

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Paving block merupakan salah satu bahan bangunan yang digunakan sebagai lapisan atas struktur jalan selain aspal dan beton. Sekarang ini banyak yang memilih paving block dibandingkan perkerasan lain seperti cor beton maupun aspal. Meningkatnya minat konsumen terhadap paving block karena konstruksi perkerasan paving block ramah lingkungan dimana paving block sangat baik dalam membantu konservasi air tanah, pelaksanaannya yang lebih cepat, mudah dalam pemasangannya dan pemeliharannya, memiliki aneka ragam bentuk yang menambah nilai estetika, serta harganya mudah dijangkau. Paving block adalah komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland, air dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu dari beton tersebut.

Plastik jenis Polypropylene (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Penggunaan jenis polimer ini dalam kehidupan sehari-hari yang sering ditemukan adalah tempat makanan plastik dengan simbol daur ulang "5" dan merupakan jenis sampah plastik terbanyak pertama di Indonesia. Limbah plastik polypropylene mempunyai karakteristik transparan, berwarna putih tetapi tidak jernih, dan mengkilap. Selain itu, salah satu kelebihan dari limbah plastik jenis ini dikarenakan sifat dari polypropylene (PP) yang mampu memperbaiki daya ikat.

Salah satu kelebihan dari limbah plastik jenis polypropylene adalah dapat didaur ulang dan digunakan kembali dalam berbagai bentuk. Proses daur ulang ini dapat mengurangi kebutuhan akan bahan baku baru dan mengurangi polusi lingkungan. Penggunaan plastik untuk bahan konstruksi dapat meningkatkan elastisitas dan daya tahan serta menurunkan densitas sehingga bahan menjadi lebih ringan.. Barang buangan seperti plastik yang kotor, berbau tidak sedap dan seringkali mencemari lingkungan, siapa yang menduga dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam bahan konstruksi seperti bata, paving block, beton, dll. Selain dapat dimanfaatkan dari segi teknis, bahan olahan dari limbah plastik juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Bagi sebagian besar orang, limbah plastik ini pastilah tidak bermanfaat. Tidak jarang dibuang begitu saja, karena tak dapat dipergunakan lagi, Namun, dengan sedikit kreativitas dan pengembangan ilmu pengetahuan, limbah plastik tersebut dapat dimanfaatkan menjadi suatu bahan konstruksi ringan antara lain berupa paving block yang lebih bermutu. Mengurangi sampah dengan cara menjadikan bahan buangan ke bentuk yang mampu digunakan adalah salah satu cara menjaga kebersihan lingkungan dan mengurangi kerusakan muka bumi

Berdasarkan uraian diatas penelitian tentang “**Analisis Kuat Tekan dan Daya Serap Air Paving Block Berbahan Biji Plastik Polypropylene**”, memberikan informasi tentang pembuatan paving block dengan campuran bahan lain yaitu dengan memanfaatkan limbah plastik yang tentunya mengurangi tercemarnya lingkungan dan dapat meningkatkan kekuatan beton serta hasil yang ramah lingkungan.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan biji plastik (PP) polypropylene terhadap kuat tekan paving block?
2. Bagaimana pengaruh penambahan biji plastik (PP) polypropylene terhadap daya serap air paving block?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan biji plastik (PP) Polypropylene terhadap kuat tekan paving block
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan biji plastik (PP) Polypropylene terhadap daya serap air paving block

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Material biji plastik yang akan digunakan dalam campuran paving block yaitu biji plastik (PP) Polypropylene hasil olahan dari limbah plastik.
3. Material agregat halus yang digunakan dalam campuran paving block yaitu agregat halus dari Parepare.

4. Jumlah benda uji dari masing masing variasi adalah 3 buah dengan variasi substitusi biji plastik yaitu 0%, 2%, 5%, 7% terhadap volume paving blok.
5. Untuk pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 8 cm x 8 cm x 8 cm.
6. Untuk pengujian daya serap air menggunakan benda uji paving block dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm.
7. Pengujian yang dilakukan pada kuat tekan dan daya serap air pada umur benda uji 28 hari.
8. Standar pengujian kuat tekan dan daya serap air benda uji menggunakan SNI 03-1691-1996.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan biji plastik hasil olahan limbah plastik dalam campuran paving block sehingga akan lebih ramah lingkungan.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEKS) terutama dalam bidang konstruksi.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan oleh pihak kampus dan pemerintah dalam mengatasi limbah plastik

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai metode metode yang akan digunakan dalam penelitian baik dari jenis penelitiannya, tahapan, bagan alir serta lain sebagainya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil yang telah dicapai dari penelitian yang telah dilakukan dari hasil uji laboratorium.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang permasalahan tersebut diatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Paving block

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Sedangkan menurut SNI 03-0691-1996, Bata beton (paving block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan.

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978. Paving block sendiri mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai. Penggunaan paving block ini disesuaikan dengan tingkat kebutuhan, misalnya saja digunakan sebagai pengerasan area parkir, trotoar jalan di kota- kota, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, area perkantoran, pabrik juga pekerjaan jalan di kompleks- kompleks perumahan serta untuk keperluan lainnya. Sebagai bahan penutup dan pengeras permukaan tanah, paving block sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus.

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

1. Bentuk dan Dimensi Paving Block

Paving block banyak ditemui dipasaran dengan beraneka bentuk dan ketebalan. Pada umumnya dipasaran paving block dibuat dengan panjang antara 200-250 mm, dengan lebar antara 100-112 mm. Ketebalan paving block biasanya berkisar antara 60-100 mm. Sedangkan untuk bentuk paving block sendiri rata-rata berbentuk segi empat (holand), segi enam (hexagonal), dan lain sebagainya dengan ketebalan yang bervariasi menurut kebutuhan. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan pasar maka bentuk dan variasi paving block mulai dikembangkan dan dipasarkan (Nugroho, 2013).

2. Keuntungan Paving Block

Nugroho (2013) menyebutkan keuntungan Paving Block :

- a. Pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
- b. Pemeliharaannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.

- c. Tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejut.
- d. Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.

3. Kelemahan Paving Block

Nugroho (2013) menyebutkan kelemahan dari paving block :

- a. Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.
- b. Sehingga perkerasan paving block sangat tidak cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan dilingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

4. Persyaratan Mutu Paving Block

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu paving block sebagai berikut:

- a. 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.
- b. Ukuran Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
- c. Sifat fisika Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel

2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisika Paving Block (*Sumber : SNI 03-0691-1996*)

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Maks.	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,190	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Klasifikasi paving block :

a. Paving Block mutu A

Paving block dengan mutu ini adalah mutu yang memiliki kualitas paling tinggi dan biasanya digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kinerja yang sangat baik seperti jalan raya. Paving Block mutu A disyaratkan kuat tekan minimal 35 Mpa dan rerata 40 Mpa, serta penyerapan air rata-rata 3%.

b. Paving Block mutu B

Paving block mutu B memiliki kualitas yang baik tetapi sedikit dibawah mutu A, biasanya digunakan di area dengan lalu lintas ringan hingga sedang seperti di trotoar atau area parkir. Paving Block mutu B disyaratkan kuat tekan minimal 17 Mpa dan rerata 20 Mpa, serta penyerapan air rata-rata 6%.

c. Paving Block mutu C

Paving block dengan mutu C memiliki kualitas standar atau sedang, biasanya digunakan di area dengan lalu lintas ringan atau area yang tidak terlalu sering dilalui untuk pejalan kaki. Paving Block mutu C disyaratkan kuat tekan minimal 12,5 Mpa dan rerata 15 Mpa, serta penyerapan air rata-rata 8%.

d. Paving Block mutu D

Paving block mutu D memiliki kualitas yang rendah, biasanya digunakan di area yang jarang dilalui atau di sekitar area taman. Paving Block mutu D disyaratkan kuat tekan minimal 8,5 Mpa dan rerata 10 Mpa, serta penyerapan air rata-rata 10%.

B. Bahan Penyusun Paving Block

Material yang digunakan dalam pembuatan paving block sama dengan material yang digunakan pada pembuatan beton biasanya. Hanya saja ada sebagian yang tidak menggunakan agregat kasar (kerikil). Ditinjau dari fungsinya material pembentuk paving block mempunyai fungsi yaitu semen dan sedikit air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat. Kemudian pasta semen dan campuran agregat halus (pasir) membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar (jika pembuatannya menggunakan kerikil) menjadi kesatuan yang kompak dengan campuran yang merata menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang dalam acuan serta membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi kering atau padat (Dian, 2010).

1. Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersamasama dengan bahan utamanya. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (concrete). Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat.

Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting

Menurut SNI 2049-2015, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling 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 :

1. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. Jenis II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan 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 menuntut kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2. Agregat Halus

Agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton (Kardiyono, 1992).

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat halus sering disebut sebagai pasir, baik berupa pasir alami yang di peroleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat harus mempunyai kesetabilan 18 kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus, dan tahan cuaca (Kardiyono, 1992).

Menurut SNI 1970-2008, Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4).

Agregat halus sering disebut dengan pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian maupun hasil pemecahan. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dengan besar butir kurang dari 4,80 mm. Agregat halus mempunyai peran penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian workability, kekuatan (strength), dan keawetan beton

(durability). Pasir sebagai agregat halus harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang telah ditentukan (Mulyono, 2003)

Syarat-syarat agregat halus (pasir) dalam Mulyono (2003) sebagai bahan material pembuatan beton sesuai dengan ASTM C 33 adalah sebagai berikut:

- a. Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan yang optimal sehingga kuat tekan beton besar.
- b. Butiran tajam, keras, awet (durable) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
- c. Berat jenis agregat tinggi yang berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat dan awet.
- d. Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari gap graded aggregate karena akan membutuhkan semen lebih banyak untuk mengisi rongga.
- e. Bentuk yang baik adalah bulat, karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjong dibatasi maksimal 15% berat total agregat

Pemeriksaan agregat halus perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dan juga dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus ini memenuhi persyaratan atau tidak. Hasil pemeriksaan ini juga dapat digunakan sebagai data rencana adukan beton yang akan digunakan dalam pembuatan paving block.

Tabel 2.2 Standar Spesifikasi Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Standar Spesifikasi	Standar Pengujian
1	Analisis Saringan	Modulus kehalusan: 2,3 - 3,1	SNI 03-1968-1990 ASTM C136
2	Kadar Lumpur	Maks. 5%	SNI 03-4142-1996 ASTM C117
3	Kadar Organik	\leq No. 3	SNI 03-2816-1992 ASTM C40
4	Berat Jenis dan Penyerapan	- BJ Bulk: 1,6 - 3,3 - BJ SSD: 1,6 - 3,3 - BJ Semu: 1,6 - 3,3 - Penyerapan: Maks. 5%	SNI 03-1970-1990 ASTM C128
5	Berat Volume	- Kondisi lepas: 1,4 - 1,9 kg/l - Kondisi padat: 1,4 - 1,9 kg/l	SNI 03-4804-1998 ASTM C29
6	Kadar Air	3% - 5%	SNI 03-1971-1990 ASTM C566

Pemeriksaan agregat halus meliputi:

1. Kadar Lumpur Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir yang akan digunakan dalam campuran beton. Berdasarkan SNI 03-4142-1996, kadar lumpur pada agregat halus untuk campuran tidak boleh lebih dari 5%. Yang dimaksud lumpur adalah bagian yang lolos saringan 200 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci.
2. Pengujian kadar organik pada agregat halus, bertujuan untuk mengetahui apakah ada kandungan bahan organik dalam agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran. Bahan organik seperti humus, daun, dan sisa-sisa tumbuhan dapat memengaruhi kualitas campuran beton. Batas interval untuk pengujian kadar organik agregat halus yaitu maks 3 sesuai dengan SNI 03-2816-1992 tentang metode uji kadar organik pada agregat halus.

3. Pengujian kadar air agregat halus penting untuk mengetahui kadar air agregat dengan tepat untuk memastikan campuran beton memiliki komposisi yang tepat dan kualitas yang optimal. Merujuk pada SNI 03-1971-1990 yang mengatur tentang berbagai pengujian material agregat, batas interval untuk pengujian kadar air yaitu 2% sampai 5%.
4. Pengujian berat volume agregat bertujuan untuk menentukan massa agregat. Berat volume penting pada perhitungan mix design campuran, karena dapat mempengaruhi jumlah material yang digunakan dalam campuran beton. Interval untuk pengujian berat volume yaitu 1,4 sampai 1,9 kg/liter sesuai dengan SNI 03-4804-1998.
5. Absorpsi yaitu kemampuan agregat untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan banyaknya air yang dapat diserap oleh agregat, berdasarkan SNI 03-1968-1990 batas interval untuk pengujian absorpsi yaitu 0,2 % - 2 %.
6. Berat Jenis Agregat Halus Pengujian berat jenis agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir.
7. Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir Agregat 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 presentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persentase kumulatif butiran yang tertahan dibagi 100. Semakin kecil nilai mhb menunjukkan semakin halus atau kecil butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5 - 3,8 (Sukron 2012). 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 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.3 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus (*sumber: SNI 03-2834-1992*)

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat Butir yang Lolos Saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Zona I	= Pasir Kasar
Zona II	= Pasir Agak Kasar
Zona III	= Pasir Agak Halus
Zona IV	= Pasir Halus

3. Air

Menurut Mulyono (2003), semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air, air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonya lecah (workable).

Faktor air semen (FAS) sangat berpengaruh dalam proses pembuatan beton dan juga kualitas beton. Nilai fas ini merupakan perbandingan berat air dengan berat semen, semakin kecil nilai fas akan mengakibatkan beton segar sulit dikerjakan tanpa bahan tambah sedangkan jika kelebihan air mengakibatkan kualitas beton menjadi menurun. Untuk bereaksi dengan semen, diperlukan air sekitar 0,30 kali berat semen, namun kenyataannya jika dipakai nilai fas kurang dari 0,35 adukan mortar atau beton menjadi sulit dikerjakan, sehingga umumnya 21 berat air lebih dari 0,35 berat semen. Adanya kelebihan air berfungsi sebagai pelumas, terlalu sedikit air menyebabkan proses pembuatan campuran sulit dikerjakan, sedangkan bila terlalu banyak air menyebabkan kekuatan beton banyak berkurang serta terjadi penyusutan yang besar setelah campuran mengeras (Tjokrodimulyo, 1992). Namun 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

Menurut SNI 03-2847-2002 ada beberapa persyaratan penggunaan air untuk beton, persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang tertanam di dalamnya logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama,
 - b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

4. Biji Plastik Hasil Olahan Limbah Plastik

Plastik adalah senyawa polimer yang terbentuk dari polimerisasi molekul – molekul kecil (monomer) hidrokarbon yang akhirnya akan membentuk rantai panjang dengan struktur yang kaku. Plastik merupakan senyawa sintesis dari minyak bumi (terutama hidrokarbon rantai pendek) yang dibuat dengan polimerisasi molekul – molekul kecil (monomer) yang sama, sehingga membentuk rantai panjang yang kaku dan akan menjadi padat setelah temperature pembentukannya.

Plastik memiliki titik didih dan titik beku yang beragam, tergantung dari monomer pembentukannya (Klein... et al., 2011). Berikut adalah jenis – jenis dari plastik :

- a. Polistirena atau yang sering disebut PS ialah plastik yang dapat berbentuk kaku atau busa. Polistirena kaku digunakan untuk membuat mainan dan wadahnya. Sedangkan busa polistirena digunakan sebagai wadah makanan cepat saji. 6
- b. Polyethylene terephthalate atau lebih umum disebut PET adalah plastik yang sangat kuat digunakan untuk membuat botol minuman ringan. PET dapat didaur ulang menjadi pita kaset video.
- c. Poliamida adalah plastik yang hanya digunakan untuk membungkus keju atau daging. PA dikenal sebagai nilon dan digunakan sebagai bahan pakaian dan bulu – bulu sikat gigi.
- d. HDPE (High Density Polyethylene) memiliki rantai polimer tunggal yang cukup panjang yang membuat jenis plastik ini cukup padat, kuat, dan lebih tebal jika dibandingkan PET. HDPE biasanya digunakan sebagai kantung belanja, karton susu, botol jus, botol shampoo dan botol kemasan obat e. PVC ialah plastic yang biasa digunakan sebagai bahan dasar produk mainan anak, pembungkus plastik, botol detergen, binder, kantung darah dan perlengkapan medis. PVC atau yang biasa disebut vinyl tadinya merupakan bahan plastik kedua yang paling banyak dipakai di dunia (setelah polyethylene), sebelum proses manufaktur dan pembuangan PVC dianggap dapat menyebabkan masalah kesehatan serius serta polusi lingkungan.

- e. LDPE (Low Density Polyethylene), Plastik jenis ini memiliki struktur kimia polimer yang simpel, membuatnya sangat mudah untuk diproduksi. Polimer LDPE memiliki rantai cabang yang cukup banyak membuatnya tidak terlalu padat sehingga bisa menghasilkan jenis polyethylene yang lebih lunak dan fleksibel. LDPE biasa digunakan sebagai bahan produk tas (belanja, laundry, roti, makanan beku, koran, sampah), pembungkus plastik, pelapis karton susu serta gelas minuman; juga botol mustard yang bisa diremas, tempat penyimpanan makanan, dan tutup kemasan. LDPE juga digunakan untuk pelapis kabel dan kawat.
- f. Polipropilena atau yang sering disebut PP adalah plastik dengan titik leleh tinggi yaitu 160°C . Polipropilena biasanya digunakan dalam pembuatan botol minuman, ember, kotak makanan, dan wadah penyimpanan makanan lainnya yang dapat dipakai berulang-ulang. Bahan ini merupakan jenis plastik terbaik 7 yang bisa digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman, karena mampu mencegah terjadinya reaksi kimia dan tahan terhadap panas. (Budi, 2003). Polipropilena adalah plastik yang paling penting kedua dengan pendapatan diperkirakan akan melebihi US \$ 145 miliar pada 2019. Penjualan bahan ini diperkirakan akan tumbuh pada tingkat 5,8% per tahun sampai dengan tahun 2021.

Pada penelitian ini plastik yang digunakan adalah plastik jenis PP (Polypropylene) karena plastik ini penggunaannya cukup banyak digunakan di Indonesia, walaupun plastik ini digunakan dalam jangka waktu yang lama, namun setelah tidak dipakai biasanya langsung dibuang menjadi sampah dikarenakan jika

ingin diolah menjadi suatu kerajinan tangan akan susah karena melihat dari bentuk plastiknya. Pada penelitian ini digunakan plastik propilena yang telah diubah menjadi biji.



Gambar 2. 1 Biji Plastik PP (Polypropylene)

C. Perencanaan Campuran Paving Block (Mix Design)

Saat ini belum ada standar yang mengatur tentang mix design paving block secara spesifik, maka mix design paving block dapat dilakukan dengan cara perbandingan semen dengan agregat untuk mencapai mutu yang diinginkan. Cara ini sering digunakan pada praktik perancangan campuran beton termasuk paving block.

Dalam perencanaan campuran paving block digunakan perbandingan volume campuran semen : abu batu sebesar 1:3. Pencampuran semen dan abu batu dengan perbandingan 1:3 merupakan metode yang umum digunakan dalam konstruksi untuk meningkatkan kualitas beton. Dalam campuran ini, satu bagian semen dicampurkan dengan tiga bagian abu batu, yang berfungsi sebagai agregat

halus. Abu batu, yang merupakan hasil dari proses penghancuran batu, memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan pasir, sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan beton. Penggunaan abu batu dalam campuran ini tidak hanya mengurangi penggunaan semen, tetapi juga dapat menekan biaya produksi hingga 22% dan meningkatkan efisiensi. Selain itu, abu batu mengandung senyawa SiO₂ yang dapat berkontribusi pada proses pengikatan dan pengerasan beton, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan dan ekonomis dalam konstruksi.. Komposisi kebutuhan campuran paving block dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan abu batu} = \left(\frac{3}{(1+3)} \times \text{volume paving block}\right) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Kebutuhan semen} = \left(\frac{1}{(1+3)} \times \text{volume paving block}\right) \dots\dots\dots (2)$$

D. Pengujian Paving Block

Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium meliputi pengujian kuat tekan, daya serap air dan ketahanan aus pada paving block. Berikut penjelasan masing-masing pengujian :

1. Kuat Tekan Paving Block

Kuat tekan paving block adalah besaran beban yang mampu ditahan per satuan luas sebuah paving block sehingga paving block tersebut hancur akibat gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Menurut SNI 03-0691-1996, Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan/kuat desak paving block (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)

Menurut Tjokrodinuljo (1992), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan paving block diantaranya:

a. Faktor air semen

Faktor air semen (Fas) adalah perbandingan berat Antara air dengan semen dalam suatu campuran beton. Dalam pencampuran terdapat nilai fas yang optimum, terlalu sedikit (kecil) nilai fas-nya berakibat semen bereaksi kurang sempurna sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang terjadi lemah dan berongga sehingga berakibat kekuatan beton berkurang. Sedangkan jika nilai fas yang berlebihan bisa mengakibatkan sulit dalam pencetakan paving block, berkurangnya ketahanan abrasi, kekuatan tarik dan tekan. Fas yang umum digunakan ialah 0,35 dari berat semen.

b. Umur beton

Umur beton berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (kurang dari 28 hari) yang disebabkan oleh 25 jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton juga dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan

kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.

c. Jumlah semen

Semen berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat yang terdapat dalam suatu campuran. Semen ditambah air bereaksi menjadi pasta, semakin sedikit pasta maka berakibat banyak rongga antar agregat sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Hal ini berakibat kuat tekan beton menjadi rendah.

d. Jenis semen

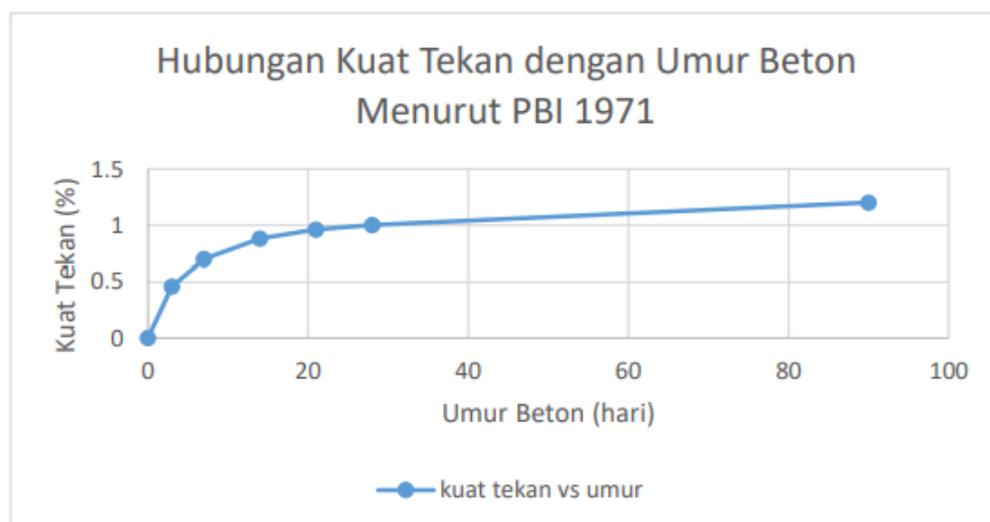
Semen Portland dalam pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis. Masing-masing jenis semen Portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

e. Sifat agregat Agregat terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Kekerasan permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat dari pada permukaan agregat yang halus dan licin.
2. Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri yang mengunci dan sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu, beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat dari pada kerikil.

3. Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah maka akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah. 26 Karakteristik Uji Desak berdasarkan umur pengujian

Kuat tekan beton merupakan faktor yang utama dan penting untuk diperhatikan di dalam pelaksanaan pengecoran. Kekuatan beton akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya umur beton. Pada umur awal, kenaikan mutu beton akan naik secara signifikan, tetapi akan berangsur-angsur mengecil setelah umur 28 hari. Rata-rata beton mencapai kekuatan tekan karakteristik rencananya pada umur 28 hari. Pada umur tersebut kuat tekan karakteristik beton mencapai kekuatan rencananya. Biasanya umur yang digunakan dalam perencanaan adalah umur 28 hari. Dibawah ini adalah grafik hubungan antara umur beton dengan faktor kuat tekannya menurut peraturan beton (PBI 1971).



Gambar 2.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton
(Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971)

2. Daya Serap Air Paving Block

Daya serap air paving block adalah persentase berat air yang mampu diserap melalui pori-pori oleh paving block. Hasil ini bisa didapatkan dengan membandingkan berat paving block kering dan basah (setelah perendaman didalam air). Berat paving block kering didapatkan dari pengovenan benda uji pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 24 jam.

Dari percobaan maka didapatkan berat basah dan berat kering paving block sehingga daya serap air dapat dicari berdasarkan SNI 03-0691-1996 seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

A = berat paving block basah (setelah direndam selama 24 jam)

B = berat paving block kering (setelah di oven selama 24 jam)

E. Penelitian Terdahulu

1. Mulyati pada tahun 2023. Dengan judul pengaruh Penggunaan Abu Batu dan Split Dalam Pembuatan Paving Block, dalam jurnal teknologi dan vokasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air paving block dari penggunaan abu batu dan split . Adapun komposisi campuran pembuatan paving block sebagai pembanding digunakan semen dan pasir dengan komposisi 1:8 dan penggunaan semen, abu batu, split dengan komposisi 1:6:4, 1:8:4, 1:8:8. Adapun metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk pengambilan sampel data. Terdapat masing – masing 3 (tiga) benda uji di setiap persentase pembuatan paving block dengan

penggunaan abu batu dan split sebagai pengganti pasir dengan menggunakan ukuran cetakan 21 cm x 10,5 cm x 6 cm. Pengujian dilakukan terhadap benda uji paving block adalah kuat tekan dan daya serap air pada umur 28 hari. Hasil penelitian menggunakan pasir serta abu dan split dalam pembuatan paving block dengan perbandingan 1:8, dan 1:6:4, 1:8:4, 1:8:8, diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut sebesar 5,29 dan 5,07 Mpa, 7,99 Mpa, 4,51 Mpa, dan untuk penyerapan air rata-rata berturut-turut sebesar 10,64%, dan 7,14%, 9,70%, 9,87%. Nilai kuat tekan yang diperoleh belum memenuhi standar untuk kuat tekan paving block SNI-03-0691-1996, yaitu minimal 8,5 Mpa untuk mutu D penggunaan untuk taman. Sedangkan nilai penyerapan air menggunakan bahan campuran abu batu dan split sebagai pengganti pasir memenuhi standar untuk penyerapan air paving block SNI-03-0961-1996, yaitu maksimum 10%.

2. Wahyudiono, Muhammad Rezki Ian, Umar Zahidin pada tahun 2022, dengan judul Pengaruh Dedak Padi terhadap Campuran Pembuatan Paving Block. peneliti memanfaatkan dedak padi sebagai bahan tambahan dalam campuran paving block. Pengujian dilakukan terhadap kuat tekan dari paving block tersebut. Benda uji dibuat dengan ukuran paving block panjang 10 cm dan tebal 8 cm dengan komposisi campuran paving block 30 semen : 40 pasir : 30 dedak padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan tekan rata-rata 29 Mpa. Sehingga dikatakan masuk dalam kategori B dengan Mpa 20. Kategori ini digunakan untuk area pelataran parkir kendaraan.
3. Devi Meileni, Herri Purwanto, Agus setiobudi pada tahun 2021, dengan judul Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Paving

Block, dalam jurnal deformasi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama Cabang Palembang yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan bahan limbah serbuk kayu sebagai bahan tambah pembuatan paving block dengan variasi penambahan limbah serbuk kayu dengan kondisi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian kuat tekan paving block dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan total benda uji sebanyak 20 sampel. Dari hasil penelitian kuat tekan tertinggi di banding dengan kondisi normal terjadi pada penambahan limbah serbuk kayu sebesar 10%, yaitu pada umur 7 hari dengan kuat tekan 78,38 kg/cm²(26,91%), umur 14 hari kuat tekan 82,24 kg/cm² (12,49%), umur 28 hari kuat tekan 127,68kg/cm² (10,55%). Sehingga penggunaan 10% limbah serbuk kayu sebagai campuran pada pembuatan paving block dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 10,55% dengan nilai kuat tekan 127,68 kg/cm².

4. Firdaus, M Abdul Khodir pada tahun 2019, dengan judul Pengaruh Penambahan Biji Plastik pada Beton Terhadap Kuat Tarik Belah, dalam jurnal tekno. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pengujian kuat tarik belah yang dihasilkan oleh beton dengan menggunakan biji plastik.. pada penelitian tersebut, peneliti membuat variasi campuran tambahan biji plastik dengan variasi penambahan 2%, 4%, 6%, 8%, 10%. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari. Dalam pengujian yang dilakukan, hasil nilai kuat tarik belah beton yang menggunakan presentase 0% menghasilkan kuat tarik belah beton yang tertinggi sebesar 1,71 Mpa. Pada 2% kuat tarik belah tertinggi sebesar 1,63 Mpa. Pada 4% kuat tarik belah tertingginya sebesar 1,52

Mpa. Pada 6% kuat tarik belah tertingginya adalah 1,34. Pada 8% kuat tarik belah tertingginya adalah 1,31 Mpa. Pada 10 % kuat tarik belah tertingginya adalah 1,18 Mpa.

5. Etika Herdiati, Galih Widyarini, Yesina Intan Pratiwi pada tahun 2023. Penelitian dengan judul Pengaruh Limbah Plastik jenis PET/PETE Terhadap Kuat Tekan Beton f_c 10 Mpa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton terhadap penggantian agregat kasar spesifik dengan plastik PET/PETE pada beton mutu f_c 10 Mpa dan mengetahui tren kuat tekan beton campuran plastik biji plastik PET/PETE pada beton f_c 10 Mpa. Pada penelitian ini menggunakan bahan uji beton yang dicampur dengan butiran plastik dengan perbandingan berat agregat kasar terdiri dari 10%, 20%, dan 30% dari berat total. Pengujian sampel dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian, substitusi sebagian agregat kasar dengan plastik jenis PET/PETE dengan tiga variasi penggantian 10%, 20%, dan 30% memberikan dampak positif terhadap kuat tekan beton yang pada gilirannya menyebabkan untuk hasil yang lebih kuat. Kuat tekan beton melebihi 10 Mpa. Beton yang telah dicampur dengan biji plastik PET/PETE mengalami peningkatan kuat tekan 7 hari menjadi 28 Hari. Dengan mutu beton f_c 10 Mpa, sampah plastik jenis PET/PETE ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton

C. Variasi dan Tahapan Pembuatan Benda Uji

1. Variasi benda uji

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare.

Penelitian ini berfokus pada variasi campuran dari biji plastik yang akan dijadikan sebagai bahan tambah terhadap volume paving blok dengan menyesuaikan dalam Standar Nasional Indonesia SNI 03-0691-1996. Jumlah sampel yang dibutuhkan pada setiap variasi adalah:

- a. Paving Block Normal sebanyak 6 buah
- b. Paving Block dengan campuran biji plastik 2% terhadap volume paving blok sebanyak 6 buah.
- c. Paving Block dengan campuran biji plastik 5% terhadap volume paving block sebanyak 6 buah.
- d. Paving Block dengan campuran biji plastik 7% terhadap volume paving block sebanyak 6 buah.

Tabel 3.2 Variasi paving blok 28 hari (*hasil pengolahan data 2024*)

Variasi campuran beton	Jumlah
Paving Block Normal	6
Paving Block 2% penambahan biji plastik	6
Paving Block 5% penambahan biji plastik	6
Paving Block 7% penambahan biji plastik	6
Jumlah	24

Komposisi bahan campuran

Tabel 3.3 Persentase komposisi bahan (*hasil pengolahan data 2024*)

Kode	semen	Agregat halus	Biji Plastik	Air
BN	100%	100%	0%	100%
BP2	100%	98%	2%	100%
BP5	100%	95%	5%	100%
BP7	100%	93%	7%	100%

2. Tahapan Pembuatan Benda Uji

Adapun tahapan pembuatan benda uji dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Pengujian pada material, jika telah memenuhi standar yang di tentukan penelitian dapat dilanjutkan, namun jika belum maka pengujian akan dilakukan ulang hingga meterial memenuhi standar.
- c. Melakukan pencampuran sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.
- d. Tuangkan campuran kedalam cetakan.
- e. Jika telah padat, tunggu sampai kering.
- f. Keluarkan benda uji dari cetakan
- g. Masukkan kedalam bak perendaman selama 28 hari.

D. Tahap pengujian

Adapun tahap yang dilakukan dalam pengujian kuat tekan sebagai berikut :

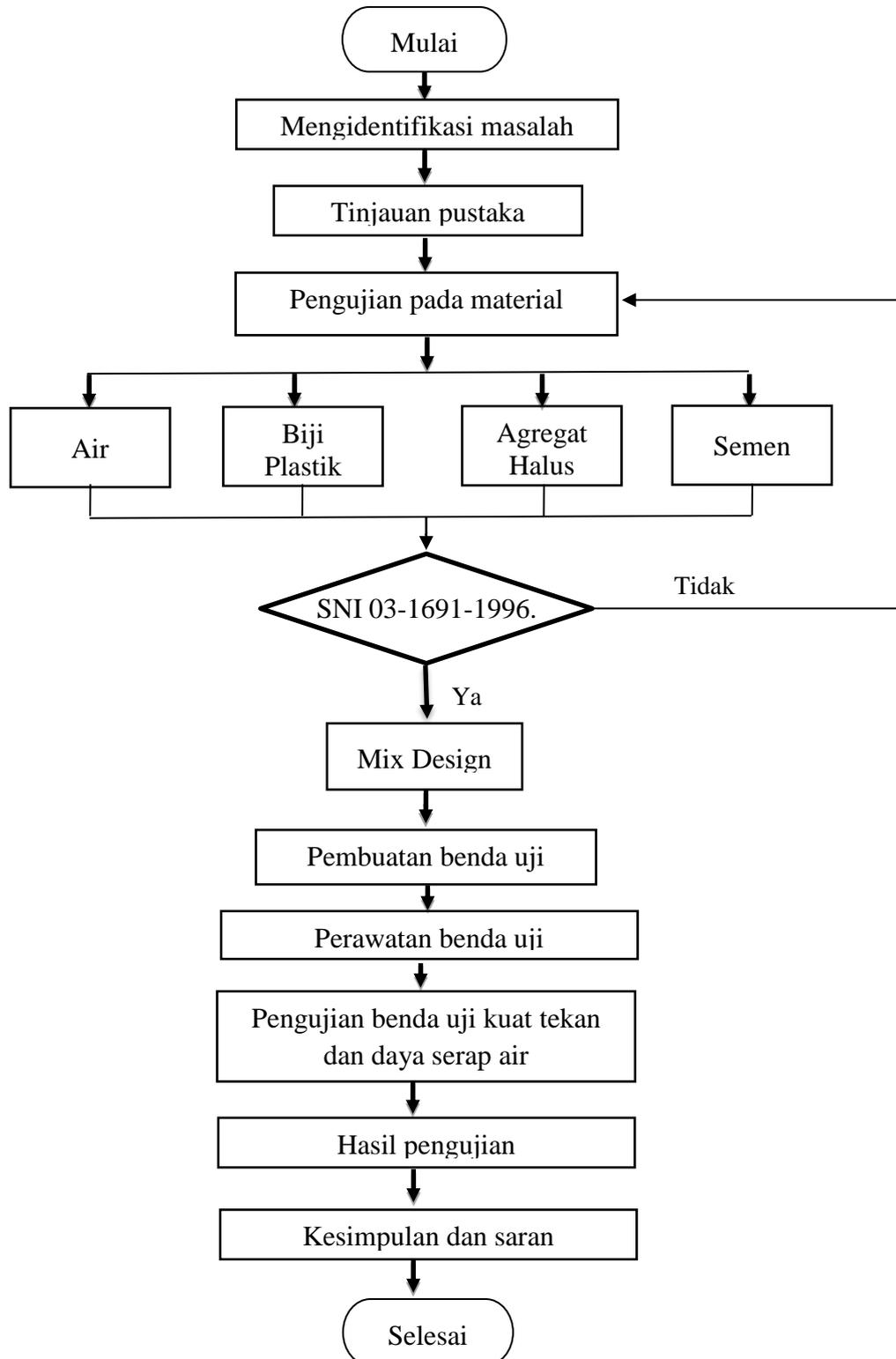
1. Siapkan alat dan benda uji.

2. Masukkan benda uji kedalam alat kuat tekan dengan diapit plat besi di permukaan atas dan bawah.
3. Nyalakan mesin kuat tekan sampai benda uji hancur dan lihat pada nilai pembacaan mesin apa bila nilai sudah tidak naik matikan alat.
4. Catat nilai yang muncul pada pembacaan alat.
5. Analisis nilai tersebut untuk mendapatkan nilai kuat tekan dari benda uji.

Adapun tahap yang dilakukan dalam pengujian daya serap air sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan benda uji.
2. Benda uji yang akan digunakan berumur 28 hari.
3. Benda uji terlebih dahulu dilap seluruh permukaannya untuk menghindari air yang berlebihan setelah perendaman.
4. Benda uji ditimbang untuk menganbil massa basah (Mb).
5. Setelah itu benda uji di keringkan menggunakan oven pada suhu kurang lebih 105°C selama 24 jam
6. Kemudian benda uji tersebut ditimbang kembali untuk memperoleh massa kering dari benda uji (Mk), selanjutnya benda uji dicatat dan dianalisa.

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian (*dokumen pribadi*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat halus. Hasil rekapitulasi masing-masing pengujian ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

1. Agregat halus

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus (*Sumber: hasil pengolahan data 2024*)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.60%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	4.38%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.42	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.54	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.52%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.41	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.33	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.36	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.49	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar Lumpur

A. Berat kering sebelum dicuci = 500 gram

B. Berat kering setelah dicuci dan di Oven 24 jam = 483.0 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{A - B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500.00 - 483.00}{500.00} \times 100\% \\ &= 3.40\% \end{aligned}$$

Pada sampel kedua juga menggunakan rumus yang sama sehingga didapatkan nilai kadar lumpur rata-rata 3,60 %. yang nilainya lebih kecil dari 5% sehingga agregat halus dapat dijadikan bahan campuran.

b. Kadar Organik



Gambar 4.1 Percobaan kadar organik

Dari pengujian tingkat kadar organik agregat halus diatas didapatkan hasil kadar organik berada di No.1 yang nilainya lebih kecil dari No.3 sehingga agregat halus dapat dijadikan bahan campuran.

c. Kadar Air

A	Berat tempat / cawan	=	542.0 gram
B	Berat tempat + benda uji	=	1042.0 gram
C	Berat benda uji = B - A	=	500.0 gram
D	Berat benda uji kering	=	478.0 gram

$$\text{Kadar air} = \frac{C - D}{D} \times 100\% = 4.60\%$$

Pada sampel kedua juga menggunakan rumus yang sama sehingga didapatkan nilai kadar air rata-rata 4,38%, yang nilainya lebih kecil dari 5% sehingga agregat halus dapat digunakan pada campuran.

d. Berat Volume

A	Volume bohler	=	3.085 liter
B	Berat bohler kosong	=	1.835 kg
C	Berat bohler + benda uji	=	6.820 kg
D	Berat benda uji (C - B)	=	4.985 kg

$$\text{Berat volume} = \frac{D}{A} = 1.616 \text{ kg/liter}$$

Pada sampel yang lain juga menggunakan rumus yang sama sehingga didapatkan hasil lepas 1,42 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,54 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat halus dapat dijadikan bahan campuran.

e. Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat halus diatas didapatkan hasil 1,52% yang nilainya masuk dalam interval maksimum 2% sehingga dapat dijadikan bahan campuran.

f. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,41. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,33. Dan untuk berat jenis permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,36 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6-3,3 sehingga agregat halus dapat dijadikan bahan campuran.

g. Modulus Kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus SNI, interval untuk modulus kehalusan yaitu berada antara 1,5-3,8. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 3,49 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran.

2. Biji plastik polypropylene

Berat volume biji plastik

A	Volume bohler	= 0.078 liter
B	Berat bohler kosong	= 0.015 kg
C	Berat bohler + benda uji	= 0.071 kg
D	Berat benda uji (C - B)	= 0.056 kg
Berat volume	$= \frac{D}{A}$	= 0.718 kg/liter

Pada sampel kedua juga menggunakan persamaan yang sama sehingga didapatkan nilai berat volume yaitu 0,731 dengan nilai rata-rata 0,724.

B. Perencanaan Adukan Campuran Paving Block (Mix Design)

1. Volume paving block

$$\text{Volume} : p \times l \times t$$

Keterangan :

$$p = 20 \text{ cm}$$

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

$$t = 8 \text{ cm}$$

Untuk menentukan Volume Paving Block, maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^3$$

2. Komposisi campuran Paving Block

Dalam menentukan proporsi bahan dan material yang digunakan, digunakan perbandingan Volume. Berdasarkan pemangatan pada alat cetak paving block didapatkan volume cetakan sebesar 1600 cm³. Adapun perbandingan yang digunakan penelitian ini adalah semen : 1, agregat : 3.

Pada penelitian ini digunakan biji plastik poypropylene sebagai substitusi sebesar 2%, 5%, dan 7% terhadap volume abu batu, maka untuk menentukan kebutuhan digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Biji plastik} = (\text{persentasi substitusi} \times \text{volume abu batu tiap benda uji})$$

Setelah semua volume bahan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menentukan berat tiap bahan yang akan digunakan dalam tiap sampel benda uji. Untuk menentukan berat tiap bahan atau material yang digunakan didalam tiap benda uji variabel bebas, maka digunakan data hasil

pengolahan Laboratorium pada tiap berat volume bahan yang akan digunakan.

a. Untuk paving block normal

$$\begin{aligned}\text{Volume paving block} &= p \times l \times t = 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \\ &= 1600 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= \left(\frac{1}{(1+3)} \times \text{Volume Paving Block} \right) \\ &= \left(\frac{1}{(1+3)} \times 1600 \text{ cm}^3 \right) \\ &= 400 \text{ cm}^3 \times 10^{-6} \\ &= 0,00040 \text{ m}^3 \\ &= 0,40 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 0,40 \text{ liter} \times \text{berat volume semen (kg/liter)} \\ &= 0,40 \text{ liter} \times 1,180 \text{ kg/liter} \\ &= 0,472 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Abu Batu} &= \left(\frac{3}{(1+3)} \times \text{Volume Paving Block} \right) \\ &= \left(\frac{3}{(1+3)} \times 1600 \text{ cm}^3 \right) \\ &= 1200 \text{ cm}^3 \times 10^{-6} \\ &= 0,00120 \text{ m}^3 \\ &= 1,200 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Abu batu} &= 1,20 \text{ liter} \times \text{berat volume abu batu (kg/liter)} \\ &= 1,20 \text{ liter} \times 1,545 \text{ kg/liter} \\ &= 1,854 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= \text{faktor air semen} \times \text{kebutuhan semen tiap paving block} \\
 &= 0,35 \times 0,472 \text{ kg} \\
 &= 0,165 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Mix Design Paving Block campuran Normal (*Sumber: hasil pengolahan data 2024*)

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	kebutuhan tiap benda uji (liter)	kebutuhan tiap benda uji (kg)	kebutuhan tiap 3 benda uji (kg)
Semen	1.180	0.400	0.472	1.416
Abu batu	1.545	1.200	1.854	5.562
Air	1.000		0.165	0.495

Berdasarkan hasil yang didapat di Laboratorium untuk perancangan campuran (mix design) untuk paving block campuran normal untuk 3 (tiga) sampel yaitu semen 1,416 kg, abu batu 5,562 kg dan air 0,495 kg.

b. Untuk paving block variasi 2 % Biji plastik polypropylene

$$\begin{aligned}
 \text{Biji plastik} &= (\text{persentasi substitusi} \times \text{volume abu batu tiap benda uji}) \\
 &= (2\% \times 1,20 \text{ liter}) \\
 &= 0,02 \times 1,20 \text{ liter} \\
 &= 0,024 \text{ liter} \times \text{berat volume biji plastik} \\
 &= 0,024 \text{ liter} \times 0,724 \text{ kg/liter} \\
 &= 0,017 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abu Batu} &= (\text{Volume abu batu tiap benda uji} - \text{Volume biji plastik}) \\
 &= (1,20 \text{ liter} - 0,024 \text{ liter}) \\
 &= 1,176 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abu Batu} &= 1,176 \times \text{berat volume abu batu (kg/liter)} \\
 &= 1,176 \text{ liter} \times 1,545 \text{ kg/liter} \\
 &= 1,817 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Mix Design *Paving Block* substitusi biji plastik 2 % (Sumber :hasil pengolahan data 2024)

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	kebutuhan tiap benda uji (liter)	kebutuhan tiap benda uji (kg)	kebutuhan tiap 3 benda uji (kg)
Semen	1.180	0.400	0.472	1.416
Abu batu	1.545	1.176	1.817	5.540
Biji Plastik Polypropylene	0.724	0.024	0.017	0.052
Air	1.000		0.165	0.496

Berdasarkan hasil yang didapat di Laboratorium untuk perancangan campuran (mix design) untuk paving block campuran substitusi 2 % untuk 3 (tiga) sampel yaitu semen 1,416 kg, abu batu 5,540 kg, biji plastik polupropylene 0,052 kg dan air 0,496 kg.

- c. Untuk paving block variasi 5% biji plastik polyporopylene

$$\begin{aligned}
 \text{Biji plastik} &= (\text{persentasi substitusi} \times \text{volume abu batu tiap benda uji}) \\
 &= (5 \% \times 1,20 \text{ liter}) \\
 &= 0,05 \times 1,20 \text{ liter} \\
 &= 0,060 \text{ liter} \\
 &= 0,060 \text{ liter} \times \text{berat volume biji plastik} \\
 &= 0,060 \text{ liter} \times 0,724 \text{ kg/liter} \\
 &= 0,043 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abu Batu} &= (\text{Volume abu batu tiap benda uji} - \text{Volume biji plastik}) \\
 &= (1,260 \text{ liter} - 0,060 \text{ liter}) \\
 &= 1,140 \text{ liter} \\
 &= 1,140 \text{ liter} \times \text{berat volume abu batu (kg/liter)} \\
 &= 1,140 \text{ liter} \times 1,545 \text{ kg/liter} \\
 &= 1,761 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Mix Design *Paving Block* substitusi biji plastik 5 % (Sumber :hasil pengolahan data 2024)

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	Kebutuhan tiap benda uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (kg)	Kebutuhan tiap 3 benda uji (kg)
Semen	1.180	0.400	0.472	1.416
Abu batu	1.545	1.140	1.761	5.284
Biji Plastik Polypropylene	0.724	0.060	0.043	0.130
Air	1.000		0.165	0.496

Berdasarkan hasil yang didapat di Laboratorium untuk perancangan campuran (mix design) untuk paving block campuran substitusi 5 % untuk 3 (tiga) sampel yaitu semen 1,416 kg, abu batu 5,284 kg, biji plastik polypropylene 0,130 kg dan air 0,496 kg.

d. Untuk paving block variasi 7% biji plastik polypropylene

$$\begin{aligned}
 \text{Biji plastik} &= (\text{persentasi substitusi} \times \text{volume abu batu tiap benda uji}) \\
 &= (7\% \times 1,20 \text{ liter}) \\
 &= 0,07 \times 1,20 \text{ liter} \\
 &= 0,084 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$= 0,084 \text{ liter} \times \text{berat volume biji plastik}$$

$$= 0,084 \text{ liter} \times 0,724 \text{ kg/liter}$$

$$= 0,061 \text{ kg}$$

Abu Batu

$$= (\text{Volume abu batu tiap benda uji} - \text{Volume biji plastik})$$

$$= (1,20 \text{ liter} - 0,080 \text{ liter})$$

$$= 1,116 \text{ liter}$$

$$= 1,116 \text{ liter} \times \text{berat volume abu batu (kg/liter)}$$

$$= 1,116 \text{ liter} \times 1,545 \text{ kg/liter}$$

$$= 1,724 \text{ kg}$$

Tabel 4. 5 Mix Design *Paving Block* substitusi biji plastik 7 % (Sumber :hasil pengolahan data 2024)

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	kebutuhan tiap benda uji (liter)	kebutuhan tiap benda uji (kg)	kebutuhan tiap 3 benda uji (kg)
Semen	1.180	0.400	0.472	1.416
Abu batu	1.545	1.116	1.724	5.172
Biji Plastik Polypropylene	0.724	0.084	0.061	0.183
Air	1.000		0.165	0.496

Berdasarkan hasil yang didapat di Laboratorium untuk perancangan campuran (mix design) untuk paving block campuran substitusi 7 % untuk 3 (tiga) sampel yaitu semen 1,416 kg, abu batu 5,172 kg, biji plastik polypropylene 0,183 kg dan air 0,496 kg.

C. Uji Penyerapan

Sebagai perhitungan kuat tekan pada paving blok tersebut di ambil contoh dari sampel yakni sebagai berikut:

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

Keterangan :

A = berat paving block basah (kg)

B = berat paving block kering (kg)

Diambil contoh sampel

A = 2,604 kg

B = 2,492 kg

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

$$\text{Penyerapan air} = \frac{2,604 \text{ kg} - 2,492 \text{ kg}}{2,492 \text{ kg}} \times 100\%$$

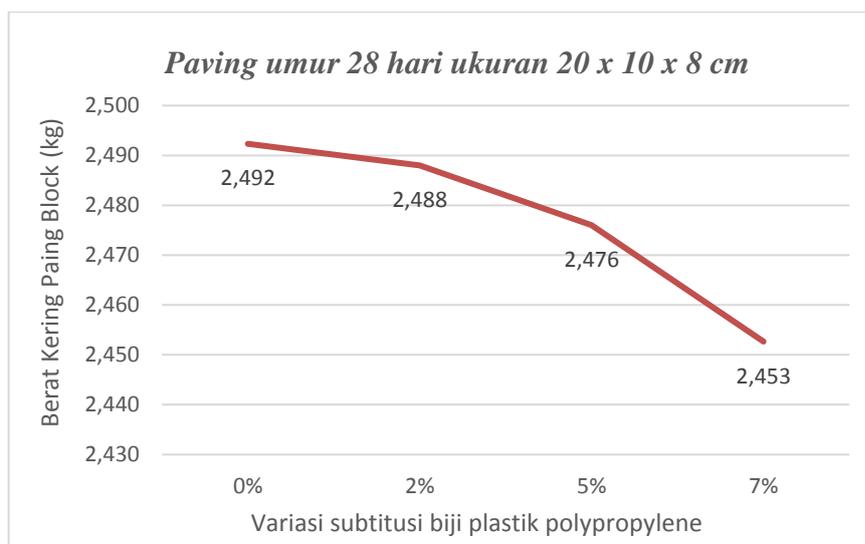
Penyerapan air = 4,3 %

Berdasarkan hasil penelitian, penyerapan air rata-rata pada paving block umur 28 hari yang didapat pada pengujian variasi normal, 2%, 5%, dan 7% biji plastik sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Hasil uji penyerapan paving block (*Sumber :hasil pengolahan data 2024*)

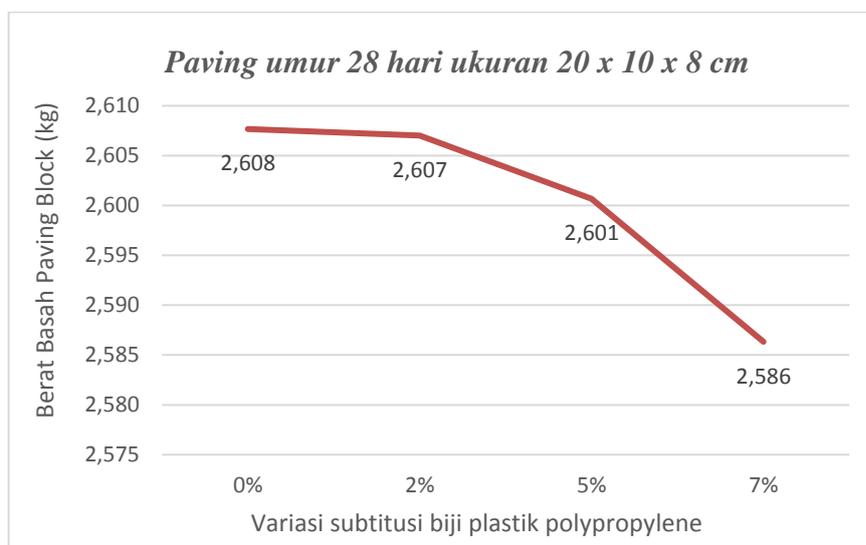
Variasi	Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Daya Serap Air (%)	Rata-rata
0%	20x10x8	2,604	2,492	4.3%	4.4%
	20x10x8	2,615	2,495	4.6%	
	20x10x8	2,604	2,490	4.4%	
2%	20x10x8	2,604	2,487	4.5%	4.6%
	20x10x8	2,610	2,485	4.8%	
	20x10x8	2,607	2,492	4.4%	
5%	20x10x8	2,599	2,473	4.8%	4.8%
	20x10x8	2,605	2,480	4.8%	
	20x10x8	2,598	2,475	4.7%	
7%	20x10x8	2,578	2,445	5.2%	5.2%
	20x10x8	2,595	2,460	5.2%	
	20x10x8	2,586	2,453	5.1%	

Berdasarkan tabel 4.6, selanjutnya dibuatkan grafik pengaruh berat kering dan berat basah terhadap variasi substitusi biji plastik polypropylene sebagai berikut:



Gambar 4.2 Berat Kering Paving Block 20 x 10 x 8 umur 28 hari

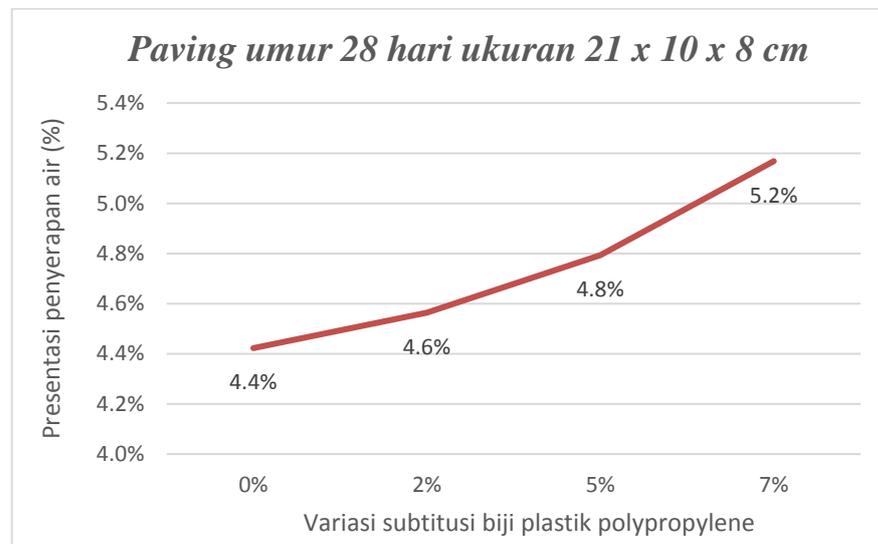
Berdasarkan gambar grafik berat kering paving block diatas dapat disimpulkan bahwa berat kering terendah didapat dari variasi 7% sebesar 2,453 kg, sedangkan yang tertinggi terdapat pada variasi 0% yaitu sebesar 2,492 kg.



Gambar 4.3 Berat Basah Paving Block 20 x 10 x 8 umur 28 hari

Berdasarkan pada gambar 4.3 menyatakan bahwa berat kering terendah didapat dari variasi 7% sebesar 2,586 kg, sedangkan yang tertinggi terdapat pada variasi 0% yaitu sebesar 2,608 kg.

Berikut ini adalah gambar grafik hasil pengujian penyerapan paving block 21 cm x 10 cm x 8 cm umur perawatan 28 hari :



Gambar 4.4 Penyerapan Air Paving Block 21 x 10 x 8 umur 28 hari

Pada pengujian sampel uji untuk umur perawatan 28 hari, didapat nilai penyerapan dengan rata-rata 4,4%, 4,6%, 4,8%, dan 5,2% untuk masing-masing variasi 0%, 2%, 5%, dan 7%.

Berdasarkan pada gambar 4.4 menyatakan bahwa nilai penyerapan terendah didapat dari variasi 0% sebesar 4,4%, sedangkan yang tertinggi terdapat pada variasi 7% yaitu sebesar 5,2%.

D. Kuat Tekan Paving Block

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kuat tekan pada paving block sehingga benda uji yang telah selesai diberikan perawatan selama 28 hari kemudian dilakukan pengujian kuat tekan.

Sebagai perhitungan kuat tekan pada paving block tersebut di ambil contoh dari sampel yakni sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekanan (P)} = 705 \text{ kN}$$

$$\text{Luas Penampang (A)} = p \times l$$

$$= 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

$$= 200 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan (f'c)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{705 \text{ kN}}{200 \text{ cm}^2} \\ &= \frac{705.000 \text{ N}}{20.000 \text{ mm}^2} \\ &= 35,250 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Untuk hasil kuat tekan pada sampel kedua dan ketiga menggunakan rumus yang sama pada sampel pertama yang hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat tekan paving block normal (*Sumber :hasil pengolahan data 2024*)

No	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	2,445	705	35.250	35.583
2	2,460	720	36.000	
3	2,453	710	35.500	

Tabel 4.7 menyatakan bahwa kuat tekan paving block normal ukuran 20 x 10 x 8 cm untuk umur perawatan 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 35,583 Mpa.

Tabel 4.8 Hasil pengujian kuat tekan paving block substitusi biji plastik polypropylene 2% (*Sumber :hasil pengolahan data 2024*)

No	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	2,473	685	34.250	34.500
2	2,480	690	34.500	
3	2,475	695	34.750	

Tabel 4.8 menyatakan bahwa kuat tekan paving block normal ukuran 20 x 10 x 8 cm untuk umur perawatan 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 34,500 Mpa.

Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan paving block substitusi biji plastik polypropylene 5% (*Sumber :hasil pengolahan data 2024*)

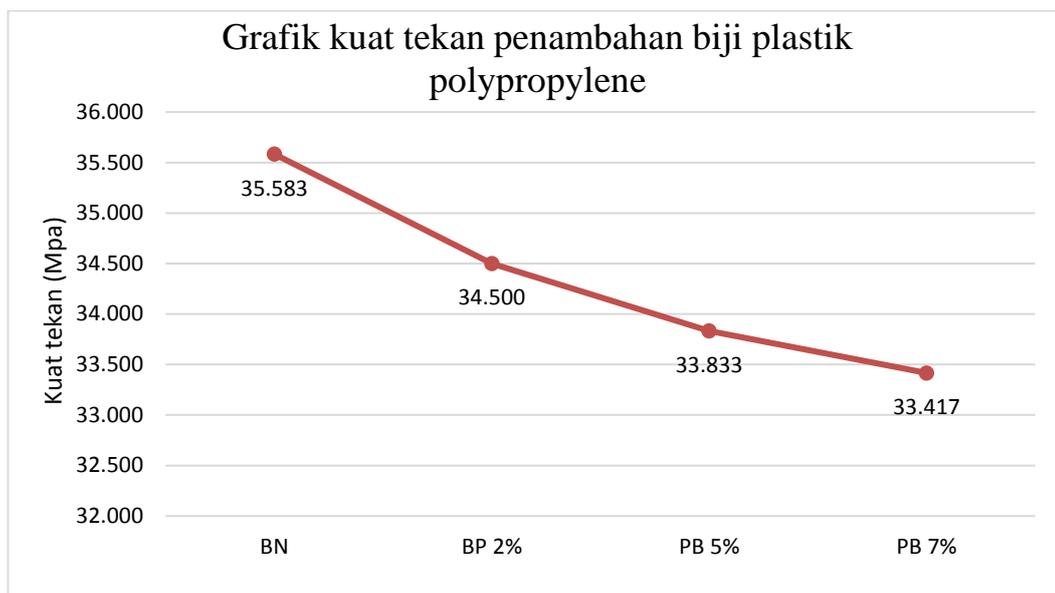
No	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	2,487	675	33.750	33,833
2	2,485	675	33.750	
3	2,492	680	34.000	

Tabel 4.9 menyatakan bahwa kuat tekan paving block normal ukuran 20 x 10 x 8 cm untuk umur perawatan 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 33,833 Mpa.

Tabel 4.10 Hasil pengujian kuat tekan paving block substitusi biji plastik polypropylene 7% (*Sumber :hasil pengolahan data 2024*)

No	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	2,492	670	33.500	33,417
2	2,495	670	33.500	
3	2,490	665	33.250	

Tabel 4.10 menyatakan bahwa kuat tekan paving block normal ukuran 20 x 10 x 8 cm untuk umur perawatan 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 33,417 Mpa.



Gambar 4.5 Kuat Tekan Paving Block 20 x 10 x 8 umur 28 hari

Berdasarkan pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa biji plastik polypropylene mempengaruhi kuat tekan paving block. Nilai kuat tekan untuk variasi normal atau 0% sebesar 35,583 Mpa, untuk variasi substitusi 2% mengalami penurunan sebesar 1,083 Mpa atau 3,0% dari variasi normal, untuk variasi substitusi 5% mengalami penurunan yaitu 1,750 Mpa atau 4,9% dari variasi normal, dan untuk variasi substitusi 7% mengalami penurunan yaitu 2,167 Mpa atau 6,1% dari variasi normal. Maka diketahui semakin banyak substitusi biji plastik polypropylene maka semakin kecil nilai kuat tekan pada paving block. Berdasarkan hasil kuat tekan yang didapatkan dari paving block normal, 2%, 5%, dan 7% biji plastik polypropylene maka diketahui mutu paving block rata-rata adalah paving block mutu B yang biasanya digunakan di area lalu lintas ringan hingga sedang seperti di trotoar atau area parkir.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji eksperimental biji plastik polypropylene sebagai substitusi sebagian abu batu pada material paving block yang telah dianalisis di laboratorium bahan dan struktur Universitas Muhammadiyah Parepare, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil kuat tekan menunjukkan bahwa substitusi biji plastik polypropylene mempengaruhi kuat tekan pada paving block. Nilai kuat tekan paving block pada umur perawatan 28 hari yaitu 35,583 Mpa, 34,500 Mpa, 33,833 Mpa, dan 33,417 Mpa untuk setiap variasi 0%, 2%, 5%, dan 7%. Maka dengan melihat hasil yang didapatkan diatas maka semakin tinggi persentase substitusi biji plastik polypropylene maka nilai kuat tekan semakin menurun, dan memenuhi standar SNI-03-0691-1996, yaitu mutu B yang biasanya digunakan di area lalu lintas ringan hingga sedang atau area parkir, seperti jalanan kompleks perumahan atau garasi mobil.
2. Berdasarkan variasi substitusi biji plastik polypropylene terhadap daya serap air paving block. Nilai daya serap air paving block menunjukkan bahwa substitusi biji plastik polypropylene mempengaruhi daya serap air paving block. Variasi 0%, 2%, 5%, dan 7% masing-masing bernilai 4,4%, 4,6%, 4,8%, dan 5,2%. Maka dengan melihat hasil yang didapatkan diatas maka semakin tinggi persentase substitusi biji plastik polypropylene maka daya

serap airnya semakin tinggi, dan memenuhi standar SNI-03-0691-1996, yaitu mutu B yang biasanya digunakan di area lalu lintas ringan hingga sedang atau area parkir, seperti jalanan kompleks perumahan atau garasi mobil.

B. Saran

1. Disarankan untuk penelitian paving block tidak menggunakan pemakaian biji plastik polypropylene terlalu banyak karena dapat mengurangi nilai pada kuat tekan paving block.
2. Disarankan untuk penelitian berikutnya untuk menggunakan biji plastik dengan tipe yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Syarifuddin Umam (2020). Analisa Kekuatan Komposit Bata GRC (Glassfiber Reinforced Concrete) dengan Bahan Biji Plastik Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Daya Serap Air. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Apridho Dzulfikar Kemal Pradhana. Analisis Pengaruh Penambahan Biji Plastik Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Ex Palu dan Agregat Halus Ex Palu. Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda, Kalimantan Timur.
- Darmawan, A., & Arief, R. (2019). Penggunaan Limbah Plastik sebagai Bahan Pengganti dalam Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 18(3), 112-124.
- Devi Meileni, Herri Purwanto, Agus Setiobudi (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Paving Block . *Jurnal Deformasi*. Vol.6-1.ISSN 2477-4960,EISSN 2621-7929. Universitas PGRI Palembang.
- Dian (2010). Pembuatan Paving Block
- Etika Herdiati, Galih Widyarini, Yesina Intan Pratiwi (2023). Pengaruh Limbah Plastik Jenis PET/PETE Terhadap Kuat Tekan Beton Fc 10 MPa. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol.5.No.2.pp.196-202. Universitas Semarang.
- Fajri Syeringga (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada Paving Block. Universitas Islam Riau
- Ferdinand Panjaitan (2022). Analisa Kuat Tekan dan Serapan Air Material Paving Block akibat Variasi Komposisi Fly Ash. Universitas Medan Area.
- Fikri, T., & Hasan, L. (2020). Pemanfaatan Biji Plastik Sebagai Bahan Alternatif dalam Paving Block untuk Mengurangi Sampah Plastik. *Jurnal Ekologi dan Pembangunan Berkelanjutan*, 10(2), 110-123.
- Firdaus, M Abdul Khodir (2019). Pengaruh Penambahan Biji Plastik Pada Beton Terhadap Kuat Tarik Belah. *Jurnal Tekno*.Vol.16.no.1.p-ISSN:1907-5243.e-ISSN:2655-8416. Universitas Bina Darma Palembang.

- Halim, S. R., & Mulyadi, T. (2020). Paving Block Ramah Lingkungan Menggunakan Bahan Campuran Biji Plastik: Analisis dan Pengaruh terhadap Kinerja Struktur. *Jurnal Konstruksi Berkelanjutan*, 7(2), 45-59.
- Indra, M., & Santoso, D. (2020). *Paving Block Berkelanjutan: Teknologi Pembuatan dan Penggunaan Limbah Plastik dalam Konstruksi Jalan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kardiyono, T. (1992). *Pengetahuan Dasar Teknologi Beton*. Erlangga., Jakarta.
- Lis Ayu Widari, Fasdarsyah, Iva Debrina (2015). Pengaruh Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block. *Teras Jurnal*, Vol.5, No.1. ISSN 2088-0561
- Mulyati (2023). Penggunaan Abu Batu dan Split dalam Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*. Vol.1.No.2.e-ISSN:2964-3694.p-ISSN:2985-8690. Institut Teknologi Padang.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*, Jakarta. In Penerbit Andi (Issue March).
- Nugroho, R. (2013). Pengaruh Campuran Limbah Karbit Terhadap Kuat Tekan Paving Block dengan Variasi 0%, 20%, 30%, 40%, pada Perbandingan 1Pc: 10Ps, 1Pc: 13Ps Yogyakarta: Universitas Muhammmadiyah Yogyakarta.
- Purnama, I., & Prasetyo, D. (2021). Studi Pemanfaatan Limbah Plastik untuk Produksi Paving Block yang Lebih Kuat dan Tahan Lama. *Jurnal Material dan Konstruksi*, 14(1), 33-46.
- Sari, A., & Prasetyo, T. (2022). *Konstruksi Hijau dengan Bahan Daur Ulang: Paving Block Berbasis Biji Plastik*. Bandung: Penerbit ITB Press.
- Setiawan, J., & Fajar, N. (2020). Pengaruh Penambahan Biji Plastik Terhadap Kualitas Paving Block: Kajian Material dan Kekuatan Struktural. *Jurnal Rekayasa Material*, 12(3), 65-79.
- SNI 03-0691-1996. Bata Beton (Paving Block).
- SNI 03-1968-1990. Metode Uji Agregat Untuk Pembuatan Beton.
- SNI 03-6821-2002. Spesifikasi Agregat Halus.
- SNI 2049-2015. Semend Portland.
- Suryani, P., & Naufal, Z. (2023). Studi Perbandingan Paving Block dengan Campuran Biji Plastik dan Tanpa Biji Plastik: Kekuatan dan Ketahanan Terhadap Perubahan Cuaca. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 13(1), 42-55.

- Sutrisno, B., & Rahayu, W. (2021). *Material Alternatif untuk Konstruksi: Pemanfaatan Limbah Plastik dalam Paving Block dan Beton Pracetak*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Tjokrodinuljo, K. (1992). *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wahyudiono, Muhammad Rezki Ian, Umar Zahidin. Pengaruh Dedak Padi terhadap Campuran Pembuatan Paving Block , *Jurnal Engineering Research and Application*. Vol.1.No.2.ISSN:2809-459X. Universitas Selamat Sri.
- Yaniger, S. I., Jordan, V. C., Klein, D. J., & ... (2011). Most plastic products release estrogenic chemicals: a potential health problem that can be solved. *Environmental Health*
- Yuliana, A., & Ardiansyah, M. (2021). Penggunaan Biji Plastik dalam Campuran Paving Block sebagai Upaya Pengurangan Limbah Plastik dan Peningkatan Daya Dukung Lantai. *Jurnal Teknologi Hijau*, 9(2), 78-92.