04	19,551
Rata-rata							**27,194**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P20-1	62,7	62,9	61,8	14100	138273,06	3943,83	35,061
P20-2	63,2	62,5	64,7	11900	116698,54	3950	29,544
P20-3	63,5	63	64,2	8250	80904,45	4000,5	20,224
P20-4	63,9	63,6	61,4	14700	144157,02	4064,04	35,471
P20-5	64,7	65,5	59,6	15450	151511,97	4237,85	35,752
Rata-rata							**31,210**
Kode Sampel	**Ukuran**			**Beban Maksimal**		**Luas Penampang (mm^2)**	**Kuat Tekan (Mpa)**
	Panjang (mm)	**Lebar (mm)**	**Tebal (mm)**	**(kgf)**	**(N)**		
P25-1	64,7	64,4	59,3	15150	148569,99	4166,68	35,657
P25-2	65,8	62,6	58,7	15700	153963,62	4119,08	37,378
P25-3	64	62	60	16650	163279,89	3968	41,149
P25-4	64,7	63,1	60	15350	150531,31	4082,57	36,872
P25-5	65,6	59,2	58,4	12825	125769,645	3883,52	32,385
Rata-rata							**36,688**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Ukuran			Beban Maksimal		Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan (Mpa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	(kgf)	(N)		
P30-1	64,3	65,2	61,9	16200	158866,92	4192,36	37,894
P30-2	63,8	64,6	62,2	18550	181912,43	4121,48	44,138
P30-3	66,6	63,6	63,6	15900	155924,94	4235,76	36,812
P30-4	65,5	64	60,5	16300	159847,58	4192	38,132
P30-5	62,7	65,3	59,3	13600	133369,76	4094,31	32,574
Rata-rata							**37,910**

Diperiksa oleh,

Suwarno

Yogyakarta, 14 Maret 2022
Kepala Laboratorium BKT,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.

Lampiran 10 Keausan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Selisih (gr)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gr)	Ahir (gr)			
P0-1	483,24	482,57	0,67	5	0,193
P0-2	411,48	410,77	0,71	5	0,204
P0-3	422,19	421,19	1	5	0,277
P0-4	437,03	436,15	0,88	5	0,246
P0-5	428,73	428,4	0,33	5	0,108
Rata-rata					**0,206**
Kode Sampel	**Berat**		**Selisih (gr)**	**Waktu (menit)**	**Keausan (mm/menit)**
	Awal (gr)	**Ahir (gr)**			
P5-1	499,33	498,68	0,65	5	0,188
P5-2	503,08	502,24	0,84	5	0,236
P5-3	489,06	488,11	0,95	5	0,264
P5-4	463,02	462,5	0,52	5	0,156
P5-5	453,96	453,44	0,52	5	0,156
Rata-rata					**0,200**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Selisih (gr)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gr)	Ahir (gr)			
P10-1	450,35	449,76	0,59	5	0,173
P10-2	474,8	474,47	0,33	5	0,108
P10-3	472,53	472,17	0,36	5	0,115
P10-4	477,89	477,38	0,51	5	0,153
P10-5	469,91	469,18	0,73	5	0,209
Rata-rata					**0,152**
Kode Sampel	**Berat**		**Selisih (gr)**	**Waktu (menit)**	**Keausan (mm/menit)**
	Awal (gr)	**Ahir (gr)**			
P15-1	472,53	471,96	0,57	5	0,168
P15-2	456,28	455,71	0,57	5	0,168
P15-3	438,27	438,01	0,26	5	0,090
P15-4	450,8	450,43	0,37	5	0,118
P15-5	476,23	475,84	0,39	5	0,123
Rata-rata					**0,133**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Selisih (gr)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gr)	Ahir (gr)			
P20-1	457,16	456,75	0,41	5	0,128
P20-2	461,7	461,37	0,33	5	0,108
P20-3	470,37	470,17	0,2	5	0,075
P20-4	479,74	479,44	0,3	5	0,100
P20-5	459,67	459,37	0,3	5	0,100
Rata-rata					**0,102**
Kode Sampel	**Berat**		**Selisih (gr)**	**Waktu (menit)**	**Keausan (mm/menit)**
	Awal (gr)	**Ahir (gr)**			
P25-1	469,48	469,21	0,27	5	0,093
P25-2	496,7	496,59	0,11	5	0,052
P25-3	491,89	491,68	0,21	5	0,078
P25-4	470,89	470,69	0,2	5	0,075
P25-5	450,13	449,75	0,38	5	0,120
Rata-rata					**0,084**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang K.M. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Selisih (gr)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gr)	Ahir (gr)			
P30-1	437,49	437,36	0,13	5	0,057
P30-2	484,97	484,89	0,08	5	0,045
P30-3	459,97	459,85	0,12	5	0,055
P30-4	475,86	475,74	0,12	5	0,055
P30-5	484,02	483,87	0,15	5	0,062
Rata-rata					**0,055**

Diperiksa oleh,

Suwarno

Yogyakarta,.....
Kepala Laboratorium BKT,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.

Lampiran 11 penyerapan air

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gr)	Kering (gr)	
P0-1	470,38	433,03	8,625
P0-2	494,25	455,3	8,555
P0-3	437,09	401,18	8,951
P0-4	439,55	400,55	9,737
P0-5	477,32	439,24	8,670
Rata-rata			**8,907**
Kode Sampel	**Berat**		**Penyerapan Air (%)**
	Basah (gr)	**Kering (gr)**	
P5-1	485,46	446,77	8,660
P5-2	455,05	419,05	8,591
P5-3	486,86	446,3	9,088
P5-4	464,44	430,3	7,934
P5-5	462,27	422,01	9,540
Rata-rata			**8,763**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR *PAVING BLOCK* (SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gr)	Kering (gr)	
P10-1	475,51	434,81	9,360
P10-2	489,85	453,94	7,911
P10-3	460,68	423,93	8,669
P10-4	455,81	413,07	10,347
P10-5	487,46	455,66	6,979
Rata-rata			**8,653**
Kode Sampel	**Berat**		**Penyerapan Air (%)**
	Basah (gr)	**Kering (gr)**	
P15-1	481,94	447,18	7,773
P15-2	470,69	432,89	8,732
P15-3	449,38	415,94	8,040
P15-4	477,93	441,65	8,215
P15-5	496,91	462,65	7,405
Rata-rata			**8,033**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR *PAVING BLOCK* (SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gr)	Kering (gr)	
P20-1	476,64	443,08	7,574
P20-2	474,71	439,85	7,925
P20-3	505,83	470,39	7,534
P20-4	475,28	441,66	7,612
P20-5	466,24	434,17	7,387
Rata-rata			**7,607**
Kode Sampel	**Berat**		**Penyerapan Air (%)**
	Basah (gr)	**Kering (gr)**	
P25-1	514,98	478,62	7,597
P25-2	520,45	484,59	7,400
P25-3	490,35	456,26	7,472
P25-4	495,14	459,32	7,798
P25-5	459,51	426,61	7,712
Rata-rata			**7,596**

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Fax. 895330 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR *PAVING BLOCK*
(SNI 03-0691-1996)

Nama : Riawan Ipud Prihhanta
NIM : 17511035
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S-1

Kode Sampel	Berat		Penyerapan Air (%)
	Basah (gr)	Kering (gr)	
P30-1	489,56	453,84	7,871
P30-2	485,14	451,75	7,391
P30-3	502,5	470,11	6,890
P30-4	479,61	447,97	7,063
P30-5	464,48	431,6	7,618
Rata-rata			**7,367**

Diperiksa oleh,

Suwarno

Yogyakarta, 12 Maret 2022
Kepala Laboratorium BKT,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.

Lampiran 12 Surat keterangan bebas tamggungan laboratorium

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus Terpsdu : jalan kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 898471,898472 Yogyakarta

SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM

Nomor : 14 /Ka.Lab/60/LBKT/III/2022

Bismillahirrohmaanirrohim

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama	: Novi Rahmayanti, ST, M.Eng
NIK	: 155111306
Jabatan Struktural	: Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Tenik JTS FTSP UII

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: RIAWAN IPUD PRIHHANTA
N I M	: 17511035
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen Pembimbing TA	: Ir. Helmy Akbar Bale, MT
Instansi	: Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian / Tugas Akhir di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul Tugas Akhir "**PENGARUH SERBUK BATU KAPUR PONJONG SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN *PAVING BLOCK***" serta sudah menyelesaikan semua administrasinya *).

Demikian surat keterangan ini dibuat semoga bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Maret 2022

Kepala Laboratorium BKT,

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

Novi Rahmayanti, ST, M.Eng

*) Nota/Kwitansi terlampir