

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK
LOW DENSITY POLYETHYLENE SEBAGAI
SUBSTITUTOR SEBAGIAN AGREGAT PAVING
BLOCK TERHADAP KUALITAS PAVING BLOCK
*EFFECT OF UTILIZATION OF
LOW DENSITY POLYETHYLENE AS A PARTICULAR
SUBSTITUTOR OF PAVING BLOCK AGGREGATE ON
PAVING BLOCK QUALITY***

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



**RANGGA BINTARA NUR IFFAH
19511180**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

TUGAS AKHIR
PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK
***LOW DENSITY POLYETHYLENE* SEBAGAI**
SUBSTITUTOR SEBAGIAN AGREGAT *PAVING*
BLOCK* TERHADAP KUALITAS *PAVING BLOCK
EFFECT OF UTILIZATION OF
LOW DENSITY POLYETHYLENE AS A PARTICULAR
SUBSTITUTOR OF PAVING BLOCK AGGREGATE ON
PAVING BLOCK QUALITY

Disusun oleh:

Rangga Bintara Nur Iffah
19511180

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil
Diuji pada Tanggal: 14 Februari 2025

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

4/2 2025



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

Penguji I



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

Penguji II

3/2 2025



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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

4/2 2025



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

PERNYATAAN BEBAS PLASGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah saya sertakan sumbernya dengan jelas sesuai dengan norma, aturan, dan etika penulisan karya ilmiah.

Yogyakarta, 16 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Rangga Bintara Nur Iffah
(19511180)

KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum warahmatullah wabarakatuh

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* Sebagai Substitutor Sebagian Agregat *Paving Block* Terhadap Kualitas *Paving Block* dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini tentunya terdapat berbagai hambatan yang di hadapi oleh penulis. Namun berkat doa, dukungan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan maksimal. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

1. Ir. Ibu Yunalia Muntafi. S.T., M.T., Ph.D.(Eng).,IPM. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan bagi penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini dan selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Jafar, S.T., MURP., M.T. selaku Dosen Penguji 1
3. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 2
4. Bapak Sukaca dan Ibu Tasmiyah, S.P.d.I selaku orang tua penulis yang senantiasa memberi semangat, motivasi, dan dorongan baik materi maupun spiritual sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat selesai.
5. Fistalina Sukmianti, S.Kep.Ns dan Satria Bayu Kurniansyah, Amd.Fis selaku kakak penulis yang telah memberikan saran dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh keluarga besar, yang telah memberikan dukungan dan doa.

7. Nitih Kasih Dyah Pramesthi, S.T, seseorang yang telah menemani dan selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Teman-teman yang terlibat selama proses penyusunan Tugas Akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi ide dan gagasan bagi penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, 16 Januari 2024,
Penulis

Rangga Bintara Nur Iffah
19511180

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLASGIASI	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	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Tujuan Penelitian	19
1.4 Manfaat penelitian	19
1.5 Batasan Penelitian	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Penelitian Terdahulu	21
2.2 Keaslian Penelitian	29
BAB III LANDASAN TEORI	30
3.1 Material plastik	30
3.2 <i>Paving Block</i>	32
3.3 Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	35
3.4 Agregat	37
3.4.1 Agregat halus	37
3.4.2 Agregat kasar	38
3.5 Semen Portland	39
3.6 Air	39
3.7 Biji Plastik	40
3.8 Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	40

3.9	Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	41
3.10	Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	42
BAB IV METODE PENELITIAN		44
4.1	Metode Penelitian	44
4.2	Waktu Penelitian	44
4.3	Lokasi Penelitian	44
4.4	Alat dan Bahan	44
4.4.1	Alat	44
4.4.2	Bahan	50
4.5	Benda uji	53
4.6	Prosedur Penelitian	54
4.6.1	Persiapan penelitian	54
4.6.2	Pemeriksaan Bahan	54
4.6.3	Perencanaan Komposisi Bahan	59
4.6.4	Pembuatan Benda Uji	59
4.6.5	Pengujian	62
4.6.6	Analisis Data dan Pembahasan	64
4.6.7	Kesimpulan dan Saran	64
4.7	Diagram alir penelitian	65
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		67
5.1	Pengujian Agregat Halus	67
5.1.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	67
5.1.2	Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	69
5.1.3	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	70
5.1.4	Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus	74
5.2	Pengujian Agregat Kasar	76
5.2.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	76
5.2.2	Berat Volume Padat dan Volume Gembur Agregat Kasar	78
5.3	Pengujian Biji Plastik	80
5.3.1	Pengujian Analisa Saringan	80
5.3.2	Pengujian Berat Isi Padat dan Berat Isi Gembur Biji Plastik	84
5.4	Perencanaan Campuran <i>Paving Block</i>	87
5.5	Hasil Pengujian <i>Paving Block</i>	89
5.5.1	Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	90

5.5.2	Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	99
5.5.3	Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	104
5.6.	Pengaruh Biji Plastik Sebagai Substitutor Agregat Halus Terhadap Kualitas Mutu <i>Paving Block</i>	109
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		112
6.1.	Kesimpulan	112
6.2.	Saran	113
DAFTAR PUSTAKA		114
LAMPIRAN		117

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3. 1	Kekuatan Fisik <i>Paving Block</i>	37
Tabel 3. 2	Gradasi Agregat Halus	38
Tabel 3. 3	Gradasi Agregat Kasar	39
Tabel 5. 1	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	67
Tabel 5. 2	Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	68
Tabel 5. 3	Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	69
Tabel 5. 4	Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	70
Tabel 5. 5	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1	70
Tabel 5. 6	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1	71
Tabel 5. 7	Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 2	72
Tabel 5. 8	Daerah Gradasi Pasir	73
Tabel 5. 9	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Agregat Halus	76
Tabel 5. 10	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Agregat Halus	76
Tabel 5. 11	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	77
Tabel 5. 12	Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	78
Tabel 5. 13	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Agregat Kasar	79
Tabel 5. 14	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Agregat Kasar	80
Tabel 5. 15	Hasil Pengujian Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1	81
Tabel 5. 16	Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1	82
Tabel 5. 17	Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 2	82
Tabel 5. 18	Daerah Gradasi Butiran	83
Tabel 5. 19	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Biji Plastik	86
Tabel 5. 20	Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Biji Plastik	86
Tabel 5. 22	Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Campuran <i>Paving Block</i>	89
Tabel 5. 23	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Normal (PN)	92
Tabel 5. 24	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Variasi 5% (PVA)	92
Tabel 5. 26	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Variasi 10% (PVB)	92
Tabel 5. 27	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Variasi 15% (PVC)	93
Tabel 5. 28	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Variasi 20% (PVD)	93
Tabel 5. 30	Hasil Pemeriksaan Dimensi <i>Paving Block</i> Variasi 25% (PVE)	93
Tabel 5. 31	Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal (PN)	94

Tabel 5. 32 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 5% (PVA)	94
Tabel 5. 34 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 10% (PVB)	95
Tabel 5. 36 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 15% (PVC)	95
Tabel 5. 37 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 20% (PVD)	96
Tabel 5. 38 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Variasi 25% (PVE)	96
Tabel 5. 40 Klasifikasi Mutu Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	97
Tabel 5. 41 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Normal (PN)	100
Tabel 5. 42 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 5% (PVA)	101
Tabel 5. 43 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 10% (PVB)	101
Tabel 5. 44 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 15% (PVC)	101
Tabel 5. 45 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 20% (PVD)	102
Tabel 5. 46 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i> Variasi 25% (PVE)	102
Tabel 5. 47 Tabel Rekapitulasi Mutu Uji Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	103
Tabel 5. 48 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal (PN)	105
Tabel 5. 49 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 5% (PVA)	105
Tabel 5. 50 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 10% (PVB)	106
Tabel 5. 51 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 15% (PVC)	106
Tabel 5. 52 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 20% (PVD)	106
Tabel 5. 53 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Variasi 25% (PVE)	107
Tabel 5. 54 Tabel Klasifikasi Mutu Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	108
Tabel 5. 55 Rekapitulasi Mutu <i>Paving Block</i>	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Jenis – jenis plastik	32
Gambar 3. 2	Tipe Bentuk <i>Paving Block</i>	34
Gambar 3. 3	Prinsip Kerja Metode Konvensional	35
Gambar 3. 4	Prinsip Kerja Metode Mekanis	35
Gambar 3. 5	Biji Plastik LDPE	40
Gambar 3. 6	Sketsa Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	41
Gambar 3. 7	Sketsa Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	42
Gambar 4. 1	Mesin <i>Press</i> Cetakan <i>Paving Block</i>	45
Gambar 4. 2	Mesin Pengaduk (<i>Mixer</i>)	45
Gambar 4. 3	Timbangan	46
Gambar 4. 4	Bak Perendaman	46
Gambar 4. 5	Gerinda	47
Gambar 4. 6	Timbangan Digital	47
Gambar 4. 7	Mesin Uji Kuat Tekan	48
Gambar 4. 8	Oven	48
Gambar 4. 9	Penggaris	49
Gambar 4. 10	Mesin Uji Keausan	49
Gambar 4. 11	Saringan Agregat	50
Gambar 4. 12	Kuas	50
Gambar 4. 13	Semen <i>Portland</i>	51
Gambar 4. 14	Agregat Halus	51
Gambar 4. 15	Agregat Kasar.	52
Gambar 4. 16	Air	52
Gambar 4. 17	Biji Plastik LDPE	53
Gambar 4. 18	Penimbangan Kebutuhan Bahan	60
Gambar 4. 19	Pencampuran Bahan	61
Gambar 4. 20	Pencetakan Benda Uji	62
Gambar 4. 21	Perawatan Benda Uji	62
Gambar 4. 22	<i>Flowchart</i> Penelitian	66
Gambar 5. 1	Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1	73
Gambar 5. 2	Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2	74
Gambar 5. 3	Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1	84
Gambar 5. 4	Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 2	84
Gambar 5. 5	Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	91
Gambar 5. 6	Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata <i>Paving Block</i>	97
Gambar 5. 7	Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	100
Gambar 5. 8	Diagram Hasil Uji Ketahanan Aus Rata-rata <i>Paving Block</i>	102
Gambar 5. 9	Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	105
Gambar 5. 10	Diagram Hasil Uji Penyerapan Air Rata-rata <i>Paving Block</i>	107
Gambar 5. 11	Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Paving Block</i>	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Time Schedule</i>	118
Lampiran 2 Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji <i>Paving Block</i>	119
Lampiran 3 Proses Pengujian dan Hasil Pengujian	121
Lampiran 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	123
Lampiran 5 Hasil Pengujian Ketahanan Aus <i>Paving Block</i>	126
Lampiran 6 Hasil Pengujian Penyerapan Air <i>Paving Block</i>	129
Lampiran 7 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi	131

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LDPE	= <i>Low Density Polyethylene</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
Mpa	= Megapascal
fas	= Faktor air semen
mm	= Milimeter
cm	= Centimeter
kg	= Kilogram
gr	= Gram
Cl	= Klorida
±	= Kurang lebih
°C	= Derajat Celsius
P	= Beban (N)
L	= Luas bidang tekan (cm^2)
f'c	= Kuat tekan (Mpa)
A	= Berat <i>paving block</i> basah
B	= Berat <i>paving block</i> kering
a	= Selisih berat benda uji sebelum dan sesudah diaus (gr)
I	= Luas permukaan bidang permukaan (cm^2)
w	= Waktu pengausan (menit)

ABSTRAK

Inovasi pembangunan infrastruktur yang efisien dan ramah lingkungan terus dikembangkan, termasuk modifikasi pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE). *Paving block* atau bata beton adalah material beton yang dapat digunakan untuk perkerasan jalan, area parkir, trotoar, atau taman. Penelitian ini bertujuan menciptakan *paving block* ramah lingkungan dan meningkatkan kualitasnya dengan memanfaatkan biji plastik LDPE sebagai substitutor agregat halus.

Komposisi campuran *paving block* adalah 1 semen : 5 pasir : 4 kerikil, dengan variasi substitusi pasir oleh biji plastik sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat pasir. Pengujian dilakukan setelah 28 hari mencakup uji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air berdasarkan SNI-03-0691-1996.

Hasil pengujian menunjukkan *paving block* normal memiliki kuat tekan 21,060 MPa, ketahanan aus 0,136 mm/menit, dan penyerapan air 5,493%. Variasi substitusi 5% menjadi nilai variasi optimum dengan menghasilkan kuat tekan terbaik, yaitu 22,934 MPa, ketahanan aus 0,121 mm/menit, dan penyerapan air 5,138%, sehingga masuk kategori mutu B untuk peralatan parkir. Variasi 10% hingga 25% memiliki kuat tekan berturut-turut 15,971 MPa, 10,756 MPa, 7,202 MPa, dan 4,670 MPa. Variasi 10% masuk kategori mutu C untuk pejalan kaki, sementara variasi 15%, 20%, dan 25% masuk mutu D untuk taman.

Kata kunci: *Paving Block*, Biji Plastik LDPE, Kuat Tekan, Ketahanan Aus, Penyerapan Air

ABSTRACT

Innovations in efficient and environmentally friendly infrastructure development continue to be developed, including modifications to the manufacture of paving blocks by utilizing low density polyethylene (LDPE) plastic waste. Paving blocks or concrete bricks are concrete materials that can be used for pavement of roads, parking areas, sidewalks, or parks. This research aims to create environmentally friendly paving blocks and improve their quality by utilizing LDPE plastic beads as a fine aggregate substitute.

The composition of the paving block mixture is 1 cement: 5 sand: 4 gravel, with variations in sand substitution by plastic seeds of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% of the weight of sand. Tests performed after 28 days include compressive strength, wear resistance, and water absorption tests based on SNI-03-0691-1996.

The test results showed that the normal paving block had a compressive strength of 21.060 MPa, a wear resistance of 0.136 mm/min, and a water absorption of 5.493%. The 5% substitution variation is the optimum variation value by producing the best compressive strength, which is 22.934 MPa, wear resistance of 0.121 mm/min, and water absorption of 5.138%, so it is in the B quality category for parking lots. The 10% to 25% variation has a compressive strength of 15,971 MPa, 10,756 MPa, 7,202 MPa, and 4,670 MPa, respectively. The 10% variation is in the C quality category for pedestrians, while the 15%, 20%, and 25% variations are in D quality for parks.

Keywords: *Paving Block, LDPE plastic seeds, Compressive Strength, Wear Resistance, Water Absorption*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dalam tata ruang perkotaan atau bangunan yang mempertimbangkan fungsi dan estetika bentuk menjadi tolak ukur dalam pembangunan dari beberapa tahun terakhir. Dalam komponen infrastruktur tersebut *paving block* dapat menjadi pilihan sebagai alternatif pilihan untuk konstruksi pembangunan jalan maupun lantai. Bata beton atau sering disebut dengan *paving block* merupakan bahan konstruksi yang terbuat dari campuran semen, agregat halus dan air. Pada pembangunan konstruksi sekarang ini konsumen lebih banyak memilih *paving block* dibanding perkerasan aspal maupun cor beton, hal tersebut dikarenakan konstruksi *paving block* dinilai lebih ramah lingkungan dalam membantu konservasi air tanah, mudah dan cepat pemasangannya, mudah perawatannya, bentuk yang beragam, dan harga yang murah (Ruswanto, 2017).

Seiring berkembangnya zaman, inovasi dalam menciptakan bahan atau metode yang lebih efisien dan ramah lingkungan terus dilakukan, termasuk dalam memodifikasi *paving block* sebagai salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan. Untuk mendukung hal tersebut, *paving block* harus memiliki aspek yang mendukung untuk dimodifikasi tanpa mengurangi kualitas *paving block*. Dalam studi kasus yang dilakukan oleh Indrawijaya, dkk. (2019) mengenai pemanfaatan limbah plastik jenis *Low Density Polyethelene* (LDPE) sebagai pengganti agregat dalam pembuatan *paving block*. Dengan variasi komposisi komposisi campuran semen:pasir:agregat kasar = 1 : 1,5 : 3, limbah plastik LDPE di variasikan sebagai substitusi agregat halus dengan jumlah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari kebutuhan pasir. Hasil uji kuat tekan menunjukkan beton *paving block* dengan penambahan 10% limbah plastik LDPE pada agregat halus menghasilkan kuat tekan tertinggi bahkan dibandingkan dengan kuat tekan beton bata normal. Penelitian tersebut dapat membuktikan bahwa limbah plastik yang diolah untuk

digunakan sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dapat meningkatkan kualitas kuat tekan *paving block*. Komposisi, jenis plastik, dan pengolahannya menjadi faktor utama dalam pengaruh kualitas dari *paving block*.

Plastik merupakan suatu material yang sering kita jumpai sehari-hari. Sampah plastik merupakan material yang sulit untuk diurai dan membutuhkan waktu ratusan tahun untuk diurai. Material plastik banyak digunakan karena kelebihanannya yang tahan air, harganya relatif murah, dan sifatnya yang ringan. Penggunaan material plastik yang terus bertambah menyebabkan meningkatnya sampah plastik. Plastik adalah senyawa polimer alkena dengan molekul yang berbentuk besar. Menurut pengertian secara kimia mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi sintetik. Molekul plastik terbentuk dari kondensasi organik atau dari penambahan polimer dapat juga terdiri dari zat yang lain untuk meningkatkan kualitas atau nilai ekonominya (Arifin dan Ihsan, 2018). Pada penelitian ini plastik yang akan digunakan adalah jenis plastik *Low Density Polyethelene* (LDPE). Penggunaan jenis plastik LDPE sebagian besar digunakan untuk tas plastik belanjaan, kantong laundry, pelapis untuk karton susu, pembungkus makanan segar. Jenis plastik ini memiliki fleksibilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. LDPE juga aman untuk didaur ulang dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia.

Data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2019 sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun, dengan 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Indonesia penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia pada tahun 2019 dengan 3,21 Juta metrik ton/tahun. Limbah plastik yang dihasilkan rata-rata merupakan limbah plastik berjenis *polyethelene*. Dengan melihat fenomena sampah plastik yang tidak terolah dengan baik tersebut, maka dapat dilakukan metode modifikasi pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah sampah plastik yang sudah diolah menjadi biji plastik. Inovasi tersebut diharapkan dapat menjadi salah satu uraian dalam permasalahan pengelolaan sampah, terutama limbah sampah plastik yang sulit terurai.

Dengan permasalahan yang sudah diuraikan di atas, salah satu alternatif pengelolaan limbah plastik yaitu dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan pengganti agregat halus pada pembuatan *paving block*. Berdasarkan pengembangan penelitian yang dilakukan oleh Indrawijaya, dkk. (2019) menggunakan plastik jenis *Low Density Polyethylene* yang sudah diolah menjadi biji plastik sebagai substitutor sebagian agregat halus dengan variasi komposisi yang berbeda yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat pasir. Penggunaan rasio perbandingan komposisi bahan berdasarkan penelitian Yanita dan Andreas (2017) 1:5:4 untuk semen : pasir : agregat kasar (*Split*). Menurut SNI 03-2847-2002, agregat halus adalah agregat dengan besar butir terbesar 5,0 mm berasal dari alam atau hasil olahan (hasil pemecahan, penyaringan atau terak tanur tinggi). Maka pada modifikasi bahan yang dilakukan biji plastik jenis LDPE dapat berperan sebagai bahan substitusi agregat halus karena ukuran butiran biji plastik masuk ke dalam syarat acuan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan bata beton *paving block* dengan mutu tinggi melalui pengujian yang dilakukan dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi kadar biji plastik jenis LDPE sebagai substitutor sebagian agregat halus pada *paving block* terhadap nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh variasi kadar biji plastik jenis LDPE sebagai substitutor sebagian agregat halus pada *paving block* terhadap nilai rata-rata persentase ketahanan aus *paving block*?
3. Bagaimana pengaruh variasi kadar biji plastik jenis LDPE sebagai substitutor sebagian agregat halus pada *paving block* terhadap nilai rata-rata persentase kemampuan daya serap air pada *paving block*?
4. Variasi kadar biji plastik LDPE manakah yang menghasilkan nilai kualitas *paving block* optimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar biji plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) sebagai substitutor sebagian agregat halus terhadap nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan *paving block* setiap komposisinya.
2. Mengetahui pengaruh variasi kadar biji plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) sebagai substitutor sebagian agregat halus terhadap nilai rata-rata persentase ketahanan aus *paving block*.
3. Mengetahui pengaruh variasi kadar biji plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) sebagai substitutor sebagian agregat halus terhadap nilai rata-rata persentase kemampuan daya serap air *paving block*.
4. Mengetahui kadar biji plastik LDPE yang menghasilkan nilai kualitas *paving block* optimum.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian bagi penulis adalah:

1. Mengetahui komposisi optimal penggunaan biji plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) sebagai substitutor agregat halus (pasir) pada pembuatan *paving block*.
2. Mengetahui informasi nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan daya serap air *paving block* yang dihasilkan berdasarkan penggunaan substitusi agregat biji plastik jenis *low density polyethylene*.

Manfaat penelitian bagi pembaca adalah:

1. Sebagai referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya terkait pengaruh penggunaan limbah plastik sebagai bahan substitusi agregat terhadap kuat tekan, keausan, dan daya serap air *paving block* dengan menggunakan jenis limbah plastik dan komposisi campuran bahan yang berbeda.
2. Memberikan wawasan, teori, dan konsep – konsep tentang pengembangan pengetahuan terkait penggunaan bahan limbah plastik sebagai bahan substitusi agregat dalam pembuatan *paving block*.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini adalah:

1. Jenis plastik yang digunakan adalah jenis *low density polyethylene* (LDPE), diperoleh dari produsen pengolahan biji plastik.
2. Perbandingan campuran bahan semen, agregat halus, dan agregat kasar adalah ditentukan dari hasil penelitian Yanita dan Andreas (2018) dengan volume 1 : 5 : 4, komposisi substitusi biji plastik 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat agregat halus (pasir).
3. Substitusi biji plastik tidak memperhitungkan berat volume padat biji plastik LDPE.
4. Menggunakan cetakan *paving block* bentuk segi-empat berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm berdasarkan peraturan SK SNI-04-1990-F.
5. Perawatan (*curing*) benda uji dilakukan dengan perendaman dan pengeringan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Agregat halus berasal dari Merapi, Sleman.
7. Agregat kasar berasal dari Kulon Progo.
8. Semen yang digunakan semen *portland* tipe I, dengan merk Tiga Roda.
9. Pengujian terhadap sampel sebanyak 120 buah dilakukan pada umur 28 hari.
10. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air, SNI 03-0691-1996.
11. *Paving Block* direncanakan masuk ke dalam mutu B sesuai SNI 03-0691-1996 untuk penggunaan lahan parkir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai manfaat faktor konversi untuk pengujian kuat tekan *paving block* yang dilakukan oleh Yanita dan Andreas (2017), menggunakan perbandingan campuran bahan untuk *paving block* Mutu B adalah 1:5:4 untuk semen : pasir : kerikil (*split*). Hasil kuat tekan *paving block* pada perawatan 28 hari menghasilkan nilai rata-rata 36,61 MPa hasil tersebut masuk dalam kategori mutu kelas B.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Indrawijaya, dkk. (2019) pemanfaatan limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai pengganti agregat untuk pembuatan *Paving Block* Beton. Benda uji dibuat dengan komposisi campuran semen : pasir : agregat kasar = 1:1,5:3, limbah plastik LDPE divariasikan sebagai substitusi agregat halus dengan jumlah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari kebutuhan pasir. Hasil uji kuat tekan menunjukkan beton *paving block* dengan penambahan 10% limbah plastik LDPE pada agregat halus menghasilkan kuat tekan tertinggi bahkan dibandingkan dengan kuat tekan beton bata normal. Hasil kuat tekan secara berurutan yaitu 23,68 MPa, 23,98 MPa, 18,21 MPa, 7,58 MPa, 5,23 MPa, 5,99 MPa.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Astanto, dkk. (2022) kuat tekan dan kuat lentur *paving block* berpori menggunakan limbah botol plastik tipe *polyethylene terephthalate*. Penambahan bahan substitusi agregat pasir dengan limbah plastik digunakan persentase sebesar 0%, 5%, 20%, dan 30% dari volume agregat halus. Perbandingan rasio *mix design* semen : agregat kasar : agregat halus = 1:1,5:4. Hasil kuat tekan *paving block* dengan agregat halus disubstitusikan dengan limbah plastik berdasarkan perawatan benda uji selama 7, 14 dan 28 hari, Untuk hasil masing-masing persentase didapat secara berurutan 10,74 MPa, 13,04 MPa, 11,19 MPa, 9,15 MPa, dan 7,18 MPa. Hasil tersebut menyatakan bahwa kuat

tekan paling optimal terjadi pada penambahan limbah plastik dengan persentase 5% pada perawatan beton 28 hari dengan hasil 13,04 MPa. Hasil tersebut melampaui kuat tekan beton normal pada perawatan beton dengan hari yang sama bernilai 10,74 MPa maka dapat dikategorikan ke dalam mutu *paving block* kelas C.

Suwandono, dkk. (2023) melalui penelitiannya yaitu pemanfaatan limbah plastik LDPE (*low density polyethylene*) sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton ringan. Dalam penelitian tersebut menggunakan benda uji silinder dengan variasi campuran plastik 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6% dari volume pasir. Pengujian kuat tekan dilakukan umur perawatan benda uji 7, 14, dan 28 hari. Hasil kuat tekan pada umur 7 hari tertinggi terjadi di variasi 0,2% sebesar 22,8 MPa hasil ini melebihi kuat tekan beton normal yang bernilai 22,6 MPa. Kenaikan nilai kuat tekan juga terjadi di umur benda uji 14 dan 28 hari pada variasi yang sama dengan nilai masing-masing 28,6 MPa dan 32,6 MPa, hasil tersebut melebihi nilai kuat tekan dari beton normal pada masing-masing umur perawatan beton yaitu sebesar 28,4 MPa dan 32,2 MPa.

Pemanfaatan campuran *fly ash* dan LDPE sebagai substitusi agregat halus pada *paving block*. Penelitian yang dilakukan oleh Utami, dkk. (2023). Dalam penelitian tersebut perbandingan *fly ash* dan LDPE sebesar 1:1. Pemanfaatan *fly ash* dan LDPE sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus dengan komposisi persentase 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% pada pengujian di umur perawatan 28 hari menghasilkan kuat tekan optimum pada variasi 7,5% dengan nilai 20 MPa. Dengan nilai tersebut memenuhi klasifikasi mutu *paving block* kelas B. Hasil tersebut melebihi nilai kuat tekan variasi benda uji normal yang bernilai 17,2 MPa. Pada variasi 5%, 10%, 12,5%, dan 15 % masing-masing bernilai 16 MPa, 15,2 MPa, 12 MPa, dan 10 MPa.

Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan dan sudah dijelaskan sebelumnya maka selanjutnya dilakukan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan, seperti yang tersaji dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan. (2024)
Judul Penelitian	Manfaat Faktor Konversi untuk Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	Pemanfaatan Limbah Plastik <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Sebagai Pengganti Agregat untuk Pembuatan <i>Paving Block</i> Beton.	Kuat tekan dan Kuat Lentur <i>Paving Block</i> Berpori Menggunakan Limbah Botol Plastik Tipe <i>Polyethylene Terephthalate</i> .	Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Beton Ringan.	Pemanfaatan Campuran <i>Fly Ash</i> dan LDPE Sebagai Substitusi Agregat Halus pada <i>Paving Block</i> .	Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Sebagai Substitutor Agregat <i>Paving Block</i> Terhadap Kualitas <i>Paving Block</i>
Konten	Benda uji kubus 15x15 x 15 cm dan <i>paving block</i> ukuran 20 x 10 x 6 cm Umur pengujian	Substitusi agregat halus dengan limbah plastik jenis <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Rasio komposisi campuran	Penambahan persentase bahan tambah substitusi agregat halus 0%, 5%, 20%, dan 30% dari volume agregat halus	Substitusi agregat halus dengan limbah plastik jenis <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Variasi campuran substusi	Substitusi agregat halus dengan <i>fly ash</i> dan plastik LDPE Komposisi bahan <i>fly ash</i> dan LDPE adalah 1:1	Substitusi agregat halus

Lanjutan Tabel 2. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan. (2024)
Konten	3, 7, 14. 21. 28 hari	semen:pasir: agregat kasar =1:1,5:3 Variasi substitusi agregat halus dari penggunaan pasir 0%,10%,20%,30% 40%, 50% Umur pengujian 28 hari.	Rasio perbandingan mix design 1 : 1,5 : 4 = semen : agregat kasar : agregat halus Limbah plastik jenis <i>Polyethylene Terephtalate</i> (PET). Bahan tambah <i>superplasticizer</i> dengan persentase 0,5%	0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6% Benda uji silinder 15 cm x 30 cm Umur pengujian 7, 14, dan 28 hari.	Variasi persentase 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% Umur pengujian 28 hari	dengan biji plastik jenis <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Rasio komposisi volume campuran semen : pasir : agregat kasar = 1 : 5 : 4 Variasi substitusi agregat halus dari berat total pasir 0%, 5%, 15%, 20%, 25%

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan. (2024)
Konten			Umur pengujian 7, 14, dan 28 hari.			Umur pengujian 28 hari.
Parameter Pengujian	Uji kuat tekan	Uji Densitas dan Uji Kuat Tekan	Uji kuat tekan dan Uji kuat lentur	Uji kuat tekan beton dan uji <i>air voids</i>	Uji kuat tekan, uji daya serap air, dan uji ketahanan aus	Uji kuat tekan, uji keausan, dan uji daya serap air.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan. (2024)
Hasil Penelitian	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan optimal <i>paving block</i> pada umur 8 hari rata rata didapat 36,61 MPa masuk ke dalam kategori mutu kelas B. kuat tekan optimum benda uji kubus di umur perawatan yang sama didapat nilai 21,91 MPa.	Hasil penelitian tersebut diketahui bahwa pengujian densitas atau perbandingan massa terhadap volume menghasilkan <i>paving block</i> variasi substitusi agregat halus 50% dari volume total beratnya lebih ringan dibandingkan dengan <i>paving block</i> normal	Hasil uji kuat tekan dalam penelitian ini optimal terjadi pada penambahan limbah plastik variasi 5% pada umur perawatan 28 hari bernilai 13,04 MPa hasil tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan <i>paving block</i> normal pada umur perawatan	Hasil pengujian kuat tekan dalam penelitian ini menghasilkan bahwa beton ringan dengan variasi substitusi 0,2 % bernilai 32,6 MPa, lebih tinggi dibandingkan beton ringan normal yaitu 32,4 MPa.	Hasil penelitian ini menghasilkan uji kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari tertinggi pada substitusi agregat varian 7,5 % sebesar 20 MPa	Penelitian ini diharapkan, diperoleh hasil besarnya pengaruh substitusi Sebagian agregat halus dengan dengan biji plastik jenis <i>LDPE</i> pada <i>paving block</i> terhadap kuat tekan

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan. (2024)
Hasil Penelitian	dengan <i>paving block</i> normal atau bisa dikatakan semakin banyak limbah plastik yang digunakan membuat paving semakin ringan. Hasil uji kuat tekan dengan penambahan variasi 10 % limbah plastik menjadi kuat tekan tertinggi	atau bisa dikatakan semakin banyak limbah plastik yang digunakan membuat paving semakin ringan. Hasil uji kuat tekan dengan penambahan variasi 10 % limbah plastik menjadi kuat tekan tertinggi dengan 23,98 MPa lebih tinggi dari kuat tekan <i>paving block</i> normal yaitu 23,68 MPa	yang sama yaitu 10,74 MPa. Untuk hasil uji kuat lentur <i>paving block</i> normal bernilai lebih tinggi dari variasi <i>paving block</i> berpori dengan penambahan limbah plastik nilai kuat lentur beton bata normal rata rata pada umur perawatan 28		masuk ke dalam mutu B. hasil uji penyerapan air variasi 7,5% dan 12,5 % masuk ke dalam mutu A dengan nilai masing-masing 2,6% dan 2,8%. untuk pengujian ketahanan aus <i>paving block</i> dengan	keausan dan daya serap air dengan variasi persentase substitusi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari volume pasir, dan menggunakan rasio <i>mix design</i>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Yanita dan Andreas (2017)	Indrawijaya, dkk. (2019)	Astanto, dkk. (2022).	Suwandono, dkk. (2023)	Utami, dkk. (2023)	Penelitian yang Dilakukan (2024)
Hasil Penelitian		hasil tersebut masuk ke dalam mutu kelas B.	hari adalah 4,95Mpa, nilai kuat lentur tertinggi pada variasi 10% dengan umur perawatan yang sama bernilai 4,25 Mpa.		variasi 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% masuk ke dalam kategori mutu A dengan nilai masing-masing 0,034%, 0,025%, 0,043%, dan 0,09%	1 : 5 : 4 = semen : pasir : agregat kasar.

2.2 Keaslian Penelitian

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu seperti yang disajikan dalam Tabel 2.1. Melanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Indrawijaya, dkk. (2019) dengan menggunakan limbah plastik jenis *Low Density Polyethylene* yang sudah didaur ulang menjadi biji plastik dilakukan variasi komposisi yang berbeda yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada substitusi agregat halus diambil dari berat pasir dan dengan menggunakan rasio perbandingan komposisi bahan yang disebutkan dalam penelitian Yanita dan Andreas (2017) 1 : 5 : 4 untuk semen : pasir : agregat kasar (*Split*). Dengan mengacu pada SNI 03-0691-1996, pengujian bata beton (*paving block*) yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan, uji keausan, dan daya serap air *paving block*. Berdasarkan penjabaran tersebut, penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan keasliannya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Material plastik

Plastik adalah sebuah material polimer yang terbentuk dari polimer – polimer organik, yang merupakan rantai molekul panjang yang terdiri dari beberapa unit berulang-ulang yang disebut monomer. Plastik adalah suatu makromolekul yang terbentuk dari proses polimerisasi yaitu penggabungan antar molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi satuan molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer dengan penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen (Kumar, dkk. 2011). Terdapat berbagai macam jenis plastik berdasarkan bahan penyusun dan kegunaannya. Berdasarkan dari situs Zero Waste Indonesia, jenis-jenis plastik adalah sebagai berikut:

1. PET atau *Polyethylene Terephthalate*, plastik yang berbahan dasar antimon trioksida biasanya digunakan pada pembuatan botol air sekali pakai. Dapat di daur ulang menjadi pita kaset video.
2. HDPE atau *High Density Polyethylene*, biasanya dimanfaatkan sebagai pembuatan tas belanja, botol deterjen, dan botol susu. HDPE memiliki sifat yang hampir sama dengan jenis PET yaitu hanya dapat digunakan sekali pakai, tetapi HDPE memiliki rantai polimer tunggal yang cukup Panjang sehingga lebih padat, kuat, dan tebal dibandingkan dengan jenis PET.
3. PVC atau *Polyvinyl chloride*, atau biasa disebut plastik vinyl biasa digunakan dalam pembuatan selang, mainan anak, kantung darah, pembungkus plastik dan perlengkapan medis. Plastik jenis ini salah satu jenis plastik yang banyak digunakan. Penggunaan plastik jenis PVC sebaiknya dihindarkan pada kemasan makanan karena sebelum proses

manufaktur dan pembuangan plastik jenis PVC dapat berpotensi menyebabkan masalah kesehatan serius dan polusi lingkungan.

4. LDPE atau *Low Density Polyethylene*, plastik dengan hasil jenis *polyethylene* yang lunak dan fleksibel. Plastik jenis ini memiliki struktur kimia polimer simple, polimer-polimer tersebut memiliki rantai yang cukup panjang sehingga sangat mudah untuk diproduksi. Plastik jenis berbahan LDPE sering digunakan sebagai pembungkus plastik, produk tas seperti tas belanjaan, tas laundry, pelapis karton susu, dan juga pelapis makanan beku.
5. PP atau *polypropylene*, adalah bahan jenis plastik yang terbaik karena jenis ini berbahan lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang relative rendah, dan tahan pada suhu yang tinggi dengan titik leleh 160°C. Plastik PP biasa digunakan pada pembuatan botol minuman, kotak makanan, ember dan wadah penyimpanan lainnya yang dapat digunakan kembali secara berulang.
6. PS atau *Polystyrene*, plastik yang kaku dan digunakan sebagai bahan pembuat mainan dan wadahnya, sering juga digunakan sebagai pembungkus makanan cepat saji atau *Styrofoam*.
7. PC atau *Polycarbonate*, jenis plastik ini memiliki bahaya kimia berbahan *polycarbonate* atau bahan penyusun lainnya dan digunakan sebagai botol bayi dan botol pendingin air.

Jenis-jenis plastik dan simbolnya berdasarkan bahan penyusun dan kegunaannya disajikan pada Gambar 3.1.

1	2	3	4	5	6	7
PETE	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	OTHER
polyethylene terephthalate	high-density polyethylene	polyvinyl chloride	low-density polyethylene	polypropylene	polystyrene	other plastics, including acrylic, polycarbonate, polyacetic fibers, nylon, fiberglass
soft drink bottles, mineral water, fruit juice containers and cooking oil	milk jugs, cleaning agents, laundry detergents, bleaching agents, shampoo bottles, washing and shower soaps	trays for sweets, fruit, plastic packing (bubble foil) and food foils to wrap the foodstuff	crushed bottles, shopping bags, highly-resistant sacks and most of the wrappings	furniture, consumers, luggage, toys as well as bumpers, lining and external borders of the cars	toys, hard packing, refrigerator trays, cosmetic bags, costume jewellery, audio cassettes, CD cases, vending cups	an example of one type is a polycarbonate used for CD production and baby feeding bottles
						

Gambar 3. 1 Jenis – jenis plastik
(Sumber : dlh.slemankab.go.id)

Pada penelitian ini digunakan bahan jenis plastik *Low Density Polyethylene* atau LDPE yang didaur ulang dan diolah menjadi biji plastik, kemudian disubstitusikan pada campuran agregat halus (pasir) dalam pembuatan *paving block*. Ukuran butiran setiap biji sekitar 3 mm sehingga menurut SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, agregat halus maksimum berukuran 5,0 mm. Pada penelitian ini diharapkan substistusi sebagian yang dilakukan pada agregat halus dengan biji plastik jenis *Low Density Polyethylene* dapat menghasilkan kualitas *paving block* yang baik dan ramah terhadap lingkungan.

3.2 *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996 bata beton untuk lantai atau *paving block* adalah suatu komponen bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen atau bahan perekat sejenisnya, agregat dan air atau tanpa bahan tambah yang lain tanpa mengurangi kualitas mutu bata beton. *Paving block* dapat berwarna seperti aslinya atau diberi zat pewarna pada campuran komposisinya dan diaplikasikan di dalam maupun di luar bangunan. Agregat yang biasa digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah agregat halus (pasir), namun dapat juga menggunakan agregat kasar (kerikil) dengan ukuran / diameter kecil.

Berdasarkan ketentuan umum SK SNI T-04-1990-F mengenai Standar Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci untuk Permukaan Jalan, ukuran *paving block* berbentuk kubus tersedia dengan ketebalan 6 cm, 8 cm, dan 10 cm, dengan fungsi yang berbeda-beda pada setiap ketebalannya. *Paving block* dengan ketebalan 6 cm digunakan pada beban lalu lintas yang rendah seperti teMpat pejalan kaki, halaman rumah atau bangunan dan trotoar, untuk ketebalan 8 cm dapat digunakan pada beban lalu lintas yang berfrekuensi sedang seperti teMpat parkir gedung, ruko, atau bangunan komersil lainnya. Sedangkan untuk *paving block* dengan ketebalan 10 cm dikhususkan dapat digunakan untuk beban lalu lintas dengan frekuensi berat atau tinggi seperti area yang dilalui oleh kendaraan berat seperti gudang, pabrik dan sebagainya.

Tipe bentuk *paving block* tidak hanya berbentuk kubus. Bentuk-bentuk *paving block* berdasarkan ukuran dimensi ketebalannya dan penggunaannya tersaji dalam Gambar 3.2.

 asiacore <i>Excellent In Strength</i> Head Office Jl. Serojul Munir Kel. Jatsari Kec. Jattasih Bekasi Telp & Fax : 021 2867 2340 email : info@asiacore.co.id				
 Tipe Buta	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	10,5 x 21 cm	6 cm	44 Pcs	
	10,5 x 21 cm	8 cm	44 Pcs	
	10,5 x 21 cm	10 cm	44 Pcs	
 Tipe Cacing	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	22,5 x 11,2 cm	6 cm	39 Pcs	
	22,5 x 11,2 cm	8 cm	39 Pcs	
 Tipe Hexagon	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	20 x 20 cm	6 cm	27 Pcs	
	20 x 20 cm	8 cm	27 Pcs	
 Tipe Trihex	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	19,7 x 9,6 cm	6 cm	39 Pcs	
	19,7 x 9,6 cm	8 cm	39 Pcs	
 Tipe Ubin Kecil	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	10,5 x 10,5 cm	6 cm	88 Pcs	
 Tipe Ubin Besar	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	21 x 21 cm	6 cm	22 Pcs	
	21 x 21 cm	8 cm	22 Pcs	
 Tipe Ubin Set	Dimensi	Tebal	Isi per M2	Aplikasi
	21 x 21 cm 10,5 x 10,5 cm	6 cm	22 Pcs 5,5 Pcs	
 Tipe Topi Uskup	Dimensi	Tebal	Isi per M	Aplikasi
	30 x 21 cm	6 cm	3,3 Pcs	
	30 x 21 cm	8 cm	3,3 Pcs	

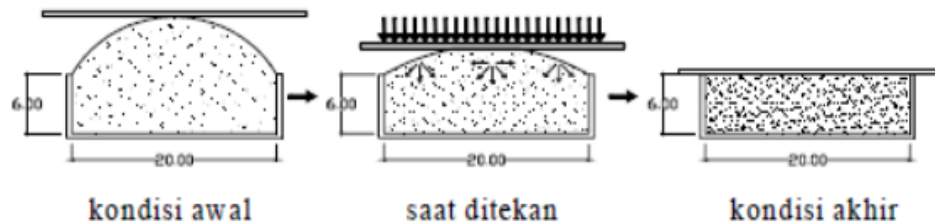
Gambar 3. 2 Tipe Bentuk *Paving Block*
 (Sumber: asiacore.co.id)

Berdasarkan proses produksinya *paving block* umumnya menggunakan dua metode yaitu :

1. Metode konvensional

Metode ini lebih dikenal oleh masyarakat dengan metode gaplokan. Metode ini paling banyak digunakan sebagai industri perumahan, selain alat yang terjangkau, proses pembuatannya juga mudah dilakukan sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja. Metode konvensional proses pemadatan

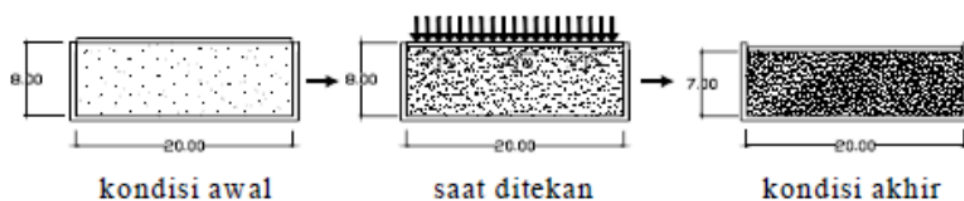
paving block dilakukan secara manual dengan menekan dengan tenaga manusia menggunakan beban gaplokan. Prinsip prosedur pembuatan *paving block* dengan metode konvensional terdapat dalam Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Prinsip Kerja Metode Konvensional
(Sumber: Hakim, 2019)

2. Metode mekanis

Metode ini sering disebut dengan metode press. Metode ini dilakukan dengan menggunakan mesin *compression apparatus*. Metode mekanis masih jarang dilakukan karena alatnya yang cukup mahal. Metode mekanis biasanya digunakan oleh produksi pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Prinsip prosedur pembuatan *paving block* dengan metode konvensional terdapat dalam Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Prinsip Kerja Metode Mekanis
(Sumber: Hakim, 2019)

3.3 Syarat Mutu *Paving Block*

Faktor- faktor yang dapat mempengaruhi mutu kualitas dalam produk *paving block* menurut Yanita dan Andreas (2017) antara lain :

1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I, baru dan tidak gumpal, karena mutu semen adalah faktor dasar dari bahan kebutuhan beton.

2. Perbandingan air – semen
Perbandingan jumlah minimal air dan semen harus konsisten dan kemampuan kerja adukan beton yang diinginkan. Kekuatan beton tidak maksimal ketika perbandingan air dan semen bertambah, hal tersebut dikarenakan kekosongan rongga dalam beton akibat penambahan air setelah penguapan.
3. Bahan
Bahan material yaitu agregat baik pasir maupun kerikil harus bersih dari kotoran lumpur, daun ataupun benda – benda asing.
4. Kehalusan kerikil halus
Semakin halus permukaan kerikil dapat menyebabkan penurunan kualitas mutu beton, dikarenakan halusnya permukaan kerikil membutuhkan lebih banyak semen yang digunakan.
5. Mesin cetak produksi
Dalam produksi *paving block*, mesin pencetak dapat berpengaruh terhadap mutu *paving block*. Semua bergantung terhadap tekanan yang dihasilkan untuk memadatkan *paving block* tersebut.
Sedangkan syarat mutu *paving block* untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:
 1. Sifat tampak dari *paving block* harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat keretakan, cacat, bagian sudut tidak mudah rapuh dengan kekuatan tangan
 2. Bentuk dan ukuran *paving block* bergantung pada konsumen dan produsen. Setiap produsen harus memberikan penjelasan mengenai bentuk, ukuran dan konstruksi pemasangan *paving block*.
 3. Penyimpangan tebal *paving block* diperkenankan kurang lebih 3 mm.
 4. *Paving block* tidak diperkenankan cacat apabila diuji dengan natrium sulfat dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum bernilai 1%.

Sifat-sifat fisika *paving block* dikutip dari persyaratan SNI 03-0691-1996 tersaji dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Kekuatan Fisik *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat tekan (Kg/cm ²)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air Rata-rata Maks (%)
		Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,009	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	200	170	0,130	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,160	1,1184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,250	10

Sumber: SNI 03-1691-1996

3.4 Agregat

Agregat adalah suatu material yang berbentuk granular seperti pasir, kerikil, batu pecah, kerak (*split*) yang digunakan dalam campuran sebagai media pengikat beton atau campuran adukan semen hidrolik. (SNI 03-2847-2002)

3.4.1 Agregat halus

Agregat halus atau pasir adalah butiran mineral keras yang berbentuk hampir bulat, tajam dan bersifat kekal. Menurut SNI 03-2847-2002 butiran agregat halus berukuran sebagian besar maksimum 5,0 mm. Agregat halus digunakan sebagai bahan adukan atau spesi dalam campuran pembuatan *paving block* berfungsi sebagai pengikat mortar atau semen dan dapat meningkatkan kekuatan mutu. Adapun beberapa persyaratan agregat halus yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras
2. Butiran agregat harus bersifat kekal atau tidak dapat pecah ketika dipengaruhi oleh cuaca baik terik matahari maupun hujan.
3. Agregat tidak mengandung lumpur atau bagian butiran yang berukuran kurang dari 0,07 mm maksimum 5%.
4. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida 3 %, jika dibandingkan dengan warna standar atau pembanding, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama).

5. Susunan besaran butir memiliki modulus kehalusan antara 1,50-3,80 dengan variasi butir sesuai standar gradasi pada Tabel 3.2 berikut

Tabel 3. 2 Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lolos ayakan			
	Daerah I (kasar)	Daerah II (Agak kasar)	Daerah III (Agak halus)	Daerah IV (Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 - 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 - 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	0 – 15
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : SNI 03-1970-2008

3.4.2 Agregat kasar

Agregat kasar merupakan salah satu komponen utama bahan penyusun beton. Agregat kasar berperan dalam memberikan kekuatan struktural pada beton, dan kualitasnya mempengaruhi sifat – sifat mekanis dan fisik beton tersebut. Menurut SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan gedung, agregat kasar adalah kerikil hasil dari disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang diproses melalui industri pemecah batu. Ukuran butiran agregat antara 5 mm - 40 mm. Dalam penggunaannya agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Butiran bersifat keras tidak berpori dan bersifat kekal yaitu tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Agregat butiran tidak dapat mengandung lumpur lebih dari 1%.
3. Agregat tidak boleh terkontaminasi zat reaktif seperti alkali yang dapat mempengaruhi kualitas agregat.
4. Agregat yang bebrbentuk pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari total agregat.

Persyaratan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lolos ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	35 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4,8	0 - 5	0 - 10

Sumber : SNI 03-1970-2008

Penggunaan agregat kasar (*split*) disesuaikan dengan kebutuhan perencanaan mutu yang ditentukan. Ukuran butiran yang digunakan dalam penelitian ini dengan mutu kelas B maka digunakan kerikil (*split*) yang lolos saringan 3/8” tertahan saringan No.4 (Yanita dan Andreas. 2017).

3.5 Semen Portland

Semen Portland adalah jenis semen yang umum digunakan sebagai bahan dasar pembuat beton, mortar, plester, dan adukan non spesialisasi. Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling bersama-sama terak semen portland yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dengan bahan tambah yang berbentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan dapat ditambahkan dengan bahan tambah yang lain.

3.6 Air

Fungsi air pada campuran pembuatan *paving block* adalah membuat reaksi kimia dengan semen guna melakukan proses pengikatan agregat. Persyaratan penggunaan air dalam Peraturan Beton Bertulang 1971 sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam yang dapat merusak kualitas beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter

Pemakaian air dalam pembuatan campuran harus sesuai perencanaan, penggunaan air yang berlebihan dapat mengakibatkan keenceran beton dan dapat

mengurangi kekuatan mutu beton dan penggunaan air yang terlalu sedikit dapat menyebabkan campuran tidak saling terikat hal tersebut juga berpengaruh terhadap kualitas mutu yang dihasilkan.

3.7 Biji Plastik

Pada penelitian ini menggunakan plastik jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* sebagai substitutor sebagian agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Material yang digunakan adalah plastik jenis LDPE yang telah diolah menjadi biji plastik berukuran berkisar 3mm. Material biji plastik jenis LDPE dibeli dari produsen biji plastik.



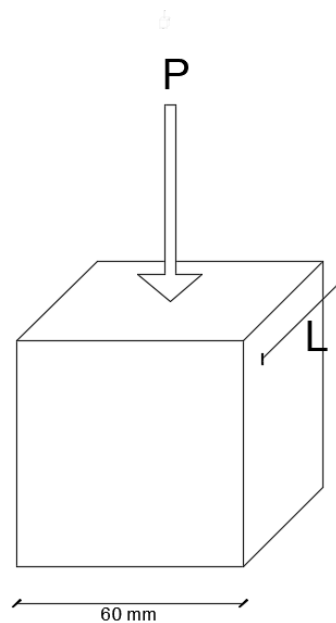
Gambar 3. 5 Biji Plastik LDPE

3.8 Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan pada beton merupakan salah satu aspek yang penting dalam perencanaan struktur. Kuat tekan *paving block* kurang lebih sama dengan kuat tekan beton, yaitu besaran beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji dapat hancur ketika diberi beban dengan gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin uji kuat tekan (*universal testing machine*). Nilai kuat tekan beton dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat mempengaruhi mutu dari kekuatan beton antara lain dari bahan komposisi bahan penyusun, metode perencanaan, perawatan dan keadaan lapangan ketika pelaksanaan (Mulyono 2004).

Kuat tekan *paving block* penting untuk diketahui karena material ini nantinya akan mengalami beban tekanan dari berbagai sumber berdasarkan mutunya. Kualitas *paving block* yang baik dapat ditinjau dari kuat tekan yang

dihasilkan guna keamanan dan ketahanan dalam penggunaannya. Sketsa pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3. 6 Sketsa Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996 nilai kuat tekan *paving block* dihitung dengan persamaan (3.1) berikut.

$$f'c = \frac{P}{L} \quad (3.1)$$

Dengan:

$f'c$ = Kuat tekan (Mpa)

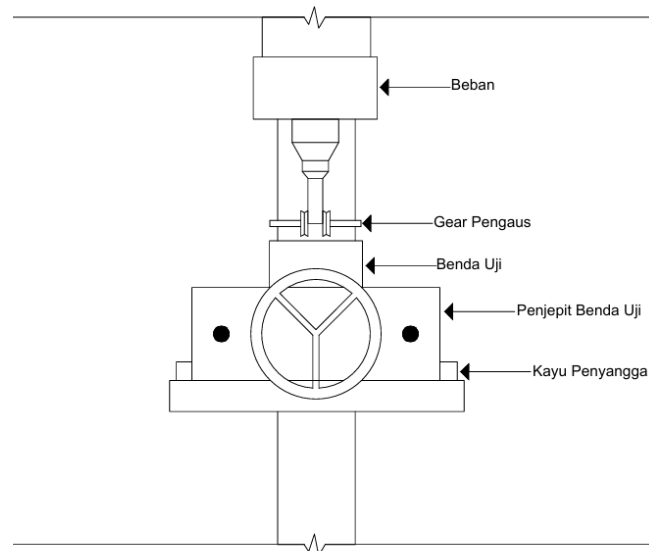
P = Beban (N)

L = Luas bidang tekan (mm^2)

3.9 Ketahanan Aus *Paving Block*

Ketahanan aus *paving block* adalah kemampuan *paving block* dalam menerima gaya gesek yang menyebabkan permukaan *paving block* semakin menipis. Uji ketahanan aus pada *paving block* dilakukan guna mengetahui persentase daya tahan lapisan atas dari *paving block* terhadap goresan atau gesekan secara terus menerus. Faktor yang dapat mempengaruhi keausan *paving block* menurut SNI 03-0028-1987 tentang cara uji ubin semen yaitu kepadatan *paving block*, kerataan permukaan, rusuk-rusuk harus rata, dan tebalnya tidak kurang dari

20 mm. sketsa pengujian ketahanan aus *paving block* dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut,



Gambar 3. 7 Sketsa Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block*

Menurut Menurut SNI 03-0691-1996 besarnya nilai penyerapan air pada *paving block* dihitung dengan persamaan (3.2) berikut.

$$D = 1,2 G + 0,0246 \quad (3.2)$$

Dengan:

D = Ketahanan Aus (mm/menit)

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

3.10 Penyerapan Air *Paving Block*

Daya serap air atau sering disebut dengan porositas adalah rasio dari pori-pori dalam material *paving block* terhadap material total volume. Penyerapan air terjadi akibat adanya gelembung udara dalam *paving block* yang dihasilkan dari proses penekanan saat pembuatan atau setelah pembuatan.

Faktor yang dapat mempengaruhi persentase kemampuan daya serap air pada beton adalah komposisi material, karakteristik agregat dan semen, dan juga usia dari beton. Untuk mengetahui kemampuan daya serap air *paving block* perlu dilakukan pengujian. Pelaksanaan pengujian daya serap air dilakukan dengan merendam benda uji secara utuh ke dalam air selama 24 jam kemudian timbang

berat basah, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam dan kemudian timbang *paving block* dalam keadaan kering.

Menurut SNI 03-0691-1996 besarnya nilai penyerapan air pada *paving block* dihitung dengan persamaan (3.3) 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 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah bersifat eksperimental. penelitian ini dilakukan dengan melakukan variasi terhadap bahan penyusun benda uji *paving block* apakah variabel satu atau lebih saling berhubungan. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan *paving block* normal dengan variasi substusi sebagian agregat halus dengan biji plastik jenis LDPE komposisi persentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat agregat halus. *Paving block* tersebut kemudian dilakukan pengujian kuat tekan, ketahanan aus, dan daya serap air pada umur pearawatan 28 hari dengan acuan SNI 03-0691-1996. Hasil penelitian ini akan diketahui kualitas *paving block* yang telah direncanakan terpengaruh oleh substitusi biji plastik LDPE terhadap agregat halus.

4.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Januari hingga bulan Mei 2024.

4.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam pembuatan benda uji dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi yang berada di Jalan Degolan, dan pengujian benda uji akan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

4.4 Alat dan Bahan

4.4.1 Alat

1. Mesin *press* cetakan *paving block*
Berfungsi mencetak *paving block* secara massal dengan cara menekan saat proses percetakan menggunakan sistem hidrolik dan dilengkapi dengan penggetar (*vibrator*). Menggunakan mesin *press* guna menghemat waktu, tenaga, dan biaya produksi.



Gambar 4. 1 Mesin Press Cetakan *Paving Block*

2. Mesin Pengaduk (*Mixer*)

Mixer digunakan untuk mencampurkan atau mengaduk semua material *paving block* agar campuran merata.



Gambar 4. 2 Mesin Pengaduk (*Mixer*)

3. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk menimbang kebutuhan berat setiap material bahan *paving block* yang digunakan.



Gambar 4. 3 Timbangan

4. Bak perendaman

Berfungsi merendam benda uji *paving block* untuk kebutuhan *curing* dan pengujian daya serap air *paving block*.



Gambar 4. 4 Bak Perendaman

5. Gerinda

Berfungsi memotong *paving block* sesuai dengan ukuran sesuai kebutuhan. Dengan dimensi awal *paving block* 20 cm x 10 cm x 6 cm, dipotong kubus berukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm untuk pengujian kuat tekan dan ukuran 5 cm x 5 cm x 2 cm untuk pengujian ketahanan aus.



Gambar 4. 5 Gerinda

6. Timbangan digital
Berfungsi menimbang berat benda uji *paving block*.



Gambar 4. 6 Timbangan Digital

7. Mesin penguji kuat tekan
Berfungsi untuk pengujian kuat tekan benda uji *paving block*. Alat yang digunakan dalam Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yaitu *Universal Testing Machine*.



Gambar 4. 7 Mesin Uji Kuat Tekan

8. Oven

Berfungsi untuk mengeringkan benda uji *paving block* pada pengujian daya serap air.



Gambar 4. 8 Oven

9. Penggaris

Berfungsi untuk mengukur luas permukaan benda uji *paving block*.



Gambar 4. 9 Penggaris

10. Mesin penguji keausan

Berfungsi untuk mengukur ketahanan aus benda uji *paving block* terhadap proses pengikisan atau keausan yang diakibatkan oleh gesekan.



Gambar 4. 10 Mesin Uji Keausan

11. Saringan Agregat

Berfungsi untuk memisahkan agregat kasar sesuai ukuran yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 4. 11 Saringan Agregat

12. Kuas

Berfungsi untuk membersihkan permukaan *paving block* setelah dilakukan pemotongan maupun ketika akan dilakukan pengujian.



Gambar 4. 12 Kuas

4.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ;

1. Semen *Portland*

Semen *portland* yang digunakan adalah semen *portland* tipe I dengan merk Semen Tiga Roda.



Gambar 4. 13 Semen Portland

2. Pasir

Agregat halus atau pasir yang digunakan berasal dari Merapi, Sleman.



Gambar 4. 14 Agregat Halus

3. Kerikil (*split*)

Agregat kasar atau kerikil (*split*) yang digunakan berukuran 4,75mm.

Agregat kasar yang digunakan berasal dari Kulon Progo.



Gambar 4. 15 Agregat Kasar.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari lokasi pembuatan benda uji *paving block* yaitu Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi.



Gambar 4. 16 Air

5. Biji plastik jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Biji plastik jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) diperoleh membeli dari industri pengolahan daur ulang biji plastik.



Gambar 4. 17 Biji Plastik LDPE

4.5 Benda uji

Dalam penelitian ini dengan melakukan pengujian kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada *paving block* dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 120 buah. Jumlah dan ukuran tersebut telah disesuaikan dengan peraturan standar yang berlaku terkait dengan rincian seperti dalam tabel berikut.

Tabel 4. 1 Komposisi Sampel *Paving Block*

No	Persentase biji plastik LDPE	Kodefikasi Benda uji	Jumlah Benda uji Kuat Tekan	Jumlah Benda uji Daya Serap Air	Jumlah Benda uji Keausan
1	0 %	PN	10	5	5
2	5%	PVA	10	5	5
3	10%	PVB	10	5	5
4	15%	PVC	10	5	5
5	20%	PVD	10	5	5
6	25%	PVE	10	5	5
Total			120		

4.6 Prosedur Penelitian

4.6.1 Persiapan penelitian

Tahapan persiapan penelitian adalah tahapan awal dari pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini dilakukan studi literatur dari sumber beberapa jurnal, artikel, dan buku yang terkait dengan penelitian.

4.6.2 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan atau pemeriksaan agregat merupakan pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus dan kasar untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan agregat sebelum dilakukan pencampuran. Pemeriksaan bahan agregat halus dan kasar yang dilakukan berdasarkan acuan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian berat jenis dan uji penyerapan air agregat halus
 - a. Langkah-langkah pengujian berat jenis dan uji penyerapan air agregat halus berdasarkan SNI 1970-2016 sebagai berikut.
 - 1) Siapkan benda uji agregat halus lolos saringan No.4 (4,75mm) sebanyak 500 gram.
 - 2) Keringkan benda uji di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sampai dengan berat tetap yaitu berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan di dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar dari 0,1 %. kemudian dinginkan benda uji pada suhu ruangan dan rendam dididalam air selama (24 ± 4) jam.
 - 3) Buang air bekas perendaman secara perlahan agar butiran tidak ikut larut, kemudian keringkan benda uji. Pengeringan dilakukan hingga mencapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD)
 - 4) Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi kerucut terpancung dengan agregat, lalu padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 25 kali, kemudian angkat kerucut terpancung secara perlahan. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai apabila agregat runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.

- 5) Apabila sudah dalam keadaan SSD, benda uji dimasukkan sebanyak 500 gram ke dalam piknometer, setelah itu air suling dimasukkan, kemudian putar sambil guncang hingga tidak terlihat gelembung didalamnya.
- 6) Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu untuk menyesuaikan perhitungan kepada suhu standar 25°C.
- 7) Timbang piknometer yang berisi air dan benda uji hingga ketelitian 0,1 (Bt)
- 8) keluarkan benda uji dari piknometer kemudian keringkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, lalu dinginkan benda uji dengan menggunakan desikator.
- 9) Setelah benda uji dingin, kemudian timbang (Bk).
- 10) Timbang piknometer berisi air (B), kemudian ukur suhu air untuk penyesuaian dengan suhu standar 25°C.

b. Perhitungan

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (4.1)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (4.2)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad (4.3)$$

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

Keterangan:

B = berat piknometer isi air (gram)

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji + air (gram)

500 = Berat benda uji dalam keadaan SSD

2. Pengujian berat jenis dan uji penyerapan air agregat kasar

a. Langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sesuai dengan SNI 1970-2016 sebagai berikut.

- 1) Siapkan benda uji agregat kasar yang tertahan di saringan No.4 (4,75mm) sebanyak 5000 gram.

- 2) Keringkan benda uji di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sampai dengan berat benda uji tetap di dalam oven dengan selang waktu 2 jam. Setelah itu dinginkan benda uji di suhu ruangan selama 1-3 jam. Kemudian rendam benda uji di dalam air selama 24 ± 4 jam.
- 3) Keluarkan benda uji dari dalam air kemudian lap permukaan benda uji hingga air di permukaan hilang (SSD atau jenuh kering permukaan).
- 4) Timbang benda uji dalam keadaan SSD.
- 5) Kemudian letakkan benda uji dalam keranjang air lalu guncangkan benda uji hingga udara yang tertahan didalam dapat keluar dan timbang berat dalam air. Ukur suhu air agar menyesuaikan pada suhu standar 25°C .
- 6) Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air dengan menyesuaikan perhitungan dengan suhu standar 25°C .
- 7) Masukkan benda uji ke dalam pan kemudian masukan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 ± 4 jam. Timbang dan catat hasilnya setelah kering.

b. Perhitungan

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (4.5)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (4.6)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (4.7)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (4.8)$$

Keterangan:

B_k = Berat benda uji kering oven (gram)

B_j = Berat benda uji SSD (gram)

B_a = Berat benda uji SSD di dalam air (gram)

3. Pengujian Analisa saringan agregat halus

- a. Langkah-langkah pengujian Analisa saringan agregat halus dengan menggunakan SNI 1968-1990 sebagai berikut.

- 1) Siapkan benda uji agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75mm) dalam keadaan kering oven sebanyak 2000 gram.
- 2) Susun saringan secara urut dari yang besar hingga pan yang paling bawah.
- 3) Kemudian masukan benda uji ke dalam saringan paling atas kemudian tutup menggunakan penutup saringan. Lakukan pengayakan dengan mesin pengguncang selama 10-15 menit.
- 4) Timbang berat benda uji pada masing-masing saringan dan catat hasilnya.

b. Perhitungan

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \text{persen tertinggal komulatif total}}{100} \quad (4.9)$$

Keterangan:

MHB = Modulus halus butir

4. Pengujian berat isi agregat halus

- a. Pengujian berat isi agregat halus dibagi menjadi dua, pengujian berat isi padat dan berat isi gembur. Langkah-langkah pengujian berat isi dengan menggunakan SNI 4804-1998 adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan agregat benda uji yang sudah dikeringkan hingga berat tetap.
- 2) Timbang berat silinder kosong dan ukur dimensinya.
- 3) Pada pengujian berat isi padat, masukkan benda uji ke dalam silinder hingga 1/3 bagian kemudian padatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali.
- 4) Pada pengujian berat isi gembur, masukan benda uji ke dalam silinder hingga penuh tanpa dilakukan pemadatan.
- 5) Ratakan permukaan benda uji dengan mistar.
- 6) Timbang berat silinder ketika benda uji sudah penuh. Hitung berat benda uji dan volume silinder.

b. Perhitungan

$$\text{Berat Isi} = \frac{W_3}{V} \quad (4.10)$$

Keterangan:

W3 = Berat benda uji (gram)

V = Volume silinder (cm^3)

5. Pengujian berat isi agregat kasar

a. Pengujian berat isi agregat kasar dibagi menjadi dua, pengujian berat isi padat dan berat isi gembur. Langkah-langkah pengujian berat isi dengan menggunakan SNI 4804-1998 adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan agregat benda uji yang sudah dikeringkan hingga berat tetap.
- 2) Timbang berat silinder kosong dan ukur dimensinya.
- 3) Pada pengujian berat isi padat, masukkan benda uji ke dalam silinder hingga $\frac{1}{3}$ bagian kemudian padatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali.
- 4) Pada pengujian berat isi gembur, masukan benda uji ke dalam silinder hingga penuh tanpa dilakukan pemadatan.
- 5) Ratakan permukaan benda uji dengan mistar.
- 6) Timbang berat silinder ketika benda uji sudah penuh. Hitung berat benda uji dan volume silinder.

b. Perhitungan

$$\text{Berat Isi} = \frac{W_3}{V} \quad (4.11)$$

Keterangan:

W3 = Berat benda uji (gram)

V = Volume silinder (cm^3)

6. Pengujian kandungan lumpur agregat halus

1. Langkah-langkah pengujian kandungan lumpur agregat halus sesuai dengan SNI-03-4142-1996 sebagai berikut.

- 1) Siapkan benda uji agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75mm) keadaan kering oven sebanyak 500 gram.
- 2) Goyangkan saringan bersamaan dengan air mengalir hingga bagian halus keluar dari saringan No. 200 dan bagian kasar tertinggal.
- 3) Ulangi langkah tersebut hingga air pencucian jernih.

- 4) Kemudian letakkan benda uji dalam cawan dan masukkan ke dalam oven hingga berat tetap. Setelah kering catat hasilnya.

2. Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \quad (4.12)$$

Keterangan:

W1 = Berat benda uji keadaan kering oven (gram)

W2 = Berat benda uji keadaan kering oven setelah dicuci (gram)

4.6.3 Perencanaan Komposisi Bahan

Perencanaan komposisi bahan atau *mix design paving block* dilakukan sebagai acuan dalam menentukan komposisi penggunaan semen, agregat halus, agregat kasar, jumlah air dan persentase substitusi agregat halus dengan biji plastik pada pembuatan *paving block*. Dalam menentukan perencanaan komposisi bahan di penelitian ini mengacu dan melanjutkan penelitian terdahulu.

4.6.4 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan hasil perencanaan komposisi bahan. Pembuatan benda uji dilakukan dengan mencetak *paving block* dengan menggunakan mesin press dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm. Pada proses pembuatan benda uji dibagi menjadi empat tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pencampuran bahan, tahap pencetakan, dan tahap perawatan.

1. Tahap Persiapan

- a. Mengumpulkan bahan material penyusun *paving block*.
- b. Melakukan pengujian dengan menganalisa bahan material penyusun *paving block*.
- c. Mengukur berat tiap material campuran dan disesuaikan dengan komposisi yang telah ditetapkan pada tahap perencanaan komposisi.



Gambar 4. 18 Penimbangan Kebutuhan Bahan

2. Tahap Pencampuran

Pada tahap ini merupakan proses mencampur bahan komposisi penyusun utama *paving block* dengan bahan substitusi. Dalam penelitian ini substitusi biji plastik yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat agregat halus, dengan komposisi perbandingan *mix design* yaitu 1:5:4 terdiri dari semen:pasir:kerikil. Langkah-langkah pencampuran bahan *paving block* yaitu sebagai berikut.

- a. Siapkan bahan yang digunakan meliputi agregat halus(pasir), semen, agregat kasar(split), air, dan biji plastik LDPE dengan kadar persentase yang sudah ditentukan sesuai dengan perencanaan setiap variasi.
- b. Bahan yang sudah siap kemudian dicampurkan dengan menuangkannya ke dalam mesin pengaduk (*mixer*) selama ± 10 menit.
- c. Setelah pengadukan selesai, pastikan bahwa bahan sudah tercampur merata dan adukan homogen serta tingkat kelecakannya sudah sesuai target.



Gambar 4. 19 Pencampuran Bahan

3. Tahap Pencetakan

Tahap pencetakan benda uji dilakukan dengan menggunakan mesin press yang sudah dilengkapi dengan sistem hidrolis dan sistem *vibrator* yang dapat memudahkan proses produksi *paving block*. Bahan penyusun yang telah selesai dicampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan menggunakan mesin press. Pada saat pemadatan, mesin press akan menggetarkan campuran yang ada dalam cetakan guna meratakan dan memadatkan *paving block*. Tujuan dari penggunaan mesin press yang sudah dilengkapi sistem hidrolis dan *vibrator* adalah untuk meminimalisir adanya *human error* dalam pembuatan *paving block*. Berikut langkah-langkah tahap pencetakan *paving block*.

- a. Siapkan alas berupa triplek dengan tebal 20mm dan letakkan pada meja mesin.
- b. Pastikan mesin pada posisi cetakan membuka untuk memasukkan campuran ke cetakan.
- c. Masukkan campuran ke dalam cetakan dan pastikan campuran memenuhi cetakan.
- d. Hidupkan mesin selama ± 5 detik.
- e. Tambahkan campuran ke dalam cetakan yang turun akibat penggetaran mesin.
- f. Tekan tuas mesin press hingga bagian sampel turun dan jalan sistem getar.
- g. Bagian cetakan diangkat dengan cara menekan tuas pada mesin press.



Gambar 4. 20 Pencetakan Benda Uji

4. Tahap Perawatan

Perawatan benda uji *paving block* dilakukan dengan cara merendam setelah satu hari dari pencetakan. Setelah proses perendaman selesai, benda uji diletakan di tempat kering yang terlindung dari panas. Tujuan dilakukan perawatan benda uji adalah untuk menjaga kelembaban *paving block* selama umur rencana pengujian 28 hari untuk memastikan proses hidrasi semen berjalan dengan maksimal dan mencegah adanya retakan pada *paving block*.



Gambar 4. 21 Perawatan Benda Uji

4.6.5 Pengujian

Pengujian yang dilakukan terhadap sampel benda uji dilakukan setelah melalui perawatan selama 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan aus dengan cara pengujian sebagai berikut.

1. Uji kuat tekan *paving block*

Uji kuat tekan *paving block* dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan *paving block* ketika diberi pembebanan hingga benda uji mengalami keruntuhan. Langkah pengujian kuat tekan yang dilakukan berdasarkan SNI 03-0961-1996 sebagai berikut.

- a. Siapkan benda uji sebanyak 10 buah bersihkan permukaan dari kotoran dan debu kemudian keringkan hingga kondisi permukaan jenuh.
- b. Potong benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm.
- c. Timbang berat benda uji kemudian ukur dimensi benda uji.
- d. Letakkan benda uji pada mesin secara sentris.
- e. Jalankan mesin hingga benda uji mengalami keruntuhan.
- f. Lakukan pembacaan hasil uji dan catat hasil pengujian.

2. Uji ketahanan aus *paving block*

Uji ketahanan aus *paving block* dilakukan untuk mengetahui kemampuan ketahanan gaya gesek yang diterima oleh permukaan *paving block*. Langkah pengujian ketahanan aus yang dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

- a. Siapkan benda uji sebanyak 5 buah.
- b. Potong benda uji dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 2 cm.
- c. Bersihkan permukaan *paving block* dari debu lalu timbang dan ukur dimensi benda uji.
- d. Letakkan benda uji di atas alat pengaus dengan durasi pengujian selama 5 menit.
- e. Timbang benda uji setelah dilakukan pengujian keausan kemudian bandingkan berat benda uji ketika sebelum dilakukan pengujian.

3. Uji penyerapan air *paving block*

Uji daya serap air pada *paving block* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *paving block* dalam menyerap air melalui pori-pori permukaannya. Langkah pengujian kuat daya serap air yang dilakukan berdasarkan SNI 03-0961-1996 sebagai berikut.

- a. Siapkan benda uji sebanyak 5 buah dalam keadaan utuh.
- b. lakukan perendaman benda uji ke dalam air hingga jenuh selama 24 jam.
- c. Timbang benda uji dalam keadaan basah.
- d. Keringkan benda uji dengan memasukkan ke dalam oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- e. Timbang berat kering paving block lalu hitung selisih antara berat basah dan berat kering *paving block*.

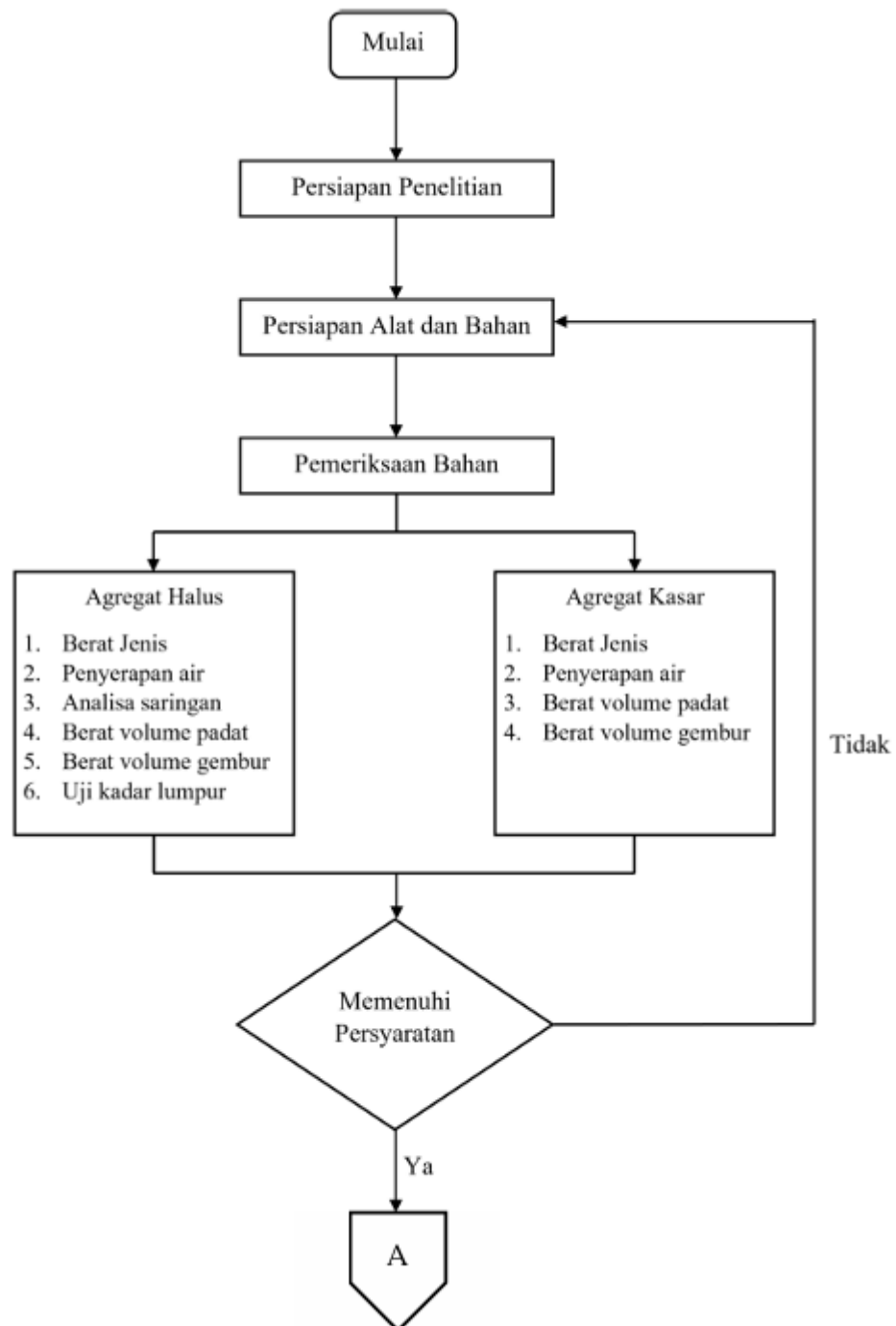
4.6.6 Analisis Data dan Pembahasan

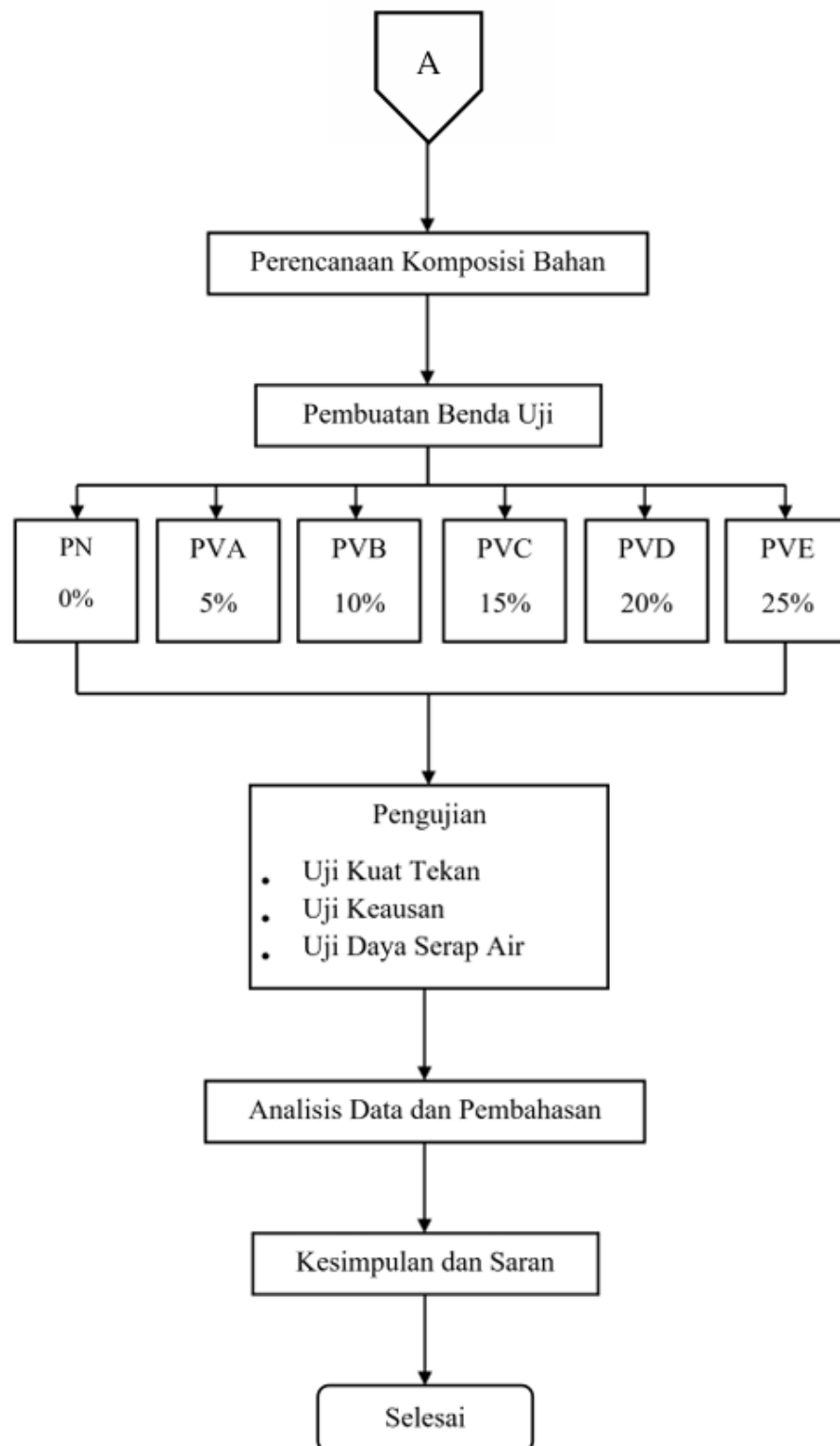
Dalam tahap analisis data dan pembahasan akan disajikan hasil dari pengujian yang telah dilakukan guna mendapat hubungan adanya pengaruh substitusi biji plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) dengan agregat halus terhadap nilai kuat tekan, daya serap air dan keausan untuk menentukan kualitas *paving block* sesuai dengan tujuan penelitian ini. Data atau nilai yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk diagram, dan grafik atau kurva.

4.6.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap yang terakhir dalam penelitian ini setelah data diperoleh dan disajikan berbentuk diagram dan grafik maka akan diperoleh hubungan antara pengaruh substitusi agregat terhadap kualitas *paving block* yang dihasilkan. Sehingga dapat di dapat kesimpulan dari penelitian ini. Selain itu juga akan diberikan saran bagi peneliti yang berikutnya.

4.7 Diagram alir penelitian





Gambar 4. 22 Flowchart Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis data dan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh substitusi sebagian biji plastik dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat total agregat halus terhadap kualitas mutu *paving block*. Hasil yang didapat berupa data pengujian properties agregat yang digunakan meliputi berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, modulus halus butir agregat, berat isi gembur, berat isi padat, hasil pengujian kuat tekan, uji keausan, dan uji daya serap air *paving block*. setelah data pengujian kuat tekan, uji keausan, dan uji daya serap air diketahui kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh substitusi agregat halus dengan biji plastik pada setiap variasi.

5.1 Pengujian Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan didalam campuran material pembuatan *paving block*. pengujian yang akan dilakukan meliputi berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, modulus halus butir agregat, berat isi gembur dan berat isi padat.

5.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 1968-1970, bertujuan untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan (SSD) dan penyerapan air pada agregat halus. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel dengan masing - masing sampel seberat 500 gram. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Berat (gram)	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat pasir kering mutlak (Bk)	488	490
Berat pasir kondisi jenuh kering permukaan (SSD)	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)	970	977
Berat piknometer berisi air (B)	667	673

1. Analisis Perhitungan

Contoh analisis perhitungan pada sampel 1.

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{B+500-Bt} \\
 &= \frac{488}{667+500-970} \\
 &= 2,477 \\
 \text{b. Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \\
 &= \frac{488}{667+488-970} \\
 &= 2,638 \\
 \text{c. Berat jenis kering permukaan} &= \frac{500}{B+500-Bt} \\
 &= \frac{500}{667+500-970} \\
 &= 2,538 \\
 \text{d. Penyerapan air} &= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \\
 &= \frac{500-488}{488} \times 100\% \\
 &= 2,459 \%
 \end{aligned}$$

Hasil analisis perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak (Bk) (gram)	488	490	489
Berat pasir SSD (gram)	500	500	500
Berat piknometer isi pasir + air (Bt) (gram)	970	977	973,5
Berat piknometer isi air (B) (gram)	667	673	670
Berat jenis curah	2,477	2,500	2,489
Berat jenis semu	2,538	2,511	2,545
Berat jenis kering permukaan (SSD)	2,638	2,634	2,636
Penyerapan air (%)	2,459	2,040	2,249

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus, dari dua sampel didapatkan nilai berat jenis kering muka (SSD) rata-rata sebesar 2,636,

maka menurut SK SNI T-15 (1990) hasil tersebut dapat dikatakan memenuhi persyaratan karena berada diantara nilai 2,5-2,7. Hasil nilai penyerapan air agregat halus sebesar 2,249%, nilai tersebut menunjukkan bahwa penyerapan air agregat memenuhi kriteria persyaratan dengan penyerapan air agregat halus maksimal sebesar 3%.

5.1.2 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan mengacu pada SNI 03-4142-1996. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai persentase kandungan lumpur dalam agregat halus dengan menggunakan saringan no. 200 diameter 4,80mm. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel dengan berat masing-masing 500 gram. Hasil pengujian kandungan lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus

Uraian	Berat (gram)	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering oven (W1)	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2)	479	478

1. Analisis perhitungan untuk sampel 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat lolos saringan No. 200} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \\
 &= \frac{500 - 479}{500} \times 100\% \\
 &= 4,2 \%
 \end{aligned}$$

2. Analisis perhitungan untuk sampel 1

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat lolos saringan No. 200} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \\
 &= \frac{500 - 478}{500} \times 100\% \\
 &= 4,6 \%
 \end{aligned}$$

3. Berat rata- rata agregat lolos saringan No. 200

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat lolos saringan No. 200} &= \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2}}{2} \\
 &= \frac{4,2 + 4,6}{2} \\
 &= 4,4 \%
 \end{aligned}$$

Hasil dari analisis perhitungan pengujian kandungan lumpur dalam agregat halus dapat dilihat dalam Tabel 5.4

Tabel 5. 4 Hasil Analisis Perhitungan Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus

Uraian	Hasil		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W1) (gram)	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2) (gram)	479	477	478
Persentase lolos ayakan No. 200 (%)	4,2	4,6	4,4

Berdasarkan hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus yang dilakukan, dengan 2 sampel didapatkan nilai rata-rata sebesar 4,4%. Maka berdasarkan PBI (1971), nilai tersebut memenuhi persyaratan dengan nilai kandungan lumpur dalam agregat halus tidak lebih dari 5%.

5.1.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian Analisa saringan agregat halus ini dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan klasifikasi daerah gradasi halus. Pengujian dilakukan dengan menggunakan saringan yang terdiri dari saringan berukuran 4,80 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15; dan pan. Pengujian analisis saringan ini menggunakan agregat halus sebanyak 2000 gram dengan 2 sampel. Hasil dari pengujian pada sampel 1 dapat dilihat dalam Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)
40	0
20	0
10	0
4,8	13
2,4	120
1,2	306
0,6	527
0,3	464

Lanjutan Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1

0,15	380
Pan	190
Jumlah	2000

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan untuk lubang ayakan 4,8 mm.

- a. Persen berat tertinggal $= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\text{berat total}} \times 100\%$
 $= \frac{13}{2000} \times 100\%$
 $= 0,65\%$
- b. Berat persen komulatif $= \% \text{ berat tertinggal} + \text{berat tertinggal}$
lubang sebelumnya
 $= 0,65\% + 0\%$
 $= 0,65\%$
- c. Persen lolos komulatif $= 100\% - \% \text{ berat tertinggal}$
 $= 100\% - 0,65\%$
 $= 99,35\%$

Perhitungan dilakukan untuk lubang selanjutnya dan seterusnya hingga lubang ayakan terakhir. Perhitungan tersebut juga sama dilakukan terhadap sampel

2. Hasil analisa saringan agregat halus terhadap 2 sampel dapat dilihat dalam Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,8	13	0,65	0,65	99,35
2,4	120	6,00	6,65	93,35
1,2	306	15,30	21,95	78,05
0,6	527	26,35	48,30	51,70
0,3	464	23,20	71,50	28,50

Lanjutan Tabel 5. 8 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 1

0,15	380	19,00	90,50	9,50
Pan	190	9,50	100	0
Jumlah	2000	100	239,550	360,450

Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus pada Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,8	11	0,55	0,55	99,45
2,4	118	5,90	6,45	93,55
1,2	292	14,60	21,05	78,95
0,6	538	26,90	47,95	52,05
0,3	471	23,55	71,50	28,50
0,15	372	18,60	90,10	9,90
Pan	198	9,90	100	0
Jumlah	2000	100	237,600	362,400

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{\% \text{ Berat tertinggal kumulatif total}}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{MHB sampel 1} &= \frac{239,550}{100} \\ &= 2,395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHB sampel 2} &= \frac{237,600}{100} \\ &= 2,376 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHB rata-rata} &= \frac{\text{MHB sampel 1} + \text{MHB sampel 2}}{2} \\ &= \frac{2,395 + 2,376}{2} \\ &= 2,385 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian terhadap 2 sampel agregat halus diperoleh hasil modulus halus butir rata-rata senilai 2,385. Nilai tersebut telah masuk dalam persyaratan SNI 03-1968-1990 yaitu agregat halus memiliki nilai modulus halus

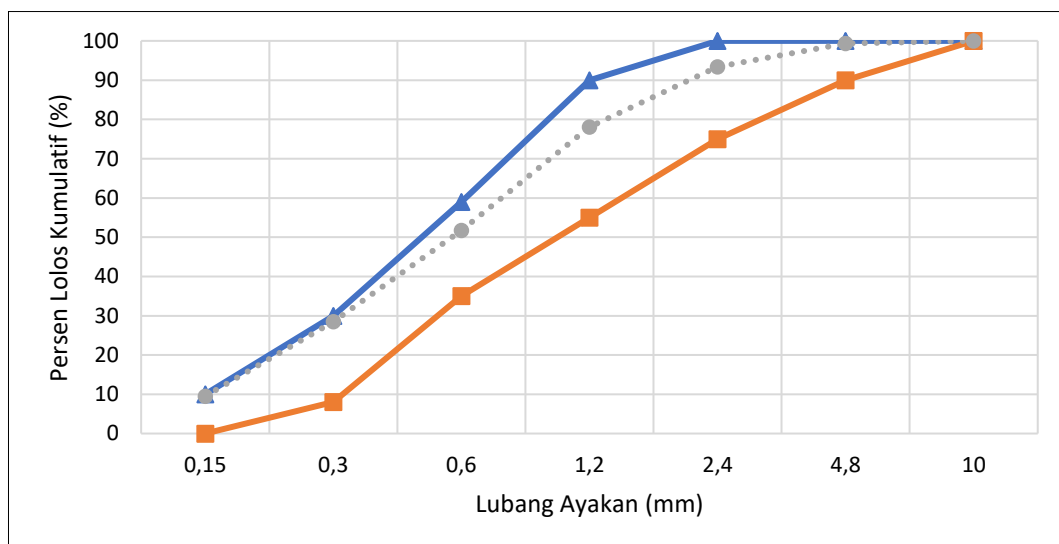
butir pada rentang 1,5-3,8. Kemudian tentukan gradasi agregat halus berdasarkan nilai persen lolos kumulatif yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 10 Daerah Gradasi Pasir

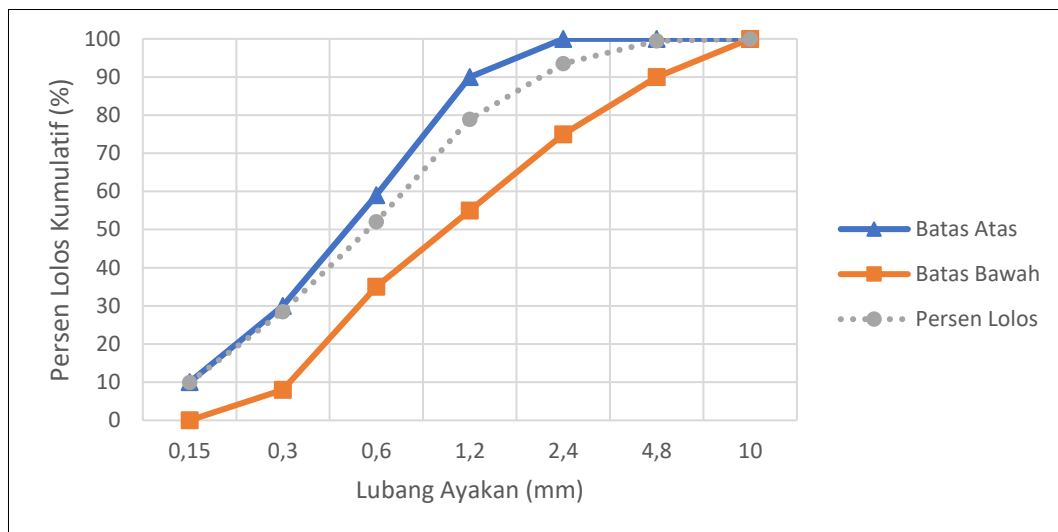
Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lolos ayakan			
	Daerah I (kasar)	Daerah II (Agak kasar)	Daerah III (Agak halus)	Daerah IV (Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	0 - 15
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

(Sumber: SNI 03-1970-2008)

Berdasarkan data yang diperoleh dalam Tabel 5.6 dan Tabel 5.7, selanjutnya dilakukan pembuatan grafik untuk mengetahui kedua sampel agregat halus tersebut tergolong dalam klasifikasi dengan menggunakan ketentuan dalam Tabel 5.8. Grafik gradasi agregat halus dapat dilihat dalam Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5. 1 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1



Gambar 5. 2 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2

Berdasarkan grafik yang tersaji dari Gambar 5.1 dan Gambar 5.2, maka dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi berdasarkan Tabel 5.8 dan tergolong ke dalam jenis gradasi II atau tergolong jenis agregat halus agak kasar.

5.1.4 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai berat volume agregat halus dalam kondisi gembur dan dalam posisi padat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode sesuai SNI 03-4804-1998. Masing-masing pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 sampel. Analisis perhitungan pengujian berat volume padat dan volume gembur dapat dilihat sebagai berikut.

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume padat untuk sampel 1.

Berat tabung (W1)	= 6445 gram
Berat tabung dengan agregat kering oven (W2)	= 17205 gram
Berat pasir (W3)	= W2 – W1
	= 17205 – 6445
	= 10760 gram
Diameter tabung (d)	= 15 cm
Tinggi tabung (t)	= 30 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \times 30 \\
 &= 5301,438 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume padat} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{10760}{5301,438} \\
 &= 2,029 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume gembur untuk sampel 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tabung (W1)} &= 6445 \text{ gram} \\
 \text{Berat tabung dengan agregat kering oven (W2)} &= 16443 \text{ gram} \\
 \text{Berat pasir (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 16443 - 6445 \\
 &= 9998 \text{ gram} \\
 \text{Diameter tabung (d)} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi tabung (t)} &= 30 \text{ cm} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \times 30 \\
 &= 5301,438 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{9998}{5301,438} \\
 &= 1,885 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat halus dengan pengujian 2 buah sampel dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 11 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1) (gram)	6445	6445
Berat tabung + Agregat halus (W2) (gram)	17205	17553
Berat agregat (W3) (gram)	10760	11108
Volume tabung (V) (cm^3)	5301,438	5301,438
Berat volume padat ($gram/cm^3$)	2,030	2,095
Berat volume padat rata-rata ($gram/cm^3$)	2,062	

Tabel 5. 12 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1) (gram)	6445	6445
Berat tabung + Agregat halus (W2) (gram)	16443	16621
Berat agregat (W3) (gram)	9998	10176
Volume tabung (V) (cm^3)	5301,438	5301,438
Berat volume gembur ($gram/cm^3$)	1,886	1,919
Berat volume gembur rata-rata ($gram/cm^3$)	1,903	

Berdasarkan data yang dapat dilihat dalam Tabel 5.9 dan Tabel 5.10, maka didapatkan nilai rata-rata dari pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat halus masing-masing 2,062 $gram/cm^3$ dan 1,903 $gram/cm^3$.

5.2 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar yang akan digunakan didalam campuran material pembuatan *paving block*. pengujian yang akan dilakukan meliputi berat jenis, penyerapan air, berat isi gembur dan berat isi padat.

5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-1969-1990, bertujuan untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kering permukaan (SSD) dan penyerapan air pada agregat kasar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel dengan masing - masing sampel seberat 5000 gram. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Berat (gram)	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat kerikil mutlak (Bk) (gram)	4870	4878
Berat kerikil kondisi jenuh kering permukaan (SSD) (Bj) (gram)	5000	5000
Berat kerikil dalam air (Ba) (gram)	3034	3042

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan untuk sampel 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{Bj - Ba} \\
 &= \frac{4870}{5000 - 3034} \\
 &= 2,477
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{Bk - Ba} \\
 &= \frac{4870}{4870 - 3034} \\
 &= 2,653
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis kering permukaan} &= \frac{Bj}{Bj - Ba} \\
 &= \frac{5000}{5000 - 3034} \\
 &= 2,543
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penyerapan air} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4870}{4870} \times 100\% \\
 &= 2,67\%
 \end{aligned}$$

Hasil analisis perhitungan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5. 14 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak (Bk) (gram)	4870	4878	4874
Berat kerikil kondisi jenuh kering permukaan (SSD) (Bj) (gram)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air (Ba) (gram)	3034	3042	3038
Berat jenis curah	2,477	2,491	2,484
Berat jenis semu	2,653	2,657	2,655
Berat jenis SSD	2,543	2,554	2,548
Penyerapan air (%)	2,670	2,500	2,59

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, dari dua sampel didapatkan nilai rata-rata berat jenis kering permukaan agregat (SSD) sebesar 2,548. Maka dengan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa telah memenuhi persyaratan, karena berat jenis agregat normal menurut SK SNI T-15 (1990) yaitu bernilai antara 2,5-2,7.

5.2.2 Berat Volume Padat dan Volume Gembur Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai berat volume berat volume padat dan volume gembur agregat kasar. Pengujian dilakukan dengan masing-masing 2 sampel dan dilakukan berdasarkan dari SNI 03-4804-1998. Analisis perhitungan berat volume padat dan volume gembur dapat dilihat sebagai berikut.

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume padat untuk sampel 1.

Berat tabung (W1)	= 6445 gram
Berat tabung dengan agregat kering oven (W2)	= 15472 gram
Berat pasir (W3)	= W2 – W1
	= 15472 – 6445
	= 9027 gram
Diameter tabung (d)	= 15,09 cm
Tinggi tabung (t)	= 30 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15,09^2 \times 30 \\
 &= 5365,245 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume padat} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{9027}{5365,245} \\
 &= 1,685 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume gembur untuk sampel 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tabung (W1)} &= 6445 \text{ gram} \\
 \text{Berat tabung dengan agregat kering oven (W2)} &= 14250 \text{ gram} \\
 \text{Berat pasir (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 14250 - 6445 \\
 &= 7805 \text{ gram} \\
 \text{Diameter tabung (d)} &= 15,09 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi tabung (t)} &= 30 \text{ cm} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15,09^2 \times 30 \\
 &= 5365,245 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{7805}{5365,245} \\
 &= 1,454 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian berat volume padat dan volume gembur agregat kasar dapat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5. 15 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1) (gram)	6445	6445
Berat tabung + agregat kasar (W2) (gram)	15472	15758
Berat agregat (W3) (gram)	9027	9313

Lanjutan Tabel 5. 16 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Agregat Kasar

Diameter tabung (d)	(cm)	15,090	15
Tinggi tabung (t)	(cm)	30	30,1
Volume tabung (V)	(cm^3)	5365,245	5319,109
Berat volume padat	($gram/cm^3$)	1,682	1,750
Berat volume padat rata-rata	($gram/cm^3$)	1,716	

Tabel 5. 17 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian		Hasil	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1)	(gram)	6445	6445
Berat tabung + agregat kasar (W2)	(gram)	14250	14502
Berat agregat (W3)	(gram)	7805	8057
Diameter tabung (d)	(cm)	15,090	15
Tinggi tabung (t)	(cm)	30	30,1
Volume tabung (V)	(cm^3)	5365,245	5319,109
Berat volume padat	($gram/cm^3$)	1,457	1,514
Berat volume padat rata-rata	($gram/cm^3$)	1,484	

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang tersaji dalam Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 dari masing-masing didapat nilai rata-rata berat volume padat dan berat volume gembur agregat kasar yaitu $1,716 \text{ gram/cm}^3$ dan $1,484 \text{ gram/cm}^3$.

5.3 Pengujian Biji Plastik

Pengujian biji plastik dilakukan untuk mengetahui karakteristik biji plastik yang nantinya digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian Analisa saringan, berat isi padat dan berat isi gembur.

5.3.1 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan yang dilakukan pada biji plastik bertujuan untuk mengetahui dan menentukan pembagian gradasi pada biji plastik dengan menggunakan saringan. Pengujian ini dilakukan dengan 2 sampel dengan masing-masing sampel 2000 gram. Hasil pengujian pada sampel 1 dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 18 Hasil Pengujian Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)
40	0
20	0
10	0
4,8	62
2,4	483
1,2	487
0,6	489
0,3	343
0,15	136
Pan	0
Jumlah	2000

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan untuk lubang ayakan 4,8 mm.

- a. Persen berat tertinggal

$$= \frac{\text{Berat tertinggal}}{\text{berat total}} \times 100\%$$

$$= \frac{62}{2000} \times 100\%$$

$$= 3,10\%$$
- b. Berat persen kumulatif

$$= \% \text{ berat tertinggal} + \text{berat tertinggal}$$

$$\text{lubang sebelumnya}$$

$$= 3,10\% + 0\%$$

$$= 3,10\%$$
- c. Persen lolos kumulatif

$$= 100\% - \% \text{ berat tertinggal}$$

$$= 100\% - 3,10\%$$

$$= 96,90\%$$

Perhitungan dilakukan untuk lubang selanjutnya dan seterusnya hingga lubang ayakan terakhir. Perhitungan tersebut juga sama dilakukan terhadap sampel

2. Hasil analisa saringan biji plastik terhadap 2 sampel dapat dilihat dalam Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,8	62	3,10	3,10	96,90
2,4	483	24,15	27,25	72,75
1,2	487	24,35	51,60	48,40
0,6	489	24,45	76,05	23,95
0,3	343	17,15	93,20	6,80
0,15	136	6,80	100	0
Pan	0	0	100	0
Jumlah	2000	100	351,200	248,800

Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Pemeriksaan Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,8	58	2,90	2,90	97,10
2,4	477	23,85	26,75	73,25
1,2	482	24,10	50,85	49,15
0,6	487	24,35	75,20	24,80
0,3	361	18,05	93,25	6,75
0,15	135	6,75	100	0
Pan	0	0	100	0
Jumlah	2000	100	348,950	251,050

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{\% \text{ Berat tertinggal kumulatif total}}{100}$$

$$\text{MHB sampel 1} = \frac{351,200}{100}$$

$$= 3,512$$

$$\text{MHB sampel 2} = \frac{348,950}{100}$$

$$= 3,489$$

$$\begin{aligned}
 \text{MHB rata-rata} &= \frac{\text{MHB sampel 1} + \text{MHB sampel 2}}{2} \\
 &= \frac{3,512 + 3,489}{2} \\
 &= 3,501
 \end{aligned}$$

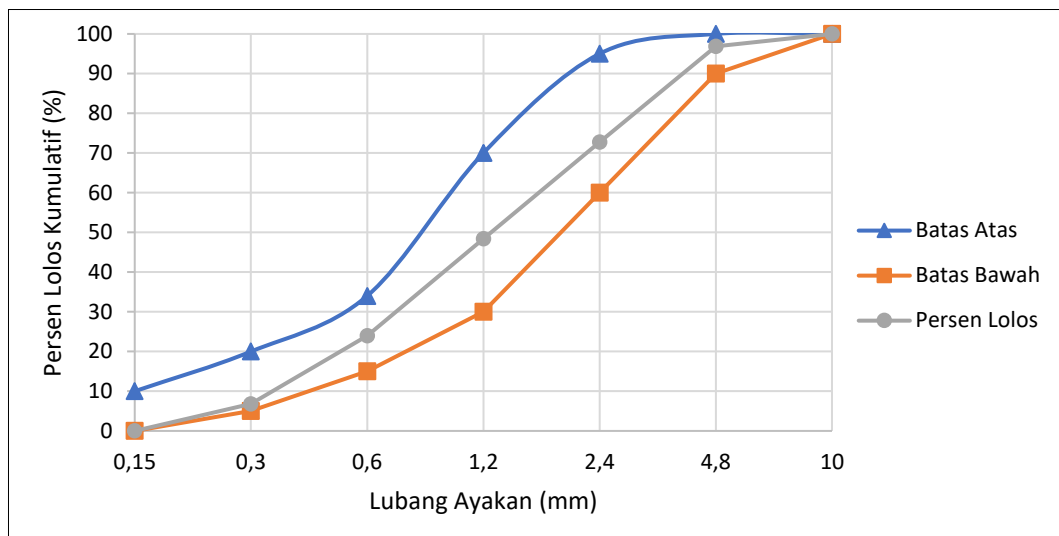
Dari hasil pengujian terhadap 2 sampel benda uji biji plastik diperoleh hasil modulus halus butir rata-rata senilai 3,501. Kemudian tentukan gradasi biji plastik berdasarkan nilai persen lolos komulatif menggunakan tabel daerah gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5. 21 Daerah Gradasi Butiran

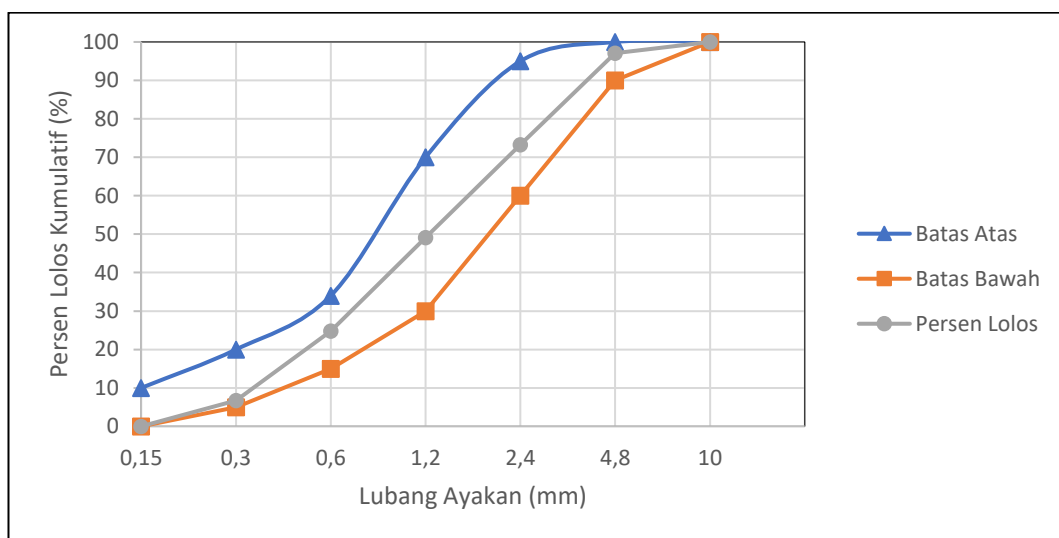
Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lolos ayakan			
	Daerah I (kasar)	Daerah II (Agak kasar)	Daerah III (Agak halus)	Daerah IV (Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 - 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	0 – 15
0,15	0 – 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

(Sumber: SNI 03-1970-2008)

Berdasarkan data yang diperoleh dalam Tabel 5.16 dan Tabel 5.17, selanjutnya dilakukan pembuatan grafik untuk mengetahui kedua sampel biji plastik tersebut tergolong dalam klasifikasi dengan menggunakan ketentuan dalam Tabel 5.18. Grafik gradasi biji plastik dapat dilihat dalam Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



Gambar 5. 3 Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 1



Gambar 5. 4 Analisa Saringan Biji Plastik Sampel 2

Berdasarkan grafik yang tersaji dari Gambar 5.3 dan Gambar 5.4, maka dapat diketahui bahwa benda uji biji plastik yang digunakan dalam penelitian ini sebagai substitusi agregat halus memenuhi spesifikasi berdasarkan Tabel 5.8 dan tergolong ke dalam jenis gradasi I atau tergolong jenis agregat halus kasar.

5.3.2 Pengujian Berat Isi Padat dan Berat Isi Gembur Biji Plastik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai berat volume berat volume padat dan volume gembur biji plastik. Pengujian dilakukan dengan masing-masing 2 sampel. Analisis perhitungan berat volume padat dan volume gembur biji plastik dapat dilihat sebagai berikut.

1. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume padat untuk sampel 1.

Berat tabung (W1)	= 11064 gram
Berat tabung dengan agregat SSD (W2)	= 14089 gram
Berat pasir (W3)	= W2 – W1
	= 14089 – 11064
	= 3025 gram
Diameter tabung (d)	= 15,09 cm
Tinggi tabung (t)	= 30 cm
Volume tabung (V)	$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
	$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15,09^2 \times 30$
	= 5365,245 cm^3
Berat volume padat	$= \frac{W3}{V}$
	$= \frac{3025}{5365,245}$
	= 0,563 gram/ cm^3

2. Analisis Perhitungan

Contoh perhitungan berat volume gembur untuk sampel 1.

Berat tabung (W1)	= 11064 gram
Berat tabung dengan agregat kering oven (W2)	= 13806 gram
Berat pasir (W3)	= W2 – W1
	= 13806 – 11064
	= 2742 gram
Diameter tabung (d)	= 15,09 cm
Tinggi tabung (t)	= 30 cm
Volume tabung (V)	$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
	$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15,09^2 \times 30$
	= 5365,245 cm^3

$$\begin{aligned}
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{2742}{5365,245} \\
 &= 0,511 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian berat volume padat dan volume gembur biji plastik dapat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5. 22 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Padat Biji Plastik

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1) (gram)	11064	11031
Berat tabung + biji plastik (W2) (gram)	14089	14059
Berat agregat (W3) (gram)	3025	3028
Diameter tabung (d) (cm)	15,09	15,00
Tinggi tabung (t) (cm)	30	30,1
Volume tabung (V) (cm^3)	5365,245	5319,109
Berat volume padat (gram/cm^3)	0,563	0,569
Berat volume padat rata-rata (gram/cm^3)	0,567	

Tabel 5. 23 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Biji Plastik

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat tabung (W1) (gram)	11064	11031
Berat tabung + biji plastik (W2) (gram)	13806	13790
Berat agregat (W3) (gram)	2742	2759
Diameter tabung (d) (cm)	15,09	15,00
Tinggi tabung (t) (cm)	30	30,1
Volume tabung (V) (cm^3)	5365,245	5319,109

Lanjutan Tabel 5. 24 Hasil Analisis Perhitungan Berat Volume Gembur Biji Plastik

Uraian	Hasil	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat volume padat (gram/cm^3)	0,511	0,518
Berat volume padat rata-rata (gram/cm^3)	0,515	

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang tersaji dalam Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 dari masing-masing didapat nilai rata-rata berat volume padat dan berat volume gembur biji plastik yaitu 0,567 gram/cm^3 dan 0,518 gram/cm^3 .

5.4 Perencanaan Campuran *Paving Block*

Perencanaan campuran benda uji *paving block* dalam penelitian ini menggunakan rasio perbandingan 1 : 5 : 4 untuk semen, agregat halus, dan agregat kasar, dengan komposisi substitusi biji plastik terhadap agregat halus adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dari volume agregat halus. Perhitungan kebutuhan campuran *paving block* dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang } \textit{paving block} &= 20 \text{ cm} \\
 \text{Lebar } \textit{paving block} &= 10 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi } \textit{paving block} &= 6 \text{ cm} \\
 \text{Volume } \textit{paving block} &= P \times L \times T \\
 &= 20 \times 10 \times 6 \text{ cm} \\
 &= 1200 \text{ cm}^3 \\
 \\
 \text{Berat volume padat pasir} &= 2,062 \text{ gram/ cm}^3 \\
 \text{Faktor pemadatan mesin} &= 1,3 \\
 \text{Jumlah } \textit{paving block} &= 24 \text{ per variasi} \\
 \text{Kebutuhan pasir 1 } \textit{paving block} &= \frac{5}{10} \times V \textit{ paving block} \times \text{berat volume padat pasir} \times 1,3 \\
 &= \frac{5}{10} \times 1200 \times 2,062 \times 1,3 \\
 &= 1608,36 \text{ gram} \\
 \text{Kebutuhan pasir 24 } \textit{paving block} &= \text{kebutuhan pasir 1 } \textit{paving block} \times 24 \\
 &= 1608,36 \times 24 \\
 &= 38600,64 \text{ gram} \\
 \text{Kebutuhan kerikil 1 } \textit{paving block} &= \frac{4}{10} \times V \textit{ paving block} \times \text{berat volume padat kerikil} \times 1,3 \\
 &= \frac{4}{10} \times 1200 \times 1,717 \times 1,3 \\
 &= 1071,408 \text{ gram} \\
 \text{Kebutuhan kerikil 24 } \textit{paving block} &= \text{kebutuhan kerikil 1 } \textit{paving block} \times 24 \\
 &= 1071,408 \times 24 \\
 &= 25713,792 \text{ gram} \\
 \text{Kebutuhan semen 1 } \textit{paving block} &= \frac{\text{kebutuhan pasir 1 } \textit{paving block}}{5}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1608,36}{5}$$

$$= 321,672 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen 24 paving block} &= \text{kebutuhan semen 1 paving block} \times 24 \\ &= 321,672 \times 24 \\ &= 7720,128 \text{ gram} \end{aligned}$$

Kebutuhan biji plastik pada setiap variasi

1. Variasi PV Normal (0%) $= 0\% \times \text{kebutuhan pasir 24 paving block}$
 $= 0\% \times 38600,64$
 $= 0 \text{ gram}$
2. Variasi PVA (5%) $= 5\% \times 38600,64$
 $= 1930,03 \text{ gram}$
3. Variasi PVB (10%) $= 10\% \times 38600,64$
 $= 3860,06 \text{ gram}$
4. Variasi PVC (15%) $= 15\% \times 38600,64$
 $= 5790,10 \text{ gram}$
5. Variasi PVD (20%) $= 20\% \times 38600,64$
 $= 7720,13 \text{ gram}$
6. Variasi PVE (25%) $= 25\% \times 38600,64$
 $= 9650,16 \text{ gram}$

Kebutuhan pasir pada setiap variasi

1. Variasi PV Normal (0%) $= \text{kebutuhan pasir setiap 24 paving block} - \text{kebutuhan biji plastik variasi normal}$
 $= 38600,64 - 0$
 $= 38600,64 \text{ gram}$
2. Variasi PVA (5%) $= \text{Kebutuhan pasir setiap 24 paving block} - \text{kebutuhan biji plastik variasi 5\%}$
 $= 38600,64 - 1930,03 \text{ gram}$
 $= 36670,61 \text{ gram}$
3. Variasi PVB (10%) $= \text{Kebutuhan pasir setiap 24 paving block} - \text{kebutuhan biji plastik variasi 10\%}$

- = 38600,64 – 3860,06 gram
 = 34740,58 gram
4. Variasi PVC (15%) = Kebutuhan pasir setiap 24 *paving block* –
 kebutuhan biji plastik variasi 15%
 = 38600,64 – 5790,10 gram
 = 32810,54 gram
5. Variasi PVD (20%) = Kebutuhan pasir setiap 24 *paving block* –
 kebutuhan biji plastik variasi 20%
 = 38600,64 – 7720,13 gram
 = 30880,551 gram
6. Variasi PVE (25%) = Kebutuhan pasir setiap 24 *paving block* –
 kebutuhan biji plastik variasi 25%
 = 38600,64 – 9650,16 gram
 = 28950,48 gram

Hasil rekapitulasi perencanaan kebutuhan campuran *paving block* dengan 24 benda uji pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut

Tabel 5. 25 Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Campuran *Paving Block*

Kode benda uji	Variasi (%)	Biji plastik LDPE (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Jumlah sampel (buah)
PN	0%	0	7,720	38,600	25,713	24
PVA	5%	1,930	7,720	36,670	25,713	24
PVB	10%	3,860	7,720	34,740	25,713	24
PVC	15%	5,790	7,720	32,810	25,713	24
PVD	20%	7,720	7,720	30,880	25,713	24
PVE	25%	9,650	7,720	28,950	25,713	24
Total		28,950	46,320	202,653	154,282	144

5.5. Hasil Pengujian *Paving Block*

Pengujian benda uji *paving block* di lakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilakukan ketika *paving block* setelah melewati proses *curing* berumur 28 hari setelah proses pembuatan benda uji. Pengujian pada penelitian ini berdasarkan dengan SNI 03-

0691-1996 meliputi pengujian kuat tekan, ketahanan aus, dan kemampuan daya serap air. Jumlah sampel pada setiap pengujian yaitu 10 sampel uji kuat tekan, 5 sampel uji ketahanan aus, dan 5 sampel uji penyerapan air pada masing-masing sampel variasi.

5.5.1 Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan berdasarkan SNI 03-0961-1996. Uji kuat tekan *paving block* dilakukan setelah 28 hari masa *curing*, sebelum pengujian dilakukan benda uji terlebih dahulu dipotong berbentuk kubus dengan dimensi 6 cm x 6 cm x 6 cm pada setiap sisi. Jumlah benda uji yang digunakan dalam pengujian yaitu 10 buah dari setiap masing-masing variasi. Contoh analisis pemeriksaan dimensi benda uji menggunakan sampel *paving block* normal (PN1) sebagai berikut.

Panjang (p) = 61,00 mm

Lebar (l) = 62,00 mm

Tinggi (t) = 61,00 mm

Toleransi tinggi *paving block* $\pm 8\%$

Batas minimum tinggi *paving block* = 60 mm – (8% x 60 mm)
= 55,2 mm

Batas maksimum tinggi *paving block* = 60 mm + (8% x 60 mm)
= 64,8 mm

Dari analisis pemeriksaan dimensi benda uji dengan kode sampel PN 1 maka benda uji tersebut telah memenuhi syarat SNI 03-0961-1996 yang menyebutkan bahwa toleransi ukuran tinggi *paving block* 60 $\pm 8\%$, yaitu dengan nilai 55,2 mm < 61,00 mm < 64,8 mm. Setelah pemeriksaan dimensi benda uji telah dilakukan maka selanjutnya dilakukan uji kuat tekan. Contoh analisis perhitungan uji kuat tekan *paving block* menggunakan sampel *paving block* normal (PN1) sebagai berikut.

Panjang (p) = 61,00 mm

Lebar (l) = 62,00 mm

Tinggi (t) = 61,00 mm

Luas (L) = p x l

$$\begin{aligned}
 &= 61,00 \times 62,00 \\
 &= 3782,00 \text{ mm}^2 \\
 \text{Beban maksimal (P)} &= 7350 \text{ Kgf} \\
 &= 7350 \times 9,81 \\
 &= 72103,500 \text{ N} \\
 \text{Kuat tekan } (\sigma) &= \frac{P}{L} \\
 &= \frac{72103,500}{3782,000} \\
 &= 19,065 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 19,065 \text{ MPa} \\
 \text{Rata-rata kuat tekan PN} &= \frac{\Sigma \sigma}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{19,065 + 22,449 + 21,531 + 20,300 + 20,034 + 20,382 + 21,061 + 20,301 + 22,115 + 23,367}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= 21,060 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 5 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Hasil pemeriksaan dimensi tinggi *paving block* dapat dilihat dalam Tabel 5.22 sampai dengan Tabel 5.27 berikut.

Tabel 5. 26 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Normal (PN)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PN1	55,2-6,48	61,00	OK
PN2	55,2-6,48	60,00	OK
PN3	55,2-6,48	62,00	OK
PN4	55,2-6,48	62,00	OK
PN5	55,2-6,48	57,55	OK
PN6	55,2-6,48	62,20	OK
PN7	55,2-6,48	59,30	OK
PN8	55,2-6,48	59,10	OK
PN9	55,2-6,48	61,55	OK
PN10	55,2-6,48	63,10	OK

Tabel 5. 27 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Variasi 5% (PVA)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PVA 1	55,2-6,48	62,00	OK
PVA 2	55,2-6,48	60,25	OK
PVA 3	55,2-6,48	61,55	OK
PVA 4	55,2-6,48	60,95	OK
PVA 5	55,2-6,48	59,10	OK
PVA 6	55,2-6,48	60,95	OK
PVA 7	55,2-6,48	60,45	OK
PVA 8	55,2-6,48	63,20	OK
PVA 9	55,2-6,48	63,05	OK
PVA 10	55,2-6,48	61,45	OK

Tabel 5. 28 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Variasi 10% (PVB)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PVB1	55,2-6,48	60,90	OK
PVB2	55,2-6,48	61,65	OK
PVB3	55,2-6,48	63,60	OK
PVB4	55,2-6,48	63,25	OK
PVB5	55,2-6,48	61,70	OK
PVB6	55,2-6,48	61,85	OK
PVB7	55,2-6,48	60,10	OK
PVB8	55,2-6,48	62,40	OK
PVB9	55,2-6,48	61,50	OK
PVB10	55,2-6,48	62,50	OK

Tabel 5. 29 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Variasi 15% (PVC)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PVC 1	55,2-6,48	63,30	OK
PVC 2	55,2-6,48	61,75	OK
PVC 3	55,2-6,48	61,35	OK
PVC 4	55,2-6,48	62,85	OK
PVC 5	55,2-6,48	61,60	OK
PVC 6	55,2-6,48	62,30	OK
PVC 7	55,2-6,48	62,75	OK
PVC 8	55,2-6,48	63,85	OK
PVC 9	55,2-6,48	63,85	OK
PVC 10	55,2-6,48	61,40	OK

Tabel 5. 30 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Variasi 20% (PVD)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PVD 1	55,2-6,48	62,30	OK
PVD 2	55,2-6,48	63,80	OK
PVD 3	55,2-6,48	63,90	OK
PVD 4	55,2-6,48	61,20	OK
PVD 5	55,2-6,48	63,80	OK
PVD 6	55,2-6,48	61,40	OK
PVD 7	55,2-6,48	62,95	OK
PVD 8	55,2-6,48	62,40	OK
PVD 9	55,2-6,48	63,85	OK
PVD 10	55,2-6,48	62,45	OK

Tabel 5. 31 Hasil Pemeriksaan Dimensi *Paving Block* Variasi 25% (PVE)

Kodefikasi	Toleransi Tinggi $\pm 8\%$ (mm)	Tebal <i>Paving Block</i> (mm)	Keterangan
PVE 1	55,2-6,48	63,80	OK
PVE 2	55,2-6,48	61,25	OK
PVE 3	55,2-6,48	61,75	OK
PVE 4	55,2-6,48	63,85	OK
PVE 5	55,2-6,48	60,85	OK
PVE 6	55,2-6,48	59,70	OK
PVE 7	55,2-6,48	60,90	OK
PVE 8	55,2-6,48	63,95	OK
PVE 9	55,2-6,48	61,60	OK
PVE 10	55,2-6,48	61,80	OK

Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dapat dilihat dalam Tabel 5.28 hingga Tabel 5.33 sebagai berikut.

Tabel 5. 32 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Normal (PN)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
N1	61,000	62,000	61,000	3782,000	7350	19,065
N2	60,000	63,000	60,000	3780,000	8650	22,449
N3	61,000	60,500	62,000	3690,500	8100	21,531
N4	61,000	61,000	62,000	3721,000	7700	20,300
N5	59,000	61,000	57,550	3599,000	7350	20,034
N6	59,000	62,000	62,200	3658,000	7600	20,382
N7	60,000	59,000	59,300	3540,000	7600	21,061
N8	60,000	60,000	59,100	3600,000	7450	20,301
N9	61,250	59,750	61,550	3659,688	8250	22,115
N10	61,000	58,500	63,100	3568,500	8500	23,367
Kuat Tekan Rata-rata						21,060

Tabel 5. 33 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 5% (PVA)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVA1	61,750	63,000	62,000	3890,250	8950	22,569
PVA2	63,950	62,300	60,250	3984,085	8950	22,038
PVA3	62,150	62,950	61,550	3912,343	8250	20,686
PVA4	62,850	61,950	60,950	3893,558	9750	24,566
PVA5	61,150	61,550	59,100	3763,783	9600	25,022
PVA6	61,550	62,250	60,950	3831,488	7850	20,099
PVA7	60,550	58,850	60,450	3563,368	9450	26,016
PVA8	63,950	61,550	63,200	3936,123	8450	21,060
PVA9	61,620	62,550	63,050	3854,331	9550	24,307
PVA10	62,700	61,950	61,450	3884,265	9100	22,983
Kuat Tekan Rata-rata						22,934

Tabel 5. 34 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 10% (PVB)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVB1	61,550	61,450	60,900	3782,248	6900,000	17,897
PVB2	62,350	63,550	61,650	3962,343	6550,000	16,217
PVB3	61,400	62,300	63,600	3825,220	6450,000	16,541
PVB4	63,800	61,300	63,250	3910,940	5950,000	14,925
PVB5	62,650	61,950	61,700	3881,168	5225,000	13,207
PVB6	63,200	61,950	61,850	3915,240	6100,000	15,284
PVB7	63,400	63,900	60,100	4051,260	7200,000	17,435
PVB8	63,550	63,850	62,400	4057,668	6525,000	15,775
PVB9	62,400	63,400	61,500	3956,160	6150,000	15,250
PVB10	61,500	63,350	62,500	3896,025	6825,000	17,185
Kuat Tekan Rata-rata						15,971

Tabel 5. 35 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 15% (PVC)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVC 1	62,500	63,900	63,300	3993,750	4375,000	10,746
PVC 2	63,450	61,950	61,750	3930,728	3850,000	9,609
PVC 3	62,900	63,700	61,350	4006,730	4600,000	11,263
PVC 4	62,200	63,550	62,850	3952,810	4300,000	10,672
PVC 5	63,750	60,750	61,600	3872,813	3800,000	9,626
PVC 6	63,400	61,850	62,300	3921,290	4600,000	11,508
PVC 7	63,900	61,950	62,750	3958,605	3850,000	9,541
PVC 8	60,800	60,300	63,850	3666,240	4625,000	12,375
PVC 9	63,400	63,200	63,850	4006,880	4532,000	11,096
PVC 10	62,450	62,500	61,400	3903,125	4425,000	11,122
Kuat Tekan Rata-rata						10,756

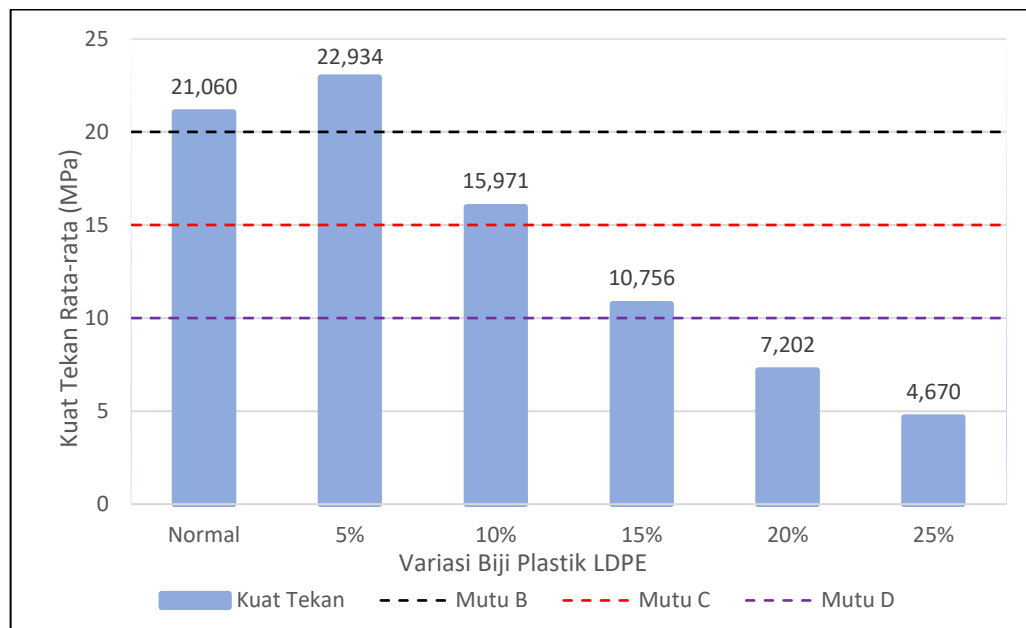
Tabel 5. 36 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 20% (PVD)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVD 1	61,600	60,200	62,300	3708,320	2750,000	7,275
PVD 2	61,800	61,600	63,800	3806,880	2825,000	7,280
PVD 3	60,250	57,700	63,900	3476,425	2300,000	6,490
PVD 4	58,950	59,150	61,200	3486,893	2225,000	6,260
PVD 5	60,650	60,950	63,800	3696,618	2600,000	6,900
PVD 6	63,200	62,600	61,400	3956,320	3475,000	8,617
PVD 7	61,300	61,900	62,950	3794,470	3025,000	7,821
PVD 8	62,400	62,950	62,400	3928,080	2750,000	6,868
PVD 9	62,550	62,700	63,850	3921,885	2575,000	6,441
PVD 10	61,800	60,500	62,450	3738,900	3075,000	8,068
Kuat Tekan Rata-rata						7,202

Tabel 5. 37 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Variasi 25% (PVE)

Kodefikasi	Dimensi			Luas PenaMpang (mm ²)	Beban Maksimal (kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVE 1	61,100	62,100	63,800	3794,310	1995,000	5,158
PVE 2	62,700	62,100	61,250	3893,670	1845,000	4,648
PVE 3	61,200	60,400	61,750	3696,480	1600,000	4,246
PVE 4	61,100	60,950	63,850	3724,045	1725,000	4,544
PVE 5	62,900	60,550	60,850	3808,595	1770,000	4,559
PVE 6	62,000	60,100	59,700	3726,200	1960,000	5,160
PVE 7	61,600	62,850	60,900	3871,560	1700,000	4,308
PVE 8	58,900	59,750	63,950	3519,275	1960,000	5,464
PVE 9	61,400	61,450	61,600	3773,030	1700,000	4,420
PVE 10	60,950	60,450	61,800	3684,428	1575,000	4,194
Kuat Tekan Rata-rata						4,670

Berdasarkan tabel hasil pengujian kuat tekan *paving block*, maka selanjutnya dilakukan pembuatan diagram nilai kuat tekan rata-rata dari keenam sampel. Penyajian diagram dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5. 6 Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata *Paving Block*

Berdasarkan diagram rata-rata hasil pengujian kuat tekan *paving block* yang tersedia pada Gambar 5.6, selanjutnya dilakukan klasifikasi mutu kuat tekan berdasarkan SNI 03-0691-1996 yang dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut.

Tabel 5. 38 Klasifikasi Mutu Kuat Tekan *Paving Block*

Kodefikasi	LDPE (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Kuat Tekan Minimum (MPa)	SNI 03-0691-1996		Fungsi <i>Paving Block</i>
				Mutu	Kuat Tekan Minimum (MPa)	
PN	0	21,060	19,065	B	17,00	Peralatan Parkir
PVA	5	22,934	20,099	B	17,00	Peralatan Parkir
PVB	10	15,971	13,207	C	12,50	Pejalan Kaki
PVC	15	10,756	9,541	D	8,50	Taman dan Penggunaan Lain
PVD	20	7,202	6,260	D	8,50	Taman dan Penggunaan Lain
PVE	25	4,670	4,194	D	8,50	Taman dan Penggunaan Lain

Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dalam penelitian ini menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata pada *paving block* normal sebesar 21,060 MPa, sehingga dalam ketentuan SNI 03-0691-1996 masuk ke dalam klasifikasi mutu B untuk penggunaan peralatan parkir. Hasil pengujian pada *paving block* variasi PVA dengan substitusi biji plastik sebesar 5% terhadap volume agregat halus menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 22,934 MPa, nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 8,89% dari variasi *paving block* normal dan masuk ke dalam kategori mutu B. Pada variasi *paving block* PVB mulai mengalami penurunan kuat tekan, dengan nilai rata-rata kuat tekan 15,971 MPa sehingga masuk ke dalam mutu C untuk pemanfaatan fungsi sebagai pejalan kaki. Penurunan juga terjadi terhadap variasi *paving block* PVC, PVD dan PVE, dengan masing masing nilai kuat tekan rata-rata sebesar 10,756 MPa, 7,202 MPa dan 4,670 MPa. Hasil nilai kuat tekan rata-rata tersebut menghasilkan kategori mutu *paving block* variasi PVC, PVD, dan PVE masuk ke dalam mutu D dengan fungsi taman dan penggunaan lainnya.

Hasil kuat tekan pada *paving block* dapat terjadi penurunan karena disebabkan oleh adanya substitusi agregat yang melebihi volume. Penurunan kekuatan tekan *paving block* dapat terjadi karena ikatan antara komponen bahan penyusun *paving block* yang kurang optimal. Sedangkan kenaikan nilai rata-rata kuat tekan dengan komposisi 5% biji plastik sebagai substitutor agregat halus pada variasi PVA terhadap variasi *paving block* normal dipengaruhi oleh masuknya agregat biji plastik sebagai substitutor agregat halus yang menambah variasi gradasi agregat dari segi ukuran. Hal tersebut terjadi karena apabila gradasi agregat ukurannya seragam maka volume porinya akan lebih besar dibandingkan dengan ukuran butiran gradasi yang bervariasi yang membuat volume porinya akan berkurang. Maka hal tersebut yang mengakibatkan variasi komposisi 10%, 15%, 20%, dan 25% pada PVB, PVC, PVD, dan PVE secara nilai kuat tekan rata-rata mengalami penurunan, yang diakibatkan jumlah biji plastik yang disubstitusikan terhadap volume agregat halus terlalu banyak mengakibatkan rongga didalam struktur *paving block* tersebut. Selain itu permukaan biji plastik yang tidak bertekstur mengakibatkan ikatan antar material kurang maksimal.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya, yaitu hasil kuat tekan tertinggi dari penelitian yang dilakukan terjadi pada variasi substitusi biji plastik LDPE 5% sedangkan dari penelitian Indrawijaya, dkk. (2019) kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi 10%. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan rasio komposisi *mix design* pada pembuatan *paving block* yaitu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan rasio komposisi dari penelitian Yanita dan Andreas (2017) menggunakan persentase agregat halus dan agregat kasar lebih banyak atau terlalu banyak dibandingkan penelitian Indrawijaya, dkk. sehingga kemungkinan menimbulkan kerapatan rongga berkurang dan menurut penelitian Aprilianti (2019) permukaan biji plastik yang licin berpotensi mengurangi ikatan antar bahan penyusun *paving block* sehingga kuat tekan cenderung mengalami penurunan.

5.5.2 Ketahanan Aus *Paving Block*

Pengujian ketahanan aus pada *paving block* dilakukan dengan memotong benda uji berbentuk kubus dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 2 cm. Benda uji yang digunakan dalam pengujian berjumlah 5 buah pada setiap variasi. Contoh analisis perhitungan uji ketahanan aus *paving block* dengan menggunakan sampel *paving block* normal dengan kodefikasi N1 dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat awal} &= 114,40 \text{ gram} \\
 \text{Berat akhir} &= 113,89 \text{ gram} \\
 \text{Lama pengujian} &= 5 \text{ menit} \\
 \text{Kehilangan berat (G)} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Lama Pengujian}} \\
 &= \frac{114,40 - 113,89}{5} \\
 &= 0,102 \text{ gram/menit} \\
 \text{Ketahanan aus (D)} &= 1,2 \times G + 0,0246 \\
 &= 1,2 \times 0,102 + 0,0246 \\
 &= 0,147 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Setelah hasil pengujian ketahanan aus pada *paving block* pada variasi *paving block* normal (PN) diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata

nilai ketahanan aus pada variasi *paving block* normal. Analisis perhitungan nilai ketahanan aus pada variasi PN adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata ketahanan aus PN} &= \frac{\Sigma D}{\text{Jumlah sampel}} \\
 &= \frac{0,147+0,137+0,125+0,123+0,147}{5} \\
 &= 0,136 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 7 Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block*

Hasil pengujian ketahanan aus *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.35 sampai dengan Tabel 5.40 berikut.

Tabel 5. 39 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Normal (PN)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
N1	114,40	113,89	0,51	5	0,102	0,147
N2	132,08	131,61	0,47	5	0,094	0,137
N3	139,30	138,88	0,42	5	0,084	0,125
N4	119,58	119,17	0,41	5	0,082	0,123
N5	127,19	126,68	0,51	5	0,102	0,147
Ketahanan Aus Rata-rata						0,136

Tabel 5. 40 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 5% (PVA)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
A1	110,95	110,55	0,40	5	0,080	0,121
A2	124,64	124,23	0,41	5	0,082	0,123
A3	119,51	119,12	0,39	5	0,078	0,118
A4	109,26	108,88	0,38	5	0,076	0,116
A5	117,33	116,91	0,42	5	0,084	0,125
Ketahanan Aus Rata-rata						0,121

Tabel 5. 41 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 10% (PVB)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
B1	119,30	118,70	0,60	5	0,120	0,169
B2	112,28	111,70	0,58	5	0,116	0,164
B3	114,62	114,02	0,60	5	0,120	0,169
B4	116,48	115,86	0,62	5	0,124	0,173
B5	112,27	111,70	0,57	5	0,114	0,161
Ketahanan Aus Rata-rata						0,167

Tabel 5. 42 Hasil Pengujian Ketahan Aus *Paving Block* Variasi 15% (PVC)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
C1	123,79	123,12	0,67	5	0,134	0,185
C2	106,02	105,31	0,71	5	0,142	0,195
C3	119,79	119,13	0,66	5	0,132	0,183
C4	117,81	117,10	0,71	5	0,142	0,195
C5	111,93	111,23	0,70	5	0,140	0,193
Ketahanan Aus Rata-rata						0,190

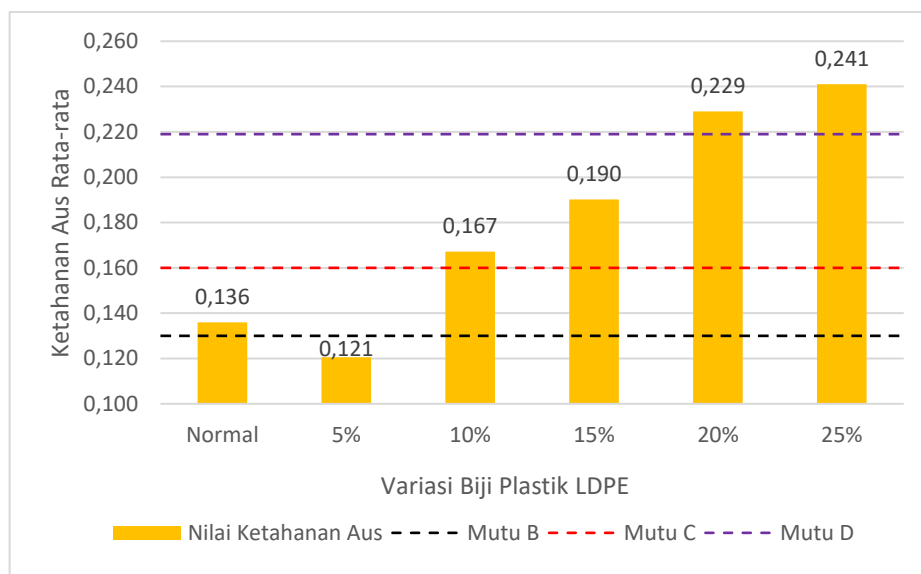
Tabel 5. 43 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 20% (PVD)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
D1	106,84	105,95	0,89	5	0,178	0,238
D2	97,40	96,57	0,83	5	0,166	0,224
D3	92,80	91,95	0,85	5	0,170	0,229
D4	100,27	99,41	0,86	5	0,172	0,231
D5	111,69	110,86	0,83	5	0,166	0,224
Ketahanan Aus Rata-rata						0,229

Tabel 5. 44 Hasil Pengujian Ketahanan Aus *Paving Block* Variasi 25% (PVE)

Kodefikasi	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
E1	91,46	90,57	0,89	5	0,178	0,238
E2	94,14	93,24	0,90	5	0,180	0,241
E3	101,09	100,18	0,91	5	0,182	0,243
E4	84,45	83,52	0,93	5	0,186	0,248
E5	80,65	79,77	0,88	5	0,176	0,236
Ketahanan Aus Rata-rata						0,241

Berdasarkan tabel rekapitulasi hasil pengujian ketahanan aus *paving block* di atas, maka selanjutnya dilakukan pembuatan diagram nilai ketahanan aus rata-rata. Penyajian diagram dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.

**Gambar 5. 8 Diagram Hasil Uji Ketahanan Aus Rata-rata *Paving Block***

Berdasarkan hasil perhitungan dan penyajian diagram uji ketahanan aus *paving block*. Selanjutnya dilakukan rekapitulasi mutu berdasarkan SNI 03-0691-1996 yang tersaji dalam Tabel 5.41 berikut.

Tabel 5. 45 Tabel Rekapitulasi Mutu Uji Ketahanan Aus *Paving Block*

Kodefikasi	LDPE (%)	Ketahanan Aus Rata-rata (mm/menit)	Mutu	Fungsi <i>Paving Block</i>
PN	0	0,136	C	Pejalan Kaki
PVA	5	0,121	B	Peralatan Parkir
PVB	10	0,167	D	Taman dan Penggunaan Lain
PVC	15	0,190	D	Taman dan Penggunaan Lain
PVD	20	0,229	D	Taman dan Penggunaan Lain
PVE	25	0,241	D	Taman dan Penggunaan Lain

Hasil pengujian ketahanan aus *paving block* pada penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata pada variasi normal sebesar 0,136mm/menit dan masuk ke dalam kategori mutu C. Hasil nilai rata-rata pengujian ketahanan aus pada komposisi substitusi biji plastik 5% sebesar 0,121mm/menit sehingga masuk ke dalam mutu kelas B. pada variasi komposisi substitusi 10% biji plastik hasil nilai rata-rata ketahanan aus mengalami kenaikan sebesar 0,167mm/menit yang dikategorikan masuk ke dalam mutu D. Pada variasi PVC nilai rata-rata ketahanan aus juga masih meningkat sebesar 0,190mm/menit sehingga dikategorikan ke dalam mutu D. Kenaikan nilai rata-rata ketahanan aus juga masih terjadi pada variasi PVD dengan komposisi substitusi biji plastik 20% yaitu sebesar 0,229mm/menit yang diklasifikasikan masuk ke mutu D. Pada variasi PVE dengan substitusi biji plastik 25% mengalami kenaikan sebesar 0,241mm/menit, maka variasi PVE masuk ke dalam kelas mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996 tentang standar mutu *paving block*.

Penurunan nilai ketahanan aus rata-rata terjadi pada variasi PVB dengan komposisi substitusi biji plastik terhadap agregat halus 5% dengan nilai 0,121mm/menit atau menurun sebesar 12% dari *paving block* normal. Menurut penelitian Utami, dkk. (2023), penurunan nilai ketahanan aus dapat disebabkan oleh penggunaan biji plastik sebagai substitusi agregat halus, hal tersebut dikarenakan

material plastik yang memiliki sifat elastisitas yang cukup tinggi sehingga tidak mudah tergerus. Sedangkan kenaikan nilai ketahanan aus disebabkan oleh terciptanya rongga atau ruang kosong di dalam struktur *paving block*. Hal tersebut dikarenakan oleh penggunaan biji plastik sebagai substitutor agregat halus yang terlalu banyak sehingga ikatan antar material kurang maksimal dan mempengaruhi nilai ketahanan aus pada *paving block*.

5.5.3 Penyerapan Air *Paving Block*

Pengujian penyerapan air pada *paving block* dilakukan mengacu pada SNI 03-0691-1996. Benda uji yang digunakan yaitu berbentuk utuh berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm dengan jumlah 5 buah pada setiap variasi. Contoh analisis perhitungan uji penyerapan air *paving block* menggunakan sampel paving normal dengan kode benda uji PN1 adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \text{Berat basah} &= 2566 \text{ gram} \\
 \text{Berat kering} &= 2421 \text{ gram} \\
 \text{Penyerapan air} &= \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\% \\
 &= \frac{2566 - 2421}{2566} \times 100\% \\
 &= 5,989 \%
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh nilai hasil pengujian penyerapan air *paving block* pada variasi *paving block* normal (PN), selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata nilai penyerapan air pada variasi *paving block* normal. Perhitungan rata-rata nilai penyerapan air variasi PN adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata Penyerapan air PN} &= \frac{\sum \text{Nilai Penyerapan Air}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{5,989 + 5,990 + 5,815 + 5,997 + 5,924}{5} \\
 &= 5,943 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 9 Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

Hasil pengujian penyerapan air *paving block* dapat dilihat pada Tabel 5.42 sampai pada Tabel 5.47 berikut.

Tabel 5. 46 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Normal (PN)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PN1	2566	2421	5,989
PN2	2548	2404	5,990
PN3	2766	2614	5,815
PN4	2510	2368	5,997
PN5	2664	2515	5,924
Nilai Rata-rata			5,943

Tabel 5. 47 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 5% (PVA)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PA1	2560	2432	5,263
PA2	2517	2397	5,006
PA3	2524	2398	5,254
PA4	2528	2409	4,940
PA5	2556	2429	5,228
Nilai Rata-rata			5,138

Tabel 5. 48 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 10% (PVB)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PB1	2361	2190	7,808
PB2	2430	2255	7,761
PB3	2402	2231	7,665
PB4	2468	2292	7,679
PB5	2417	2255	7,184
Nilai Rata-rata			7,619

Tabel 5. 49 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 15% (PVC)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PC1	2373	2155	10,116
PC2	2403	2178	10,331
PC3	2431	2199	10,550
PC4	2375	2157	10,107
PC5	2345	2134	9,888
Nilai Rata-rata			10,198

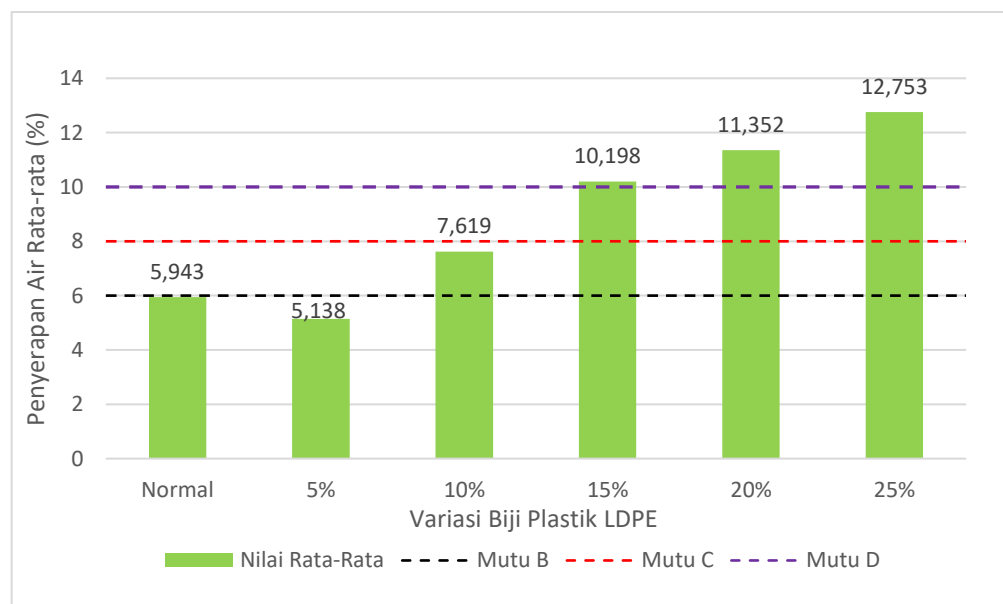
Tabel 5. 50 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 20% (PVD)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PD1	2277	2041	11,563
PD2	2271	2040	11,324
PD3	2310	2081	11,004
PD4	2309	2074	11,331
PD5	2262	2028	11,538
Nilai Rata-rata			11,352

Tabel 5. 51 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* Variasi 25% (PVE)

Kodefikasi Sample	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PE1	2208	1952	13,115
PE2	2190	1942	12,770
PE3	2217	1959	13,170
PE4	2200	1960	12,245
PE5	2292	2038	12,463
Nilai Rata-rata			12,753

Berdasarkan tabel hasil pengujian penyerapan air pada *paving block* yang telah tersaji. Kemudian dilakukan pembuatan diagram nilai rata-rata penyerapan air *paving block* yang dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5. 10 Diagram Hasil Uji Penyerapan Air Rata-rata *Paving Block*

Perhitungan hasil analisis dan diagram rata-rata pengujian penyerapan air *paving block* yang telah dilakukan, selanjutnya dapat dilakukan pengelompokan mutu *paving block* berdasarkan SNI-03-0691-1996 yang dapat dilihat pada Tabel 5.48 berikut.

Tabel 5. 52 Tabel Klasifikasi Mutu Hasil Uji Penyerapan Air *Paving Block*

Kodefikasi	LDPE (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)	SNI 03-0691-1996		Fungsi <i>Paving Block</i>
			Mutu	Penyerapan Air Rata-rata maks. (%)	
PN	0	5,943	B	6	Peralatan Parkir
PVA	5	5,138	B	6	Peralatan Parkir
PVB	10	7,619	C	8	Pejalan Kaki
PVC	15	10,198	D	10	Taman dan Penggunaan Lain
PVD	20	11,352	D	10	Taman dan Penggunaan Lain
PVE	25	12,753	D	10	Taman dan Penggunaan Lain

Hasil dari penelitian ini bahwa nilai rata-rata penyerapan air pada *paving block* normal adalah 5,943% berdasarkan SNI 03-0691-1996 masuk kategori mutu B. Pada variasi *paving block* PVA mengalami penurunan kemampuan penyerapan air *paving block* bernilai 5,138% turun 15% dari *paving block* normal dan masuk klasifikasi mutu B. Pada variasi substitusi biji plastik 10% yaitu PVB mengalami kenaikan penyerapan air yaitu 7,619%, variasi tersebut dikategorikan masuk ke dalam mutu C untuk di fungsikan sebagai pejalan kaki. *Paving block* dengan variasi PVC dengan komposisi substitusi biji plastik sebesar 15% juga mengalami kenaikan kemampuan daya serap air dari variasi sebelumnya yaitu 10,198% dan masuk ke dalam kategori mutu D. Kenaikan hasil penyerapan air juga terjadi pada variasi *paving block* PVD dan PVE dengan masing-masing nilai rata-rata sebesar 11,352% dan 12,753%, nilai tersebut membuat kedua variasi *paving block* masuk ke dalam kategori mutu D dengan fungsi sebagai taman atau penggunaan lainnya.

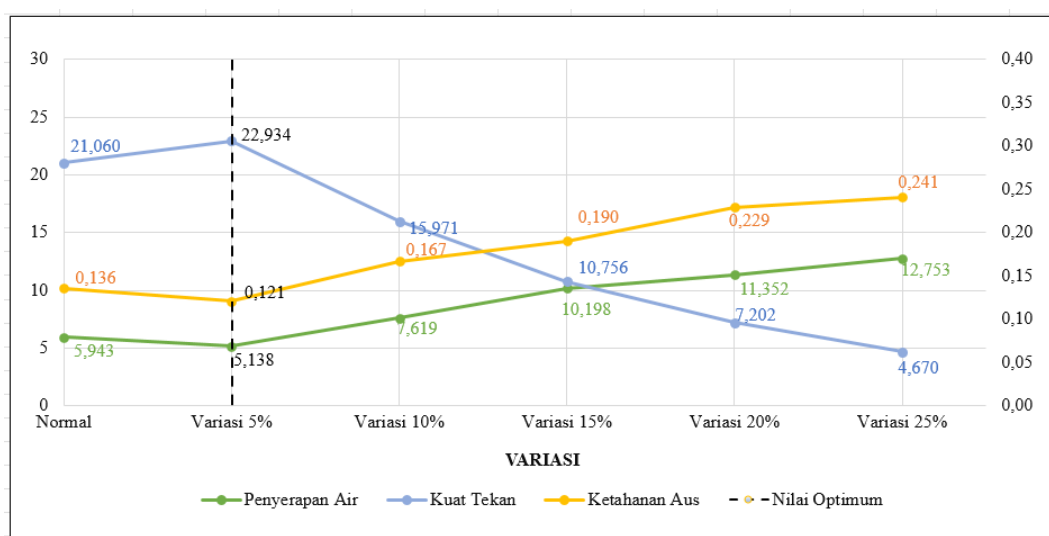
Menurut Putra, dkk. (2018), penurunan nilai penyerapan air disebabkan oleh sifat polimer dari biji plastik yang mengisi pori-pori antar agregat. Selain itu sifat

alami polimer yang cenderung hidrofobik atau menghindari air dan tidak larut dalam air juga berpengaruh pada penurunan nilai penyerapan air. Penurunan kemampuan penyerapan air pada variasi PVA dengan komposisi 5% biji plastik terhadap *paving block* normal, dikarenakan adanya pengaruh biji plastik sebagai substitutor agregat halus yang menambah kerapatan antar ruang dalam struktur *paving block*, hal tersebut mengakibatkan berkurangnya kemampuan daya serap air pada *paving block*.

Pada hasil uji penyerapan air yang dilakukan variasi *paving block* 10%,15%,20%, dan 25% cenderung mengalami kenaikan. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin banyaknya substitusi biji plastik yang ditambahkan dalam benda uji maka semakin banyak ruang atau pori-pori yang terbentuk di dalam *paving block*, sehingga air dapat terikat didalam *paving block* dan kemampuan penyerapan airnya dapat meningkat.

5.6. Pengaruh Biji Plastik Sebagai Substitutor Agregat Halus Terhadap Kualitas Mutu *Paving Block*

Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh mutu *paving block* berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air. Hasil pengujian tersebut dirangkum dan kemudian disajikan dalam grafik rekapitulasi hasil pengujian *paving block* pada penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5. 11 Grafik Rekapitulasi Hasil Pengujian *Paving Block*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa substitusi biji plastik LDPE terhadap sebagian agregat halus pada *paving block* dapat mempengaruhi kualitas mutu *paving block*. Secara umum, semakin besar hasil nilai kuat tekan *paving block*, maka nilai penyerapan airnya semakin kecil. Hubungan antara dua parameter tersebut dapat dilihat melalui hasil grafik yang disajikan pada Gambar 5.12. di dalam grafik tersebut menggambarkan korelasi antara nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan daya serap air pada *paving block*.

Pada pengujian kuat tekan *paving block*, nilai kuat tekan maksimum terjadi pada variasi substitusi biji plastik 5% terhadap sebagian agregat halus. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh masuknya agregat biji plastik yang menambah variasi gradasi agregat, sehingga volume pori di dalam *paving block* berkurang. Penurunan kuat tekan terjadi pada variasi selanjutnya, hal tersebut dipengaruhi oleh kadar biji plastik yang terlalu banyak terhadap campuran material *paving block*, sehingga menciptakan rongga atau pori di dalam *paving block* yang berlebih, ditambah dengan permukaan biji plastik yang licin menyebabkan ikatan material satu sama lain kurang optimal sehingga kekuatan dari *paving block* mengalami penurunan.

Hasil uji ketahanan aus juga terpengaruh oleh adanya substitusi biji plastik terhadap agregat halus, sama seperti nilai kuat tekan dan penyerapan air yang sudah diuraikan pada pembahasan sebelumnya. Pengaruh biji plastik yang tidak berlebihan mempengaruhi nilai ketahanan aus, karena gradasi agregat yang bervariasi dalam *paving block* porositasnya menjadi berkurang. Selain itu menurut penelitian Utami, dkk. (2023), material plastik yang memiliki sifat elastisitas yang tinggi mempengaruhi *paving block* menjadi tidak mudah tergerus.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan hasil pengujian nilai kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air *paving block*. Pengaruh biji plastik LDPE sebagai substitutor sebagian agregat halus pada *paving block*, dilakukan rekapitulasi klasifikasi mutu berdasarkan SNI 03-0691-1996 yang dapat dilihat pada Tabel 5.49 berikut.

Tabel 5. 53 Rekapitulasi Mutu *Paving Block*

Kodefikasi Benda Uji	Biji Plastik LDPE (%)	Klasifikasi Mutu <i>Paving Block</i>			Mutu
		Kuat Tekan	Ketahanan Aus	Penyerapan Air	
PN	0	B	C	B	C
PVA	5	B	B	B	B
PVB	10	C	D	C	D
PVC	15	D	D	D	D
PVD	20	D	D	D	D
PVE	25	D	D	D	D

Hasil rekapitulasi mutu pada Tabel 5.49 menunjukkan bahwa hasil pengujian pada penelitian ini meliputi uji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air pada *paving block* nilai optimum pada substitusi biji plastik terdapat pada variasi 5%, yaitu pengujian kuat tekan mencapai mutu B, pengujian ketahanan aus mencapai mutu B, dan pengujian penyerapan air mencapai mutu B, sehingga *paving block* pada variasi tersebut dapat dinyatakan memenuhi klasifikasi mutu B yang dapat di fungsikan sebagai pelataran parkir sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Sedangkan berdasarkan tabel rekapitulasi *paving block* normal juga memenuhi klasifikasi mutu B dalam pengujian kuat tekan dan uji penyerapan air, sedangkan kualitas ketahanan aus *paving block* normal masuk mutu C. Selain itu nilai rata-rata hasil pengujian masih berada di bawah nilai *paving block* dengan variasi substitusi biji plastik 5%. Hal ini menunjukan bahwa substitusi biji plastik yang dilakukan terhadap sebagian agregat halus dapat mempengaruhi kualitas mutu pada *paving block*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis penelitian mengenai penggunaan biji plastik jenis LDPE sebagai substitutor sebagian agregat halus pada *paving block*, dengan ketentuan SNI 03-0691-1996, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemanfaatan biji plastik LDPE sebagai substitutor agregat halus dalam campuran *paving block* mampu menghasilkan kuat tekan tertinggi pada kadar substitusi biji plastik 5%, hal tersebut dapat terjadi karena pengaruh biji plastik yang menambah variasi gradasi agregat dari segi ukuran didalam struktur *paving block*. Apabila butiran gradasi bervariasi volume porinya akan berkurang dan menciptakan kepadatan pada struktur *paving block*.
2. Pemanfaatan biji plastik LDPE sebagai substitutor agregat halus dalam campuran *paving block* mampu menurunkan nilai ketahanan aus *paving block*, nilai ketahanan aus terbaik terjadi pada kadar substitusi biji plastik 5%, hal tersebut dapat terjadi karena pengaruh biji plastik sebagai substitusi agregat halus menambah variasi gradasi yang menambah kepadatan pada permukaan *paving block*. Selain itu biji plastik yang memiliki sifat elastisitas yang cukup tinggi sehingga permukaan *paving block* tidak mudah tergerus.
3. Pemanfaatan biji plastik LDPE sebagai substitutor agregat halus dalam campuran *paving block* dapat menurunkan nilai penyerapan air *paving block*, nilai penyerapan air terbaik terjadi pada kadar substitusi biji plastik 5%, karena biji plastik pada variasi substitusi 5% dapat menambah kerapatan rongga di dalam *paving block* sehingga air tidak mudah terserap di dalam *paving block*. Selain itu sifat alami polimer yang cenderung hidrofobik atau menghindari air dan tidak larut dalam air juga berpengaruh dalam kemampuan daya serap air pada *paving block*.

4. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai optimum untuk kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air *paving block* diperoleh pada variasi substitusi biji plastik LDPE 5%. Pada variasi ini nilai kuat tekan sebesar 22,934 Mpa (naik 8,89% dari *paving block* normal), ketahanan aus sebesar 0,121mm/menit, (turun 12% dari *paving block* normal) dan penyerapan air sebesar 5,138% (turun 15% dari *paving block* normal). Maka variasi tersebut dapat dikategorikan ke dalam mutu B dengan pemanfaatan sebagai peralatan parkir.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan jenis plastik yang berbeda.
2. Menggunakan perbedaan rasio perbandingan bahan penyusun *paving block* (semen, pasir, kerikil), sehingga diperoleh hasil *paving block* sesuai kelas mutu yang direncanakan.
3. Menggunakan variasi substitusi yang lebih bervariasi sehingga dapat diperoleh klasifikasi mutu *paving block* yang lebih baik.
4. Menggunakan material pasir atau agregat halus yang berbeda.
5. Menggunakan variasi LDPE dengan kadar yang lebih rapat antara 0 sampai dengan 10% untuk mendapatkan variasi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianti. A. 2019. Pemanfaatan Bijih Plastik Jenis *Polypropylene* (PP) Sebagai Substitusi Agregat pada Bata Beton (*Paving Block*). (Skripsi, Universitas Islam Indonesia). Universitas Islam Indonesia.
- Arifin J., Ihsan S., 2018. Analisa dan Perancangan Limbah Plastik SaMpah *Polyethylene Terephthlate* untuk menghasilkan Bahan Bakar Alternatif. Jurnal EEICT. Banjarmasin.
- AsiaCon. 2024. Jual *Paving Block*. AsiaCon. <https://asiacon.co.id/products/jual-paving-block>
- Astanto M.M., dkk. 2022. Kuat tekan dan kuat lentur *Paving Block* berpori menggunakan limbah botol plastik tipe *Polyethylene Terephthalate*. Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Vol. 8 No. 1 (2022) E-ISSN: 2621-9794, P-ISSN: 2477-2097. Manado.
- Badan Standarisasi Nasional. 1987. *Cara Uji Ubin Semen SNI 0028-1987*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SK SNI-04-1990-F. *Standar Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (SK SNI T-15:1990). 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-0691-1996. *Bata beton (Paving block)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-4142-1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. SNI 03-4804-1998. *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1969:2016. *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman. 2024. *Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman*. <https://www.dlh.slemankab.go.id>
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. 1971. *Peraturan Beton Bertulang 1971*.
- Hakim F.A., 2019. Pemanfaatan Bijih Plastik Jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) Sebagai Substitusi Agregat pada Bata Beton (*Paving Block*). Universitas Islam Indonesia.
- Indrawijaya B, dkk. 2019. Pemanfaatan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai pengganti agregat untuk pembuatan Paving Block Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, Vol. 3 No. 1. Tangerang Selatan.
- Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., 2011, *A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling* Vol. 55 893– 910.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Putra. D. P., dkk. 2018. Studi Pengaruh Penambahan Binder Thermoplastic Ldpe dan Pet Terhadap Sifat Mekanik Komposit Paertikulat untuk Aplikasi Material Bangunan. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 7 No 1. Hal. 2337-3520.
- Ruswanto, T.A., 2017. Pengaruh Penambahan Abu Pembakaran Serbuk Kayu Jati Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Paving Block. Jawa Tengah. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suwandono D., dkk. 2023. Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Beton Ringan. *Prosiding Semastek 2023 “Applied Science, Engineering, and Technology”*, Vol.2 No.1 (2023). Universitas Islam Majapahit.
- Utami P.R., dkk. 2023. Pemanfaatan Campuran *Fly Ash* dan LDPE Sebagai Substitusi Agregat Halus pada *Paving Block*. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, Vol 18 No 1. DKI Jakarta.

Yanita R., & Andreas G., 2017. Manfaat Faktor Konversi untuk Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*. Jurnal IPTEK, Volume 1, Nomor 2 : 79-87. Tangerang Selatan.

Zero Waste Indonesia. 2024. Simbol dan Jenis Plastik. *Zero Waste Indonesia*.
<https://zerowaste.id/knowledge/simbol-dan-jenis-plastik/>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule

Uraian kegiatan	Jam kerja (jam)	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kegiatan																	
1. Persiapan penelitian																	
Studi literatur	18	9	9														
2. Persiapan bahan																	
Agregat	6			6													
Semen	6			6													
Bahan tambah	6			6													
Air	4			4													
3. Pembuatan benda uji																	
Pemeriksaan agregat halus	5			2,5	2,5												
Pemeriksaan agregat kasar	5			2,5	2,5												
pemeriksaan biji plastik LDPE	4,5			2	2,5												
Analisis pengujian agregat	6,5				3	3,5											
<i>mix design</i>	4					2	2										
pembuatan dan perawatan benda uji	12						4	4	4								
persiapan pengujian	12								4	5	3						
pengujian benda uji	12										12						
analisis data	4										4						
4. Penyusunan laporan																	
Analisis data	4											4					
Pengolahan data	10												10				
Pembahasan	6,5													6,5			
Jumlah total	125,5																
Rencana Mingguan (jam)		9	9	29	10,5	5,5	6	4	8	5	19	4	10	6,5			
Jam Kerja Kumulatif (jam)		9	18	47	57,5	63	69	73	81	86	105	109	119	125,5			

Lampiran 2 Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji *Paving Block*



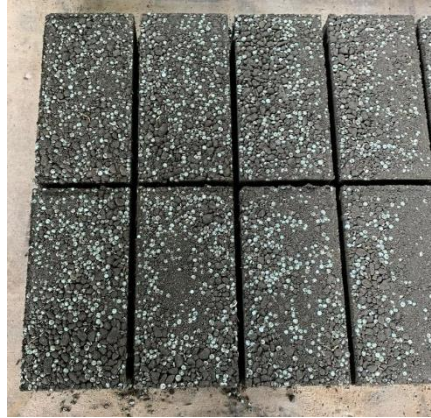
Gambar L-2. 1 Penimbangan Bahan



Gambar L-2. 2 Proses Pencampuran Bahan



Gambar L-2. 3 Proses Pencetakan *Paving Block*



Gambar L-2. 4 Hasil Pembuatan Benda Uji



Gambar L-2. 5 Perendaman Benda Uji



Gambar L-2. 6 Pengeringan Benda Uji



Gambar L-2. 7 Pemotongan Benda Uji

Lampiran 3 Proses Pengujian dan Hasil Pengujian



Gambar L-3. 1 Proses Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-3. 2 Proses Pengujian Ketahanan Aus



Gambar L-3. 3 Proses Pengujian Daya Serap Air



Gambar L-3. 4 Benda Uji Setelah Uji Kuat Tekan

Lampiran 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*



FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

(SNI 03-0691-1996)

1. *Paving Block* Variasi Normal (0% Biji Plastik LDPE)

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
N1	61,000	62,000	61,000	3782,000	7350,000	19,065
N2	60,000	63,000	60,000	3780,000	8650,000	22,449
N3	61,000	60,500	62,000	3690,500	8100,000	21,531
N4	61,000	61,000	62,000	3721,000	7700,000	20,300
N5	59,000	61,000	57,550	3599,000	7350,000	20,034
N6	59,000	62,000	62,200	3658,000	7600,000	20,382
N7	60,000	59,000	59,300	3540,000	7600,000	21,061
N8	60,000	60,000	59,100	3600,000	7450,000	20,301
N9	61,250	59,750	61,550	3659,688	8250,000	22,115
N10	61,000	58,500	63,100	3568,500	8500,000	23,367
Kuat Tekan Rata-rata						21,060

2. *Paving Block* Variasi PVA (5% Biji Plastik LDPE)

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVA1	61,750	63,000	62,000	3890,250	8950,000	22,569
PVA2	63,950	62,300	60,250	3984,085	8950,000	22,038
PVA3	62,150	62,950	61,550	3912,343	8250,000	20,686
PVA4	62,850	61,950	60,950	3893,558	9750,000	24,566
PVA5	61,150	61,550	59,100	3763,783	9600,000	25,022
PVA6	61,550	62,250	60,950	3831,488	7850,000	20,099
PVA7	60,550	58,850	60,450	3563,368	9450,000	26,016
PVA8	63,950	61,550	63,200	3936,123	8450,000	21,060
PVA9	61,620	62,550	63,050	3854,331	9550,000	24,307
PVA10	62,700	61,950	61,450	3884,265	9100,000	22,983
Kuat Tekan Rata-rata						22,934



**FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN**

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

3. *Paving Block Variasi PVB (10% Biji Plastik LDPE)*

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVB1	61,550	61,450	60,900	3782,248	6900,000	17,897
PVB2	62,350	63,550	61,650	3962,343	6550,000	16,217
PVB3	61,400	62,300	63,600	3825,220	6450,000	16,541
PVB4	63,800	61,300	63,250	3910,940	5950,000	14,925
PVB5	62,650	61,950	61,700	3881,168	5225,000	13,207
PVB6	63,200	61,950	61,850	3915,240	6100,000	15,284
PVB7	63,400	63,900	60,100	4051,260	7200,000	17,435
PVB8	63,550	63,850	62,400	4057,668	6525,000	15,775
PVB9	62,400	63,400	61,500	3956,160	6150,000	15,250
PVB10	61,500	63,350	62,500	3896,025	6825,000	17,185
Kuat Tekan Rata-rata						15,971

4. *Paving Block Variasi PVC (15% Biji Plastik LDPE)*

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVC 1	62,500	63,900	63,300	3993,750	4375,000	10,746
PVC 2	63,450	61,950	61,750	3930,728	3850,000	9,609
PVC 3	62,900	63,700	61,350	4006,730	4600,000	11,263
PVC 4	62,200	63,550	62,850	3952,810	4300,000	10,672
PVC 5	63,750	60,750	61,600	3872,813	3800,000	9,626
PVC 6	63,400	61,850	62,300	3921,290	4600,000	11,508
PVC 7	63,900	61,950	62,750	3958,605	3850,000	9,541
PVC 8	60,800	60,300	63,850	3666,240	4625,000	12,375
PVC 9	63,400	63,200	63,850	4006,880	4532,000	11,096
PVC 10	62,450	62,500	61,400	3903,125	4425,000	11,122
Kuat Tekan Rata-rata						10,756



**FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN**

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.fsp@uii.ac.id
W. fsp.uii.ac.id

5. Paving Block Variasi PVD (20% Biji Plastik LDPE)

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVD 1	61,600	60,200	62,300	3708,320	2750,000	7,275
PVD 2	61,800	61,600	63,800	3806,880	2825,000	7,280
PVD 3	60,250	57,700	63,900	3476,425	2300,000	6,490
PVD 4	58,950	59,150	61,200	3486,893	2225,000	6,260
PVD 5	60,650	60,950	63,800	3696,618	2600,000	6,900
PVD 6	63,200	62,600	61,400	3956,320	3475,000	8,617
PVD 7	61,300	61,900	62,950	3794,470	3025,000	7,821
PVD 8	62,400	62,950	62,400	3928,080	2750,000	6,868
PVD 9	62,550	62,700	63,850	3921,885	2575,000	6,441
PVD 10	61,800	60,500	62,450	3738,900	3075,000	8,068
Kuat Tekan Rata-rata						7,202

6. Paving Block Variasi PVE (25% Biji Plastik LDPE)

Kode Sample	Dimensi			Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)			
PVE 1	61,100	62,100	63,800	3794,310	1995,000	5,158
PVE 2	62,700	62,100	61,250	3893,670	1845,000	4,648
PVE 3	61,200	60,400	61,750	3696,480	1600,000	4,246
PVE 4	61,100	60,950	63,850	3724,045	1725,000	4,544
PVE 5	62,900	60,550	60,850	3808,595	1770,000	4,559
PVE 6	62,000	60,100	59,700	3726,200	1960,000	5,160
PVE 7	61,600	62,850	60,900	3871,560	1700,000	4,308
PVE 8	58,900	59,750	63,950	3519,275	1960,000	5,464
PVE 9	61,400	61,450	61,600	3773,030	1700,000	4,420
PVE 10	60,950	60,450	61,800	3684,428	1575,000	4,194
Kuat Tekan Rata-rata						4,670

Didata oleh:

PLP/Teknisi

Daru Salam, A.Md.

Yogyakarta, 11 November 2024

Diperiksa oleh:

Kepala Laboratorium BKT

Astriana Hardawati, S.T., M. Eng

Lampiran 5 Hasil Pengujian Ketahanan Aus Paving Block



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Hasil Pengujian Ketahanan Aus Paving Block (SNI 03-0691-1996)

1. Paving Block Variasi Normal (0% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
N1	114,40	113,89	0,51	5	0,102	0,147
N2	132,08	131,61	0,47	5	0,094	0,137
N3	139,30	138,88	0,42	5	0,084	0,125
N4	119,58	119,17	0,41	5	0,082	0,123
N5	127,19	126,68	0,51	5	0,102	0,147
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,136

2. Paving Block Variasi PVA (5% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
A1	110,95	110,55	0,40	5	0,080	0,121
A2	124,64	124,23	0,41	5	0,082	0,123
A3	119,51	119,12	0,39	5	0,078	0,118
A4	109,26	108,88	0,38	5	0,076	0,116
A5	117,33	116,91	0,42	5	0,084	0,125
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,121

3. *Paving Block* Variasi PVB (10% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
B1	119,30	118,70	0,60	5	0,120	0,169
B2	112,28	111,70	0,58	5	0,116	0,164
B3	114,62	114,02	0,60	5	0,120	0,169
B4	116,48	115,86	0,62	5	0,124	0,173
B5	112,27	111,70	0,57	5	0,114	0,161
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,167

4. *Paving Block* Variasi PVC (15% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
C1	123,79	123,12	0,67	5	0,134	0,185
C2	106,02	105,31	0,71	5	0,142	0,195
C3	119,79	119,13	0,66	5	0,132	0,183
C4	117,81	117,10	0,71	5	0,142	0,195
C5	111,93	111,23	0,70	5	0,140	0,193
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,190

5. *Paving Block* Variasi PVD (20% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
D1	106,84	105,95	0,89	5	0,178	0,238
D2	97,40	96,57	0,83	5	0,166	0,224
D3	92,80	91,95	0,85	5	0,170	0,229
D4	100,27	99,41	0,86	5	0,172	0,231
D5	111,69	110,86	0,83	5	0,166	0,224
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,229



**FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN**

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uui.ac.id

6. *Paving Block Variasi PVE (25% Biji Plastik LDPE)*

Kode Sampel	Berat		Selisih (gram)	Waktu (menit)	Kehilangan Berat (gram/menit)	Keausan (mm/menit)
	Awal (gram)	Akhir (gram)				
E1	91,46	90,57	0,89	5	0,178	0,238
E2	94,14	93,24	0,90	5	0,180	0,241
E3	101,09	100,18	0,91	5	0,182	0,243
E4	84,45	83,52	0,93	5	0,186	0,248
E5	80,65	79,77	0,88	5	0,176	0,236
Nilai Ketahanan Aus Rata-rata						0,241

Didata oleh:
PLP/Teknisi

Daru Salam, A.Md.

Yogyakarta, 11 November 2024

Diperiksa oleh:
Kepala Laboratorium BKT

Astriana Hardawati, S.T., M. Eng

Lampiran 6 Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Hasil Pengujian Penyerapan Air *Paving Block* (SNI 03-0691-1996)

1. *Paving Block* Variasi Normal (0% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PN1	2566	2421	5,989
PN2	2548	2404	5,990
PN3	2766	2614	5,815
PN4	2510	2368	5,997
PN5	2664	2515	5,924
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			5,943

2. *Paving Block* Variasi PVA (5% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PA1	2560	2432	5,263
PA2	2517	2397	5,006
PA3	2524	2398	5,254
PA4	2528	2409	4,940
PA5	2556	2429	5,228
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			5,138



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444, 898471 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

6. *Paving Block* Variasi PVE (25% Biji Plastik LDPE)

Kode Sampel	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Penyerapan Air (%)
PE1	2208	1952	13,115
PE2	2190	1942	12,770
PE3	2217	1959	13,170
PE4	2200	1960	12,245
PE5	2292	2038	12,463
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			12,753

Didata oleh:

PLP/Teknisi

Daru Salam, A.Md.

Yogyakarta, 11 November 2024

Diperiksa oleh:

Kepala Laboratorium BKT

Astriana Hardawati, S.T., M. Eng

Lampiran 7 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi

	Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia Gedung Moh. Hatta Jl. Kalurahan Km 14,5 Yogyakarta 55584 T. (0274) 898444 ext.2301 F. (0274) 898444 psw.2091 E. perpustakaan@uii.ac.id W. library.uii.ac.id
---	---

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI
 Nomor: 2524827385/Perpus./10/Dir.Perpus/XI/2024

Bismillahirrahmaanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama	: RANGGA BINTARA NUR IFFAH
Nomor Mahasiswa	: 19511180
Pembimbing	: Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng).,IPM.
Fakultas / Prodi	: Teknik Sipil dan Perencanaan/ TEKNIK SIPIL
Judul Karya Ilmiah	: PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE SEBAGAI SUBSTITUTOR SEBAGIAN AGREGAT PAVING BLOCK TERHADAP KUALITAS PAVING BLOCK

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **16 (Enam Belas) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 11/19/2024
 Direktur




Muhammad Jamil, SIP.