

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI
CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA
SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*

Disusun Oleh:

FAJRI SYEFRINGGA

143110494

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI
CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN
DAYA SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK***

Disusun Oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

EJRI SYEERINGGA

143110494

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Roza Mildawati, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing


Tanggal : Juni 2021

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI
CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN
DAYA SERAP AIR PADA *PAVING BLOCK***

Disusun Oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAJRISYEFRINGGA

143110494

**Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 2 April 2021 Dan
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

PEKANBARU

RozaMildawati,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing

Harmiyati,S.T.,M.Si.

Dosen Penguji

SriHartatiDewi,S.T.,M.T.

Dosen Penguji

Pekanbaru, 2 April 2021

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dengan judul “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada *Paving Block*” dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Prof.Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
3. Ibu Drs. Mursyidah, Ssi., MSc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, selaku Wakil Dekan III Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati ST., M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau dan sekaligus sebagai selaku Dosen Penguji.
7. Ibu Sapitri, ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Roza Mildawati, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing.
9. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., M.T, selaku Dosen Penguji.

10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
11. Seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Ayahanda Fauzien dan Ibunda Zulprima Yanti, ungkapan syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas takdir-Nya menjadikan penulis sebagai putra dari orangtua yaitu bapak dan mamak. Tidak terhitung pengorbanan, jerih payah, do'a serta kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis. Besar harapan penulis untuk dapat membahagiakan bapak dan mamak dengan kesuksesan yang akan penulis raih untuk masa yang akan datang, amin.
13. Kakak-kakakku Furdiana dan Selfita Sari serta adikku Farid Febrianto yang selalu memberikan perhatian dan nasehat. Keponakanku Dira, Syaqila, Afza dan Nia yang menjadi penyemangatku, dan seluruh keluarga besarku terimakasih atas dukungan penuh baik moril dan materil sehingga penulis bisa mencapai semua ini.
14. Untuk tante dan oom beserta anak-anaknya fani, nisa, syifa dan fikri yang selalu memberikan nasehat dan menjagaku selama kuliah di pekanbaru.
15. Sahabatku dari kecil Arip Tulang, Kiki Alim, Doli Babon, Rahmad Kubam, Nike, Gessy, Wati, terimakasih atas dukungan semangat, dan perhatiannya untuk membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
16. Buat teman dan sahabat seperjuangan Apan Gope, Shandy, Aam, Isan, Ojik, Ucil, Mia, Dina, Anggik, Bibi dan Zizi serta rekan-rekan sipil C dan seluruh Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2014 Universitas Islam Riau dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
17. Untuk keluarga futsalku FKK2K17 terimakasih atas dukungan dan semangatnya.

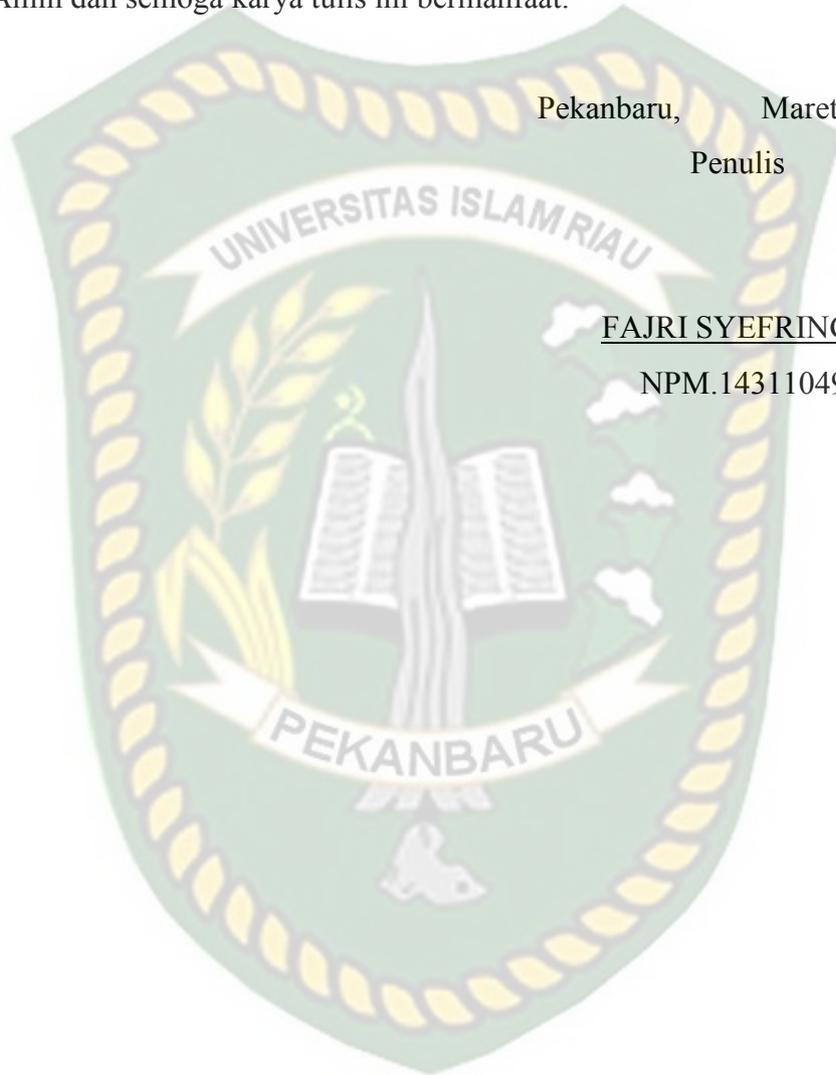
Subhanallah, ada banyak nama dan pastinya lebih banyak lagi yang tidak tersebut. Untuk itu penulis mohon maaf, semoga Allah membalas semua amalan bantuan dan pengorbanan semua pihak dengan balasan yang berkali lipat lebih baik. Amin dan semoga karya tulis ini bermanfaat.

Pekanbaru, Maret 2021

Penulis

FAJRI SYEFRINGGA

NPM.143110494



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusah Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSATAKA	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	7
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 <i>Paving Block</i>	8
3.1.1 Syarat Mutu <i>Paving Block</i>	9
3.1.2 Metode Pembuatan <i>Paving Block</i>	10
3.1.3 Keunggulan Dan Kelemahan <i>Paving Block</i>	12
3.2 Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	13
3.2.1 Semen <i>Portland</i>	13
3.2.2 Agegat Halus.....	16

3.2.3 Air	17
3.2.4 Bahan Tambah	19
3.3 Pemeriksaan Material.....	22
3.3.1 Gradasi Pasir	22
3.3.2 Berat Isi	24
3.3.3 Berat Jenis	25
3.3.4 Kadar Lumpur	27
3.4 Perancangan <i>Paving Block</i>	28
3.5 Pembuatan <i>Paving Block</i>	28
3.6 Pengujian <i>Paving Block</i>	30
3.6.1 Kuat Tekan.....	30
3.6.2 Daya Serap Air.....	32
BAB IV METODE PENELITIAN	34
4.1 Lokasi Penelitian.....	34
4.2 Jenis Penelitian.....	34
4.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
4.3.1 Alat.....	34
4.3.2 Bahan	41
4.4 Pembuatan Benda Uji.....	43
4.5 Perawatan Benda Uji.....	45
4.6 Pemotongan Benda Uji	46
4.7 Pengujian Benda Uji	46
4.8 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	48
4.9 Tahapan Analisis Data	50
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
5.1 Pemeriksaan Material.....	52
5.1.1 Air	52
5.1.2 Semen.....	52
5.1.3 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus.....	53

5.1.4 Pemeriksaan Gradasi Limbah Plastik <i>Poly Propylene</i>	55
5.1.5 Pemeriksaan Berat Isi.....	56
5.1.6 Pemeriksaan Berat Jenis.....	57
5.1.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur.....	58
5.2 Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	59
5.3 Daya Serap Air.....	61
5.4 Hasil Komparasi Peneliti Dengan Peneliti Terdahulu.....	65
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
6.1 Kesimpulan.....	66
6.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kekuatan Fisik <i>Paving Block</i> (SNI 03-0691-1996)	9
Tabel 3.2	Keuntungan dan Kerugian Metode Konvensional dan Mekanis....	12
Tabel 3.3	Unsur-unsur Dalam Semen	14
Tabel 3.4	Syarat Batas Gradasi Pasir	23
Tabel 3.5	Rencana Perbandingan Bahan Penyusun <i>Paving Block</i>	28
Tabel 4.1	Jumlah Benda Uji.....	43
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Pangkalan.....	53
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Gradasi Limbah Plastik <i>Polypropylene</i>	55
Tabel 5.3	Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Pasir Pangkalan.....	57
Tabel 5.4	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir Pangkalan	57
Tabel 5.5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur.	58
Tabel 5.6	Kuat Tekan Rata-rata <i>Paving Block</i>	59
Tabel 5.7	Daya Serap Air Rata-rata <i>Paving Block</i>	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Prinsip Kerja Metode Konvensional	11
Gambar 3.2	Prinsip Kerja Metode Mekanis.....	11
Gambar 4.1	Cawan.....	35
Gambar 4.2	Saringan.....	35
Gambar 4.3	Koran	36
Gambar 4.4	Piknometer.....	36
Gambar 4.5	Timbangan Digital.....	37
Gambar 4.6	Kerucut Kuningan	37
Gambar 4.7	Oven Pengering	38
Gambar 4.8	Wadah.....	38
Gambar 4.9	Sekop	39
Gambar 4.10	Ember	39
Gambar 4.11	Mesin Cetakan <i>Paving Block</i>	40
Gambar 4.12	Alat Pemotong.....	40
Gambar 4.13	Alat Uji Kuat Tekan	41
Gambar 4.14	Semen Padang	41
Gambar 4.15	Pasir	42
Gambar 4.16	Plastik	42
Gambar 4.17	<i>Paving Block</i> Yang Telah Dicitak	45
Gambar 4.18	Perawatan <i>Paving Block</i>	45
Gambar 4.19	Pemotongan <i>Paving Block</i>	46
Gambar 4.20	Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	47
Gambar 4.21	Pengujian Daya Serap Air <i>Paving block</i>	48
Gambar 4.22	Diagram Alir Penelitian.....	51
Gambar 5.1	Grafik Gradasi Pasir Pangkalan	54
Gambar 5.2	Grafik Gradasi Limbah Plastik <i>Polypropylene</i>	56
Gambar 5.3	Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	60
Gambar 5.4	Pola Retakan <i>Paving Block</i>	61

Gambar 5.5	Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Daya Serap Air <i>Paving Block</i>	62
Gambar 5.6	<i>Paving Block</i> Tanpa Campuran	63
Gambar 5.7	<i>Paving Block</i> Menggunakan Limbah Plastik PP	64



DAFTAR NOTASI

A	= Luas benda uji (cm^2)
B_1	= Berat benda uji kering sebelum dicuci (gr)
B_2	= Berat benda uji kering sesudah dicuci (gr)
$F.A.S$	= Faktor air semen
f	= Tegangan (MPa)
f_c'	= Tegangan kuat tekan (kg/cm^2)
$f_c'r$	= Tegangan kuat tekan (kg/cm^2)
Mpa	= Mega pascal ($1 \text{ MPa} = 10 \text{ Kg/cm}^2$)
N/mm^2	= Newton/ mm^2 ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$)
n	= Jumlah benda uji
P	= Beban aksial yang bekerja (N)
Re	= Resapan efektif
SSD	= Koreksi kadar air (Saturated surface dry)
SNI	= Standar nasional Indonesia
V	= volume (cm^3)
W_1	= berat wadah (gr)
W_2	= berat isi benda uji (gr)
W_6	= Berat air (gr)
W_8	= Berat benda uji dan air (gr)
W_b	= Berat basah <i>paving block</i> (kg)
W_k	= Berat kering <i>paving block</i> (kg)
Σ	= Jumlah total
$\gamma_{sat.pasir}$	= berat satuan pasir (gr/cm^3)

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI CAMPURAN
BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA *PAVING
BLOCK***

FAJRI SYEFRINGGA
NPM : 143110494

ABSTRAK

Limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan sekitar. Salah satu cara pemanfaatan limbah plastik adalah sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block*. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan pasir sebagai bahan pembuatan *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*), tujuannya untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*.

Penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi sebagian pasir dengan komposisi campuran 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir. Pembuatan *paving block* menggunakan cetakan berukuran 20 x 10 x 6 cm dan pengujian dilakukan setelah umur 28 hari dengan metode SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir mengalami penurunan setiap variasinya. Pada variasi 0% dan 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. Sedangkan *paving block* pada variasi 20% dan 30% didapat nilai kuat tekan sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D. Penyerapan air *paving block* untuk variasi 0%, 10% dan 20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari *paving block*.

Kata Kunci : Limbah Plastik *PolyPropylene*, *Paving block*, Kuat Tekan, Daya Serap Air, SNI 03-0691-1996

THE EFFECT OF PLASTIC WASTE ADDITION AS A CONCRETE MIXTURE ON PRESSURE STRENGTH AND WATER ABSORPTION IN PAVING BLOCK

FAJRI SYEFRINGGA
NPM : 143110494

ABSTRACT

Plastic waste is a material that is difficult to decompose by the soil so that its existence is very disturbing to the surrounding environment. One way to use plastic waste is as a substitute for making *paving blocks*. This research was conducted to reduce the use of sand as a material for making *paving blocks* with the use of PP (*PolyPropylene*), the aim is to determine the effect of the compressive strength and water absorption value of *paving blocks*.

The use of PP plastic waste as a partial substitute for sand with a mixture composition of 0%, 10%, 20% and 30% by weight of sand. Making *paving blocks* using molds measuring 20 x 10 x 6 cm and testing is carried out after 28 days of age using the SNI 03-0691-1996 method regarding concrete bricks (*paving blocks*).

The results showed that the value of the average compressive strength of *paving blocks* with the use of PP plastic waste as a substitute for some sand decreased with each variation. In a variation of 0% and 10% obtained the compressive strength of 186.47 kg / cm² and 171.13 kg / cm² are both in the quality of B. While *the paving block* the variation of 20% and 30% obtained the compressive strength of 138, 08 kg / cm² and 93.24 kg / cm² incoming quality C and D. the absorption of water *paving blocks* for a variation of 0%, 10% and 20% respectively in the amount of 4.89%, 7.42%, and 9.57% which entered the quality B, C, and D. While the 30% variation was 10.77% which did not enter the quality. This shows that the greater the use of PP plastic waste as a substitute for some sand, the greater the percentage of water absorption from the *paving blocks*.

Keywords: Plastic Waste *PolyPropylene*, *Paving Block*, Compressive Strength, Water Absorption, SNI 03-0691-1996

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di kota Pekanbaru, tingkat konsumsi masyarakat juga semakin meningkat. Salah satunya konsumsi terhadap penggunaan plastik dalam aktifitas sehari-hari. Penggunaan plastik akan terus meningkat karena adanya peningkatan populasi manusia, perkembangan aktifitas serta perubahan gaya hidup dan sosio-ekonomi masyarakat. Konsumsi plastik ini akan mendorong peningkatan jumlah limbah plastik yang dihasilkan (Indrawijaya, dkk. 2019).

Limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan sekitar. Limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) sering dijumpai pada mainan anak-anak, botol minuman, kerangka tv/komputer dan lain sebagainya yang memiliki sifat elastis. Berbagai cara dilakukan untuk mengolah limbah plastik menjadi hal yang bermanfaat, mulai dari mendaur ulang limbah plastik sampai memanfaatkan limbah plastik untuk campuran bahan bangunan. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block*.

Paving block merupakan salah satu alternatif pilihan untuk lapis perkerasan permukaan tanah, kemudahannya dalam pemasangan, perawatan yang relatif murah serta memiliki aspek keindahan yang membuat *paving block* banyak diminati. Menurut SNI 03-0691-1996, *paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. *Paving block* ini umumnya digunakan untuk perkerasan jalan seperti trotoar, area parkir, kawasan pemukiman atau kompleks perumahan, taman dan lain-lain.

Dari uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan pemanfaatan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai bahan campuran atau bahan pengganti sebagian pasir dalam pembuatan *paving block*

agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Untuk mutu *paving block* yang dibuat dengan campuran limbah plastik diharapkan memiliki kuat tekan yang lebih baik dan juga memiliki kualitas yang baik serta tahan lama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai kuat tekan *paving block* dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir ?
2. Bagaimana pengaruh daya serap air *paving block* dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir ?

1.3 Tujuan penelitian

Dari rumusan masalah yang ada, dapat diketahui tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui nilai kuat tekan pada *paving block* dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.
2. Mengetahui pengaruh daya serap air pada *paving block* dengan menggunakan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan inovasi baru kepada pengusaha *paving block* lainnya dengan memanfaatkan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir.

2. Memberikan informasi tentang kuat tekan dan daya serap air *paving block* dengan menggunakan limbah plastik sebagai pengganti sebagian pasir.
3. Memberikan informasi dalam bidang ilmu pengetahuan bahan bangunan pengaruh limbah plastik terhadap kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*.
4. Memberikan informasi untuk mengurangi efek pencemaran lingkungan akibat pencemaran limbah plastik yang merupakan limbah pabrik atau limbah rumah tangga yang sampai sekarang belum dimanfaatkan secara efektif.
5. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk lebih mempermudah penelitian ini perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. *Paving block* dibuat menggunakan campuran limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir.
2. Limbah plastik PP yang digunakan lolos saringan No#4 (4,8 mm).
3. Komposisi persentase penggunaan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir adalah 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.
4. *Paving block* yang dibuat yaitu tipe *holland* ukuran 20 x 10 x 6 cm.
5. Pencampuran bahan dilakukan secara manual.
6. Pengujian kuat tekan dan daya serap air *paving block* yang sudah berumur 28 hari.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan pengamatan kembali penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang sangat memuaskan. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka sebagai referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan yang ditulis pada penelitian terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

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

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

Luthfianti (2019), telah melakukan penelitian tentang “*Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Paving Block*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai rata-rata kuat tekan yang dapat diterima dan nilai persentase penyerapan air oleh *paving block* dengan substitusi agregat halus dalam bentuk cacahan plastik *polyethylene terephthalate* (PET) untuk tiap komposisi. Perbandingan yang digunakan untuk semen dan pasir yaitu 1:6. Penelitian ini menggunakan metode SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (*paving block*). Hasil uji menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan yang dapat diterima oleh *paving block* tiap komposisi adalah sebagai berikut, pada *paving block* normal (0%) sebesar 11,32 MPa, pada *paving block* dengan penambahan 0,3% sebesar 12,31 MPa, pada *paving block* dengan penambahan 0,4% sebesar 12,70 MPa, pada *paving block* dengan penambahan 0,5% sebesar 14,55 MPa, dan pada *paving block* dengan penambahan 0,6% sebesar 11,82 MPa. Sedangkan untuk nilai persentase penyerapan air *paving block* yang didapat masing-masing adalah sebagai berikut, pada *paving block* normal (0%) sebesar 10%, pada *paving block* dengan penambahan 0,3% sebesar 8%, pada *paving block* dengan penambahan 0,4% sebesar 7%, pada *paving block* dengan penambahan 0,5% sebesar 5%, dan pada *paving block* dengan penambahan 0,6% sebesar 9%. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah plastik jenis *polyethylene terephthalate* PET sebagai substitusi agregat halus pada *paving block* dapat meningkatkan kuat tekan namun mengalami penurunan pada penambahan 0,6%. Peningkatan kuat tekan tertinggi ada pada penambahan 0,5% sebesar 14,55 Mpa.

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

meningkat 51% dari *paving block* normal yang mempunyai kuat tekan 29,9 Mpa. Semakin panjang serat ijuk yang digunakan maka kuat tekan semakin menurun. Kuat tarik belah *paving block* dengan panjang serat 4 cm sebesar 4,22 Mpa meningkat 86,8% dari *paving block* normal dengan 2,17 Mpa. Penyerapan air *paving block* 3 variasi berturut-turut sebesar 3,77%, 5,99%, dan 7,05%. Hasil uji aus berturut-turut sebesar 0,0120 (mm/det), 0,0122 (mm/det), dan 0,0123 (mm/det) sedangkan untuk *paving block* normal sebesar 0,0139 (mm/det). Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan *silica fume* dan serat ijuk mampu meningkatkan kuat tekan kering, kuat tekan basah, kuat tarik, penyerapan air, dan ketahanan aus pada *paving block*. Semakin panjang serat ijuk yang digunakan maka kuat tekan semakin menurun.

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

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

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

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Saputra (2019) dan Luthfianti (2019) terdapat perbedaan seperti bahan tambah yang digunakan yaitu limbah plastik jenis *Poly Propylene* (PP) sebagai pengganti sebagian pasir. Limbah plastik jenis PP yang digunakan ini berupa cacahan halus yang diambil dari pabrik pengolahan limbah plastik. Dalam penelitian ini, benda uji yang dibuat *paving block* (bata beton) tipe *holland* dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm. Komposisi limbah plastik yang digunakan adalah 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir dengan perbandingan campuran untuk semen dan pasir yaitu 1:4. Pengujian dilakukan pada *paving block* yang sudah berumur 28 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik jenis PP terhadap kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* sesuai metode SNI 03-0691-1996. Sehingga dapat diketahui hasil penelitian dengan penggunaan limbah plastik jenis PP dalam pembuatan *paving block*.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 *Paving Block*

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

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

Sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, *paving block* sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus. *Paving block* dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di komplek perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan areal parkir, areal perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran. *Paving block* bahkan dapat digunakan pada areal khusus seperti pada pelabuhan peti kemas, bandar udara, terminal bis dan stasiun kereta (Handayasari, dkk. 2018).

3.1.1 Syarat Mutu *Paving Block*

Syarat mutu yang harus dipenuhi *paving block* untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

1. Sifat tampak

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimal 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

3. Sifat fisika

Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kekuatan Fisik *Paving Block* (SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kuat Tekan (kg/cm^2)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-rata Maks (%)
	Rata – rata	Min	Rata – rata	Min	
A	400	350	0,090	0,103	3
B	200	170	0,130	0,149	6
C	150	125	0,160	0,184	8
D	100	85	0,219	0,251	10

Dari tabel standar SNI 03-0691-1996 di atas, *paving block* diklasifikasikan berdasarkan kegunaannya menjadi :

- a. Mutu A : digunakan untuk perkerasan jalan.
 - b. Mutu B : digunakan untuk tempat parkir.
 - c. Mutu C : digunakan untuk pejalan kaki.
 - d. Mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain.
4. Ketahanan terhadap natrium sulfat
- Bata beton apabila diuji dengan larutan natrium sulfat tidak boleh cacat dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.

Paving block yang dijual yang dipasaran memiliki bermacam-macam bentuk dan ukuran sesuai dengan kebutuhan, salah satunya adalah *paving block* type *holland* atau bata yang sering digunakan dalam pengerasan jalan perumahan, sekolah, dan lain-lain. Selain dari tipe *holland* masih ada lagi bentuk dan ukuran *paving block* yang beragam untuk menambah nilai keindahan.

Dimensi *paving block* tipe *holland* memiliki ukuran :

1. Panjang 20 cm dan toleransi 2 mm.
2. Lebar 10 cm dan toleransi 2 mm.
3. Tebal antara 6, 8 dan 10 cm dan toleransi 3 mm, dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. *Paving block* 6 cm, digunakan untuk lalu lintas ringan dan terbatas pada pejalan kaki.
 - b. *Paving block* 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang dan terbatas pada transportasi *pick up*, truk hingga bus.
 - c. *Paving block* 10 cm, biasa digunakan untuk beban lalu lintas berat, banyak digunakan untuk daerah industri dan pelabuhan karena banyaknya penggunaan crane atau alat berat lain.

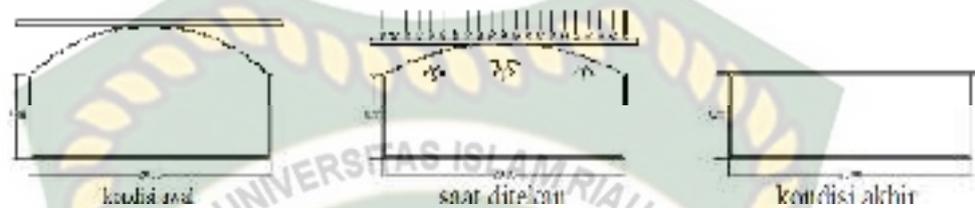
3.1.2 Metode Pembuatan *Paving Block*

Cara pembuatan *paving block* yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode (Pamungkas dan Harunnisa. 2007), yaitu :

1. Metode Konvensional

Metode ini adalah metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat kita dan lebih dikenal dengan metode gablokan. Pembuatan *paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gablokan dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan. Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dikerjakan oleh siapa saja. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan maka akan

semakin padat dan kuat *paving block* yang dihasilkan. Dilihat dari cara pembuatannya, akan mengakibatkan pekerja cepat kelelahan karena proses pemadatan dilakukan dengan menghantamkan alat pemadat pada adukan yang berada dalam cetakan (www.dikti.depdiknas.go.id).



Gambar 3.1 Prinsip Kerja Metode Konvensional (Pamungkas dan Harunnisa. 2007)

2. Metode Mekanis

Metode mekanis didalam masyarakat biasa disebut dengan metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan *paving block* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relatif mahal. Metode mekanis ini biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pembuatan *paving block* cara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin (*compression apparatus*).



Gambar 3.2 Prinsip Kerja Metode Mekanis (Pamungkas dan Harunnisa. 2007)

Dari kedua metode diatas, terdapat kelebihan dan kekurangan dari tiap metode yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Keuntungan dan Kerugian Metode Konvensional dan Mekanis (Pamungkas dan Harunnisa. 2007)

Metode	Keuntungan	Kerugian
Konvensional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat dilakukan oleh pemodal kecil 2. Alat cetak relatif murah 3. Dapat dilakukan dimana dan oleh siapa saja (<i>home industry</i>) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan umumnya rendah dan tidak stabil 2. Dalam sekali cetak hanya satu buah paving 3. Tidak dapat diproduksi secara massal
Mekanis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan yang dihasilkan relatif stabil sesuai <i>mix design</i> 2. Dalam sekali cetak, lebih dari satu paving tergantung jumlah alat cetak 3. Dapat diproduksi secara massal 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hanya bisa dilakukan oleh pemodal besar 2. Alat cetak relatif mahal 3. Tidak dapat dilakukan disembarang tempat (<i>home industry</i>)

3.1.3 Keunggulan Dan Kelemahan *Paving Block*

Keunggulan dan kelemahan dalam penggunaan *paving block* (Yahya, 2018) adalah sebagai berikut:

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

- b. *Paving block* kurang cocok digunakan untuk lahan yang dilalui dengan kendaraan berkecepatan tinggi dan perkotaan yang padat.
- c. Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok, sehingga mudah lepas dari sambungannya dan menghasilkan jalan yang tidak merata.

3.2 Bahan-bahan Penyusun *Paving Block*

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

3.2.1 Semen *Portland*

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis (Sutrisno, 2012).

Definisi semen portland menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

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

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum tanpa memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

3. Jenis III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen portland mengandung unsur kalsium dan alumunium silika yang dibuat dari bahan utama *limestone* yang mengandung kalsium oksida (CaO), dan lempung yang mengandung silika dioksida (SiO₂) serta alimunium oksida (Al₂O₃). Semen portland mengandung unsur utama kapur, silika, alumina dan oksida besi. Unsur-unsur tersebut kemudian berinteraksi satu sama lain selama proses peleburan. Presentase unsur kimia semen portland menurut (Tjokrodimulyo, 2007), dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Unsur-unsur Dalam Semen (Tjokrodimuljo, 2007)

Unsur kimia dalam semen	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Oxid Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesium (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	0,5 – 1
Soda/Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1

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

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

1. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_3S .
Senyawa C_3S jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke-14.
2. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_2S .
Senyawa C_2S lebih lambat bereaksi dengan air dan hanya berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari. Senyawa C_2S memberikan ketahanan terhadap serangan kimia (*chemical attack*) dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan.
3. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_3A .
Senyawa C_3A bereaksi secara *exothermic* dan bereaksi sangat cepat pada 24 jam pertama. C_3A bereaksi dengan air yang jumlahnya sekitar 40% dari beratnya. Karena persentasinya dalam semen yang kecil sekitar (10%), maka pengaruhnya pada jumlah air untuk reaksi menjadi kecil. Unsur ini sangat berpengaruh pada nilai panas hidrasi tertinggi, baik pada saat awal maupun pada saat pengerasan berikutnya yang sangat panjang.
4. Tetrakalsium aluminoforit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_4AF .
Senyawa C_4AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil.

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

3.2.2 Agregat Halus (Pasir)

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

Penggunaan agregat dalam adukan beton bertujuan sebagai berikut :

1. Menghemat penggunaan semen.
2. Menghasilkan kuat tekan beton yang besar.
3. Memperoleh kepadatan beton optimal dengan memanfaatkan gradasi agregat yang baik.
4. Menjadikan sifat dapat dikerjakan pada adukan beton dengan memakai gradasi agregat yang baik.

Sesuai dengan (SK SNI-S-04-1989-F:28) tentang Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan, maka agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras.
2. Butiran-butiran pasir harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau mudah hancur akibat pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat pembanding). Yang dimaksud lumpur adalah bagian dari benda uji yang lolos ayakan 0.063 mm. Apabila kandungan lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari *abrams-Harder* (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat dipakai asal kuat tekan adukan pada umur 7 hari dan 28 hari adalah tidak kurang dari 95% kekkuatan agregat yang sama tetapi dicuci dalam

larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih lagi pada umur yang sama.

5. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 s/d 3,8 dan terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut daerah I, II, III atau IV dan memenuhi syarat-syarat :
 - a. Sisa di atas ayakan 4.8 mm, minimal 2% berat.
 - b. Sisa di atas ayakan 1,2 mm, minimal 10% berat.
 - c. Sisa di atas ayakan 0,30 mm, minimal 15% berat.
6. Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
7. Pasir larut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pengujian bahan yang diakui.
8. Agregat halus yang digunakan untuk spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan agregat untuk pasir pasangan.

3.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan *paving block* yang memiliki harga paling murah diantara bahan yang lain. Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat. Selain itu, fungsi air untuk membasahi agregat dan memberi kemudahan dalam pengerjaan.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat dimimum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra-tegang ataupun beton

bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung alkali juga tidak boleh digunakan (Mulyono, 2004).

Air yang digunakan dalam pembuatan *paving block* harus bebas dari bahan-bahan merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan bahan-bahan lainnya, sedangkan persyaratan air yang digunakan untuk campuran beton adalah :

1. Tidak mengandung lumpur, minyak atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam dan zatorganik) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan khlorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_3 .
3. Air harus bersih.
4. Tingkat keasaman (pH) normal.
5. Jika dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Semua air yang mutunya meragukan dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaian.

Jumlah air akan mempengaruhi sifat mudah dikerjakan (*workability*) beton segar, kualitas beton segar dan kekuatan beton. Jumlah air ini ditentukan oleh perbandingan berat terhadap berat semen atau faktor air semen (fas) dan tingkat kemudahan pekerjaan. Untuk bereaksi dengan semen portland, air yang diperlukan hanya 25-30% saja dari berat semen, namun dalam kenyataannya jika nilai faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 meyebabkan beton segar sulit untuk dikerjakan. Pada pembuatan *paving block*, fas yang biasa digunakan adalah 0,2 - 0,35 dari berat semen. Karena jika terlalu encer maka akan susah dalam pencetakan *paving block*.

3.2.4 Bahan Tambah

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

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik. Limbah plastik yang dimaksud yaitu limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) yang telah diolah menjadi butiran-butiran atau cacahan plastik yang akan digunakan dalam pencampuran pembuatan *paving block*.

Plastik jenis PP (*Poly Propylene*) ini adalah jenis yang terbaik jika digunakan untuk menyimpan makanan, terutama untuk botol minuman atau botol susu bayi (bening/transparan). Disarankan untuk mencari simbol ini bila membeli barang-barang plastik untuk makanan. Biasa digunakan untuk botol bayi, botol sedotan, dan tempat margarin. Tingkat bahaya dan kesulitan terurai plastik ini rendah.

Adapun jenis-jenis plastik yang perlu diketahui (Saputra, 2019) yaitu :

1. PETE/PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Tanda ini biasanya tertera logo daur ulang dengan angka 1 ditengahnya serta tulisan PETE atau PET (*Polyethylene Terephthalate*) di bawah segitiga. Biasa dipakai untuk botol plastik berwarna jernih, tembus pandang/transparan seperti botol air mineral, botol minuman, botol jus, botol minyak goreng, botol kecap, botol sambal, dan hampir semua botol minuman lainnya. Untuk pertekstilan, PET digunakan untuk bahan serat sintetis atau lebih dikenal dengan *polyester* PETE/PET direkomendasikan hanya untuk sekali pemakaian. Penggunaan berulang kali terutama pada kondisi panas dapat menyebabkan melelehnya lapisan polimer dan keluarnya zat karsinogenik dari bahan plastik tersebut, sehingga dapat menyebabkan kanker untuk penggunaan jangka panjang.

2. HDPE (*High Density Polyethylene*)

Pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 2 ditengahnya, serta tulisan HDPE (*High Density*

Polyethylene) di bawah segitiga. Jenis ini memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE biasa dipakai untuk botol kosmetik, botol obat, botol minuman, botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, dan jerigen pelumas dan lain-lain. Walaupun demikian sama seperti PET, HDPE juga direkomendasikan hanya untuk sekali pemakaian, karena pelepasan senyawa antimoni trioksida terus meningkat seiring waktu. Bahan HDPE bila ditekan tidak kembali ke bentuk semula.

3. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

Tertulis (terkadang berwarna merah) dengan angka 3 di tengahnya, serta tulisan V di bawah segitiga. V itu berarti PVC (*Polyvinyl Chloride*), yaitu jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. Jenis plastik PVC ini bisa ditemukan pada plastik pembungkus (*cling wrap*), untuk mainan, selang, pipa bangunan, taplak meja plastik, botol kecap, botol sambal, botol sampo dll. PVC mengandung DEHA yang berbahaya bagi kesehatan. Makanan yang dikemas dengan plastik berbahan dapat terkontaminasi karena DEHA lumer pada suhu -15°C . Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas dengan plastik ini berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan berat badan.

4. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE di bawah segitiga. LDPE (*Low Density Polyethylene*), yaitu plastik tipe cokelat (*thermoplastik*/dibuat dari minyak bumi). LDPE banyak dipakai untuk tutup plastik, kantong/tas kresek dan plastik tipis lainnya. Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, Fleksibel dan permukaan agak berlemak, pada suhu 60°C sangat resisten terhadap reaksi kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, dapat didaur ulang serta baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat. Walaupun baik untuk tempat makanan, barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan. Selain itu pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap

baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini.

5. PP (*Poly Propylene*)

Tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP di bawah segitiga. Karakteristik adalah biasa botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Jenis ini adalah pilihan bahan plastik terbaik, terutama untuk tempat makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, tutup botol, cup plastik, mainan anak, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi. *Polypropylene* lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Bahan yang terbuat dari PP bila ditekan akan kembali ke bentuk semula atau bersifat elastis. Carilah dengan kode angka 5 bila membeli barang berbahan plastik untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman.

6. PS (*Poly Styrene*)

Tertera logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya, serta tulisan PS di bawah segitiga. Biasanya dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum sekali pakai seperti sendok, garpu gelas, dan lain-lain. *Poly Styrene* merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, dan pertumbuhan dan sistem syaraf, selain itu bahan ini sulit didaur ulang. Apabila didaur ulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama.

Bahan ini dapat dikenali dengan kode angka 6, namun bila tidak tertera kode angka tersebut pada kemasan plastik, bahan ini dapat dikenali dengan cara dibakar (cara terakhir dan sebaiknya dihindari). Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuningjingga, dan meninggalkan jelaga. Banyak negara bagian di Amerika sudah melarang pemakaian tempat makanan berbahan styrofoam termasuk negara China.

7. Other

Tertera logo daur ulang dengan angka 7 di tengahnya, serta tulisan OTHER di bawah segitiga. Untuk jenis plastik 7 Other ini terdapat 4 macam, yaitu : SAN (*Styrene Acrylonitrile*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), PC (*Poly Carbonate*), dan Nylon. SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan sehingga merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan dalam kemasan makanan ataupun minuman. Biasanya terdapat pada mangkuk mixer, pembungkus termos, piring, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi, sedangkan ABS biasanya digunakan sebagai bahan mainan lego dan pipa.

3.3 Pemeriksaan Material

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

3.3.1 Gradasi Pasir

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

Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5-3,8 (Tjokrodimuljo, 1998 dalam Warih Pambudi). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada Tabel 3.4 .

Tabel 3.4 Syarat Batas Gradasi Pasir (SNI 03-2834-1992)

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

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat halus:

- 1) Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu 110° C, hingga berat tetap.
- 2) Ayakan (saringan) disusun menurut susunan dengan lubang ayakan 9,60 mm; 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm yang paling besar ditaruh paling atas kemudian secara berurutan lubang yang lebih kecil dibawahnya.
- 3) Agregat dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas.
- 4) Diayak agregat yang telah masuk ke dalam ayakan dengan tangan atau alat penggetar hingga jelas bahwa agregat telah terpisah satu sama lain. Ayakan ini diguncang selama kurang lebih 15 menit.
- 5) Agregat yang tertinggal di dalam masing-masing ayakan dipindahkan ke wadah yang lain atau kertas. Ayakan dibersihkan terlebih dahulu dengan sikat agar tidak ada butir- butir agregat yang tertinggal dalam ayakan.
- 6) Agregat kemudian ditimbang satu sama lain. Penimbangan sebaiknya dilakukan secara kumulatif yaitu dari butiran yang kasar terlebih dahulu, kemudian ditambahkan dengan butiran yang lebih halus hingga semua butir

ditimbang. Berat agregat dicatat pada setiap kali penimbangan. Penimbangan juga dilakukan dengan hati-hati agar semua butir tidak ada yang tidak ditimbang.

Analisa saringan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Persentase berat tertahan} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Total}} \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\text{Modulus halus butir (MHB)} = \frac{\sum \text{Berat Tertahan kumulatif}}{100} \quad (3.2)$$

3.3.2 Berat Isi

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

- 1) Berat isi (satuan) gembur atau lepas
 - a) Disediakan benda uji (agregat halus dan kasar) yang mewakili agregat dilapangan.
 - b) Ditimbang dan dicatat berat tempat/wadah bejana (W_1).
 - c) Dimasukkan benda uji dengan perlahan-lahan (agar tidak terjadi pemisahan butiran) maksimum 5 cm dari atas wadah dengan mempergunakan sendok lalu datarkan permukaannya, jika perlu menggunakan mistar perata.
 - d) Ditimbang dan dicatat berat wadah/ bejana yang berisi benda uji (W_2).
- 2) Berat isi (satuan) padat
 - a) Diambil benda uji (agregat halus dan kasar) yang akan diperiksa yang mewakili agregat dilapangan.
 - b) Ditimbang dan dicatat berat/wadah (W_1).
 - c) Dimasukkan benda uji kedalam wadah lebih kurang 3 lapis yang sama ketebalannya, setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat

sebanyak 25 kali tumbukan secara merata. Setiap tusukan tidak boleh sampai ke lapisan sebelumnya.

- d) Diratakan permukaan benda uji sehingga rata dengan bagian atas bejana dengan menggunakan mistar perata (jika perlu).
- e) Ditimbang dan dicatat berat wadah/ tempat yang berisi benda uji (W_2).

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

$$Y_{sat.pasir} = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (3.3)$$

dimana:

$Y_{sat.pasir}$	= berat satuan pasir (gr/cm^3)
W_1	= berat wadah (gr)
W_2	= berat isi benda uji (gr)
V	= volume wadah (cm^3)

3.3.3 Berat Jenis

Pengujian berat jenis dimaksudkan untuk pedoman saat pengujian dalam menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam pasir. Berat jenis pasir dari agregat normal adalah 2,0-2,7, berat jenis pasir dari agregat berat adalah lebih dari 2,8 dan berat jenis pasir dari agregat ringan adalah kurang dari 2,0 (Tjokrodinuljo, 2007).

Langkah-langkah pengujian berat jenis:

- 1) Dikeringkan benda uji dalam oven hingga dicapai berat tetap, lalu dinginkan pada suhu ruangan kemudian rendam dalam air selama 24 jam (1 hari).
- 2) Dibuang air perendam secara hati-hati dan perlahan hingga tidak ada butiran yang hilang, tebarkan agregat halus diatas talam, keringkan benda uji dengan cara membalik-balikkan benda uji hingga dicapai kering permukaan jenuh.
- 3) Diperiksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung, hingga keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.

- 4) Setelah kering permukaan jenuh tercapai, dimasukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling hingga mencapai 90% dari isi piknometer, putar sambil diguncang hingga tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Cara kerja ini juga dapat menggunakan pipa hampa hisap, tetapi perhatikan jangan sampai ada air yang terhisap.
- 5) Direndam piknometer yang berisi air dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan standar 25°C.
- 6) Ditambahkan air hingga mencapai tanda batas.
- 7) Ditimbang piknometer yang berisi air dan benda uji.
- 8) Dikeluarkan benda uji lalu keringkan dalam oven sampai mencapai berat tetap, kemudian keringkan dalam desikator.
- 9) Setelah benda uji dingin, lalu ditimbang (BK).
- 10) Ditentukan berat piknometer yang berisi air penuh, ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

Berat jenis dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Berat jenis curah (bulk)} = \frac{W_1}{W_6 + W_2 - W_8} \quad (3.4)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{W_2}{W_6 + W_2 - W_8} \quad (3.5)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{W_1}{W_6 + W_1 - W_8} \quad (3.6)$$

$$\text{Tingkat penyerapan air} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (3.7)$$

$$\text{Resapan efektif (Re)} = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100\% \quad (3.8)$$

$$\text{Berat air serapan max} = Re \times W_1 \quad (3.9)$$

dimana:

W_1 = Berat benda uji kering oven (gr)

W_2 = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)

W_6 = Berat air (gr)

W_8 = Berat benda uji dan air (gr)

3.3.4 Kadar Lumpur

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

Langkah-langkah pemeriksaan kadar lumpur agregat yaitu :

- 1) Ditimbang wadah tanpa benda uji.
- 2) Benda uji dimasukkan kedalam cawan, lalu dikeringkan didalam oven mencapai berat tetap selama 24 jam. Kemudian pasir ditimbang beratnya (B_1).
- 3) Dimasukan air pencuci kedalam wadah sehingga benda uji terendam.
- 4) Diaduk benda uji dalam wadah hingga menghasilkan pemisahan yang sempurna antara butir-butir kasar dan halus lainnya, yang lolos saringan No.200 (0,075 mm), diusahakan bahan yang halus tersebut melayang di dalam air pencucian hingga mempermudah pemisahannya.
- 5) Dibuang air pencucian tersebut dan hati-hati supaya benda uji yang dicuci tidak ikut terbuang.
- 6) Diulangi langkah kerja No 3, No 4, dan No 5 sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
- 7) Kemudian dikeringkan benda uji di dalam oven hingga mencapai berat tetap dan timbang benda uji tersebut hingga mencapai ketelitian 0,1% dari berat contoh (B_2).

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

$$\text{Persentase kadar lumpur} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \quad (3.10)$$

Dimana :

B_1 = Berat benda uji kering sebelum dicuci (gr)

B_2 = Berat benda uji kering sesudah dicuci (gr)

3.4 Perancangan *Paving Block*

Perancangan campuran *paving block* dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan – bahan penyusun *paving block*. Proporsi campuran dari bahan – bahan penyusun *paving block* ini ditentukan melalui sebuah perancangan (*mix design*) *paving block*.

Pada dasarnya perencanaan campuran dimaksudkan untuk menghasilkan suatu campuran bahan yang optimal dengan kekuatan optimum. Optimal dalam hal ini adalah penggunaan bahan minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria standart dan ekonomis. Rencana perbandingan bahan penyusun *paving block* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Rencana Perbandingan Bahan Penyusun *Paving Block*

Variasi	Perbandingan Campuran (semen : pasir : plastik)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Cacahan plastik pp (kg)	Air (lt)	Berat (kg/cm ³)
0%	1,00 pc : 4,00 ps : 0,00 pp	1,00	4,00	0,00	1,00	5,00
10%	1,00 pc : 3,90 ps : 0,10 pp	1,00	3,90	0,10	1,00	5,00
20%	1,00 pc : 3,80 ps : 0,20 pp	1,00	3,80	0,20	1,00	5,00
30%	1,00 pc : 3,70 ps : 0,30 pp	1,00	3,70	0,30	1,00	5,00

Sumber: Hasil Analisa

3.5 Pembuatan *Paving block*

Pembuatan mortar atau adukan *paving block* dilakukan secara manual karena jumlah campuran bahan yang tidak terlalu banyak. Pencampuran tidak menggunakan mixer agar cacahan plastik tidak berterbangan ketika pengadukan. Pencampuran bahan dilakukan hingga mortar menjadi homogen dan kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk.

1. Perhitungan dan penimbangan bahan

Dalam tahap ini semua bahan dihitung dan kemudian ditimbang sesuai kebutuhan dari masing-masing komposisi campuran yaitu semen portland, pasir, air dan cacahan plastik *Poly Propylene*. Komposisi campuran menggunakan perbandingan berat, sehingga kebutuhan bahan ditentukan dengan berat sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran. Perbandingan komposisi semen : pasir adalah 1pc : 4ps dengan variasi penggunaan plastik PP sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% dari volume pasir.

2. Pembuatan adukan

Langkah-langkah dalam pembuatan adukan adalah sebagai berikut :

- a. Setelah masing-masing bahan ditimbang, bahan kemudian diaduk dalam keadaan kering hingga homogen dalam bak adukan. Langkah ini dilakukan agar pencampuran bahan-bahan tersebut bisa lebih mudah dan merata sehingga diharapkan mendapat hasil yang merata.
- b. Tuangkan air kedalam bak adukan dengan merata, kemudian aduk hingga didapatkan adukan yang merata selama 10-15 menit.

Proses pembuatan atau pencetakan *paving block* dilakukan dengan menggunakan mesin pres. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolik dilengkapi sistem vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi *paving block*. Bahan yang telah dicampur dimasukkan kedalam cetakan dan diratakan. Bersamaan dengan itu pada saat pemadatan dilakukan penggetaran sehingga membantu pergerakan agregat untuk saling mengisi celah atau rongga yang ada pada *paving block*. Maka dengan metode demikian diharapkan memberikan hasil atau kekuatan yang sama pada proses pemadatan pada masing-masing benda uji dan memperkecil terjadinya human error. *Paving block* yang akan dibuat berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm. Adapun proses pencetakan paving adalah sebagai berikut :

1. Meletakkan alas (triplek tebal 20 mm) pada meja mesin.
2. Mengatur mesin pada posisi cetakan membuka (bagian stempel diatas bagian form) sehingga campuran bisa dimasukkan kedalam cetakan.

3. Masukkan campuran kedalam cetakan.
4. Menyalakan sistem getar pada mesin sekitar \pm 10 detik.
5. Memenuhi kembali isi cetakan yang turun akibat penggetaran dengan campuran.
6. Tekan tuas pemadatan atau pengepresan sehingga bagian stempel turun dan melakukan proses pemadatan sambil sistem getar dijalankan.
7. Tekan tuas untuk mengangkat bagian cetakan.

3.6 Pengujian *Paving Block*

3.6.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu yang dihasilkan. Kuat tekan *paving block* adalah beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji *paving block* hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Salah satu karakteristik kualitas yang harus dimiliki *paving block* adalah kekuatan tekan. Kualitas *paving block* semakin baik jika memiliki kuat tekan yang tinggi.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan (f_c) dari benda uji *paving block*. Pengujian kuat tekan *paving block* menggunakan alat *Compression Test Machine*. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pada pembacaan alat *compression test* berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal.

Kuat hancur dari *paving block* dipengaruhi oleh sejumlah faktor yaitu:

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat tekan bebas beton.
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan *agregat*.
3. Efisiensi dari perawatan (*curing*), kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.
4. Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan beton meningkat dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang sama (Sebayang dkk, 2013).

Menurut SNI 03-0691-1996 kuat tekan satu benda uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3.11)$$

Dimana :

f_c' = Tegangan kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban tekan maksimum (kg)

A = Luas benda uji (cm^2)

Sedangkan untuk menghitung kuat tekan rata-rata *paving block* dapat dihitung dengan rumus pada persamaan berikut :

$$f_{c'r} = \frac{\sum f_c'}{n} \quad (3.12)$$

Dimana :

$f_{c'r}$ = Tegangan kuat tekan (kg/cm^2)

$\sum f_c'$ = Jumlah total tegangan kuat tekan (kg/cm^2)

n = Jumlah benda uji

Pada hakekatnya faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan *paving block* sama halnya dengan kuat tekan beton (Wibowo, 2018), yaitu sebagai berikut :

a. Faktor air semen.

Faktor air semen adalah perbandingan antara air dengan semen yang dipakai dalam pembuatan adukan. Nilai faktor air semen yang tinggi menyebabkan adukan beton menjadi banyak pori-pori yang mengandung air, setelah beton keras akan menimbulkan rongga-rongga sehingga kekuatannya akan rendah. Sedangkan nilai faktor air semen yang rendah menyebabkan adukan akan sulit dipadatkan sehingga menimbulkan banyak rongga udara. Hal ini mengakibatkan beton yang dihasilkan berkualitas rendah dan adukan beton sulit dikerjakan. Faktor air semen (fas) yang umum digunakan adalah 0,35 dari berat semen (Tjokrodimuljo, 1996).

b. Kepadatan.

Kepadatan adukan beton akan mempengaruhi kekuatan beton setelah mengeras (Tjokrodimuljo, 1996). Tujuan pemadatan adalah untuk

menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal (Murdock and Brook, 1991).

c. Umur *paving block*.

Umur dihitung sejak beton dibuat, kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang 28 hari) yang disebabkan oleh jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan kenaikan kekuatan beton dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas maka akan semakin lambat kenaikan kekuatannya dan semakin tinggi suhu perawatan maka kenaikan kekuatan beton semakin cepat (Tjokrodinuljo, 1996).

3.6.2 Daya Serap Air

Besar kecilnya penyerapan air pada *paving block* sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* tersebut. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam *paving block* maka akan semakin besar pula penyerapan air sehingga ketahanannya akan berkurang. Pori-pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya (Saputra, 2019).

Penyerapan air pada *paving block* dilakukan dengan pengujian daya serap air di laboratorium. Pelaksanaan pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui persentase penyerapan air oleh *paving block*, dimulai dengan melakukan perendaman *paving block* dalam waktu 24 jam dan ditimbang berat basah. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu kurang lebih 110°C selama 24 jam untuk mengetahui berat kering *paving block* (SNI 03-0691-1996).

Daya serapan air dapat dihitung dengan rumus pada persamaan berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{(W_b - W_k)}{W_k} \times 100\% \quad (3.13)$$

Dimana :

W_b = Berat basah *paving block* (kg)

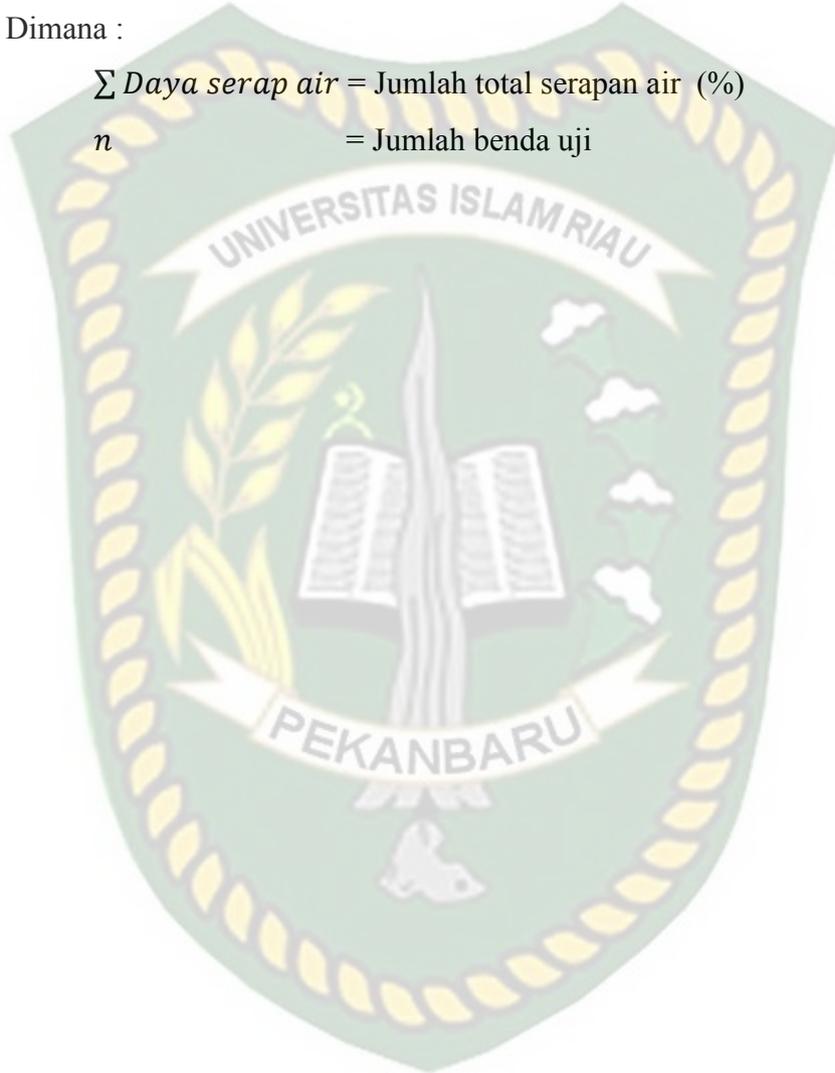
W_k = Berat kering *paving block* (kg)

Sedangkan untuk menghitung daya serap air rata-rata *paving block* dapat dihitung dengan rumus pada persamaan berikut :

$$\text{Daya serap rata-rata} = \frac{\sum \text{Daya serap air}}{n} \quad (3.14)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \sum \text{Daya serap air} &= \text{Jumlah total serapan air (\%)} \\ n &= \text{Jumlah benda uji} \end{aligned}$$



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Pemeriksaan material dan pengujian *paving block* dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru. Pada laboratorium ini melakukan pemeriksaan material seperti uji analisa saringan, uji berat isi, uji berat jenis, uji kandungan lumpur, serta uji kuat tekan dan daya serap air *paving block*.

Untuk *mix design*, pembuatan dan perawatan *paving block* dilakukan di pabrik pencetakan *paving block* Riau Jaya Paving Jl. Arifin Ahmad, Tangkerang Tengah, Kecamatan Marpoyan Damai, Pekanbaru.

4.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan melakukan penelitian dilaboratorium dan pembuatan *paving block* yang mengacu pada SNI 03-0691-1996. Benda uji *paving block* tipe *holland* ukuran 20 x 10 x 6 cm dengan variasi penambahan limbah plastik PP yaitu 0% sebanyak 6 buah, 10% sebanyak 6 buah, 20% sebanyak 6 buah dan 30% sebanyak 6 buah sebagai substitusi dari berat pasir, jadi semua sampel berjumlah 24 benda uji. Perbandingan campuran untuk semen dan pasir yaitu 1:4. Pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* dilakukan pada umur perawatan 28 hari.

4.3 Alat dan Bahan Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan, perlu dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji *paving block* adalah sebagai berikut :

1. Alat-alat pemeriksaan material

a). Cawan

Cawan digunakan sebagai tempat rendam dan tempat benda uji saat di oven. Cawan yang digunakan haruslah tahan terhadap api dan terbuat dari aluminium. Ukuran cawan yang digunakan bervariasi tergantung kegunaannya.



Gambar 4.1 Cawan (Dokumentasi Penelitian)

b). Saringan atau Ayakan

Saringan atau ayakan digunakan untuk mengayak agregat halus agar mendapatkan analisa saringan. Ukuran saringan yang digunakan yaitu 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm; serta dilengkapi dengan tutup.



Gambar 4.2 Saringan (Dokumentasi Penelitian)

c). Koran

Koran digunakan sebagai tempat media pengeringan pasir yang telah direndam untuk pemeriksaan berat jenis.



Gambar 4.3 Koran (Dokumentasi Penelitian)

d). Pikhnometer

Pikhnometer adalah labu ukur yang digunakan untuk menghilangkan kadar udara pada saat dicampurkan dengan air pada pemeriksaan berat jenis.



Gambar 4.4 Pikhnometer (Dokumentasi Penelitian)

e). Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 gram. Timbangan ini berfungsi untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block*.



Gambar 4.5 Timbangan Digital (Dokumentasi Penelitian)

f). Kerucut kuning

Kerucut kuning digunakan untuk mengetahui kering permukaan jenuh pada pasir.



Gambar 4.6 Kerucut Kuning (Dokumentasi Penelitian)

g). Oven pengering

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian gradasi agregat dan densitas.



Gambar 4.7 Oven Pengering (Dokumentasi Penelitian)

h). Wadah

Wadah digunakan untuk mencari berat isi agregat halus dan kasar. Wadah yang peneliti gunakan berbentuk silinder yang terbuat dari baja dengan tinggi 155 mm dan diameter 158 mm.



Gambar 4.8 Wadah (Dokumentasi Penelitian)

2. Alat-alat pembuatan sampel

a). Sekop

Sekop digunakan untuk pengadukan dan penuangan adukan kedalam cetakan *paving block*.



Gambar 4.9 Sekop (Dokumentasi Penelitian)

b). Ember

Ember digunakan sebagai tempat mengambil air yang digunakan untuk membuat adukan *paving block*



Gambar 4.10 Ember (Dokumentasi Penelitian)

c). Mesin cetakan *paving block*

Proses pencetakan *paving block* menggunakan *press machine* yang dioperasikan dengan sistem hidrolik dan dilengkapi *vibrator* (penggetar). Cetakan *paving block* yang digunakan adalah cetakan dengan ukuran dimensi 20 x 10 x 6 cm.



Gambar 4.11 Mesin Cetak *Paving Block* (Dokumentasi Penelitian)

d). Alat pemotong *paving block*

Alat pemotong yang digunakan adalah merek BOSCH. Alat ini digunakan untuk memotong *paving block* ukuran 20 x 10 x 6 cm menjadi ukuran kubus yaitu 6 x 6 x 6 cm.



Gambar 4.12 Alat Pemotong (Dokumentasi Penelitian)

e). *Concrete Compression Machine (CCM)*

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian pada kuat tekan *paving block*.



Gambar 4.13 Alat Uji Kuat Tekan (Dokumentasi Penelitian)

4.3.2 Bahan

Persiapan bahan merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan bahan pembuatan *paving block* harus disiapkan. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut :

1. Semen portland

Semen portland yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen portland tipe I merek PT. Semen Padang dengan kemasan 50 kg.



Gambar 4.14 Semen Padang (Dokumentasi Penelitian)

2. Agregat halus (pasir)

Pasir yang digunakan dalam pembuatan *paving block* adalah pasir cor pangkalan yang lolos ayakan No 4 (4,8 mm).



Gambar 4.15 Pasir (Dokumentasi Penelitian)

3. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan *paving block* ini adalah air sumur yang dari pabrik pencetakan Riau Jaya Paving.

4. Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) yang sudah digiling menjadi cacahan halus. Limbah plastik dipilah yang lolos saringan No#4 sesuai syarat pasir, karena limbah plastik ini sebagai pengganti sebagian pasir. Limbah plastik ini diambil dari pabrik pengolahan limbah plastik yang berada di jl kulim, kota pekanbaru.



Gambar 4.16 Plastik (Dokumentasi Penelitian)

4.4 Pembuatan Benda Uji

Sebelum pembuatan benda uji diadakan perancangan campuran (*Mix Design*). Perencanaan *mix design* adalah penentuan komposisi masing-masing bahan penyusun *paving block* yaitu semen, pasir, air dan limbah plastik PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir.

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental dengan melakukan *trial mix design* dengan perbandingan semen : pasir yaitu 1:2; 1:3; dan 1:4 dengan hasil pengujian kuat tekan sebesar 312,76 kg/cm², 223,06 kg/cm² dan 186,47 kg/cm². Maka pada penelitian ini diambil perbandingan semen : pasir yaitu 1:4 dengan nilai kuat tekan yang didapat sebesar 186,47 kg/cm² dengan kuat tekan minimumnya 170 kg/cm² yang masuk dalam *paving block* mutu B (SNI 03-0691-1996).

Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah perencanaan kebutuhan bahan per adukan dalam membuat 24 buah sampel. Sedangkan kebutuhan limbah plastik sebagai bahan substitusi dari berat pasir adalah dengan menghitung setiap campuran terhadap berat pasir yang telah dihitung sebelumnya. Jumlah masing-masing sampel *paving block* untuk pengujian kuat tekan dan daya serapan air dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji

Variasi Pencampuran	Benda Uji <i>Paving Block</i>		Jumlah Sampel
	Uji Kuat Tekan	Penyerapan Air	
0%	3	3	6
10%	3	3	6
20%	3	3	6
30%	3	3	6
Total			24

Sumber: Hasil Analisa

Dari tabel 4.1 dapat dilihat benda uji yang akan dibuat sebanyak 24 buah pada variasi pencampuran 0%, 10%, 20%, dan 30% pembuatan *paving block*.

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

Langkah-langkah pembuatan *paving block* adalah:

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

Untuk membuat sampel yang dicampur dengan limbah plastik *poly propylene* menggunakan cara yang sama dengan pembuatan *paving block* yang di atas. Perbedaannya terletak pada penambahan limbah plastik sebagai pengganti sebagian pasir pada campuran. *Paving block* yang telah dicetak dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 *Paving Block* Yang Telah Dicitak (Dokumentasi Penelitian)

4.5 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah dari pencetakan *paving block*. Pada umur satu hari atau benda uji cukup kering dijemur dan disiram dua hari sekali untuk menjaga kelembapannya sampai *paving block* umur 28 hari. Hal ini dimaksudkan agar proses pengeringan dan pengerasan pada *paving block* berjalan dengan baik (untuk mencegah terjadinya retak-retak/pecah pada *paving block*). Proses perawatan *paving block* dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Perawatan *Paving Block* (Dokumentasi Penelitian)

4.6 Pemotongan Benda Uji

Paving block yang digunakan untuk pengujian kuat tekan semula ukuran 20 x 10 x 6 cm dipotong menggunakan alat pemotong batuan menjadi ukuran kubus 6 x 6 x 6 cm. Pemotongan dilakukan sesuai dengan ketentuan yang ada dalam pengujian kuat tekan benda uji kubus, dimana benda yang diuji harus memiliki sisi-sisi yang sama. Proses pemotongan *paving block* dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Pemotongan *Paving Block* (Dokumentasi Penelitian)

4.7 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas *paving block* yang dihasilkan. Pengujian benda uji dilakukan setelah *paving block* berumur 28 hari. Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

A. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui beban maksimum kuat tekan *paving block*. Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan dalam pengujian seperti alat untuk pencatatan, timbangan dan gerobak sebagai tempat benda uji setelah dilakukan pengujian.

2. Pengecekan alat pengujian alat kuat tekan CCM (*Concrete Compression Machine*), pastikan semua berfungsi dengan baik.
3. Menyiapkan benda uji *paving block* yang sudah di potong menjadi bentuk kubus ukuran 6 x 6 x 6 cm;
4. Menimbang dan mencatat berat benda uji *paving block* untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat tekannya dan meletakkan benda uji *paving block* pada alat uji kuat tekan.
5. Mengatur jarum alat kuat tekan CCM (*concrete compression machine*) tepat pada posisi nol dan memompa kompresor dengan menekan tuas naik-turun secara kontinu sampai benda uji mengalami pecah atau hancur.
6. Mencatat besarnya nilai beban tekan maksimum yang terbaca pada jarum alat kuat tekan CCM (*concrete compression machine*), kemudian keluarkan benda uji tersebut.
7. Mengulang kegiatan 2 sampai 4 dengan menggunakan bahan *paving block* pada kode sampel komposisi yang sama.
8. Mengulang kegiatan 2 sampai 6 dengan menggunakan bahan *paving block* pada kode sampel komposisi yang menggunakan limbah plastik PP.



Gambar 4.20 Pengujian Kuat Tekan (Dokumentasi Penelitian)

B. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan *paving block* untuk menyerap air melalui pori-pori. Langkah-langkah pengujian daya serap air berdasarkan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Sampel yang telah berumur 28 hari dan dalam kondisi kering udara dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
2. Setelah di oven 24 jam maka sampel harus dikeluarkan dan didinginkan
3. Jika sampel sudah dingin maka timbang berat kering oven (W_k).
4. Kemudian dilanjutkan dengan merendam sampel selama 24 jam,
5. Setelah 24 jam angkat *paving block* kemudian timbang beratnya (W_b).



Gambar 4.21 Pengujian Daya Serap Air (Dokumentasi Penelitian)

4.8 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan

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

2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang dilakukan terdiri dari analisa saringan, berat isi, berat jenis dan kadar lumpur.

3. Perencanaan Campuran Benda Uji

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

4. Pembuatan Benda uji

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

5. Perawatan

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

6. Pemotongan Benda Uji

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

7. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan *Concrete Compression Machine* (CCM).

8. Pengujian Daya Serap Air

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

9. Analisa dan Pembahasan

Menganalisa benda uji dari penggunaan limbah plastik PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir.

10. Kesimpulan dan Saran

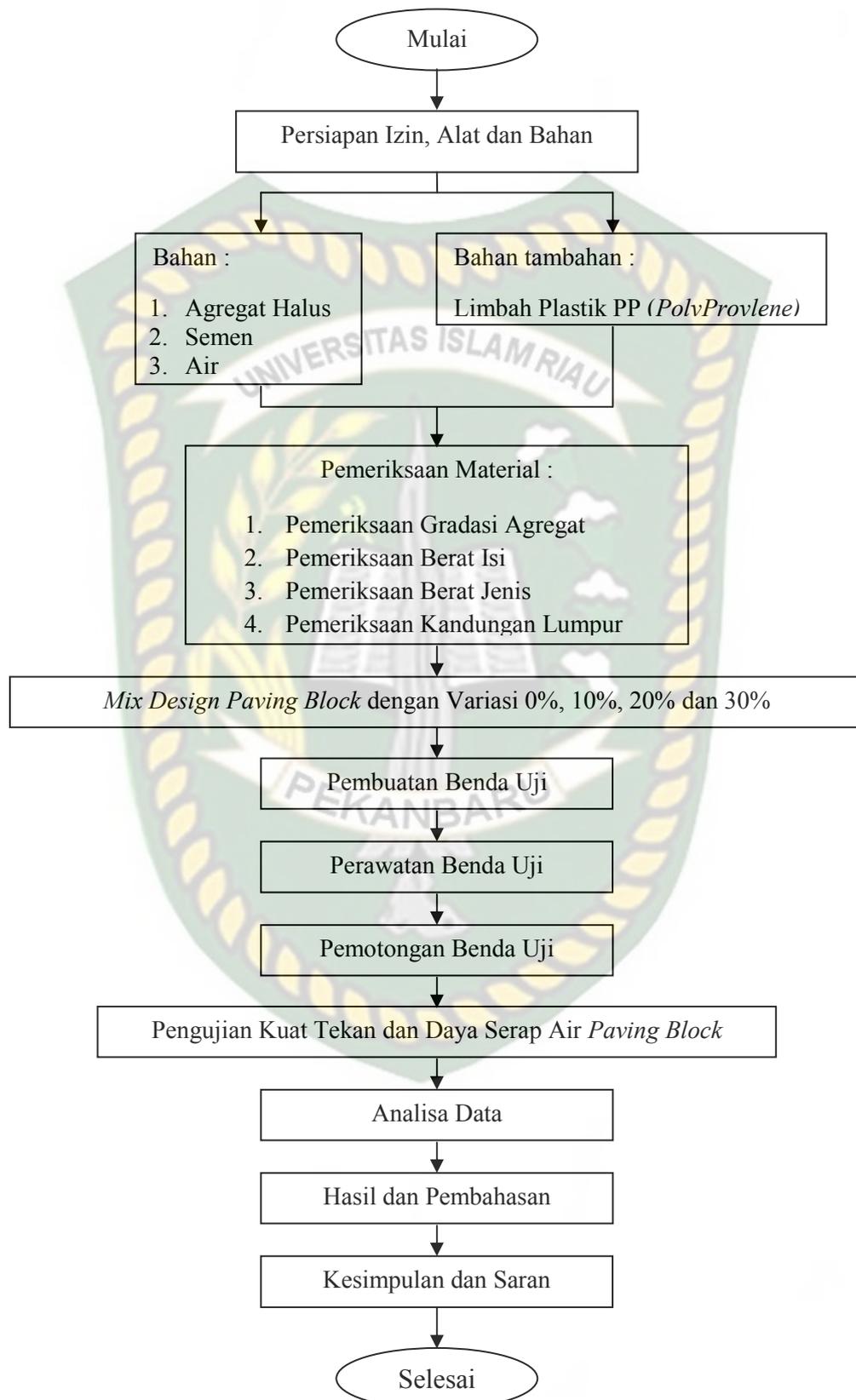
Kesimpulan dan saran akan didapat setelah pengujian selesai dilakukan dan didapatkan hasil analisa dan pembahasan yang telah diuraikan oleh peneliti.

Untuk lebih jelasnya prosedur pelaksanaan penelitian dapat dilihat melalui diagram alir penelitian pada Gambar 4.22.

4.9 Tahapan Analisis Data

Tahapan-tahapan analisis data dalam penelitian secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan material
 - a. Pengujian analisa saringan agregat halus.
 - b. Pengujian analisa saringan limbah plastik *Poly Propylene*.
 - c. Pengujian berat isi.
 - d. Pengujian berat jenis.
 - e. Pengujian kadar lumpur
2. Menghitung rencana campuran pembuatan *paving block*
 - a. Menentukan kebutuhan agregat halus.
 - b. Menentukan kebutuhan semen.
 - c. Menentukan kebutuhan air.
 - d. Menentukan kebutuhan bahan tambah limbah plastik *Poly Propylene*.
3. Analisa pengujian *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996
 - a. Menentukan nilai rata-rata kuat tekan.
 - b. Menentukan nilai rata-rata daya serap air.



Gambar 4.22 Diagram Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan bahan material penyusun *paving block* pada penelitian ini meliputi pemeriksaan air, pemeriksaan semen, pemeriksaan gradasi agregat halus dan gradasi limbah plastik PP (*Poly Propylene*), pemeriksaan berat satuan agregat halus, pemeriksaan berat jenis agregat halus, dan pengujian kadar lumpur.

5.1.1 Air

Menurut SK SNI S-04-1989-F, air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual. Setelah dilakukan pengamatan secara visual yang dilakukan terhadap air di Pabrik Riau Jaya Paving Jalan Arifin Ahmad, Pekanbaru yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block* menunjukkan sifat-sifat yang sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F, antara lain air tidak berwarna, tidak berbau, tidak mengandung minyak, lumpur dan benda terapung lainnya sehingga air tersebut dianggap memenuhi syarat sebagai bahan campuran *paving block*.

5.1.2 Semen

Semen merupakan bahan perekat yang biasa digunakan pada beton, adukan mortar, plesteran, bahan penambal, adukan encer (*grout*) dan sebagainya. Pemeriksaan terhadap semen meliputi:

1. Keadaan Kemasan Semen

Pengujian secara visual mengenai keadaan kemasan semen yang digunakan masih baik, tidak terdapat cacat pada kemasan (robek kemasan), keadaan kemasan kering serta keadaan semen dalam kemasan masih gembur atau tidak memadat (dilakukan dengan cara memijat semen dalam kemasan).

2. Keadaan Butiran Semen

Pengujian keadaan butiran semen dilakukan dengan membuka kantong semen kemudian dilihat secara visual mengenai keadaan butiran semen. Dari hasil pengamatan terlihat semen yang digunakan masih dalam keadaan baik atau tidak ada butiran yang menggumpal.

5.1.3 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui gradasi agregat halus yang digunakan sebagai agregat dalam pembuatan *paving block*. Gradasi agregat halus (pasir) dapat diklasifikasikan menjadi empat zona, yaitu kasar, agak kasar, agak halus dan halus.

Data: Berat cawan (Q) = 115 gr Berat agregat + cawan = 1194,5 gr
 Berat agregat = 1079,5 gr

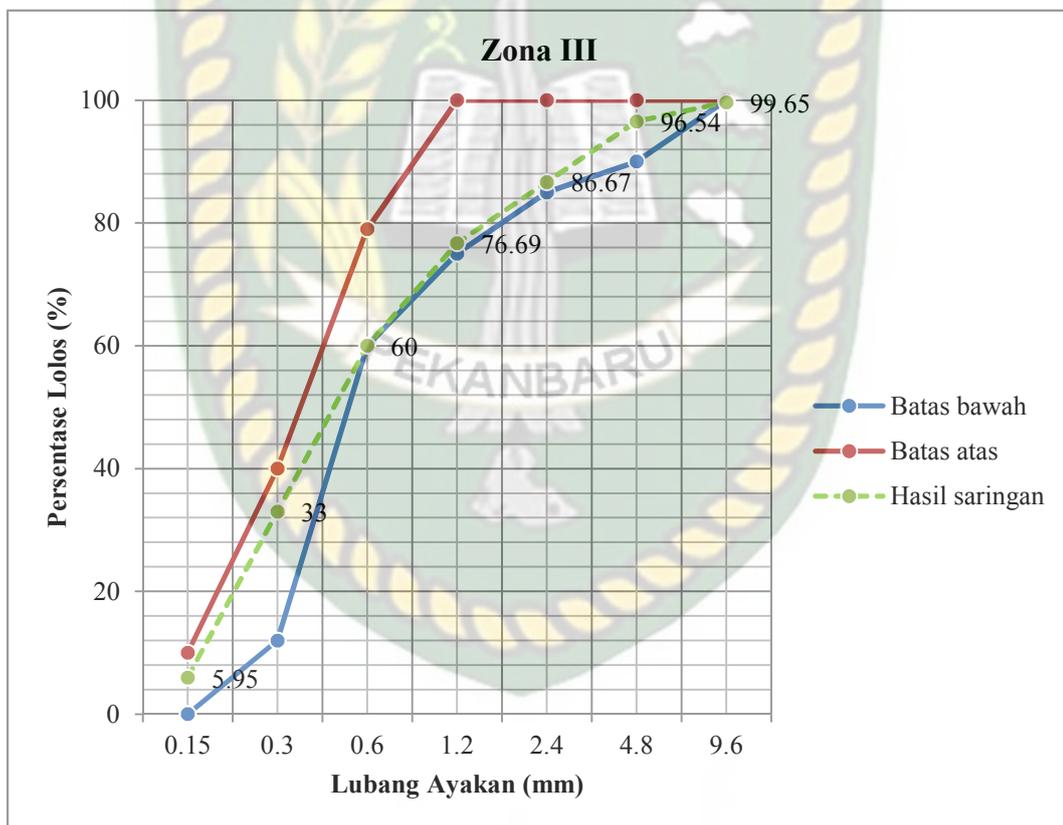
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Pangkalan

Nomor Saringan (lubang ayakan)	Berat tertahan di saringan + cawan (gram)	Berat tertahan di saringan (gram)	Berat tertahan di saringan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos saringan kumulatif (%)
1½" (38,1 mm)	115	0	0	0	100
1" (25,4 mm)	115	0	0	0	100
¾" (19 mm)	115	0	0	0	100
½" (12,7 mm)	115	0	0	0	100
3/8" (9,6 mm)	118,80	3,80	0,35	0,35	99,65
No#4 (4,8 mm)	148,50	33,50	3,11	3,46	96,54
No#8 (2,4 mm)	221,60	106,60	9,87	13,33	86,67
No#16 (1,2 mm)	222,70	107,70	9,98	23,31	76,69
No#30 (0,6 mm)	295,20	180,20	16,69	40,00	60,00
No#50 (0,3 mm)	406,50	291,50	27,00	67,00	33,00
No#100 (0,15 mm)	407,00	292,00	27,05	94,05	5,95
No#200 (0,075 mm)	167,40	52,40	4,85	98,91	1,09
Jumlah		1067,70	98,91	340,41	

Sumber: Hasil Analisa

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat Tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{340,41}{100} = 3,4 \text{ gr} \end{aligned}$$

Hasil pengujian pada Tabel 5.1 menunjukkan bahwa nilai modulus halus butir adalah sebesar 3,4 gr. Nilai tersebut masuk kedalam syarat modulus halus butir agregat halus yaitu 1,5 – 3,8. Hal ini menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan cukup baik untuk menghasilkan *paving block* mutu tinggi secara optimal. Dari hasil pengujian Tabel 5.1 diatas, dapat digambarkan grafik gradasi agregat halus pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Pasir Pangkalan

Berdasarkan gambar 5.1 yang didapat dari pengujian, gradasi pasir pangkalan masuk dalam zona III yaitu pasir dengan ukuran butiran agak halus. Jenis pasir ini sudah masuk dalam syarat batas gradasi pasir (SNI 03-2834-1992).

5.1.4 Pemeriksaan Gradasi Limbah Plastik *Poly Propylene*

Pada pemeriksaan ini berguna untuk mengetahui gradasi limbah plastik *poly propylene*. Metode yang dilakukan pada pengujian ini sama dengan agregat halus. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.2.

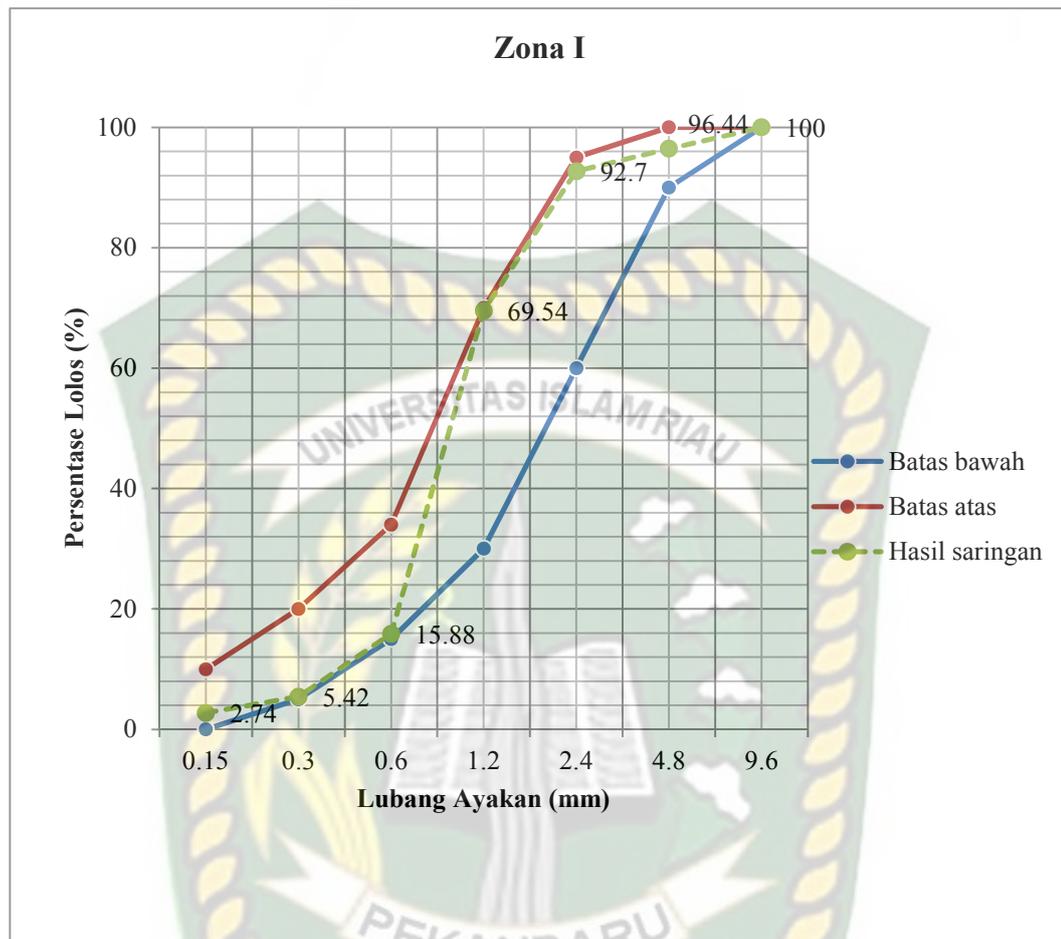
Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Gradasi Limbah Plastik *Poly Propylene*

Nomor Saringan (lubang ayakan)	Berat tertahan di saringan + cawan (gram)	Berat tertahan di saringan (gram)	Berat tertahan di saringan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos saringan kumulatif (%)
1½" (38,1 mm)	75,3	0	0	0	100
1" (25,4 mm)	75,3	0	0	0	100
¾" (19 mm)	75,3	0	0	0	100
½" (12,7 mm)	75,3	0	0	0	100
3/8" (9,6 mm)	75,3	0	0	0	100
No#4 (4,8 mm)	93,1	17,8	3,56	3,56	96,44
No#8 (2,4 mm)	94,0	18,7	3,74	7,30	92,70
No#16 (1,2 mm)	191,1	115,8	23,16	30,46	69,54
No#30 (0,6 mm)	343,6	268,3	53,66	84,12	15,88
No#50 (0,3 mm)	127,6	52,3	10,46	94,58	5,42
No#100 (0,15 mm)	88,7	13,4	2,68	97,26	2,74
No#200 (0,075 mm)	84,2	8,9	1,78	99,04	0,96
Jumlah		495,2	99,04	416,32	

Sumber: Hasil Analisa

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat Tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{416,32}{100} = 4,16 \text{ gr} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa nilai modulus halus butir limbah plastik *polypropylene* adalah sebesar 4,16 gr. Dari hasil pengujian Tabel 5.2 diatas, dapat digambarkan grafik gradasi limbah plastik *poly propylene* masuk kedalam golongan zona I seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Limbah Plastik *Polypropylene*

Berdasarkan gambar 5.2 yang didapat dari pengujian, gradasi plastik PP (*Polypropylene*) berada dalam golongan gradasi zona I yaitu gradasi dengan jenis agregat kasar. Dapat disimpulkan bahwa limbah plastik PP (*Poly Propylene*) dapat digunakan sebagai bahan pengganti dari sebagian agregat halus karena masih masuk kedalam syarat agregat halus zona I.

5.1.5 Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan berat isi satuan terhadap pasir pangkalan dilakukan dengan membandingkan berat terhadap volume bejana. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume pasir dalam kondisi gembur atau lepas dan kondisi padat. Hasil pemeriksaan ini dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Pasir Pangkalan

Kondisi Pengujian	Berat Agregat (gr)	Volume Wadah (cm ³)	Berat Satuan (gr/cm ³)
Kondisi Padat	5400	3023,86	1,79
Kondisi Lepas	5200	3023,86	1,73

Sumber: Hasil Analisa

Dari hasil pemeriksaan didapatkan nilai berat satuan pasir pangkalan yaitu pada kondisi lepas sebesar 1,73 gr/cm³ dan berat satuan kondisi padat sebesar 1,79 gr/cm³ dengan selisih 0,06 gr/cm³ lebih berat untuk yang kondisi padat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa berat satuan padat lebih besar dari berat satuan gembur atau lepas agregat halus, karena pada pengujian berat satuan padat dilakukan pemadatan dengan cara ditumbuk sehingga pori-pori yang kosong terisi. Berat satuan untuk agregat normal berkisar antara 1,50 sampai 1,80 sehingga pasir pangkalan yang dipakai termasuk dalam agregat normal.

5.1.6 Pemeriksaan Berat Jenis

Pengujian berat jenis pasir dimaksudkan untuk pedoman saat pengujian dalam menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan tingkat penyerapan air dalam pasir. Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari *paving block* sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran *paving block*. Jadi, berat jenis pasir akan mempengaruhi kekuatan *paving block* itu sendiri. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir Pangkalan

No	Uraian	Keterangan	
		Nilai	Satuan
1	Berat jenis curah (bulk)	2,80	Gram
2	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	3,08	Gram
3	Berat jenis semu	3,80	Gram

Tabel 5.4 Lanjutan

4	Tingkat penyerapan air	9,05	%
5	Resapan efektif (Re)	8,30	%
6	Berat air serapan max	3805,5	Gram

Sumber: Hasil Analisa

Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa hasil pengujian berat jenis pasir pangkalan, didapat dengan nilai berat jenis curah (bulk) sebesar 2,80 gr, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 3,08 gr, berat jenis semu sebesar 3,80 gr dan tingkat penyerapan air. Maka ditinjau dari hasil pemeriksaan tersebut berat jenis pasir pangkalan dapat dipakai dalam pembuatan *paving block*.

5.1.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pada pengujian ini menggunakan pasir yang lolos saringan diameter 4,80 mm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block*. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur merupakan agregat yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

No	Uraian	Berat Agregat (gr)
1	Berat tempat	116,9
2	Berat benda uji kering sebelum dicuci	933,2
3	Berat benda uji kering + berat tempat (sebelum dicuci)	1050,1
4	Berat benda uji kering + berat tempat (sesudah dicuci)	1010,5
5	Berat benda uji sesudah dicuci dan dikeringkan	893,6

Sumber: Hasil Analisa

$$\begin{aligned} \text{Persentase kadar lumpur} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% = \frac{933,2 - 893,6}{933,2} \times 100\% \\ &= 4,24\% \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan pada Tabel 5.5, didapatkan hasil pengujian kadar lumpur 4,24%, angka tersebut memenuhi Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI-1982) dimana persentase kandungan lumpur agregat halus yang diizinkan sebesar $< 5\%$. Untuk kadar lumpur lebih dari 5%, pasir perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan campuran *paving block*.

Hasil pemeriksaan kadar lumpur terhadap pasir pangkalan sesuai dengan spesifikasi agregat sebagai bahan bangunan menurut SK SNI-S-04-1989-F:28 dan layak untuk digunakan sebagai material dalam pembuatan *paving block*.

5.2 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pengujian kuat tekan beton pada dasarnya dilakukan setelah umur mencapai 28 hari karena pada umur ini kekuatan *paving block* telah mencapai 100%. Pada penelitian ini pengujian *paving block* dilakukan pada umur 28 hari untuk mengetahui kuat tekan *paving block* dari interval umur 28 hari tersebut. Dari hasil pengujian kuat tekan *paving block*, maka dapat dibuat tabel nilai rata-rata kuat tekan yang menunjukkan pengaruh penggunaan limbah plastik *polypropylene* sebagai pengurangan dari jumlah pasir terhadap kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari.

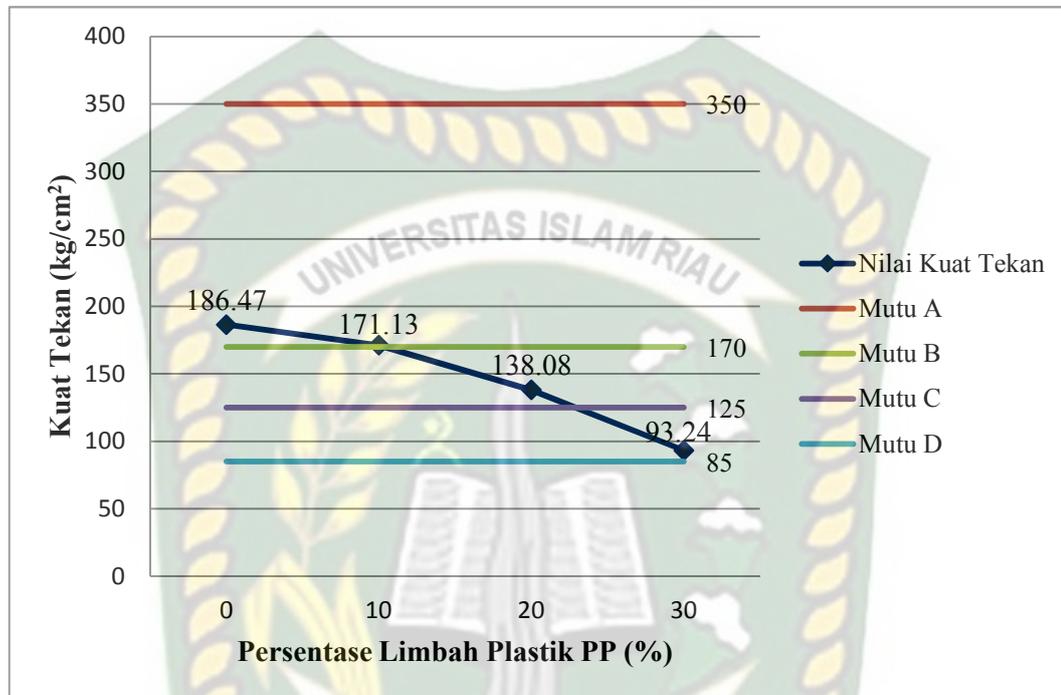
Berdasarkan hasil perhitungan kuat tekan rata-rata seluruh variasi pencampuran limbah plastik memperlihatkan bahwa kuat tekan *paving block* menurun. Kemudian dilakukan penggolongan mutu *paving block* tiap variasinya menurut SNI 03-0961-1996 yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kuat Tekan Rata-rata *Paving Block*

No	Variasi Pencampuran Plastik PP (%)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Mutu <i>Paving Block</i> (SNI 03-0961-1996)	Batas Minimum
1	0	186,47	B	$\geq 170 \text{ kg/cm}^2$
2	10	171,13	B	$\geq 170 \text{ kg/cm}^2$
3	20	138,08	C	$\geq 125 \text{ kg/cm}^2$
4	30	93,24	D	$\geq 85 \text{ kg/cm}^2$

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Tabel 5.6 , dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir dapat mengurangi nilai kuat tekan pada *paving block*. Grafik penurunan nilai kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*

Berdasarkan gambar 5.3 dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir mempengaruhi kuat tekan *paving block* sehingga mengalami penurunan. Bertambahnya variasi penggunaan limbah plastik PP nilai kuat tekan *paving block* juga seiring menurun. Tetapi pada variasi penambahan 10% masih masuk mutu B. Sedangkan pada variasi 20% dan 30% sudah masuk di mutu C dan mutu D.

Penurunan nilai kuat tekan terjadi karena lekatan antar bahan-bahan penyusun kurang bekerja optimal sehingga banyak rongga atau celah kosong yang membuat *paving block* tidak padat saat diuji. Hal ini ditunjukkan dengan pola retakan pada benda uji. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Pola Retakan *Paving Block*

Pada gambar 5.4 dapat dilihat pola retakan *paving block* berupa garis yang menyebabkan benda uji lebih mudah hancur. Penambahan limbah plastik menyebabkan bertambahnya luasan permukaan agregat yang licin dan datar sehingga menyebabkan gangguan pada lekatan antar partikel.

5.3 Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada *paving block* dilaksanakan dengan cara dioven pada suhu 110°C selama 24 jam, kemudian direndam air selama 24 jam. Pengujian penyerapan air *paving block* dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah untuk masing-masing variasi penambahan jadi jumlah benda uji yang akan dilakukan pengujian sebanyak 12 buah.

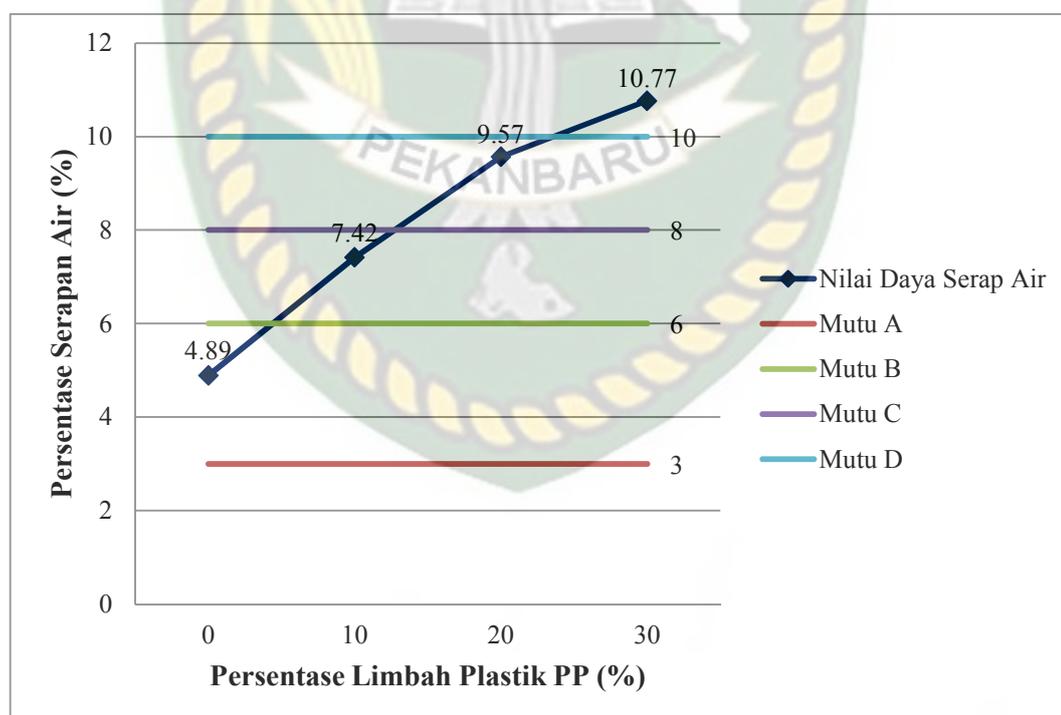
Dari hasil pengujian daya serap air rata-rata seluruh variasi, kemudian dilakukan penggolongan mutu *paving block* tiap variasi berdasarkan SNI 03-0961-1996, maka dapat dibuat tabel nilai rata-rata daya serap air yang menunjukkan pengaruh penggunaan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) sebagai pengurangan pasir terhadap daya serap air pada *paving block* yang berumur 28 hari pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Daya Serap Air Rata-rata *Paving Block*

No	Variasi Pencampuran Plastik PP (%)	Persentase Penyerapan air (%)	Mutu <i>Paving Block</i> (SNI 03-0961-1996)	Batas Maksimal
1	0	4,89	B	6%
2	10	7,42	C	8%
3	20	9,57	D	10%
4	30	10,77	-	-

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Tabel 5.7, dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir dapat meningkatkan nilai daya serap air pada *paving block*. Grafik hasil pengujian daya serap air pada masing-masing variasi dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Daya Serap Air *Paving Block*

Berdasarkan gambar 5.5 dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik jenis PP sebagai substitusi sebagian pasir untuk *paving block* terhadap daya serap air mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya variasi penggunaan limbah plastik PP.

Terlihat bahwa nilai penyerapan air rata-rata pada *paving block* yang mempunyai campuran semen, pasir dan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) yang dikeringkan selama waktu pengeringan 28 hari yaitu sebesar 4,89% untuk *paving block* penggunaan 0% limbah plastik, sedangkan untuk *paving block* variasi 10% dan variasi 20% penggunaan limbah plastik sebesar 7,42% dan 9,57% masih masuk SNI maksimal 10% dan sedangkan untuk variasi 30% penggunaan limbah plastik sudah melebihi batas maksimal yaitu sebesar 10,77%.

Berdasarkan hasil pengujian yang didapat, *paving block* dengan penggunaan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai substitusi pasir memiliki daya serap air yang tinggi. Faktor yang membuat daya serap air semakin tinggi ketika penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi penggunaan pasir semakin banyak adalah kurangnya pengikat antara semen, pasir, dan air serta plastik PP sehingga terdapatnya rongga-rongga pada *paving block* yang bisa memicu air untuk masuk dan diserap oleh *paving block*. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat perbandingan antara *paving block* tanpa campuran dan dengan penggunaan limbah plastik PP (*Poly Propylene*) setelah perendaman selama 24 jam.



Gambar 5.6 *Paving Block* Tanpa Campuran

Pada gambar 5.6 dapat dilihat bahwa *paving block* tanpa campuran plastik memiliki bentuk padat dan sangat kokoh yang mengakibatkan kurangnya penyerapan air pada saat dilakukannya perendaman karena air tersebut tidak masuk kedalam *paving block* secara maksimal. Untuk perbandingannya dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 *Paving Block* Menggunakan Limbah Plastik PP

Pada gambar 5.7 dapat dilihat bahwa *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir memiliki fisik yang tidak padat dan memiliki rongga-rongga sehingga air pada saat *paving block* dilakukan perendaman dapat masuk dan diserap oleh *paving block* secara maksimal melewati rongga-rongga tersebut. Tingginya porositas juga dapat disebabkan kurangnya daya tekan pada saat pembuatan *paving block* serta pengaruh dari suhu pengeringan yang tinggi. Hal inilah yang mengakibatkan daya serap air pada *paving block* meningkat ketika limbah plastik PP digunakan sebagai pengganti sebagian pasir karena plastik memiliki sifat sulit merekat pada bahan material yang lain sehingga pada saat pencetakan, *paving block* yang dihasilkan tidak padat dan memiliki rongga-rongga.

5.4 Hasil Komparasi Peneliti Dengan Peneliti Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dibandingkan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2019) dan Luthfianti (2019). Penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2019) terdapat perbedaan perbandingan komposisi untuk semen dan pasir yang digunakannya yaitu 1Pc:8Ps dengan variasi komposisi limbah plastik sebagai bahan tambah yaitu 1Pc:8Ps:10%Lp , 1Pc:8Ps:20%Lp , 1Pc:8Ps:30%Lp. Hasil kuat rata-rata untuk masing-masing komposisi secara berurutan didapat sebesar 89,175 kg/cm², 71,4 kg/cm², 56,1 kg/cm² dan untuk hasil penyerapan air didapat sebesar 10,98%, 5,80% dan 12,16%.

Penelitian yang dilakukan oleh Luthfianti (2019) juga terdapat perbedaan perbandingan komposisi untuk semen dan pasir yaitu 1:6. Jenis plastik yang digunakan dalam penelitiannya adalah limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* dengan variasi komposisi limbah plastik sebagai bahan tambah adalah 0%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, dan 0,6%. Pasir digunakan dalam proses pembuatannya adalah pasir gunung. Hasil kuat tekan rata-rata *paving block* tiap komposisi secara berurutan didapat sebesar 11,32 MPa, 12,31 MPa, 12,70 MPa, 14,55 MPa, dan 11,82 MPa, dan untuk penyerapan air *paving block* didapat sebesar 10%, 8%, 7%, 5% dan 9%.

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan penggunaan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai substitusi dari berat pasir, nilai kuat tekan mengalami penurunan setiap variasinya. Pada variasi 0% dan 10% sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. Sedangkan pada variasi 20% dan 30% sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D. Hasil penyerapan air untuk variasi 0%, 10% dan 20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian maka semakin meningkat juga persentase penyerapan airnya. Ini menunjukkan bahwa *paving block* dengan penambahan limbah plastik PP tidak dapat digunakan dalam pembuatan *paving block* karena kualitas yang dihasilkan kurang baik .

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan rata-rata *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir mengalami penurunan setiap variasinya. Pada variasi 0% dan 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. Sedangkan *paving block* pada variasi 20% dan 30% didapat nilai kuat tekan sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D.
2. Penyerapan air *paving block* untuk variasi 0%, 10% dan 20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari *paving block*.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang diharapkan mampu menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut, diantaranya :

1. Penelitian selanjutnya agar dapat menggunakan komposisi yang berbeda untuk hasil yang lebih baik dan memiliki mutu yang berkualitas.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan perawatan *paving block* secara bervariasi seperti 7 hari, 14 hari, dan 21 hari, agar dapat diketahui apakah faktor waktu perawatan dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*.

3. Penggunaan limbah plastik secara langsung tidak direkomendasikan karena permukaan plastik yang licin yang menyebabkan kurangnya lekatan antar material pada *paving block* tersebut.
4. Pada penelitian selanjutnya diharapkan pengujian tidak hanya pada kuat tekan dan daya serap air saja, namun juga nilai kuat lentur, dan ketahanan aus agar dapat lebih memahami sifat dari *paving block* tersebut.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 1981. *SII 0013-1981 Mutu dan Cara Uji Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1990. *SK SNI T-04-1990-F Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1996. *SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-2049-2004 Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Giovan, Revano Argiyan. 2018. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk dan Silica Fume Pada Karakteristik Paving Block*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Handayasari, dkk. 2018. *Bahan Kontruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block*. Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta.
- Indrawijaya, dkk. 2019. *Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton*. Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Andi Publishing. Yogyakarta.
- Nugraha, P. dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta
- Pamungkas, B dan Harunnisa, S. 2007. *Komparasi Mutu Paving Block Antara Metode Mekanis Dan Konvensional Dengan Campuran Endapan Sampah*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Salam, Dkk. 2017. *Pengaruh Penambahan Serat Pelepah Pisang Pada Pembuatan Paving Block K-175*. Universitas Islam Lamongan, Lamongan.
- Saputra, Dimas Wahyu Aji. 2019. *Analisis Kuat Tekan Paving Block Dengan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Sebayang, dkk. 2013. *Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

- Supriyanto, Aris. 2017. *Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Segi Enam Dengan Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Pasir*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Susatya, Wahyu Tri. 2018. *Optimasi Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Block Dengan Penggantian Fly Ash 5% Berdasarkan Perbandingan Berat Semen Dan Pasir*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sutrisno, A dan Widodo, S. 2012. *Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice*.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yahya, Ahmad Nur Ilham. (2018). *Pengaruh Variasi Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Karakteristik Paving Block*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

