

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN CACAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS *POLYPROPYLENE* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR PADA PAVING BLOCK

***(THE EFFECT OF AN ADDITIONAL CROP OF
POLYPROPYLENE TYPE OF PLASTIC WASTE AS A
PARTIAL REPLACEMENT OF SAND ON PAVING
BLOCK)***

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



**M. Fahrul Rozi
18511215**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022**

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN CACAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS *POLYPROPYLENE* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR PADA *PAVING BLOCK* (*THE EFFECT OF AN ADDITIONAL CROP OF POLYPROPYLENE TYPE OF PLASTIC WASTE AS A PARTIAL REPLACEMENT OF SAND ON PAVING BLOCK*)

Disusun Oleh

M. Fahrul Rozi
18511215

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

Diuji pada tanggal 25 Oktober 2022

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing


Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
NIK: 185111304

Penguji I


Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.
NIK: 185111302

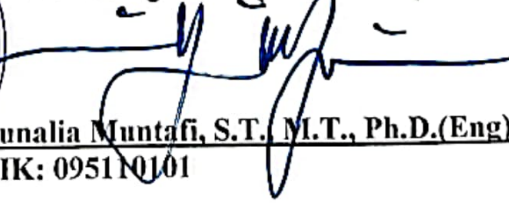
Penguji II


Jafar, S.T., M.T., MURP.
NIK: 185111305

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil




Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng).
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,

A pink rectangular stamp with a QR code on the left and the text "METER ELEKTRON 100.000" in the center. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

M. Fahrul Rozi

(18511215)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir saya yang berjudul “Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis *Polypropylene* Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada *Paving Block*”.

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan jenjang studi tingkat Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini saya ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dan selalu memberikan dukungan kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir hingga selesai.

1. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng). selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih untuk segala bimbingan, nasihat, saran dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ibrahim Zakaria, S.E dan Ibu Giyarsi selaku kedua orang tua saya dan Muchamad Fatchurahman, S.Kom selaku kakak saya, yang telah membantu, memberikan doa, saran dan dukungan kepada saya dalam proses dan penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Darussalam, Bapak Suwarno, dan Mas Zaki selaku Laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang telah membantu saya selama proses pengumpulan data pengujian.
5. Bapak Suluk dan Mas Andi yang telah membantu dalam proses pembuatan sampel *paving block* di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi, Universitas Islam Indonesia.

6. Fanissa Lifnastiti yang telah membantu saya dalam proses pembuatan *paving block* dan selalu memberikan dukungan kepada saya dalam proses penyusunan Tugas Akhir hingga selesai.
7. Teman-teman yang telah membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang juga ikut terlibat selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Saya menyadari Tugas Akhir saya ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya memohon maaf dan berharap Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan bermanfaat bagi segenap pembaca.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Oktober 2022

Penulis,



M. Fahrul Rozi

(18511215)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	7
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 <i>Paving Block</i>	14
3.1.1 Pengertian <i>Paving Block</i>	14
3.1.2 Klasifikasi <i>Paving Block</i>	15
3.1.3 Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	15
3.1.4 Keuntungan dan Kelemahan Penggunaan <i>Paving Block</i>	16
3.2 Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	17

3.2.1 Semen Portland	17
3.2.2 Agregat Halus	18
3.2.3 Air	19
3.2.4 Cacahan Limbah Gelas Plastik	19
3.3 Pengujian <i>Paving Block</i>	21
3.3.1 Pengujian Kuat Tekan	21
3.3.2 Pengujian Ketahanan Aus	21
3.3.3 Pengujian Penyerapan Air	22
BAB IV METODE PENELITIAN	23
4.1 Objek Penelitian	23
4.2 Lokasi Penelitian	23
4.3 Alat dan Bahan	23
4.3.1 Alat	24
4.3.2 Bahan	28
4.4 Komposisi Campuran <i>Paving Block</i>	30
4.5 Pengujian Kualitas Material di Laboratorium	31
4.5.1 Semen Portland Komposit	31
4.5.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	31
4.5.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus	32
4.5.4 Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur)	33
4.6 Pembuatan Benda Uji	34
4.7 Perawatan Benda Uji	35
4.8 Pemotongan Benda Uji	35
4.9 Pengujian Benda Uji	35
4.10 Bagan Alir Penelitian	36
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1 Tinjauan Umum	38
5.2 Hasil Pengujian Kualitas Material di Laboratorium	38
5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	38
5.2.2 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat	40
5.2.3 Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur)	42

5.2.4 Semen	43
5.2.5 Air	43
5.2.6 Cacahan Limbah Gelas Plastik	44
5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran	44
5.4 Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	46
5.5 Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	53
5.6 Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	58
5.7 Hubungan Penambahan Cacahan Limbah Gelas Plastik Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada <i>Paving Block</i>	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	71
6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian	8
Tabel 3.1	Sifat-Sifat Fisika	16
Tabel 4.1	Komposisi Campuran <i>Paving Block</i>	30
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	40
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Pasir	42
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Berat Volume Padat Pasir	42
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Lolos Saringan No.200	43
Tabel 5.5	Rekapitulasi Komposisi Kebutuhan Campuran <i>Paving Block</i>	45
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 0%	47
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 2,5%	48
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 5%	48
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 7,5%	49
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 10%	49
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Rata-Rata Kuat Tekan dan Penggolongan Mutu <i>Paving Block</i>	50
Tabel 5.12	Hasil Penurunan Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap <i>Paving Block</i> Normal	51
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 0%	54
Tabel 5.14	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 2,5%	54
Tabel 5.15	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 5%	55
Tabel 5.16	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 7,5%	55
Tabel 5.17	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 10%	55
Tabel 5.18	Hasil Perhitungan Ketahanan Aus Rata-Rata dan Penggolongan Mutu <i>Paving Block</i>	56
Tabel 5.19	Hasil Penurunan Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap <i>Paving Block</i> Normal	57
Tabel 5.20	Hasil Perhitungan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 0%	59

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 2,5%	60
Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 5%	60
Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 7,5%	60
Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 10%	61
Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Penyerapan Air Rata-Rata dan Penggolongan Mutu <i>Paving Block</i>	61
Tabel 5.26 Hasil Kenaikan Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap <i>Paving Block</i> Normal	62
Tabel 5.27 Rekapitulasi Hubungan Persentase Kenaikan dan Penurunan Pada <i>Paving Block</i>	64
Tabel 5.28 Rekapitulasi Mutu <i>Paving Block</i>	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Paving Block</i> Bata	15
Gambar 3.2	Cacahan Limbah Gelas Plastik	20
Gambar 4.1	Timbangan	24
Gambar 4.2	Jangka Sorong	24
Gambar 4.3	Cetok	25
Gambar 4.4	Oven	25
Gambar 4.5	Alat Pemotong <i>Paving Block</i>	26
Gambar 4.6	Mesin Cetak <i>Paving Block</i>	26
Gambar 4.7	Mesin Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	27
Gambar 4.8	Mesin Uji Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	27
Gambar 4.9	Cacahan Limbah Gelas Plastik	28
Gambar 4.10	Semen Portland Komposit (PCC) Merek Tiga Roda	29
Gambar 4.11	Agregat Halus (Pasir)	29
Gambar 4.12	Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 5.1	Grafik Kuat Tekan Rata-Rata <i>Paving Block</i>	50
Gambar 5.2	Grafik Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata <i>Paving Block</i>	51
Gambar 5.3	Grafik Ketahanan Aus Rata-Rata <i>Paving Block</i>	56
Gambar 5.4	Grafik Kenaikan Ketahanan Aus Rata-Rata <i>Paving Block</i>	57
Gambar 5.5	Grafik Penyerapan Air Rata-Rata <i>Paving Block</i>	62
Gambar 5.6	Grafik Kenaikan Penyerapan Air Rata-Rata <i>Paving Block</i>	63
Gambar 5.7	Grafik Rekapitulasi Hubungan Persentase Kenaikan dan Penurunan Pada <i>Paving Block</i>	65
Gambar 5.8	Pola Hancurnya <i>Paving Block</i> Variasi 0%	68
Gambar 5.9	Pola Hancurnya <i>Paving Block</i> Variasi 0%	68
Gambar 5.10	Pola Hancurnya <i>Paving Block</i> Variasi 0%	69
Gambar 5.11	Pola Hancurnya <i>Paving Block</i> Variasi 0%	69
Gambar 5.12	Pola Hancurnya <i>Paving Block</i> Variasi 0%	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Izin Penggunaan Laboratorium BKT Teknik Sipil UII	77
Lampiran 2	Gambar Alat yang Digunakan	79
Lampiran 3	Gambar Bahan yang Digunakan	83
Lampiran 4	Gambar Proses Pengujian Properties	84
Lampiran 5	Gambar Proses Pembuatan <i>Paving Block</i>	85
Lampiran 6	Gambar Proses Pengujian <i>Paving Block</i>	87
Lampiran 7	Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	88
Lampiran 8	Laporan Sementara Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	92
Lampiran 9	Laporan Sementara Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	95
Lampiran 10	Hasil Pengujian <i>Paving Block</i>	98

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PA	= Kode Sampel Kuat Tekan
KPA	= Kode Sampel Ketahanan Aus
PPA	= Kode Sampel Penyerapan Air
PP	= <i>PolyPropylene</i>
PCC	= <i>Portland Composite Cement</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
f'_c	= Kuat tekan (MPa)
°C	= Derajar Celcius
D	= Ketahanan Aus (mm/menit)
MPa	= Megapascal
P	= Beban tekan (N)
L	= Luas bidang tekan (mm ²)
G	= Kehilangan berat/lama pengausan (gram/menit)
A	= Berat bata beton basah (gram)
B	= Berat bata beton kering (gram)
kN	= Kilonewton
gr	= Gram
p	= Panjang (cm)
l	= Lebar (cm)
cm	= Centimeter
mm	= Millimeter
Bk	= Berat benda uji kering oven (gram)
Bt	= Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)
W1	= Berat agregat kering oven (gram)
W2	= Berat agregat kering oven setelah dicuci (gram)
W	= Berat agregat dalam cetakan (gram)

ABSTRAK

Limbah plastik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu limbah plastik yang banyak ditemukan yaitu limbah plastik jenis *polypropylene*. Maka dari itu perlu adanya pemanfaatan untuk mengurangi limbah plastik dengan cara salah satunya cacahan limbah gelas plastik jenis *polypropylene* akan dimanfaatkan sebagai sebagai bahan pengganti sebagian pasir dalam pembuatan *paving block*. Penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air dengan persentase cacahan *polypropylene* yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10 % terhadap pasir. Dalam pembuatan *paving block* digunakan metode penelitian eksperimen dengan dilakukan penambahan variasi cacahan limbah gelas plastik terhadap pasir dengan melakukan penelitian di laboratorium. *Paving block* menggunakan cetakan dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6cm dengan jumlah 100 sampel, diuji pada setelah umur 28 hari, pembuatan dan pengujian berdasarkan pada SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*. Hasil penelitian menunjukkan untuk nilai kuat tekan rata-rata pada persentase cacahan *polypropylene* yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh secara berturut-turut yaitu 22,343 MPa, 15,369 MPa, 10,521 MPa, 5,709 MPa, dan 4,563 MPa. Nilai ketahanan aus rata-rata diperoleh secara berturut-turut yaitu 0,116 mm/menit, 0,157 mm/menit, 0,176 mm/menit, 0,225 mm/menit dan 0,266 mm/menit. Nilai penyerapan rata-rata diperoleh secara berturut-turut yaitu 9,109%, 9,593%, 9,903%, 14,006%, dan 18,080%. Tidak terdapat persentase yang optimum dalam penambahan cacahan limbah gelas plastik. Hubungan penambahan cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir dalam pembuatan *paving block* mengalami penurunan kualitas pada kuat tekan, ketahanan aus dan penyerapan air secara berturut-turut seiring bertambahnya persentase cacahan limbah gelas plastik. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik jenis *polypropylene* sebagai pengganti sebagian pasir maka dapat disimpulkan bahwa semakin menurun persentase nilai kuat tekan maka kualitasnya semakin rendah akan tetapi untuk ketahanan aus dan penyerapan air berbanding terbalik yaitu semakin meningkat persentase nilai ketahanan aus dan penyerapan air maka kualitasnya semakin rendah.

Kata kunci : *Paving Block*, Limbah Plastik *PolyPropylene*, Kuat Tekan, Ketahanan Aus, Penyerapan Air

ABSTRACT

Plastic waste can cause environmental pollution. One of the most common plastic wastes is polypropylene type plastic waste. So it is necessary to reduce polypropylene type plastic waste as a substitute for sand in the manufacturing of *paving blocks*. This study determined the value of compressive strength, wear resistance, and water absorption with the proportion of chopped polypropylene, namely 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% of sand. In the manufacture of *paving blocks*, experimental research methods are used by adding variations in the amount of plastic glass waste to sand by conducting research in the laboratory. *Paving blocks* use concrete size 20 cm x 10 cm x 6cm with 100 samples, tested after 28 days of age, and based on SNI 03-0691-1996 regarding *paving blocks*. The results showed that the average compressive strength values for the percentage of chopped polypropylene were 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% respectively, namely 22.343 MPa, 15.369 MPa, 10.521 MPa, 5.709 MPa, and 4.563 MPa. The average wear resistance values were obtained sequentially, namely 0.116 mm/minute, 0.157 mm/minute, 0.176 mm/minute, 0.225 mm/minute and 0.266 mm/minute. The average absorption values were obtained sequentially, namely 9.109%, 9.593%, 9.903%, 14.006%, and 18.080%. There is no optimal percentage in the addition of shredded plastic cup waste. The addition of plastic cup wastewater as a substitute for sand in the manufacture of *paving blocks* experienced a strong decrease in quality, wear resistance and water absorption in a row as the percentage of plastic cup wastewater increased. This shows that the greater the use of polypropylene plastic as a substitute for sand, it can be said that the lower the level of resistance and air balance, the higher the level of air resistance and balance. The quality is getting lower.

Keywords : *Paving Block*, Polypropylene Plastic Waste, Compressive Strength, Wear Resistance, Water Absorption

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving block di Indonesia saat ini merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan untuk struktur jalan selain beton atau aspal. *Paving block* saat ini banyak digunakan dibandingkan dengan menggunakan beton atau aspal. *Paving block* juga banyak digunakan dalam infrastruktur Indonesia untuk perkerasan jalan seperti trotoar, area parkir, kawasan pemukiman atau kompleks perumahan, taman dan lain-lain, pelaksanaannya juga lebih mudah dan cepat, pemasangannya juga cukup mudah, dan juga *paving block* mempunyai aneka ragam bentuk dan mempunyai nilai estetika. *Paving block* merupakan 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 bata beton itu sendiri (SNI-03-0691-1996).

Paving block mempunyai kelebihan yaitu dalam memasang *paving block* tidak perlu membutuhkan tenaga yang handal tanpa bantuan alat berat karena merupakan pekerjaan yang nyata, tidak membutuhkan banyak keahlian khusus dan juga dapat diproduksi secara massal. *Paving block* juga mempunyai kekurangan yaitu apabila dilalui dengan kendaraan dengan muatan yang berat dan berkecepatan tinggi dapat menyebabkan keretakan pada *paving block*.

Bahan baku pembuatan *paving block* yaitu semen, pasir dan air dengan bahan tambahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan penambahan cacahan limbah gelas plastik yang akan berpengaruh pada pembuatan *paving block* tersebut, dengan penambahan cacahan limbah gelas plastik dapat mengurangi penggunaan agregat halus dan memanfaatkan limbah plastik akan tetapi dalam penelitian ini karena menggunakan bahan pengganti plastik maka kualitas dari *paving block* setiap penambahan persentase plastik akan mengalami penurunan

kualitas pada *paving block* karena sifat atau karakteristik dari plastik yaitu licin dan tidak datar yang tidak dapat menyatu dengan bahan penyusun lainnya.

Salah satu limbah plastik yang banyak ditemukan yaitu limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*), maka dari itu dalam penelitian ini untuk mengurangi limbah plastik dilakukan dengan cara cacahan limbah gelas plastik akan dimanfaatkan sebagai pemanfaatan limbah plastik yang sebagai bahan campuran dalam *paving block*. *Paving block* akan dibuat dengan menambahkan cacahan jenis PP dalam pembuatan *paving block*. Cacahan limbah gelas plastik ini sebagai pengganti sebagian pasir. Berdasarkan SNI 03-6820-2002 agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm, maka peneliti mengharapkan cacahan limbah gelas plastik ini bisa dipakai untuk pengganti sebagian agregat halus yaitu pasir. *Paving block* yang pada penelitian ini akan diuji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air. Hasil dari penelitian ini dapat memanfaatkan cacahan limbah gelas plastik sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan yang telah dijelaskan dalam latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada *paving block* dengan penambahan cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir?
2. Berapa persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik pada *paving block* yang optimum?
3. Bagaimana hubungan setiap penambahan variasi cacahan limbah gelas plastik dengan variasi lebih besar pada *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada *paving block* dengan penambahan cacahan limbah gelas plastik.
2. Mengetahui persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik pada *paving block* yang optimum.
3. Mengetahui hubungan setiap penambahan variasi cacahan limbah gelas plastik dengan variasi lebih besar pada *paving block*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan wawasan masyarakat tentang pemanfaatan cacahan limbah gelas plastik dalam pembuatan *paving block*.
2. Dapat mengurangi limbah plastik dengan pemanfaatan cacahan limbah gelas plastik sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block*.
3. Dapat memberikan ilmu dalam ketekniksipilan dan dampak positif dalam pemanfaatan cacahan limbah gelas plastik bagi masyarakat.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan dari penelitian ini agar berjalan dengan baik sebagai berikut:

1. Perbandingan antara semen dan pasir yang digunakan dengan komposisi 1Pc : 4Ps
2. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan di Lab Bahan Konstruksi Teknik UII.
3. Pembuatan *paving block* dalam penelitian ini berada di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi.
4. Persentase variasi penambahan cacahan limbah gelas plastik yang digunakan yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat pasir.
5. Jumlah sampel yang akan dibuat sebanyak 100 sampel dengan rincian setiap variasinya yaitu 10 buah untuk pengujian kuat tekan, 5 buah untuk pengujian ketahanan aus, dan 5 buah untuk pengujian penyerapan air.

6. *Paving block* berbentuk bata dengan ukuran 20cm x 10cm x 6cm. Dalam pengujian kuat tekan dipotong menjadi ukuran 6cm x 6cm x 6cm, untuk pengujian ketahanan aus dipotong menjadi ukuran 5cm x 5cm x 2cm, dan untuk penyerapan air menggunakan *paving block* ukuran utuh.
7. Cacahan limbah gelas plastik dalam penelitian ini menggunakan ukuran sekitar 5-10mm atau cacahan dari plastik ini tidak seragam. Cacahan ini langsung dipotong menggunakan mesin pencacah.
8. Pengujian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu:
 - a. Pengujian Kuat Tekan
 - b. Pengujian Ketahanan Aus
 - c. Pengujian Penyerapan Air
9. Pengujian akan dilakukan setelah umur *paving block* 28 hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Dalam melakukan penelitian yang berkaitan dengan pengaruh penambahan cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir pada *paving block* bata harus dilakukan beberapa peninjauan terdahulu untuk sebagai referensi dalam penelitian ini, didapatkan 4 penelitian terdahulu untuk tinjauan dalam penelitian.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang digunakan dalam peninjauan dalam penelitian ini.

1. Handayasari I., dkk (2018) telah melakukan penelitian mengenai “Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran *Paving Block*”. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pada penelitian ini sampel dibuat dengan perbandingan komposisi limbah botol plastik kemasan air mineral dan limbah kulit kerang hijau dengan variasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering *paving block*, dan perbandingan campuran 1Pc : 4Ps. Dari hasil pengujian didapatkan variasi campuran optimum terdapat pada campuran dengan variasi 10% limbah botol plastik + 10% limbah kulit kerang dengan nilai kuat tekan 12,8 MPa dan persentase penyerapan air pada umur 49 hari sebesar 1,94% sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan konstruksi ramah lingkungan.
2. Kusuma G.A. (2019) telah melakukan penelitian mengenai “Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (*PolyPropylene*) Sebagai Substitusi Agregat Pada Bata Beton (*Paving Block*)”. Pada penelitian ini komposisi semen dan pasir yaitu 1 : 6 dan variasi bahan campuran yaitu 0,3%; 0,4%; 0,5%; dan 0,6% terhadap

volume pasir. Metodenya yang dipakai pada penelitian ini menggunakan SNI 03-0691-1996. Berdasarkan hasil penelitian bisa disimpulkan untuk nilai kuat tekan maksimum pada variasi 0,4% yaitu 11,91 MPa dengan kenaikan yaitu 27,1% dibanding *paving block* tanpa bahan campuran. Nilai kuat tekan menurun pada variasi 0,5% dan 0,6% namun nilai tersebut masih lebih tinggi daripada *paving block* tanpa bahan campuran. Nilai penyerapan air *paving block* dengan variasi 0,4% memiliki nilai paling rendah yaitu 9%. Penyerapan air maksimal terjadi pada *paving block* normal tanpa bahan campuran cacahan plastik PP (*PolyPropylene*).

3. Diana A.I.N., dkk (2020) telah melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi *Fly Ash* Terhadap Penyerapan *Paving Block* Ramah Lingkungan”. Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 4 Ps dengan variasi fly ash 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat semen dan limbah plastik sebesar 0,5% dari total campuran. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa ada pengaruh secara simultan penambahan variasi fly ash terhadap penyerapan *paving block*. Secara berurutan hasil penyerapan yaitu 8.62%, 9.46%, 7.26%, 10.33%, 11.86%, dan 11.66%. Dengan demikian Mutu *paving block* masuk kedalam klasifikasi mutu D yang diperuntukan untuk taman kota. Semakin besar prosentase *fly ash* maka semakin besar daya serap air, hal ini menyebabkan *paving block* tidak memenuhi sifat fisik yang telah ditentukan oleh SNI 03-0691-1989 yaitu sebesar 3-10%.
4. Mildawati R., dkk (2021) telah melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*”. Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc:4Ps dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30% terhadap pasir. Nilai kuat tekan rata-rata *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir mengalami penurunan setiap variasinya. Pada variasi 0% dan 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. untuk variasi 20% dan 30% didapat nilai kuat tekan sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D. Penyerapan air *paving block* untuk variasi 0%, 10% dan

20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari *paving block*.

2.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah diuraikan, maka dapat diperoleh perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan. Dapat ditinjau bahwa perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
Judul Penelitian	Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran <i>Paving Block</i>	Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (<i>PolyPropylene</i>) Sebagai Substitusi Agregat Pada Bata Beton (<i>Paving Block</i>)	Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi <i>Fly Ash</i> Terhadap Penyerapan <i>Paving Block</i> Ramah Lingkungan	Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada <i>Paving Block</i>	Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis <i>Polypropylene</i> Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada <i>Paving Block</i>
Tujuan Penelitian	Mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air menggunakan limbah botol plastik dan kulit kerang hijau	Mengetahui nilai kuat tekan rata-rata pada <i>paving block</i> dengan bahan pengganti	Mengetahui pengaruh penambahan limbah botol plastik dan variasi penambahan	Mengetahui nilai kuat tekan pada <i>paving block</i> dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (<i>PolyPropylene</i>) sebagai	Mengetahui nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada <i>paving block</i> dengan penambahan

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
	<p>sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%</p> <p>Untuk mengetahui nilai optimum kuat tekan dan penyerapan air</p> <p>Untuk mengetahui paving block dengan campuran limbah botol plastik dan kerang hijau dapat dijadikan sebagai salah satu bahan konstruksi ramah lingkungan</p>	<p>agregat halus menggunakan cacahan plastik jenis PP (<i>Polypropylene</i>)</p> <p>Mengetahui nilai persentase daya serap air <i>paving block</i> dengan bahan pengganti agregat halus menggunakan cacahan plastik jenis PP (<i>Polypropylene</i>)</p>	<p>abu terbang (fly ash) terhadap penyerapan <i>paving block</i> ramah lingkungan</p>	<p>pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.</p> <p>Mengetahui pengaruh daya serap air pada <i>paving block</i> dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (<i>PolyPropylene</i>) sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.</p>	<p>cacahan limbah gelas plastik.</p> <p>Mengetahui persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik pada <i>paving block</i> yang optimum.</p> <p>Mengetahui hubungan penambahan cacahan limbah gelas plastik pada <i>paving block</i>.</p>

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
Metode Penelitian	Metode yang digunakan dalam pembuatan <i>paving block</i> dengan pemanfaatan limbah plastik kemasan air mineral dan limbah kulit kerang hijau sebagai bahan substitusi yaitu dengan metode eksperimen.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan SNI 03-0691-1996 tentang <i>paving block</i> Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen di lapangan dan laboratorium.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental yaitu penelitian yang dalam pemecahan permasalahannya menggunakan uji coba di laboratorium.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimen dengan melakukan penelitian di laboratorium dan pembuatan <i>paving block</i> yang mengacu pada SNI 03-0691-1996.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian eksperimen dalam pembuatan <i>paving block</i> dengan dilakukan penambahan variasi cacahan limbah gelas plastik terhadap berat pasir dengan melakukan penelitian di laboratorium.

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
Hasil Penelitian	<p>Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 4Ps, dengan komposisi variasi limbah plastik yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering paving block. Persentase dengan menggunakan bahan substitusi 10% limbah botol plastik + 10% limbah kulit kerang dapat menaikkan nilai kuat tekan pada umur 28</p>	<p>Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 6Ps, dengan persentase komposisi cacahan plastik PP yaitu 0%, 0,3%, 0,4%, 0,5% dan 0,6% dari berat pasir. Berdasarkan hasil penelitian bisa disimpulkan untuk nilai kuat tekan maksimum</p>	<p>Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 4Ps dengan variasi fly ash yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat semen dan limbah plastik sebesar 0,5% dari total campuran. Secara berurutan hasil penyerapan yaitu 8.62%, 9.46%, 7.26%, 10.33%, 11.86%, dan</p>	<p>Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 4Ps dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30% terhadap pasir. Hasil dari variasi 0% dan 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. untuk variasi 20% dan 30% didapat nilai kuat tekan sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D.</p>	

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
	<p>hari yaitu sebesar 12,8 MPa yang masuk kedalam mutu C dibandingkan paving block normal yang bernilai 7,8 MPa. Penyerapan air pada umur 49 yaitu 2,36% terdapat pada variasi paving block 20% limbah botol plastik + 20% limbah kulit kerang yaitu sebesar 1,45%. Persentase tersebut masuk kedalam mutu A. Hal</p>	<p>pada variasi 0,4% yaitu 11,91 MPa dengan kenaikan yaitu 27,1% dibanding <i>paving block</i> tanpa bahan campuran. Nilai kuat tekan menurun pada variasi 0,5% dan 0,6% namun nilai tersebut masih lebih tinggi daripada <i>paving block</i> tanpa bahan campuran. Nilai</p>	<p>11.66%. Dengan demikian Mutu <i>paving block</i> masuk kedalam klasifikasi mutu D yang diperuntukan untuk taman kota. Semakin besar persentase <i>fly ash</i> maka semakin besar daya serap air, hal ini menyebabkan <i>paving block</i> tidak memenuhi sifat fisik yang telah</p>	<p>Penyerapan air paving block untuk variasi 0%, 10% dan 20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP (PolyPropylene) sebagai pengganti sebagian pasir</p>	

Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
Nama	Handayasari I., dkk	Kusuma G.A.	Diana A.I.N., dkk	Mildawati R., dkk	Rozi M.F.
Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
	ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai kuat tekan dari paving block normal sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan konstruksi ramah lingkungan.	penyerapan air <i>paving block</i> dengan variasi 0,4% memiliki nilai paling rendah yaitu 9%. Penyerapan air maksimal terjadi pada <i>paving block</i> normal tanpa bahan campuran cacahan plastik PP (<i>PolyPropylene</i>).	ditentukan oleh SNI 03-0691-1989 yaitu sebesar 3-10%.	maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari paving block.	

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 *Paving Block*

3.1.1 Pengertian *Paving Block*

Paving block atau bata beton merupakan 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 bata beton itu. Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya yang digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan. (SNI 03-0691-1996)

Paving block (bata beton) banyak digunakan di bidang konstruksi dan menjadi alternatif pilihan lapisan perkerasan permukaan, mudah dipasang, perawatannya mudah dan memiliki aspek estetika sehingga *paving block* banyak digunakan. Pada umumnya *paving block* dipakai untuk pejalan kaki, trotoar, jalan (Mulyati, 2015).

Paving block sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus. *Paving block* dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di komplek perumahan dan kawasan permukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan area parkir, area perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran, berikut contoh *paving block* dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Paving Block Bata
(Sumber : Google, 2022)

3.1.2 Klasifikasi *Paving Block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* mempunyai klasifikasi dalam mutu beton sebagai berikut.

1. *Paving block* mutu A, memiliki kuat tekan minimum 35 MPa dan rata-rata 40 MPa dengan penyerapan air maksimal sebesar 3%. penggunaan bata beton mutu A ini umumnya digunakan untuk jalan.
2. *Paving block* mutu B, memiliki kuat tekan minimum 17 MPa dan rata-rata 20 MPa dengan penyerapan air maksimal 6%. penggunaan bata beton mutu B ini umumnya digunakan untuk peralatan parkir.
3. *Paving block* mutu C, memiliki kuat tekan minimum 12.5 MPa dan rata-rata 15 MPa dengan penyerapan air maksimal 8%. penggunaan bata beton mutu C ini umumnya digunakan untuk pejalan kaki.
4. *Paving block* mutu D, memiliki kuat tekan minimum 8.5 MPa dan rata-rata 10 MPa dengan penyerapan air maksimal 10%. penggunaan bata beton mutu D ini umumnya digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

3.1.3 Syarat Mutu *Paving Block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* harus memenuhi persyaratan mutu sebagai berikut.

1. Sifat Tampak

Bata beton harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat bagian sudut.

2. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi +8%.

3. Sifat Fisika

Bata beton harus memiliki Sifat-sifat fisika seperti pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Sifat-Sifat Fisika

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : Bata Beton (*Paving Block*) SNI 03-0691-1996

3.1.4 Keuntungan dan Kelemahan Penggunaan *Paving Block*

Penggunaan *paving block* mempunyai beberapa keuntungan yaitu sebagai berikut:

1. Tidak membutuhkan alat berat pada saat pemasangannya.
2. Dalam pemeliharaannya termasuk mudah.
3. Dalam pelaksanaannya juga termasuk mudah karena tidak memerlukan keahlian khusus
4. Dapat diproduksi secara massal sesuai mutu yang diinginkan
5. *Paving block* yang di desain dengan warna yang indah dan bentuk yang berbagai macam.

Adapun beberapa kelemahan pada penggunaan *paving block* berikut ini

1. *Paving block* kurang cocok untuk digunakan yang dilalui oleh kendaraan dengan muatan yang berat dan berkecepatan tinggi.
2. *Paving block* dengan pemasangannya yang kurang kuat dan kondisi tanahnya tidak rata maka *paving block* akan mengalami mudahnya bergelombang.

3.2 Bahan Penyusun *Paving Block*

Paving block memiliki bahan yang hampir sama dengan pembuatan beton tetapi tidak menggunakan agregat kasar. Pada pembuatannya memiliki bahan utama penyusun bata beton (*paving block*) terdiri dari semen portland, agregat halus, dan air. Adapun yang menggunakan bahan tambah yaitu terdiri dari semen portland, agregat halus, air dan bahan tambah dalam penelitian ini yaitu menggunakan cacahan limbah gelas plastik jenis PP (*PolyPropylene*).

3.2.1 Semen Portland

Semen digunakan sebagai bahan perekat yang merekatkan material lain seperti batu bata, agregat sehingga dapat membentuk sebuah bangunan. Semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 2049-2015).

Fungsi semen yaitu untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Fungsi pasta semen adalah untuk mengikat partikel-partikel agregat sehingga membentuk suatu massa yang padat atau kompak. Selain itu, untuk mengisi ruang atau rongga-rongga di antara butiran agregat (Tjokrodinuljo, 1996).

Semen portland terbuat dari mineral kristalin bubuk halus yang bahan utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Saat menambahkan air pada mineral akan membuat suatu pasta yang apabila mengering akan memiliki kekerasan seperti batu. Bahan utama pada pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Terkadang ditambahkan dengan oksida besi untuk mengontrol komposisinya, sedangkan gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) juga ditambahkan untuk mengatur waktu pengikatan semen (Mulyono, 2004).

Jenis semen portland merupakan semen yang sering digunakan dalam dunia konstruksi. Adapun jenis dan penggunaan semen portland menurut (SNI 2049-2015) adalah sebagai berikut:

1. Jenis I yaitu semen portland umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti semen jenis lainnya.
2. Jenis II merupakan semen portland yang dalam penggunaannya mampu menahan sulfat atau hidrasi pada suhu sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah pengikatan.
4. Jenis IV merupakan semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan hidrasi suhu rendah
5. Jenis V merupakan semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat yang tinggi saat digunakan.

3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm berasal dari alam atau hasil olahan (SNI 03-6820-2002).

Menurut (SK SNI-S-04-1989-F:28) tentang Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan dalam penelitian Giovan R.A (2018), maka agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Kadar lumpur benda uji yang lolos saringan 0,063 mm dan tidak lebih dari 5%.
2. Butiran pasir harus bersifat kekal yaitu tidak pecah atau rapuh karena pengaruh kondisi cuaca, seperti hujan dan panas matahari.
3. Pasir tidak boleh mengandung zat organik yang dapat menurunkan mutu beton, oleh karena itu apabila direndam dengan larutan NaOH 3% cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding

Pada penelitian ini pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian berat volume padat dan gembur, pengujian lolos saringan no.200 (uji kandungan lumpur).

3.2.3 Air

Air memegang peranan penting dalam pembuatan *paving block*, fungsi air adalah untuk membantu proses pengikatan, pembasahan agregat dan memperlancar proses tersebut. Kualitas air harus diperhatikan karena kandungan kotoran di dalamnya akan mempengaruhi kualitas. Secara umum, air yang baik untuk digunakan adalah air yang dapat diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia atau PUBI-1982 persyaratan air untuk campuran beton sebagai berikut:

1. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap *paving block*.
2. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan menurunkan mutu beton.
3. Kandungan klorida (Cl) < 0.50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃.
4. Apabila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.

Untuk air yang digunakan untuk perawatan beton, air yang digunakan untuk pencampuran dapat digunakan air yang bersih dan tidak mengandung lumpur.

3.2.4 Cacahan Limbah Gelas Plastik

Limbah plastik di dunia semakin meningkat setiap tahunnya, salah satu limbah plastik yang banyak ditemukan adalah jenis PP (*PolyPropylene*).

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya, tetapi banyak bahan tambah dapat mengubah lebih dari satu sifat beton, sehingga kadang-kadang justru merugikan (Mulyono, 2004).

Bahan tambahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah limbah plastik. Limbah plastik yang dimaksud adalah limbah gelas plastik jenis PP

(*PolyPropylene*) yang telah diubah menjadi potongan atau cacahan gelas plastik yang akan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Dalam penelitian ini cacahan limbah gelas plastik telah dicacah atau dipotong menjadi kecil di tempat cacahan menggunakan mesin pencacah dan limbah gelas plastik ini sudah dibeli dalam bentuk cacahan yang berukuran sekitar 5-10 mm. Cacahan limbah gelas plastik ini berasal dari Desa Kedunglengkong, Kecamatan Simo, Boyolali.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002 agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm, maka peneliti mengharapkan cacahan limbah gelas plastik ini bisa dipakai untuk pengganti sebagian pasir. Cacahan limbah gelas plastik disaring dengan lolos ayakan 4,75 mm sesuai syarat agregat halus. Berikut merupakan gambar dari cacahan limbah gelas plastik dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Cacahan Limbah Gelas Plastik

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Plastik jenis PP (*PolyPropylene*) ini adalah jenis yang terbaik jika digunakan untuk menyimpan makanan, terutama untuk botol minuman atau botol susu bayi (bening/transparan). Disarankan untuk mencari simbol ini bila membeli barang-barang plastik untuk makanan. Tingkat bahaya dan kesulitan terurai plastik ini rendah, *Polypropylene* lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Bahan yang terbuat dari PP (*PolyPropylene*) bila ditekan akan kembali ke bentuk semula atau bersifat elastis (Syefringga, 2021).

3.3 Pengujian *Paving Block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 memiliki beberapa pengujian untuk mengetahui mutu dalam *paving block* yaitu diantaranya kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air, berikut merupakan penjelasan dari beberapa pengujian tersebut.

3.3.1 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan *paving block* merupakan nilai beban maksimal yang dapat ditahan dalam per suatu luasan bidang *paving block* mencapai benda uji tersebut retak. Oleh karena itu diharapkan untuk meningkatkan kuat tekan dalam pembuatan *paving block* dapat dilakukan dengan memberikan penambahan campuran pada *paving block*. Sebelum diuji benda uji akan dipotong menjadi berbentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 cm.

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 kuat tekan *paving block* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \quad (3.1)$$

dengan:

Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

L = Luas bidang tekan (mm²)

3.3.2 Pengujian Ketahanan Aus

Ketahanan aus merupakan hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain, oleh karena itu tingkat dalam keausan menentukan umur pakai pada *paving block*. Tanda-tanda yang menunjukkan bahwa benda uji tersebut tahan aus yaitu kecilnya pengurangan

massa akibat gesekan. Sebelum diuji benda uji dipotong menjadi berbentuk balok 5 x 5 x 2 cm.

Berdasarkan Laboratorium Bahan Bangunan, Universitas Gadjah Mada ketahanan aus *paving block* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Ketahanan Aus (D)} = 1,26G + 0,0246 \quad (3.2)$$

dengan:

D = Ketahanan Aus (mm/menit)

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

3.3.3 Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air yaitu persentase berat pada air yang diserap oleh pori-pori *paving block*, Hal ini diperoleh dengan membandingkan berat basah setelah direndam selama 24 jam dan *paving block* dikeringkan di dalam oven pada suhu kurang lebih 105°C selama 24 jam, kemudian *paving block* ditimbang untuk mengetahui berat kering. Pengujian penyerapan air menggunakan benda uji utuh atau tidak dipotong.

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 Penyerapan air *paving block* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (3.3)$$

dengan:

A = Berat bata beton basah (gram)

B = Berat bata beton kering (gram)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini sampel benda uji yang dipakai adalah *paving block* berbentuk bata atau balok dengan dimensi 20 x 10 x 6 cm. *Paving block* dengan komposisi campuran 1Pc : 4Ps dengan variasi persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat pasir. Persentase yang diambil tersebut didapatkan dari penelitian terdahulu yang mengambil persentase 0%, 10%, 20% dan 30%. Dalam penelitian ini mengambil persentase dibawah 10% yaitu untuk mengetahui perilaku penambahan cacahan plastik ataupun perubahan dari kualitas paving block pada persentase 0% sampai dengan 10% terhadap berat pasir.

Paving block tersebut akan dilakukan pengujian setelah umur 28 hari, sampel yang digunakan setiap variasi terdiri dari 10 buah untuk uji kuat tekan, 5 buah uji ketahanan aus, dan 5 buah uji penyerapan air, sehingga jumlah keseluruhan sampel pada penelitian ini yaitu 100 benda uji.

4.2 Lokasi Penelitian

Pembuatan *paving block* dalam penelitian ini berada di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi, Universitas Islam Indonesia. Untuk pengujiannya dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.3 Alat dan Bahan

Dalam melaksanakan penelitian terlebih dahulu mempersiapkan alat dan bahan yang dipakai Berikut merupakan alat dan bahan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu:

4.3.1 Alat

Alat-alat yang dipakai pada tahap awal pembuatan dan juga pengujian sampel benda uji pada *paving block* yaitu sebagai berikut.

1. Timbangan

Timbangan yang dipakai yaitu timbangan ketelitiannya 0,1 gram. Fungsinya yaitu untuk mengukur berat material yang dipakai untuk pembuatan *paving block*. Berikut gambar timbangan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Timbangan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

2. Jangka Sorong

Peralatan ini mempunyai fungsi untuk mengukur dimensi benda. Berikut gambar jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Jangka Sorong
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

3. Cetok

Cetok memiliki fungsi untuk pencampuran, pengambilan bahan penyusun pada pembuatan *paving block*. Berikut gambar cetok dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Cetok

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

4. Oven

Oven ini mempunyai fungsi untuk mengeringkan dan melakukan pengujian kandungan lumpur pasir, uji penyerapan air pada *paving block*, dan lain-lain. Berikut gambar oven bisa dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini



Gambar 4.4 Oven

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

5. Alat Pemotong *Paving Block*

Fungsinya untuk memotong benda uji *paving block* dengan ukuran semula 20 x 10 x 6 cm, untuk pengujian kuat tekan dipotong menjadi berukuran kubus berukuran 6 x 6 x 6 cm dan untuk pengujian ketahanan aus dipotong menjadi ukuran 5 x 5 x 2 cm. Gambar alat pemotong dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini



Gambar 4.5 Alat Pemotong *Paving Block*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

6. Mesin Cetak *Paving Block*

Mesin cetak *paving block* yang dipakai yaitu mesin *press* pembuatan *paving block* yang dilakukan dengan sistem hidrolik dan juga dengan *vibrator* (penggetar mesin). *Paving block* menggunakan cetakan berbentuk balok yang telah dipasang pada alat mesin cetak dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm. Berikut gambar mesin cetak dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Mesin Cetak *Paving Block*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

7. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin ini digunakan untuk pengujian kuat tekan *paving block*. Untuk mendapatkan nilai maksimum yang dapat ditahan oleh *paving block*. Berikut gambar mesin uji kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Mesin Uji Kuat Tekan *Paving Block*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

8. Mesin Uji Ketahanan Aus

Mesin ini untuk pengujian ketahanan keausan *paving block*. Untuk menghitung ketahanan aus pada *paving block* yang akan diuji. Berikut gambar mesin uji ketahanan aus dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Mesin Uji Ketahanan Aus *Paving Block*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

9. Peralatan Pendukung

Alat pendukung lainnya seperti pan, ember, penggaris, kuas, selang, dan lain-lain.

4.3.2 Bahan

1. Cacahan Limbah Gelas Plastik

Limbah gelas plastik jenis PP (*PolyPropylene*) yaitu digunakan untuk bahan tambah dalam pembuatan *paving block*. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini berupa cacahan limbah gelas plastik yang telah dicacah atau dipotong menjadi kecil di tempat cacahan menggunakan mesin pencacah. Limbah gelas plastik ini sudah dibeli dalam bentuk cacahan dengan ukuran sekitar 5-10 mm. Cacahan limbah gelas plastik ini berasal dari Desa Kedunglengkong, Kecamatan Simo, Boyolali. Berikut merupakan contoh dari cacahan limbah gelas plastik dapat dilihat pada Gambar 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4.9 Cacahan Limbah Gelas Plastik

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

2. Semen Portland

Semen portland dalam penelitian ini digunakan untuk pengikat pada campuran *paving block*, semen yang dipakai dalam penelitian ini yaitu menggunakan semen PCC tipe 1 merek Tiga Roda. Berikut merupakan gambar dari semen portland dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Semen Portland Komposit (PCC) Merek Tiga Roda
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang merupakan besar butir maksimum 4,75 mm. Pasir yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan agregat halus atau pasir dari Gunung Merapi. Berikut merupakan gambar dari agregat halus atau pasir dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut.



Gambar 4.11 Agregat Halus (Pasir)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

4. Air

Air yang dipakai yaitu air bersih dan tidak tercampur dengan minyak, lumpur, dan benda-benda yang dapat merugikan atau menurunkan mutu pada *paving block*. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi

4.4 Komposisi Campuran *Paving Block*

Benda uji *paving block* akan dilakukan pengujian setelah umur 28 hari. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan komposisi yaitu 1Pc : 4Ps dengan variasi persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat pasir. Komposisi sampel dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Komposisi Campuran *Paving Block*

Kode Sampel	Komposisi Campuran			Uji Kuat Tekan	Uji Ketahanan Aus	Uji Penyerapan Air
	Semen	Pasir	Cacahan Limbah Gelas Plastik (%)			
A	1	4	0	10	5	5
B	1	3,9	2,5	10	5	5
C	1	3,8	5	10	5	5
D	1	3,7	7,5	10	5	5
E	1	3,6	10	10	5	5
Total Sampel				100		

4.5 Pengujian Kualitas Material di Laboratorium

4.5.1 Semen Portland Komposit

Persiapan yang akan dilakukan untuk bahan semen portland yaitu dilakukan dengan cara pemeriksaan secara visual keadaan semen tidak bergumpal. Semen yang dipakai dalam penelitian ini yaitu Semen PCC tipe 1 merek Tiga Roda.

4.5.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian ini untuk mengetahui berat jenis dan kemampuan agregat dalam penyerapan air pada agregat halus, Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada pasir terdapat dalam SNI 1970:2008. Berikut langkah-langkah dalam pengujiannya yaitu:

1. Benda uji disiapkan yaitu agregat yang lolos saringan No.4 (4,75 mm)
2. Pan ditimbang, timbang agregat halus pada kondisi SSD sebanyak 500 gram
3. Benda uji dikeringkan pada oven dengan suhu sekitar $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga berat benda uji tetap. Lalu benda uji direndam pada air sekitar 24 ± 4 jam.
4. Air perendaman dibuang secara perlahan, jangan sampai terbuang.
5. Keadaan diperiksa kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali dan ratakan permukaannya.
6. Apabila telah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, segera benda uji dimasukkan sebanyak 500 gram ke dalam piknometer, lalu air dimasukkan suling sampai mencapai 90 % isi piknometer, piknometer diputar sambil di guncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
7. Piknometer direndam dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu air standar 25°C . Tambahkan air sampai mencapai tanda batas
8. Piknometer ditimbang yang berisi benda uji dan air sampai ketelitian 0,1 gram (Bt)
9. Benda uji dikeluarkan dari piknometer, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, lalu dinginkan benda uji dalam desikator.

10. Setelah benda uji dingin, lalu ditimbang (B_k)
11. Berat piknometer ditimbang penuh berisi air (B), dan suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu air standar 25°C.
12. Hasil penimbangan yang telah dicatat dapat digunakan untuk dilakukan perhitungan yang dapat diperoleh menggunakan Persamaan 4.1, Persamaan 4.2, Persamaan 4.3 dan Persamaan 4.4

$$\text{Benda jenis curah} = \frac{B_k}{B + 500 - B_t} \quad (4.1)$$

$$\text{Benda jenis jenuh kering permukaan} = \frac{500}{B + 500 - B_t} \quad (4.2)$$

$$\text{Benda jenis semu} = \frac{B_k}{B + B_k - B_t} \quad (4.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (4.4)$$

dengan:

B_k = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

B_t = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

4.5.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus

Pengujian berat volume padat dan gembur pada agregat halus terdapat dalam SNI 03-4804-1998. Berikut langkah-langkah dalam pengujiannya yaitu:

1. Pengujian berat volume padat
 - a. Timbang, ukur diameter dan tinggi tabung
 - b. Agregat halus dimasukkan ke dalam tabung sampai 1/3 bagian setelah itu ditumbuk sebanyak 25 kali
 - c. Kemudian agregat halus dimasukkan ke dalam tabung sampai 2/3 bagian setelah itu ditumbuk sebanyak 25 kali
 - d. Lalu kembali agregat halus dimasukkan sebanyak 1/3 bagian hingga penuh kemudian tumbuk sebanyak 25 kali

- e. Setelah itu tabung ditimbang yang berisi pasir, dari hasil penimbangan dan pengukuran dapat diperoleh perhitungan menggunakan Persamaan 4.5
2. Pengujian berat volume gembur
 - a. Timbang, ukur diameter dan tinggi tabung
 - b. Agregat halus dimasukkan ke dalam tabung hingga penuh lalu diratakan
 - c. Setelah itu tabung ditimbang yang berisi pasir, dari hasil penimbangan dan pengukuran dapat diperoleh perhitungan menggunakan Persamaan 4.5

$$\text{Berat volume} = \frac{W}{V} \quad (4.5)$$

dengan:

W = Berat agregat dalam cetakan (gram)

V = Volume benda uji (gram)

4.5.4 Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur)

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai kandungan lumpur dalam agregat halus atau pasir yang dinyatakan dalam persen. Pengujian lolos saringan no.200 uji kandungan lumpur pada pasir terdapat dalam SNI 03-4142-1996. Berikut langkah-langkah dalam pengujiannya yaitu:

1. Timbang benda uji agregat halus sebanyak 500 gram
2. Agregat halus dimasukkan ke dalam saringan No. 200 dan alirkan air diatasnya
3. Benda uji digerakkan dalam saringan dengan aliran air yang cukup deras, sehingga bagian yang halus menembus saringan No. 200 dan saringan berubah menjadi jernih
4. Agregat halus dimasukkan yang telah dialiri ke dalam pan dan dimasukkan ke dalam oven 24 jam, setelah 24 jam pan dikeluarkan dari oven
5. Dari hasil penimbangan maka dapat diperoleh perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4.6

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (4.6)$$

dengan:

W1 = Berat agregat kering oven (gram)

W2 = Berat agregat kering oven setelah dicuci (gram)

4.5.5 Air

Air yang dicampurkan dalam pembuatan *paving block* ini tidak dihitung seberapa banyak yang digunakan dalam pencampuran. Air yang dicampurkan disesuaikan berdasarkan kondisi saat pencampuran, apabila terlalu kering maka air yang digunakan banyak namun apabila terlalu basah maka air yang digunakan sedikit karena dalam pembuatan *paving block* setiap kondisi pasti berbeda-beda. Air yang cukup untuk digunakan dalam pencampuran bisa secara visual yaitu dalam kondisi campuran setengah kering dan setengah basah dan bisa secara fisik yaitu saat proses pengadukan dapat dipegang menggunakan tangan lalu dikepal sampai proses pengadukan tidak terlalu basah dan terlalu kering.

Air yang ditambahkan pada setiap variasinya yaitu semakin meningkatnya persentase cacahan limbah gelas plastik maka penggunaan air dalam pencampuran semakin berkurang karena semakin penambahan persentase bahan pengganti plastik juga semakin banyak pada saat pencampuran yang dimana plastik yang terlalu banyak saat pencampuran menyebabkan air yang digunakan juga semakin berkurang.

4.6 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan komposisi 1Pc : 4Ps dengan persentase variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat pasir dan direndam selama 28 hari. Proses ini termasuk proses pencampuran dan penimbangan bahan, setelah itu dicampur menggunakan mesin pengaduk dan dibantu dengan cetok sekitar 10-15 menit hingga campuran pada bahan penyusun tercampur sampai merata.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan mesin *press* yang biasa dipakai pada pembuatan *paving block*. Adapun langkah-langkah proses pembuatan *paving block* dengan menggunakan mesin *press* sebagai berikut.

1. Alas triplek diletakkan di meja mesin *press*
2. Kemudian sesuaikan mesin saat posisi cetakan terbuka untuk memasukkan campuran pada cetakan sampai penuh
3. Sistem getaran dinyalakan pada alat mesin yang digunakan.
4. Setelah itu kembali isi hingga penuh pada cetakan yang turun akibat getaran.
5. Tekan tuas pemadat sampai bagian sampel turun dan melakukan proses pemadatan dengan sistem getar dinyalakan
6. Tekan tuas untuk mengangkat kedua bagian cetakan

4.7 Perawatan Benda Uji

Benda uji akan dilakukan perawatan setelah satu hari dari pembuatan *paving block*, dan dilakukan perendaman selama 28 hari.

4.8 Pemotongan Benda Uji

Paving block akan dilakukan pemotongan dengan alat pemotong gerinda, untuk pengujian kuat tekan benda uji dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm akan dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 cm dan untuk pengujian ketahanan aus benda uji dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm akan dipotong menjadi bentuk balok dengan ukuran 5 x 5 x 2 cm. Pemotongan dilakukan untuk pengujian kuat tekan dan ketahanan aus yang mengacu pada SNI 03-0691-1996. Untuk pengujian penyerapan air tidak perlu dipotong menjadi kubus, pengujian penyerapan air menggunakan ukuran utuh *paving block*.

4.9 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji akan diuji kelayakan setelah umur 28 hari, berikut beberapa pengujian *paving block* sebagai berikut.

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada *paving block* untuk mengetahui nilai kuat tekan maksimum yang dapat ditahan oleh *paving block*. Langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

- a. Benda uji dibersihkan hingga bersih, benda uji akan dipotong menjadi berbentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 cm
- b. Kemudian dimensi diukur benda uji dengan menggunakan jangka sorong
- c. Setelah itu benda uji diletakkan di bagian tengah alat mesin uji kuat tekan
- d. Alat mesin uji dinyalakan dengan pemberian seiring peningkatan beban.
- e. Pembebanan lalu dilakukan sampai beban turun dan beban maksimum yang terjadi pada benda uji dicatat.

2. Pengujian Ketahanan Aus

Pengujian ketahanan aus pada *paving block* untuk mengetahui nilai ketahanan aus pada *paving block*. Langkah-langkah dalam pengujian ketahanan aus mengacu pada SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

- a. Benda uji dibersihkan permukaannya, setelah itu benda uji dipotong menjadi berbentuk balok 5 x 5 x 2 cm
- b. Benda uji ditimbang yang telah dipotong
- c. Kemudian benda uji diletakkan di tengah alat benda uji untuk dilakukan pengausan, lalu mesin dinyalakan dalam waktu 15 menit.
- d. Benda uji dibersihkan lalu di timbang dan dicatat hasil penimbangannya.

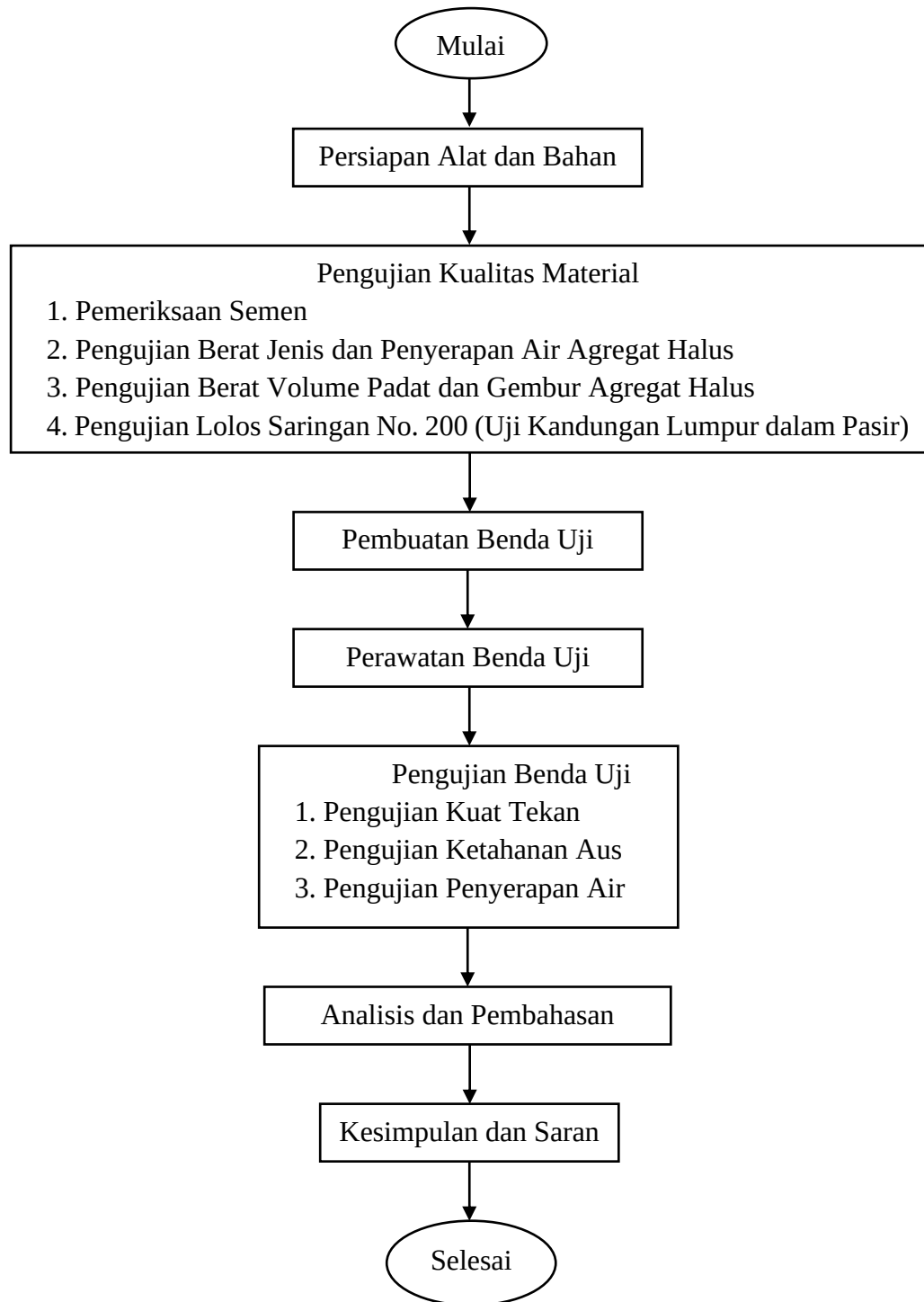
3. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air pada *paving block* untuk mengetahui nilai daya serap air pada *paving block*. Langkah-langkah dalam pengujian penyerapan air berdasarkan SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

- a. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam
- b. Kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah
- c. Setelah itu keringkan dalam pengering selama kurang lebih 24 jam pada suhu kurang lebih 105°C sampai beratnya pada dua kali penimbangan selisihnya kurang lebih 0,2% saat penimbangan sebelumnya.
- d. Benda uji ditimbang pada keadaan kering oven lalu dicatat.

4.10 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir yang akan dilakukan dalam penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Dalam penelitian ini *paving block* dibuat memakai tiga bahan penyusun utama yaitu semen, pasir, air, dan bahan campuran pengganti yaitu cacahan gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir. Dalam penjelasan bab ini menerangkan tentang hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium, hasil penelitian ini diawali dengan pengujian kualitas material agregat halus sampai dengan pengujian pada benda uji yang meliputi pengujian kuat tekan, pengujian ketahanan aus dan pengujian penyerapan air lalu dilakukan pembahasan berdasarkan hasil yang diperoleh pada saat pengujian di laboratorium.

5.2 Hasil Pengujian Kualitas Material di Laboratorium

Bahan yang dipakai pada pengujian ini merupakan pasir yang lolos ayakan 4,75 mm. Pengujian kualitas material yang dilakukan adalah uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus, uji berat volume padat dan gembur agregat halus dan uji lolos saringan no.200 (uji kandungan lumpur). Berikut hasil dari pengujian karakteristik material.

5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dalam penelitian ini dipakai pasir yang telah lolos ayakan diameter 4,75 mm, pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan metode SNI 1970:2008. Adapun perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat halus sampel 1 sebagai berikut.

1. Berat Jenis Curah

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{B+500-Bt} \\ &= \frac{492}{735+500-1044} \\ &= 2,576\end{aligned}$$

2. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis jenuh kering muka} &= \frac{500}{B+500-Bt} \\
 &= \frac{500}{735+500-1044} \\
 &= 2,618
 \end{aligned}$$

3. Berat Jenis Semu

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \\
 &= \frac{492}{735+492-1044} \\
 &= 2,689
 \end{aligned}$$

4. Penyerapan Air

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan air} &= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \\
 &= \frac{500-492}{492} \times 100\% \\
 &= 1,63\%
 \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah perhitungan yang sama untuk analisa pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus sampel 2 dan sampel 3, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rerata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	492	491	490	491
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gr	500	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gr (Bt)	1044	1027	1019	1030
Berat piknometer berisi air, gram (B)	735	719	711	721,667
Berat jenis curah, $(Bk/(B+500-Bt))$	2,576	2,557	2,552	2,562
Berat jenis jenuh kering muka (SSD), $(500/(B+500-Bt))$	2,618	2,604	2,604	2,609
Berat jenis semu, $(Bk/(B+Bk-Bt))$	2,689	2,683	2,692	2,688
Penyerapan air, $((500-Bk)/(Bk \times 100))$	1,63%	1,83%	2,04%	1,83%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus diperoleh yaitu berat jenis curah sebesar 2,562; berat jenis jenuh kering muka sebesar 2,609; berat jenis semu sebesar 2,688; dan penyerapan air agregat halus sebesar 1,83%, maka hasil dari pengujian berat jenis jenuh kering muka dan penyerapan air agregat halus sudah memenuhi persyaratan SNI 1970:2008. Menurut Tjokrodinuljo (1996) berat jenis agregat normal memiliki berat jenis sebesar 2,5 – 2,7 dan penyerapan air maksimal 5%.

5.2.2 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat

Dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume pasir pada kondisi gembur dan padat, Pengujian berat volume gembur dan padat pada pasir mengacu pada SNI 03-4804-1998. Adapun perhitungan berat volume gembur dan padat pada pasir sebagai berikut.

1. Berat Volume Gembur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 20711 - 12111 \\
 &= 8600 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 15,25^2 \times 31,3 \\
 &= 5717,075 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{8600}{5717,075} \\
 &= 1,504 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Berat Volume Padat

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 21451 - 12111 \\
 &= 9340 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 15,25^2 \times 31,3 \\
 &= 5717,075 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{9340}{5717,075} \\
 &= 1,634 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus yang bisa dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Pasir

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	31,3
Tinggi silinder (t), cm	15,25
Berat silinder (W1), gr	12111
Berat silinder + agregat kering tungku (W2), gr	20711
Berat agregat (W3), gr	8600
Volume silinder (V), cm ³	5717,075
Berat volume gembur (W3/V), gr/cm ³	1,504

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Pasir

Uraian	Hasil Pengamatan
Diameter silinder (d), cm	31,3
Tinggi silinder (t), cm	15,25
Berat silinder (W1), gr	12111
Berat silinder + agregat kering tungku (W2), gr	21451
Berat agregat (W3), gr	9340
Volume silinder (V), cm ³	5717,075
Berat volume padat (W3/V), gr/cm ³	1,634

Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh berat volume gembur agregat halus rata-rata sebesar 1,504 gram/cm³ dan berat volume padat agregat halus rata-rata sebesar 1,634 gram/cm³. Berdasarkan hasil diatas dapat dilihat yaitu berat volume padat lebih besar daripada berat volume gembur disebabkan dalam pengujian berat volume padat yang dilaksanakan dengan cara pemadatannya ditumbuk sehingga hasil dari berat volume padat lebih besar daripada berat volume gembur yang tidak ditumbuk.

5.2.3 Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur)

Dalam pengujian lolos saringan no.200 atau pengujian kandungan lumpur agregat halus ini mengacu pada SNI 03-4142-1996. Adapun perhitungan lolos saringan no.200 atau kandungan lumpur dalam agregat halus sebagai berikut.

1. Persentase Berat Yang Lolos Ayakan No.200

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase berat yang lolos ayakan no.200} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \\
 &= \frac{500 - 478}{500} \times 100\% \\
 &= 4,40\%
 \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi hasil pengujian lolos saringan no.200 agregat halus yang bisa dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Lolos Saringan No.200

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat agregat kering oven (W1), gram	500
Berat agregat kering oven setelah di cuci (W2), gram	478
Persentase berat yang lolos ayakan no. 200 [(W1-W2/W1] x 100 %	4,40%

Berdasarkan hasil pengujian lolos saringan no.200 diperoleh nilai kadar kandungan lumpur dalam agregat halus sebesar 4,40%. maka hasil dari pengujian lolos saringan no.200 atau kadar kandungan lumpur dalam agregat halus sudah memenuhi persyaratan SNI 03-4142-1996 dengan syarat kadar kandungan lumpur maksimal pada agregat halus yaitu 5%.

5.2.4 Semen

Semen yang dipakai dalam penelitian yaitu semen PCC tipe 1 merek Semen Tiga Roda dengan cara pengamatan secara visual yaitu semen dalam kondisi tidak terdapat gumpalan-gumpalan pada semen.

5.2.5 Air

Air yang dipakai dalam penelitian adalah air yang berada di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII. Berdasarkan pemeriksaan secara penglihatan bahwa air tersebut bersih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mengandung lumpur.

5.2.6 Cacahan Limbah Gelas Plastik

Cacahan limbah gelas plastik jenis PP (*PolyPropylene*) yang dipakai pada penelitian ini yang berasal dari Desa Rosok Simo, Boyolali, Jawa Tengah. Cacahan yang dipakai pada penelitian ini merupakan cacahan limbah gelas plastik yang lolos ayakan 4,75 mm sesuai syarat agregat halus, karena cacahan limbah gelas plastik ini sebagai pengganti sebagian pasir.

5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Berdasarkan hasil pengujian kualitas material agregat halus yaitu pasir di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII pada benda uji agregat halus diperoleh hasil berat volume agregat halus sebesar 1,634 gram/cm³ dan kandungan lumpur sebesar 4,40%.

Benda uji yang dibuat dalam pengujian ini menggunakan komposisi campuran perbandingan 1Pc : 4Ps, sedangkan variasi penambahan cacahan limbah gelas plastik yang digunakan yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat pasir. Adapun perhitungan kebutuhan campuran pada *paving block* sebagai berikut.

Volume 1 benda uji <i>paving block</i>	$= 20 \times 10 \times 6 \text{ cm}$ $= 1200 \text{ cm}^3$
Faktor pemadatan	$= 1,2$
Kebutuhan pasir untuk 1 <i>paving block</i>	$= \frac{4}{5} \times B.V \text{ pasir} \times V \text{ paving block} \times 1,2$ $= \frac{4}{5} \times 1,634 \times 1200 \times 1,2$ $= 1882,37 \text{ gram}$
Kebutuhan pasir untuk 20 <i>paving block</i>	$= 20 \times 1882,37$ $= 1,634 \times 1200 \times 1,2$ $= 37647,360 \text{ gram}$
Kebutuhan semen untuk 1 <i>paving block</i>	$= \frac{1882,37}{4}$ $= 470,592 \text{ gram}$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan semen untuk 20 paving block} &= 20 \times 470,592 \\ &= 9411,840 \text{ gram}\end{aligned}$$

Kebutuhan cacahan limbah gelas plastik jenis *PolyPropylene* terhadap berat pasir

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cacahan limbah gelas plastik 2,5\%} &= \frac{2,5}{100} \times 37647,360 \\ &= 941,184 \text{ gram}\end{aligned}$$

Maka kebutuhan pasir pada variasi 2,5% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan pasir 2,5\%} &= 37647,360 - 941,184 \\ &= 36706,176 \text{ gram}\end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah perhitungan kebutuhan cacahan limbah gelas plastik yang sama untuk perhitungan kebutuhan cacahan limbah gelas plastik variasi 5%, 7,5% dan 10 %, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi komposisi kebutuhan campuran pada *paving block* yang bisa dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Komposisi Kebutuhan Campuran *Paving Block*

Variasi (%)	Jumlah Benda Uji (Buah)	Bahan Penyusun Benda Uji		
		Semen (gram)	Pasir (gram)	Cacahan Limbah Gelas Plastik (gram)
0	20	9411,840	37647,360	0
2,5	20	9411,840	36706,176	941,184
5	20	9411,840	34823,808	1882,368
7,5	20	9411,840	32000,256	2823,552
10	20	9411,840	28235,520	3764,736
Total	100	47059,200	169413,120	9411,840

5.4 Kuat Tekan *Paving Block*

Pada penelitian ini dalam uji kuat tekan dilakukan setelah umur 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, *paving block* dipotong terlebih dahulu menjadi ukuran 6 x 6 x 6 cm dengan jumlah benda uji sebanyak 10 buah dengan 5 variasi. Pengujian ini dilakukan dengan menekan *paving block* hingga hancur atau retak dengan alat uji kuat tekan. Uji kuat tekan ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Adapun contoh perhitungan pengujian kuat tekan *paving block* pada sampel PA1 variasi 0% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang (p)} &= 5,933 \text{ cm} \\
 \text{Lebar (l)} &= 5,8 \text{ cm} \\
 \text{Luas bidang tekan (L)} &= p \times l \\
 &= 5,933 \times 5,8 \\
 &= 34,411 \text{ cm}^2 \\
 \text{Beban maksimal (P)} &= 78,251 \text{ kN} \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{L} \\
 &= \frac{78,251}{34,411} \\
 &= 2,274 \text{ kN/cm}^2 \\
 &= 22,740 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Apabila sudah diperoleh hasil kuat tekan setiap variasinya kemudian dihitung kuat tekan rata-rata *paving block* setiap variasinya, adapun contoh perhitungan kuat tekan rata-rata pada variasi 0% sebagai berikut.

$$\text{Kuat tekan rata-rata} = \frac{\sum \text{Kuat Tekan rata-rata}}{n}$$

Kuat tekan rata-rata

$$= \frac{22,740+25,205+15,858+18,885+22,424+20,883+17,243+22,590+22,479+35,122}{10}$$

Kuat tekan rata-rata = 22,343 MPa

Dengan langkah-langkah perhitungan kuat tekan rata-rata yang sama pada setiap variasi cacahan limbah gelas plastik, sehingga diperoleh hasil perhitungan kuat tekan seluruh variasi *paving block* yang bisa dilihat pada Tabel 5.6, Tabel 5.7, Tabel 5.8, Tabel 5.9, dan Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 0%

Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PA1	5,933	5,800	6,000	463,0	34,411	78,251	22,740	22,343
PA2	6,000	5,677	5,700	437,0	34,062	85,854	25,205	
PA3	6,033	6,000	5,975	468,0	36,198	57,405	15,858	
PA4	6,000	5,867	5,825	461,0	35,202	66,479	18,885	
PA5	5,900	5,933	6,000	467,0	35,005	78,496	22,424	
PA6	5,933	5,900	6,000	449,0	35,005	73,101	20,883	
PA7	6,000	5,833	5,875	441,0	34,998	60,348	17,243	
PA8	6,000	5,900	5,850	460,0	35,400	79,968	22,590	
PA9	5,900	5,900	5,925	465,0	34,810	78,251	22,479	
PA10	5,800	5,900	5,750	454,0	34,220	120,189	35,122	

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 2,5%

Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PB1	6,067	5,900	6,175	480,0	35,795	54,462	15,215	15,369
PB2	5,967	6,067	6,025	460,0	36,202	54,216	14,976	
PB3	6,167	6,2	5,950	460,0	38,235	55,443	14,500	
PB4	5,900	6,067	5,900	422,0	35,795	56,424	15,763	
PB5	5,967	6,000	6,250	468,0	35,802	55,443	15,486	
PB6	5,900	5,933	6,000	418,0	35,005	57,405	16,399	
PB7	5,900	6,133	6,225	458,0	36,185	59,367	16,407	
PB8	6,200	6,233	5,900	471,0	38,645	53,235	13,776	
PB9	6,000	6,200	6,025	429,0	37,200	60,348	16,222	
PB10	6,100	6,000	5,925	433,0	36,600	54,707	14,947	

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 5%

Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PC1	6,067	5,967	5,725	408,0	36,202	30,918	8,540	10,521
PC2	6,100	6,000	5,800	427,0	36,600	39,011	10,659	
PC3	6,100	6,133	5,875	418,0	37,411	40,973	10,952	
PC4	6,233	6,267	5,850	430,0	39,062	38,520	9,861	
PC5	6,000	6,000	5,975	406,0	36,000	35,430	9,842	
PC6	6,233	6,367	5,725	446,0	39,686	50,243	12,660	
PC7	6,100	6,100	5,850	443,0	37,210	41,218	11,077	
PC8	6,233	6,200	5,950	463,0	38,645	37,785	9,777	
PC9	6,200	6,000	5,750	432,0	37,200	42,199	11,344	
PC10	6,300	6,100	5,775	474,0	38,430	40,335	10,496	

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 7,5%

Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PD1	6,200	6,100	5,875	375,0	37,820	18,949	5,010	5,709
PD2	6,100	6,000	5,950	374,0	36,600	21,892	5,982	
PD3	6,233	6,000	6,100	393,0	37,398	19,832	5,303	
PD4	6,200	6,100	5,950	384,0	37,820	21,500	5,685	
PD5	6,200	6,100	5,925	381,0	37,820	21,598	5,711	
PD6	6,200	6,000	5,900	414,0	37,200	20,617	5,542	
PD7	6,300	6,200	6,050	418,0	39,060	21,794	5,580	
PD8	6,100	6,000	6,050	384,0	36,600	23,854	6,518	
PD9	6,200	6,100	5,950	373,0	37,820	23,658	6,255	
PD10	6,300	6,200	6,050	408,0	39,060	21,500	5,504	

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 10%

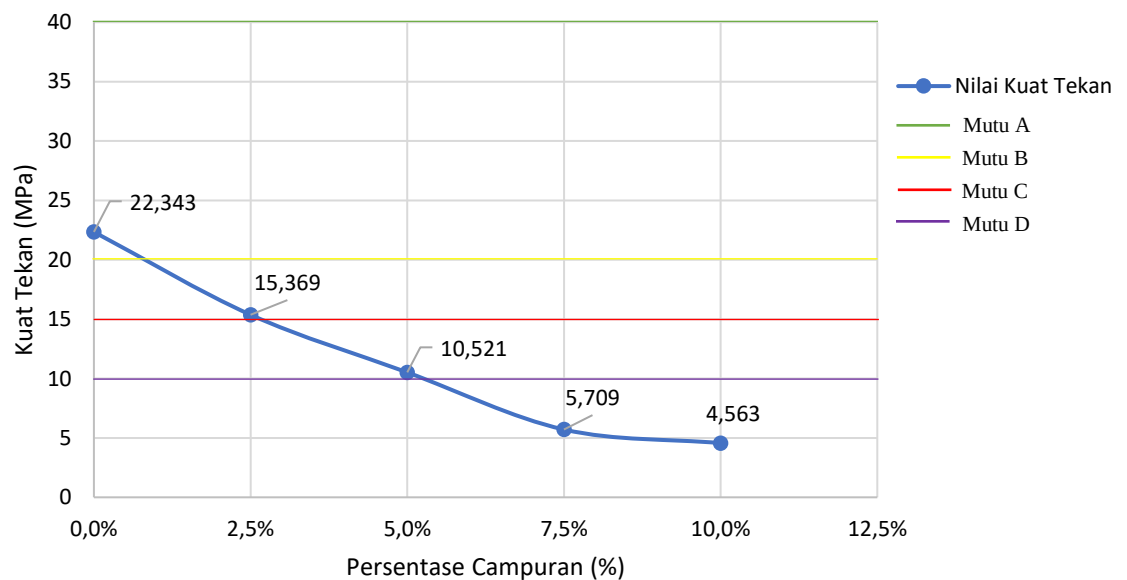
Kode Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PE1	6,233	5,900	5,600	342,0	36,775	18,361	4,993	4,563
PE2	6,033	5,867	5,775	342,0	35,396	15,810	4,467	
PE3	5,900	6,033	5,800	343,0	35,595	21,402	6,013	
PE4	5,833	6,100	5,700	331,0	35,581	11,690	3,285	
PE5	6,100	6,200	5,700	331,0	37,820	25,424	6,722	
PE6	5,933	6,167	5,850	354,0	36,589	14,731	4,026	
PE7	5,933	5,800	5,575	354,0	34,411	13,750	3,996	
PE8	6,100	6,167	6,075	328,0	37,619	18,459	4,907	
PE9	5,933	5,800	5,875	381,0	34,411	13,456	3,910	
PE10	5,733	6,000	5,775	319,0	34,398	11,396	3,313	

Berdasarkan hasil perhitungan kuat tekan rata-rata pada setiap variasi, setelah itu dilakukan penggolongan kualitas atau mutu pada *paving block* yang mengacu pada SNI 03-0961-1996 bisa dilihat pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*

No	Variasi (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0	22,343	B	Peralatan Parkir
2	2,5	15,369	C	Pejalan kaki
3	5	10,521	D	Taman dan Penggunaan lainnya
4	7,5	5,709	-	Tidak Memenuhi Standar
5	10	4,563	-	Tidak Memenuhi Standar

Berdasarkan hasil perhitungan kuat tekan pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang bisa dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



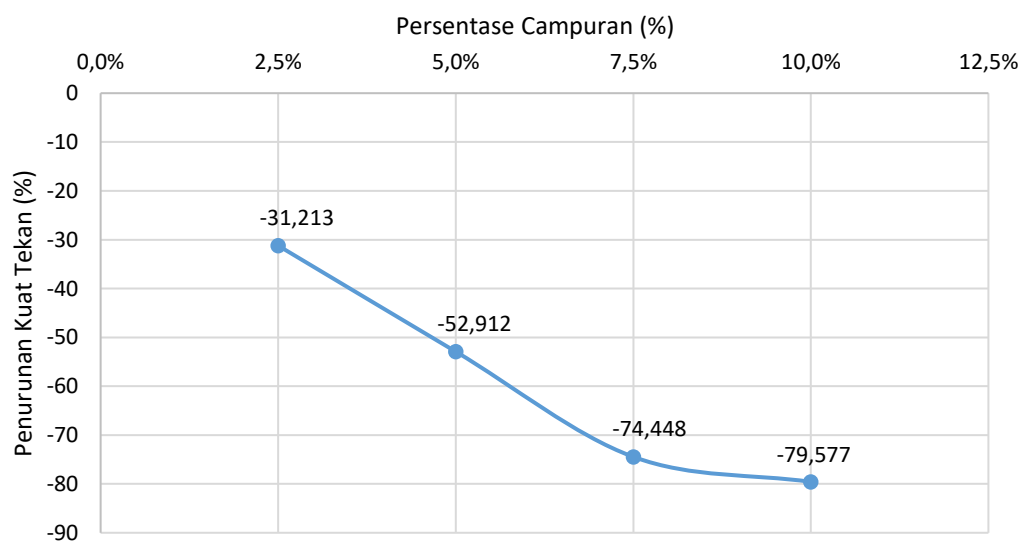
Gambar 5.1 Grafik Kuat Tekan Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil grafik diatas, dalam pengujian kuat tekan diperoleh hasil penurunan terhadap *paving block* normal, Berikut hasil rekapitulasi penurunan kuat tekan terhadap *paving block* normal dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Hasil Penurunan Kuat Tekan *Paving Block* Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap *Paving Block* Normal

<i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik		Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal (MPa)	Penurunan Kuat Tekan (%)
Variasi (%)	Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik (MPa)		
2,5	15,369	22,343	-31,213
5	10,521		-52,912
7,5	5,709		-74,448
10	4,563		-79,577

Berdasarkan hasil penurunan kuat tekan pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Grafik Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dapat diketahui bahwa penggunaan cacahan limbah gelas plastik terhadap berat pasir ini mempengaruhi pada *paving block* sehingga mengalami penurunan kuat tekannya. Semakin bertambahnya variasi pada penggunaan cacahan limbah gelas plastik nilai kuat tekan *paving block* akan mengalami penurunan, dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai kuat tekan maka kualitasnya semakin rendah.

Pada hasil pengujian kuat tekan diperoleh persentase perbandingan antara *paving block* normal dengan *paving block* dengan campuran bahan pengganti cacahan limbah gelas plastik yaitu dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% mengalami penurunan persentase kuat tekan nilai kuat tekan secara berturut-turut yaitu 31,213%, 52,912%, 74,448%, dan 79,577% yang disebabkan lekatan antar bahan penyusun ini kurang menyatu sehingga banyak rongga-rongga yang membuat *paving block* ini tidak padat saat dilakukan pengujian kuat tekan, semakin bertambahnya penambahan cacahan limbah gelas plastik ini mengakibatkan permukaan dalam *paving block* licin, tidak datar dan banyak yang berongga sehingga lekatan antar partikel tidak menyatu dengan bahan penyusun yang menyebabkan gangguan pada pengujian kuat tekan *paving block*, adapun juga beberapa faktor yang menyebabkan menurunkan kualitas *paving block* yaitu saat proses pencampuran bahan penyusun yang tidak merata, dan saat proses pemadatan dalam mencetak *paving block* menggunakan mesin pencetak paving yang tidak sepenuhnya padat yang akan mengakibatkan nilai kuat tekan menurun disebabkan terdapat rongga dalam *paving block*

Pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mildawati R., dkk (2021) yaitu penambahan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai substitusi pasir yaitu mempengaruhi penurunan kuat tekan *paving block*. Persentase 10%, 20% dan 30% mengalami penurunan persentase kuat tekan secara berturut-turut yaitu 8,23%, 25,95%, dan 50,00%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir maka dapat menurunkan persentase kuat tekan pada *paving block*.

5.5 Ketahanan Aus *Paving Block*

Pada penelitian ini dalam pengujian ketahanan aus juga diuji setelah umur benda uji 28 hari. Sebelum dilakukan uji ketahanan aus, benda uji dipotong menjadi ukuran 5 x 5 x 2 cm dengan jumlah benda uji 5 sampel dengan 5 variasi. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan dengan benda uji yang telah dipotong kemudian diuji keausan dengan alat uji ketahanan aus selama 15 menit. Pengujian ketahanan aus ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Adapun contoh perhitungan pengujian ketahanan aus *paving block* pada sampel KPA1 variasi 0% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat awal} &= 90,950 \text{ gr} \\
 \text{Berat akhir} &= 89,890 \text{ gr} \\
 \text{Kehilangan Berat} &= \text{Berat awal} - \text{Berat akhir} \\
 &= 90,950 - 89,890 \\
 &= 1,060 \text{ gr} \\
 \text{Waktu} &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Kehilangan berat/waktu (G)} &= \frac{1,060}{15} \\
 &= 0,071 \text{ gr/menit} \\
 \text{Ketahanan aus (D)} &= 1,26 G + 0,0246 \\
 &= (1,26 \times 0,071) + 0,0246 \\
 &= 0,114 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan hasil ketahanan aus setiap variasinya kemudian dihitung ketahanan aus rata-rata *paving block* setiap variasinya, adapun contoh perhitungan ketahanan aus rata-rata pada variasi 0% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Ketahanan aus rata-rata } (D_{\text{rata-rata}}) &= \frac{\sum D_{\text{rata-rata}}}{n} \\
 &= \frac{0,114+0,138+0,078+0,140+0,110}{5} \\
 &= 0,116 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah perhitungan ketahanan aus rata-rata yang sama pada setiap variasi cacahan limbah gelas plastik, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi ketahanan aus rata-rata seluruh variasi *paving block* yang dapat dilihat pada Tabel 5.13, Tabel 5.14, Tabel 5.15, Tabel 5.16, dan Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 0%

Kode Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan berat/waktu (gram/menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
KPA1	90,950	89,890	1,060	15	0,071	0,114	0,116
KPA2	98,300	96,950	1,350	15	0,090	0,138	
KPA3	101,600	100,970	0,630	15	0,042	0,078	
KPA4	98,440	97,070	1,370	15	0,091	0,140	
KPA5	96,740	95,720	1,020	15	0,068	0,110	

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 2,5%

Kode Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan berat/waktu (gram/menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
KPB1	102,670	101,180	1,490	15	0,099	0,150	0,157
KPB2	104,640	103,160	1,480	15	0,099	0,149	
KPB3	98,360	96,860	1,500	15	0,100	0,151	
KPB4	104,350	102,620	1,730	15	0,115	0,170	
KPB5	94,190	92,480	1,710	15	0,114	0,168	

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 5%

Kode Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan berat/waktu (gram/menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
KPC1	100,660	98,960	1,700	15	0,113	0,167	0,176
KPC2	110,010	108,180	1,830	15	0,122	0,178	
KPC3	100,370	98,340	2,030	15	0,135	0,195	
KPC4	110,460	108,570	1,890	15	0,126	0,183	
KPC5	113,420	111,830	1,590	15	0,106	0,158	

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 7,5%

Kode Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan berat/waktu (gram/menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
KPD1	104,740	102,720	2,020	15	0,135	0,194	0,225
KPD2	102,030	99,310	2,720	15	0,181	0,253	
KPD3	78,210	76,240	1,970	15	0,131	0,190	
KPD4	85,410	83,100	2,310	15	0,154	0,219	
KPD5	80,740	77,840	2,900	15	0,193	0,268	

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 10%

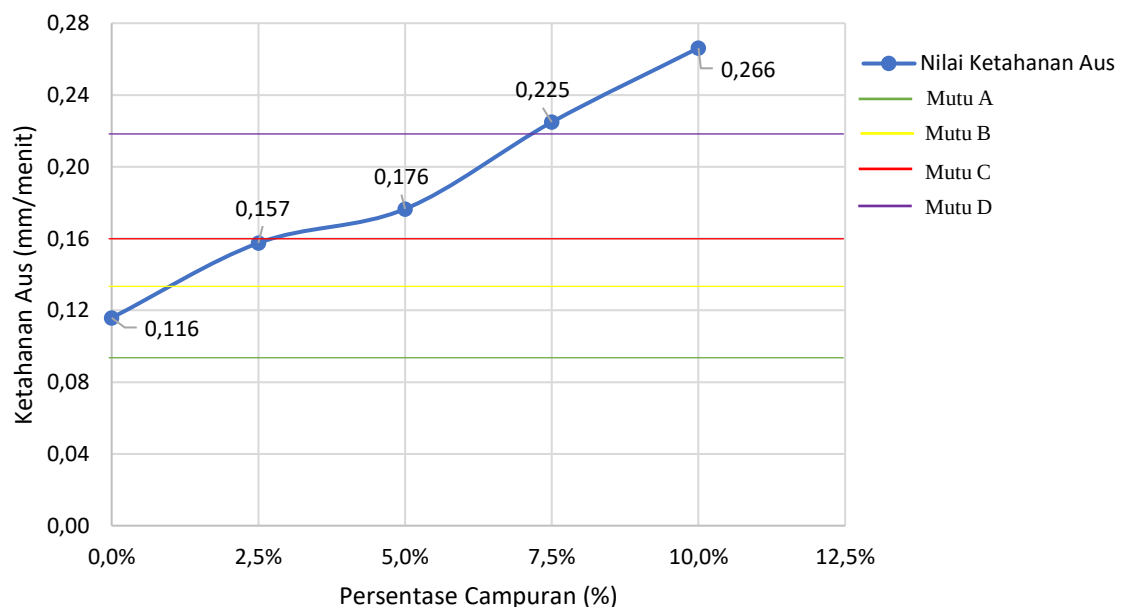
Kode Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan berat/waktu (gram/menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
KPE1	83,740	80,990	2,750	15	0,183	0,256	0,266
KPE2	84,000	81,020	2,980	15	0,199	0,275	
KPE3	97,090	94,060	3,030	15	0,202	0,279	
KPE4	88,630	85,970	2,660	15	0,177	0,248	
KPE5	89,520	86,560	2,960	15	0,197	0,273	

Berdasarkan hasil perhitungan ketahanan aus rata-rata pada setiap variasi setelah itu dilakukan penggolongan kualitas atau mutu pada *paving block* yang mengacu pada SNI 03-0961-1996 dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Ketahanan Aus Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*

No	Variasi (%)	Ketahanan Aus Rata-Rata (mm/menit)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0	0,116	B	Peralatan Parkir
2	2,5	0,157	C	Pejalan kaki
3	5	0,176	D	Taman dan Penggunaan lainnya
4	7,5	0,225	-	Tidak Memenuhi Standar
5	10	0,266	-	Tidak Memenuhi Standar

Berdasarkan hasil perhitungan ketahanan aus pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut.



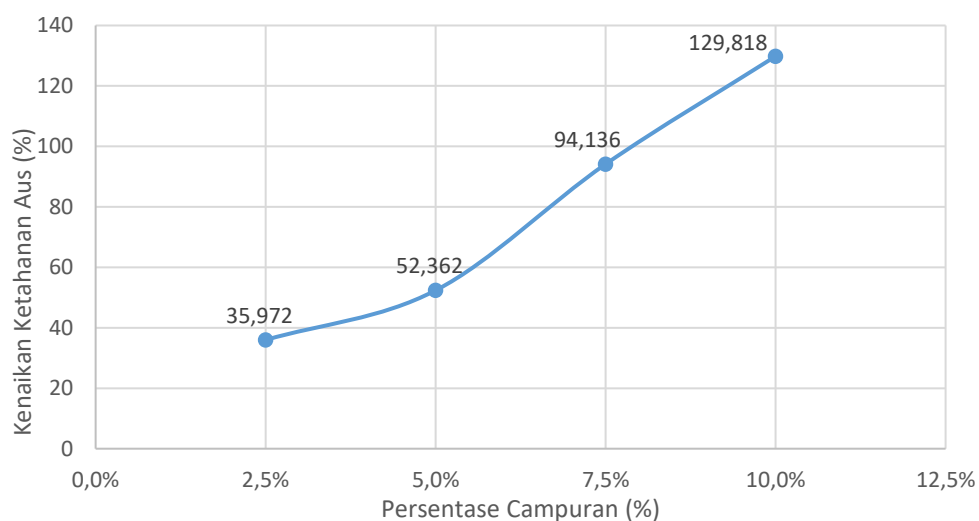
Gambar 5.3 Grafik Ketahanan Aus Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil grafik diatas, dalam uji ketahanan aus diperoleh hasil kenaikan terhadap *paving block* normal, Adapun hasil rekapitulasi kenaikan ketahanan aus terhadap *paving block* normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5.19 Hasil Kenaikan Ketahanan Aus *Paving Block* Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap *Paving Block* Normal

<i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik		Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Normal (mm/menit)	Kenaikan Ketahanan Aus (%)
Variasi (%)	Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik (mm/menit)		
2,5	0,157	0,116	35,972
5	0,176		52,362
7,5	0,225		94,136
10	0,266		129,818

Berdasarkan hasil kenaikan ketahanan aus pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Grafik Kenaikan Ketahanan Aus Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil pengujian ketahanan aus dapat diketahui bahwa penggunaan cacahan limbah gelas plastik terhadap berat pasir ini mempengaruhi pada *paving block* sehingga mengalami kenaikan nilai ketahanan ausnya yang memiliki makna bahwa semakin naiknya ketahanan aus maka akan semakin mudah tergerusnya *paving block*. Bertambahnya bahan campuran cacahan limbah gelas plastik dalam pembuatan *paving block* akan menyebabkan kenaikan nilai ketahanan aus dan permukaannya tidak datar, licinnya permukaan yang disebabkan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik, dan terdapat rongga-rongga dalam pada *paving block* tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai ketahanan aus maka kualitasnya semakin rendah.

Pada hasil pengujian ketahanan aus diperoleh persentase perbandingan antara *paving block* normal dengan *paving block* dengan campuran bahan pengganti cacahan limbah gelas plastik yaitu dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% mengalami kenaikan persentase ketahanan aus secara berturut-turut yaitu 35,972%, 52,362%, 94,136%, dan 129,818% yang disebabkan lekatan antar bahan penyusun ini kurang menyatu sehingga banyak rongga-rongga yang membuat *paving block* ini tidak padat saat dilakukan pengujian ketahanan aus. Adapun beberapa faktor seperti pada saat proses pencampuran bahan penyusun, saat proses pemadatan dan proses pencetakan dalam pembuatan *paving block*. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir maka dapat meningkat persentase ketahanan aus pada *paving block*.

5.6 Penyerapan Air *Paving Block*

Pada penelitian ini dalam pengujian penyerapan air juga diuji setelah umur 28 hari. Pengujian penyerapan air tidak perlu dipotong dan menggunakan ukuran utuh *paving block* dengan jumlah benda uji 5 sampel dengan 5 variasi. Pengujian ini yaitu persentase berat air yang diserap melalui pori-pori pada *paving block*. Pengujian penyerapan air ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia. Adapun contoh perhitungan pengujian penyerapan air *paving block* pada sampel PPA1 variasi 0% sebagai berikut.

Berat basah = 2403 gram

Berat kering = 2213 gram

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air} &= \frac{2403-2213}{2403} \times 100\% \\ &= 8,586 \%\end{aligned}$$

Setelah diperoleh hasil penyerapan setiap variasinya kemudian dihitung penyerapan air rata-rata *paving block* setiap variasinya, adapun contoh perhitungan penyerapan air rata-rata pada variasi 0% sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{penyerapan air rata-rata} &= \frac{\Sigma \text{Penyerapan air}}{n} \\ &= \frac{8,586+9,899+9,808+7,820+9,433}{5} \\ &= 9,109 \%\end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah perhitungan penyerapan air rata-rata yang sama pada setiap variasi cacahan limbah gelas plastik, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi penyerapan air rata-rata seluruh variasi *paving block* yang dapat dilihat pada Tabel 5.20, Tabel 5.21, Tabel 5.22, Tabel 5.23, dan Tabel 5.24 sebagai berikut.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 0%

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
PPA1	2403,0	2213,0	8,586	9,109
PPA2	2509,0	2283,0	9,899	
PPA3	2340,0	2131,0	9,808	
PPA4	2537,0	2353,0	7,820	
PPA5	2413,0	2205,0	9,433	

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 2,5%

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
PPB1	2284,0	2077,0	9,966	9,593
PPB2	2342,0	2130,0	9,953	
PPB3	2338,0	2132,0	9,662	
PPB4	2543,0	2326,0	9,329	
PPB5	2337,0	2143,0	9,053	

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 5%

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
PPC1	2246,0	2050,0	9,561	9,903
PPC2	2264,0	2045,0	10,709	
PPC3	2148,0	1909,0	12,520	
PPC4	2336,0	2150,0	8,651	
PPC5	2289,0	2118,0	8,074	

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 7,5%

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
PPD1	2140,0	1895,0	12,929	14,006
PPD2	2120,0	1886,0	12,407	
PPD3	2076,0	1816,0	14,317	
PPD4	2160,0	1911,0	13,030	
PPD5	2158,0	1839,0	17,346	

Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 10%

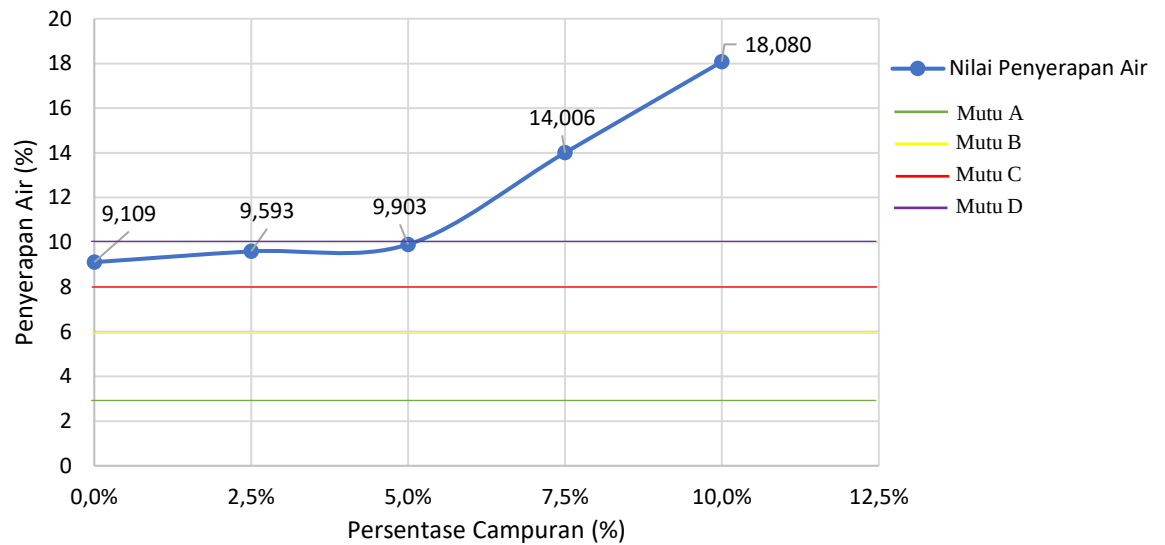
Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
PPE1	1960,0	1627,0	20,467	18,080
PPE2	2014,0	1736,0	16,014	
PPE3	1974,0	1673,0	17,992	
PPE4	1885,0	1601,0	17,739	
PPE5	2086,0	1765,0	18,187	

Berdasarkan hasil dari perhitungan penyerapan air rata-rata pada setiap variasi setelah itu dilakukan penggolongan kualitas atau mutu pada *paving block* yang telah mengacu pada SNI 03-0961-1996 dapat dilihat pada Tabel 5.25 sebagai berikut.

Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Penyerapan Air Rata-Rata dan Penggolongan Mutu *Paving Block*

No	Variasi (%)	Penyerapan Air Rata-Rata (%)	Mutu <i>Paving Block</i>	Fungsi <i>Paving Block</i>
1	0	9,109	D	Taman dan Penggunaan lainnya
2	2,5	9,593	D	Taman dan Penggunaan lainnya
3	5	9,903	D	Taman dan Penggunaan lainnya
4	7,5	14,006	-	Tidak Memenuhi Standar
5	10	18,080	-	Tidak Memenuhi Standar

Berdasarkan hasil perhitungan penyerapan air pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 sebagai berikut.



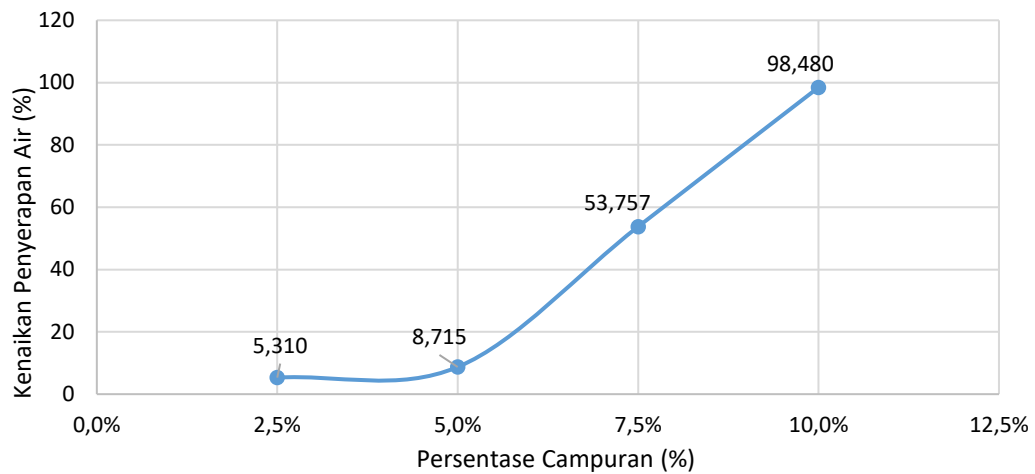
Gambar 5.5 Grafik Penyerapan Air Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil grafik diatas, dalam pengujian penyerapan air diperoleh hasil kenaikan terhadap *paving block* normal, Adapun hasil rekapitulasi kenaikan penyerapan air terhadap *paving block* normal dapat dilihat pada Tabel 5.26 sebagai berikut.

Tabel 5.26 Hasil Kenaikan Penyerapan Air *Paving Block* Cacahan Limbah Gelas Plastik Terhadap *Paving Block* Normal

<i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik		Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal (MPa)	Kenaikan Penyerapan Air (%)
Variasi (%)	Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Cacahan Limbah Gelas Plastik (MPa)		
2,5	9,59	9,109	5,310
5	9,90		8,715
7,5	14,01		53,757
10	18,08		98,480

Berdasarkan hasil kenaikan penyerapan air pada *paving block* diperoleh grafik persentase penambahan cacahan limbah gelas plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5.6 Grafik Kenaikan Penyerapan Air Rata-Rata *Paving Block*

Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air dapat diperoleh bahwa bertambahnya penggunaan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik dalam *paving block* akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase variasi pada penggunaan cacahan limbah gelas plastik dalam pembuatan *paving block*, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai penyerapan air maka kualitasnya semakin rendah.

Pada hasil pengujian penyerapan air diperoleh persentase perbandingan antara *paving block* normal dengan *paving block* dengan campuran bahan pengganti cacahan limbah gelas plastik yaitu dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% mengalami kenaikan persentase penyerapan air secara berturut-turut yaitu 5,310%, 8,715%, 53,757%, dan 98,480% yang disebabkan lekatan antar bahan penyusun ini kurang menyatu sehingga banyak rongga-rongga yang membuat *paving block* ini tidak padat saat dilakukan pengujian penyerapan air. Adapun beberapa faktor yang mengakibatkan kenaikan dalam pengujian penyerapan air diantaranya semakin bertambahnya penggunaan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik maka semakin kurangnya pengikat antar bahan penyusun yang menyebabkan kenaikan pada penyerapan air sehingga terdapat rongga-rongga dalam *paving block* yang dapat mengakibatkan air dapat mengisi rongga-rongga yang ada, dengan banyaknya air yang mengisi rongga-rongga yang ada maka penyerapan air akan mengalami kenaikan pada *paving block*.

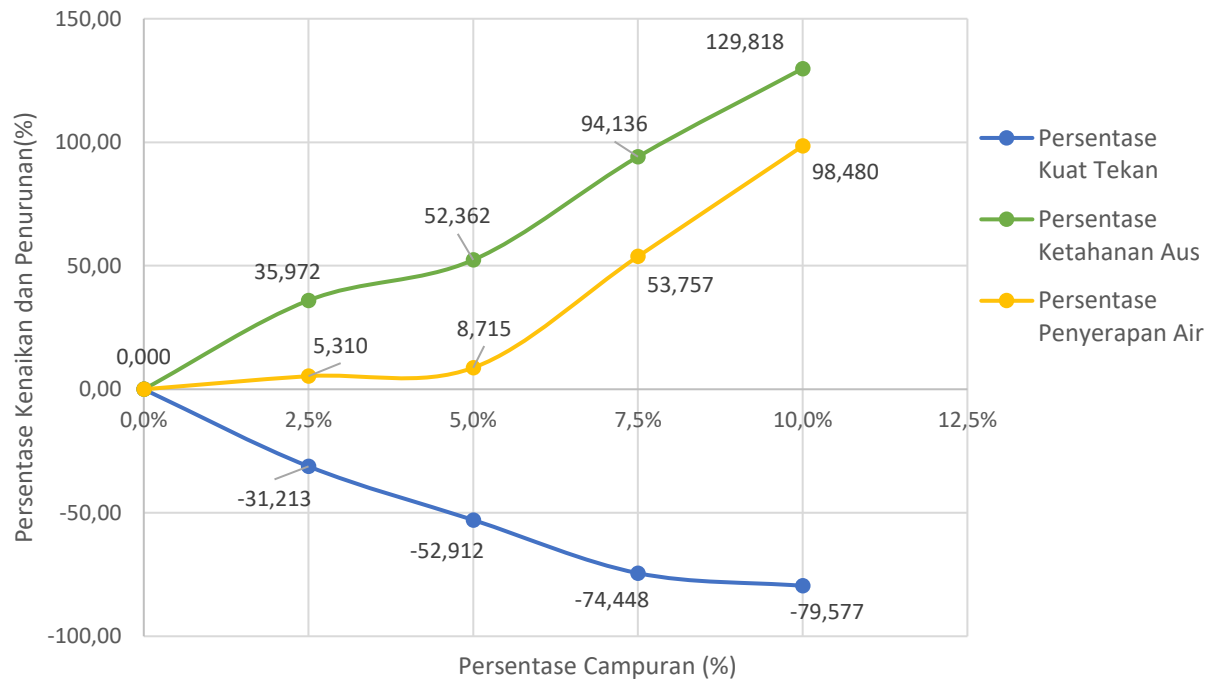
Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mildawati R., dkk (2021) yaitu penambahan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai substitusi pasir mempengaruhi kenaikan penyerapan air pada *paving block*. Persentase 10%, 20% dan 30% mengalami kenaikan persentase penyerapan air secara berturut-turut yaitu 51,74%, 95,71%, dan 120,25%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir maka dapat meningkat persentase penyerapan air pada *paving block*.

5.7 Hubungan Setiap Penambahan Variasi Cacahan Limbah Gelas Plastik dengan Variasi Lebih Besar Pada *Paving Block*

Dari ketiga pengujian yang telah dilakukan maka dapat dilihat bahwa hubungan dari setiap penambahan cacahan limbah gelas plastik dengan variasi yang lebih besar seiring mengalami penurunan kualitas dibandingkan dengan *paving block* normal. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai kuat tekan maka kualitasnya semakin rendah akan tetapi untuk ketahanan aus dan penyerapan air berbanding terbalik yaitu semakin tinggi nilai ketahanan aus dan penyerapan air maka kualitasnya semakin rendah, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi persentase kenaikan dan penurunan *paving block* terhadap *paving block* normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Gambar 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.27 Rekapitulasi Hubungan Persentase Kenaikan dan Penurunan Pada *Paving Block*

Variasi (%)	Kode Sampel	Kuat Tekan (%)	Ketahanan Aus (%)	Penyerapan Air (%)
0	A	0,000	0,000	0,000
2,5	B	-31,213	35,972	5,310
5,0	C	-52,912	52,362	8,715
7,5	D	-74,448	94,136	53,757
10,0	E	-79,577	129,818	98,480



Gambar 5.7 Grafik Rekapitulasi Hubungan Persentase Kenaikan dan Penurunan Pada *Paving Block*

Adapun hasil rekapitulasi mutu *paving block* yang dapat dilihat pada Tabel 5.28 sebagai berikut.

Tabel 5.28 Rekapitulasi Mutu *Paving Block*

Variasi (%)	Kode Sampel	Kuat Tekan (MPa)	Mutu Kuat Tekan	Ketahanan Aus (mm/menit)	Mutu Ketahanan Aus	Penyerapan Air (%)	Mutu Penyerapan Air
0	A	22,343	B	0,116	B	9,109	D
2,5	B	15,369	C	0,157	C	9,593	D
5,0	C	10,521	D	0,176	D	9,903	D
7,5	D	5,709	-	0,225	-	14,006	-
10,0	E	4,563	-	0,266	-	18,080	-

Banyaknya limbah plastik dapat menyebabkan timbulnya berbagai masalah, maka dari itu perlu pemanfaatan limbah plastik sebagai upaya mengurangi limbah plastik. Salah satu upaya mengurangi penggunaan limbah plastik dapat dilakukan dengan cara menggunakan limbah plastik sebagai campuran dalam pembuatan *paving block*. Berdasarkan Tabel 5.27 dan Gambar 5.7 diatas dapat dilihat bahwa dari ketiga pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan yaitu hubungan penambahan cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir dalam pembuatan *paving block* mengalami penurunan kualitas pada kuat tekan, ketahanan aus dan penyerapan air secara berturut-turut seiring bertambahnya persentase cacahan limbah gelas plastik. Dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai pengurangan limbah plastik terutama limbah gelas plastik jenis PP (*PolyPropylene*) yang bisa digunakan pada pembuatan *paving block*, walaupun persentase 2,5% dan 5% tidak lebih baik daripada *paving block* normal akan tetapi *paving block* dengan persentase 2,5% dan 5 % dapat dimanfaatkan sebagai taman dan penggunaan lainnya yang masuk mutu D. Oleh karena itu bahan campuran ini bisa membantu untuk mengurangi pencemaran akibat limbah plastik dan bisa menambah wawasan apabila limbah gelas plastik terutama jenis PP (*PolyPropylene*) bisa dimanfaatkan untuk bahan pengganti sebagian pasir dalam pembuatan *paving block*.

Dari penjelasan diatas cacahan limbah gelas plastik dapat menurunkan kualitas dalam pembuatan *paving block*, Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hal tersebut seperti cacahan limbah gelas plastik tidak bisa menyatu antar bahan penyusun yaitu semen, pasir dan air yang dapat diketahui bahwa plastik mempunyai sifat yang licin sehingga dapat mengakibatkan permukaannya tidak datar, licinnya permukaan yang disebabkan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik, dan terdapat banyak rongga-rongga pada *paving block*.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa cacahan limbah plastik sebagai bahan pengganti sebagian pasir tidak direkomendasikan untuk pembuatan *paving block* disebabkan pengelolaan limbah plastik secara langsung yang tidak dapat menyatu dengan bahan penyusun dalam pembuatan

paving block karena karakteristik atau sifat khas dari plastik yaitu permukaan plastik yang licin dan datar dapat mengganggu lekatan antar bahan penyusun.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mildawati R., dkk (2021) yaitu hasil dari pengujian kuat tekan pada *paving block* untuk variasi 0%, 10%, 20% dan 30% mengalami penurunan persentase kuat tekan secara berturut-turut yaitu 8,23%, 25,95%, dan 50,00%, sedangkan dalam pengujian penyerapan air pada *paving block* untuk variasi 0%, 10%, 20%, 30% mengalami kenaikan persentase penyerapan air secara berturut-turut yaitu 51,74%, 95,71%, dan 120,25%. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dapat disimpulkan bahwa semakin menurun persentase nilai kuat tekan maka kualitasnya semakin rendah akan tetapi untuk ketahanan aus dan penyerapan air berbanding terbalik yaitu semakin meningkat persentase nilai ketahanan aus dan penyerapan air maka kualitasnya semakin rendah.

Dari hasil penelitian yang diteliti sekarang dan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mildawati R, dkk (2021) tidak sinkron yang dimana nilai dari persentase 10% dari penelitian terdahulu lebih tinggi daripada penelitian yang diteliti sekarang. Hal ini bisa disebabkan karena saat proses pencampuran air yang digunakan tidak dihitung seberapa banyak, mesin pencetak yang digunakan berbeda, pada saat proses pemadatan bahan campuran dalam mesin pencetak tidak sepenuhnya memadat, dan juga plastik yang digunakan menggunakan ukuran yang tidak seragam. Oleh karena itu dari beberapa faktor ini dapat menyebabkan menurunnya kualitas dari *paving block* sehingga penelitian yang diteliti sekarang dibandingkan penelitian terdahulu tidak sinkron.

Hasil pola hancurnya pada *paving block* saat pengujian kuat tekan dari bahan pengganti cacahan limbah gelas plastik dapat diuraikan dengan penjelasan berserta gambar sebagai berikut.

1. Pola hancurnya pada variasi 0% atau tanpa bahan campuran plastik ini mengalami keretakan-keretakan sedikit pada *paving block* yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5.8 Pola Hancurnya Paving Block Variasi 0%

2. Pola hancurnya pada variasi 2,5% mengalami keretakan-keretakan yang hingga membelah dan bisa dilihat plastik pada variasi ini terdistribusi pada *paving block* yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 sebagai berikut.



Gambar 5.9 Pola Hancurnya Paving Block Variasi 2,5%

3. Pola hancurnya pada variasi 5% mengalami keretakan-keretakan yang cukup banyak hingga mengalami kerusakan pada *paving block* dan bisa dilihat plastik pada variasi ini juga terdistribusi yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 sebagai berikut.



Gambar 5.10 Pola Hancurnya Paving Block Variasi 5%

4. Pola hancurnya pada variasi 7,5% mengalami keretakan-keretakan yang banyak hingga terlihat rongga-rongga yang banyak pada paving block yang disebabkan bahan campuran plastiknya sudah terlalu banyak hingga tidak mencapai standar pada *paving block* dan bisa dilihat plastik pada variasi ini juga terdistribusi yang dapat dilihat pada Gambar 5.11 sebagai berikut.



Gambar 5.11 Pola Hancurnya Paving Block Variasi 7,5%

5. Pola hancurnya pada variasi 10% mengalami keretakan-keretakan yang sangat banyak dan mengalami kerusakan yang parah hingga hancur setelah dilakukan proses kuat tekan pada *paving block* hal ini yang disebabkan bahan campuran plastik sudah melebihi batas maksimum sehingga pada variasi ini mengalami juga tidak mencapai standar pada *paving block* dan bisa dilihat plastik pada variasi ini juga terdistribusi yang dapat dilihat pada Gambar 5.12 sebagai berikut.



Gambar 5.12 Pola Hancurnya Paving Block Variasi 10%

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis *Polypropylene* Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada *Paving Block*” dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut ini.

1. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air sebagai berikut.

- a. Kuat tekan

Nilai kuat tekan rata-rata *paving block* dengan menggunakan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh secara berturut-turut yaitu 22,343 MPa, 15,369 MPa, 10,521 MPa, 5,709 MPa dan 4,563 MPa. Semua nilai kuat tekan yang diperoleh masuk syarat yang ditentukan SNI 03-0691-1996 kecuali variasi 7,5% dan 10% tidak masuk syarat SNI 03-0691-1996 yang telah ditentukan.

- b. Ketahanan aus

Nilai ketahanan aus rata-rata *paving block* dengan menggunakan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh secara berturut-turut yaitu 0,116 mm/menit, 0,157 mm/menit, 0,176 mm/menit, 0,225 mm/menit dan 0,266 mm/menit. Semua nilai ketahanan aus yang diperoleh masuk syarat yang ditentukan SNI 03-0691-1996 kecuali variasi 7,5% dan 10% tidak masuk syarat SNI 03-0691-1996 yang telah ditentukan.

- c. Penyerapan air

Nilai penyerapan air rata-rata *paving block* dengan menggunakan bahan campuran cacahan limbah gelas plastik sebagai pengganti sebagian pasir

dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh secara berturut-turut yaitu 9,109%, 9,593%, 9,903%, 14,006%, dan 18,080%. Semua nilai penyerapan air yang diperoleh masuk syarat yang ditentukan SNI 03-0691-1996 kecuali variasi 7,5% dan 10% tidak masuk syarat SNI 03-0691-1996 yang telah ditentukan.

2. Tidak terdapat persentase yang optimum dalam penambahan cacahan limbah gelas plastik disebabkan karakteristik dari plastik yaitu permukaan plastik yang licin dan datar dapat mengganggu lekatan antar bahan penyusun sehingga terdapat banyak rongga-rongga pada *paving block*.
3. Hubungan setiap penambahan variasi cacahan limbah gelas plastik dengan variasi lebih besar pada *paving block* mengalami penurunan kualitas pada kuat tekan, ketahanan aus dan penyerapan air secara berturut-turut seiring bertambahnya persentase cacahan limbah gelas plastik. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dapat disimpulkan bahwa semakin menurun persentase nilai kuat tekan maka kualitasnya semakin rendah akan tetapi untuk ketahanan aus dan penyerapan air berbanding terbalik yaitu semakin meningkat persentase nilai ketahanan aus dan penyerapan air maka kualitasnya semakin rendah.

6.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan komposisi perbandingan campuran semen : pasir yang berbeda untuk mendapatkan hasil dan kualitas yang lebih baik.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan persentase cacahan limbah gelas plastik jenis PP (*Polypropylene*) yang berbeda atau jenis sampah plastik yang berbeda untuk mendapatkan persentase yang optimum dalam pembuatan *paving block* dengan penambahan cacahan limbah gelas plastik.
3. Perlu dilakukan dengan cacahan limbah gelas plastik jenis PP (*Polypropylene*) lebih kecil sehingga lekatan antar bahan penyusun *paving block* dapat lebih padat.

4. Perlu diperhatikan saat proses pencampuran agar tidak ada yang menggumpal dan proses pencetakan *paving block* agar semua bahan penyusun tercampur dengan merata sehingga akan mendapatkan kualitas yang lebih baik.
5. Penggunaan limbah plastik secara langsung dalam pembuatan *paving block* tidak direkomendasikan karena karakteristik dari plastik yaitu permukaan plastik yang licin dan datar yang mengakibatkan kurangnya lekatan antar bahan penyusun pada *paving block* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhadi, A. R. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kayu Dan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Batako (The Effect Of Using Sawdust And Fly Ash On The Compressive Strength And Water Absorption Of Batako).
- Aprianto, Y., & Triastianti, R. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Padat Slag Nikel, Abu Sekam Padi, Dan Fly Ash Menjadi *Paving Block*. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 18(1).
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, PUBI-1982, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Diana, A. I., & Fansuri, S. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi Fly Ash terhadap Penyerapan *Paving Block* Ramah Lingkungan. Rekayasa, 13(1), 55-60.
- Dosen Pengampu. 2009. Buku Ajar Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Dusturia, N., & Rokhman, A. (2020). Pengaruh Penggunaan Substitusi Bottom Ash dan Abu Sekam Padi Pada Pembuatan *Paving Block* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi PLN).
- Erdin, E. K. Z., & Soehardi, F. (2021). Kualitas *Paving Block* Dengan Menggunakan Limbah Plastik Polypropylene Terhadap Kuat Tekan. Jurnal teknik, 15(2), 185-190.
- Fauzan., Zakaria, R. F. (2019). Pengaruh Penambahan Sampah Plastik PET Dan LDPE Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*.
- Giovan, R. A. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dan Silica Fume Pada Karakteristik *Paving Block* (Additional Effect Of Ijuk Fiber And Silica Fume On The Characteristics Of *Paving Block*).
- Hadi, L., Kencanawati, N., Rawiana S. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Untuk Bahan Tambahan Pembuatan *Paving Block*.
- Handayasari, I., Artiani, G., & Putri, D. (2018). Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau sebagai Campuran *Paving Block*. Konstruksi.

- Hendarto, R. (2021). Analisis Perbandingan *Paving Block* Berbahan Limbah Botol Plastik dan *Paving Block* standard SNI yang Digunakan Untuk Jalan (Doctoral dissertation).
- Kusuma, G. A. (2019). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (PolyPropylene) sebagai Substitusi Agregat pada Bata Beton (*Paving Block*) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Luthfianti, Q. A. (2019). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada *Paving Block*.
- Mildawati, R., Dewi, S. H., & Syefringga, F. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 8(1), 86-97.
- Standar Nasional Indonesia. 1987. Ubin Semen (Tata Cara Pengujian Ketahanan Aus). SNI 03-0028-1987. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 1996. Bata Beton (*paving block*). SNI 03-0691-1996. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia. 1996. Metode Uji Bahan yang Lebih Halus Saringan (No.200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian Uji Kandungan Lumpur. SNI-03-4142-1996. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia. 1998. Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. SNI 03-4804-1998. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. SNI 03-6820-2002. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970:2008. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2015. Semen Portland. SNI 2049-2015. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional.
- Sultan, M. A., Tata, A., & Wanda, A. (2020). Penggunaan Limbah Plastik PP (*PolyPropylene*) Sebagai Bahan Pengikat Pada Campuran *Paving Block*. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 95-102.
- Surya, A., Al Anzari, D. A., Juniarti, A., & Setiawan, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Pembuatan *Paving Block*. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 21(3), 526-531.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium BKT Teknik Sipil UII

Nomor :
Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Teknik Sipil UII

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

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: M. Fahrul Rozi
NIM	: 18511215
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen pembimbing TA	: Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis PP (<i>PolyPropylene</i>) Sebagai Pengganti Pasir Pada 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.

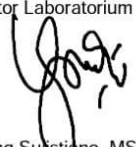
Wassalamu'alaikum wr. wb.

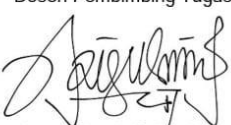
Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil

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

Yogyakarta, 22 April 2022
Pemohon

M. Fahrul Rozi
NIM: 18511215

Menyetujui
Koordinator Laboratorium

Ir. Bambang Sulistiono, MSCE

Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.

Menyetujui
Kepala Laboratorium Bahan
Konstruksi Teknik (BKT)

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

Catatan:
Kepala laboratorium Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng. menyetujui permohonan mahasiswa untuk melakukan pengujian dalam rangka penyelesaian tugas akhir, dengan jadwal sebagai berikut:
Uji Propertis pembuatan sampel 13 Juni – 13 Juli 2022, Pengujian Sampel 13 Agustus – 13 September 2022

)* Kepala laboratorium mengisi tanggal pengujian yang disetujui untuk melakukan pengujian.

Nomor :
Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Teknik Sipil UII

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 : M. Fahrul Rozi
NIM : 18511215
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing TA : Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis PP (*PolyPropylene*) Sebagai Pengganti Pasir Pada 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, 22 April 2022
Pemohon

Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.



M. Fahrul Rozi
NIM: 18511215

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil



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



Lampiran:

1. Surat Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT)

Lampiran 2 Gambar Alat yang Digunakan



Gambar L-2.1 Timbangan



Gambar L-2.2 Jangka Sorong



Gambar L-2.3 Cetok



Gambar L-2.4 Oven



Gambar L-2.5 Alat Pemotong *Paving Block*



Gambar L-2.6 Mesin Cetak *Paving Block*



Gambar L-2.7 Mesin Uji Kuat Tekan *Paving Block*



Gambar L-2.8 Mesin Uji Ketahanan Aus *Paving Block*



Gambar L-2.9 Piknometer



Gambar L-2.10 Pan



Gambar L-2.11 Alat Pencacah Limbah Gelas Plastik



Gambar L-2.12 Alat Pencampuran Bahan Penyusun

Lampiran 3 Gambar Bahan yang Digunakan



Gambar L-3.1 Cacahan Limbah Gelas Plastik



Gambar L-3.2 Semen Portland Komposit (PCC) Merek Tiga Roda



Gambar L-3.3 Agregat Halus (Pasir)

Lampiran 4 Gambar Proses Pengujian Properties



Gambar L-4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus



Gambar L-4.2 Pengujian Berat Volume Gembur dan Berat Volume Padat Agregat Halus



Gambar L-4.3 Pengujian Lolos Saringan No.200 (Uji Kandungan Lumpur)

Lampiran 5 Gambar Proses Pembuatan *Paving Block*



Gambar L-5.1 Proses Pencampuran Bahan Penyusun *Paving Block*



Gambar L-5.2 Proses Pencetakan *Paving Block*



Gambar L-5.3 Proses Pengeringan *Paving Block*



Gambar L-5.4 Proses Perawatan *Paving Block*



Gambar L-5.5 Proses Pemotongan *Paving Block*

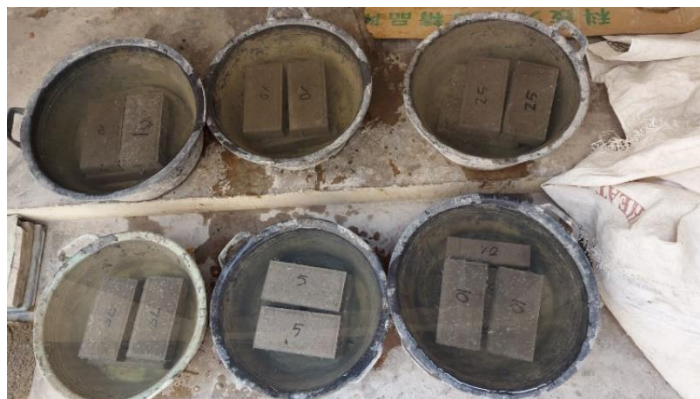
Lampiran 6 Gambar Proses Pengujian *Paving Block*



Gambar L-6.1 Proses Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-6.2 Proses Pengujian Ketahanan Aus



Gambar L-6.3 Proses Pengujian Penyerapan Air

Lampiran 7 Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

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

Nama : M. Fahrul Rozi
NIM : 18511215
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S1

Variasi (%)		Dimensi			Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)				
0	PA1	5,933	5,800	6,000	34,411	78,251	22,740	22,343
	PA2	6,000	5,677	5,700	34,062	85,854	25,205	
	PA3	6,033	6,000	5,975	36,198	57,405	15,858	
	PA4	6,000	5,867	5,825	35,202	66,479	18,885	
	PA5	5,900	5,933	6,000	35,005	78,496	22,424	
	PA6	5,933	5,900	6,000	35,005	73,101	20,883	
	PA7	6,000	5,833	5,875	34,998	60,348	17,243	
	PA8	6,000	5,900	5,850	35,400	79,968	22,590	
	PA9	5,900	5,900	5,925	34,810	78,251	22,479	
	PA10	5,800	5,900	5,750	34,220	120,189	35,122	

Variasi (%)		Dimensi			Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)				
2,5	PB1	6,067	5,900	6,175	35,795	54,462	15,215	15,369
	PB2	5,967	6,067	6,025	36,202	54,216	14,976	
	PB3	6,167	6,2	5,950	38,235	55,443	14,500	
	PB4	5,900	6,067	5,900	35,795	56,424	15,763	
	PB5	5,967	6,000	6,250	35,802	55,443	15,486	
	PB6	5,900	5,933	6,000	35,005	57,405	16,399	
	PB7	5,900	6,133	6,225	36,185	59,367	16,407	
	PB8	6,200	6,233	5,900	38,645	53,235	13,776	
	PB9	6,000	6,200	6,025	37,200	60,348	16,222	
	PB10	6,100	6,000	5,925	36,600	54,707	14,947	

Variasi (%)		Dimensi			Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)				
5	PC1	6,067	5,967	5,725	36,202	30,918	8,540	10,521
	PC2	6,100	6,000	5,800	36,600	39,011	10,659	
	PC3	6,100	6,133	5,875	37,411	40,973	10,952	
	PC4	6,233	6,267	5,850	39,062	38,520	9,861	
	PC5	6,000	6,000	5,975	36,000	35,430	9,842	
	PC6	6,233	6,367	5,725	39,686	50,243	12,660	
	PC7	6,100	6,100	5,850	37,210	41,218	11,077	
	PC8	6,233	6,200	5,950	38,645	37,785	9,777	
	PC9	6,200	6,000	5,750	37,200	42,199	11,344	
	PC10	6,300	6,100	5,775	38,430	40,335	10,496	

Variasi (%)		Dimensi			Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)				
7,5	PD1	6,200	6,100	5,875	37,820	18,949	5,010	5,709
	PD2	6,100	6,000	5,950	36,600	21,892	5,982	
	PD3	6,233	6,000	6,100	37,398	19,832	5,303	
	PD4	6,200	6,100	5,950	37,820	21,500	5,685	
	PD5	6,200	6,100	5,925	37,820	21,598	5,711	
	PD6	6,200	6,000	5,900	37,200	20,617	5,542	
	PD7	6,300	6,200	6,050	39,060	21,794	5,580	
	PD8	6,100	6,000	6,050	36,600	23,854	6,518	
	PD9	6,200	6,100	5,950	37,820	23,658	6,255	
	PD10	6,300	6,200	6,050	39,060	21,500	5,504	

Variasi (%)		Dimensi			Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)				
10	PE1	6,233	5,900	5,600	36,775	18,361	4,993	4,563
	PE2	6,033	5,867	5,775	35,396	15,810	4,467	
	PE3	5,900	6,033	5,800	35,595	21,402	6,013	
	PE4	5,833	6,100	5,700	35,581	11,690	3,285	
	PE5	6,100	6,200	5,700	37,820	25,424	6,722	
	PE6	5,933	6,167	5,850	36,589	14,731	4,026	
	PE7	5,933	5,800	5,575	34,411	13,750	3,996	
	PE8	6,100	6,167	6,075	37,619	18,459	4,907	
	PE9	5,933	5,800	5,875	34,411	13,456	3,910	
	PE10	5,733	6,000	5,775	34,398	11,396	3,313	

Lampiran 8 Laporan Sementara Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS (SNI 03-0691-1996)

Nama : M. Fahrul Rozi
NIM : 18511215
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S1

Variasi (%)		Berat		Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
		Awal (gram)	Akhir (gram)				
0	KPA1	90,950	89,890	1,060	15	0,114	0,116
	KPA2	98,300	96,950	1,350	15	0,138	
	KPA3	101,600	100,970	0,630	15	0,078	
	KPA4	98,440	97,070	1,370	15	0,140	
	KPA5	96,740	95,720	1,020	15	0,110	

Variasi (%)		Berat		Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
		Awal (gram)	Akhir (gram)				
2,5	KPB1	102,670	101,180	1,490	15	0,150	0,157
	KPB2	104,640	103,160	1,480	15	0,149	
	KPB3	98,360	96,860	1,500	15	0,151	
	KPB4	104,350	102,620	1,730	15	0,170	
	KPB5	94,190	92,480	1,710	15	0,168	

Variasi (%)		Berat		Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
		Awal (gram)	Akhir (gram)				
5	KPC1	100,660	98,960	1,700	15	0,167	0,176
	KPC2	110,010	108,180	1,830	15	0,178	
	KPC3	100,370	98,340	2,030	15	0,195	
	KPC4	110,460	108,570	1,890	15	0,183	
	KPC5	113,420	111,830	1,590	15	0,158	

Variasi (%)		Berat		Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
		Awal (gram)	Akhir (gram)				
7,5	KPD1	104,740	102,720	2,020	15	0,194	0,225
	KPD2	102,030	99,310	2,720	15	0,253	
	KPD3	78,210	76,240	1,970	15	0,190	
	KPD4	85,410	83,100	2,310	15	0,219	
	KPD5	80,740	77,840	2,900	15	0,268	

Variasi (%)		Berat		Kehilangan Berat (gram)	Waktu (menit)	Keausan (mm/menit)	Keausan Rata-rata (mm/menit)
		Awal (gram)	Akhir (gram)				
10	KPE1	83,740	80,990	2,930	15	0,256	0,266
	KPE2	84,000	81,020	3,320	15	0,275	
	KPE3	97,090	94,060	1,740	15	0,279	
	KPE4	88,630	85,970	1,640	15	0,248	
	KPE5	89,520	86,560	2,860	15	0,273	

Lampiran 9 Laporan Sementara Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

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

Nama : M. Fahrul Rozi
NIM : 18511215
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir S1

Variasi (%)		Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
0	PPA1	2403,0	2213,0	8,586	9,109
	PPA2	2509,0	2283,0	9,899	
	PPA3	2340,0	2131,0	9,808	
	PPA4	2537,0	2353,0	7,820	
	PPA5	2413,0	2205,0	9,433	

Variasi (%)		Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
2,5	PPB1	2284,0	2077,0	9,966	9,593
	PPB2	2342,0	2130,0	9,953	
	PPB3	2338,0	2132,0	9,662	
	PPB4	2543,0	2326,0	9,329	
	PPB5	2337,0	2143,0	9,053	

Variasi (%)		Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
5	PPC1	2246,0	2050,0	9,561	9,903
	PPC2	2264,0	2045,0	10,709	
	PPC3	2148,0	1909,0	12,520	
	PPC4	2336,0	2150,0	8,651	
	PPC5	2289,0	2118,0	8,074	

Variasi (%)		Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
7,5	PPD1	2140,0	1895,0	12,929	14,006
	PPD2	2120,0	1886,0	12,407	
	PPD3	2076,0	1816,0	14,317	
	PPD4	2160,0	1911,0	13,030	
	PPD5	2158,0	1839,0	17,346	

Variasi (%)		Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
10	PPE1	1960,0	1627,0	20,467	18,080
	PPE2	2014,0	1736,0	16,014	
	PPE3	1974,0	1673,0	17,992	
	PPE4	1885,0	1601,0	17,739	
	PPE5	2086,0	1765,0	18,187	

Lampiran 10 Hasil Pengujian *Paving Block*



Gambar L-10.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-10.2 Hasil Pengujian Ketahanan Aus