

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampah telah menjadi permasalahan dunia, dimana setiap harinya masyarakat membuang sampah ke lingkungan dengan jenis yang berbeda-beda. Dari berbagai jenis sampah yang dibuang tersebut plastik masih menjadi penyumbang terbesar sampah di dunia (Surono, 2013). Dirjen Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023), mengatakan sampah plastik masih menjadi isu serius yang dihadapi Indonesia dengan sebagian besar berasal dari kemasan makanan, minuman, kantong belanja, dan barang lainnya. Pada tahun 2023, Indonesia menghasilkan sekitar 12,87 juta ton sampah plastik per tahun. Pemerintah menargetkan pengurangan sampah plastik ke laut sebesar 70% pada tahun 2025, seperti yang diatur dalam Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang penanganan sampah laut (Katadata.co.id, 2024).

Jenis plastik yang paling banyak dibuang ke lingkungan adalah jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) yang biasanya dalam bentuk botol plastik. Plastik HDPE adalah jenis polimer yang masuk ke dalam jenis poliester. HDPE memiliki sifat yang kuat, kaku, tidak tahan panas, sulit terurai dan berpotensi melepaskan senyawa berbahaya yang berasal dari sisa monomer polimer dan plastik.

Kawat PVC untuk *paving block* adalah kawat baja yang dilapisi dengan lapisan *Polyvinyl Chloride* (PVC). Kawat ini digunakan sebagai bahan penguat dalam proses pembuatan *paving block*. Lapisan PVC memberikan perlindungan

ekstra terhadap korosi, kelembapan, serta cuaca, sehingga meningkatkan daya tahan kawat di lingkungan yang keras. Kawat PVC juga membantu memperkuat struktur *paving block*, meningkatkan kekuatan terhadap beban berat, dan memperpanjang umur pakai *paving block*, terutama di area yang sering terkena air atau bahan kimia. Kawat PVC untuk *paving block* memiliki beberapa manfaat penting, seperti melindungi kawat baja dari korosi, terutama di lingkungan lembap. Selain itu, kawat ini meningkatkan kekuatan *paving block* terhadap beban berat dan menambah daya tahan serta umur pakainya, terutama di area dengan cuaca ekstrem.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh limbah *high density polyethylene* dan kawat PVC terhadap daya serap air *paving block*?
2. Bagaimana pengaruh limbah *high density polyethylene* dan kawat PVC terhadap kuat tekan *paving block*?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah *high density polyethylene* dan kawat PVC terhadap daya serap air *paving block*.
2. Untuk mengetahui pengaruh limbah *high density polyethylene* dan kawat PVC terhadap kuat tekan *paving block*.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare
2. Material limbah HDPE diambil dari sampah plastik dan kawat lapis PVC dari sisa pembangunan atau renovasi rumah di Kota Parepare
3. Pengujian dilakukan pada kuat tekan *paving block* dan daya serap air benda uji
4. Standar pengujian penelitian ini menggunakan SNI 03-0691(1996) dan SNI T 04-1990-F.
5. Bahan yang digunakan HDPE, kawat PVC dan pasir.
6. Komposisi campuran yang digunakan yaitu variasi pertama HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer, variasi kedua HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer, variasi ketiga HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer dan variasi keempat HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer.
7. Benda uji berbentuk segi panjang dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 8 cm.
8. Benda uji dengan perawatan 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah *high density polyethylene* dan kawat lapis PVC sebagai pengganti agregat dalam campuran *paving block* sehingga akan lebih ekonomis serta ramah lingkungan.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang konstruksi serta dapat diterapkan oleh pihak kampus dan

pemerintah dalam mengatasi limbah *high density polyethylene* dan kawat lapis PVC.

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, batasan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi literatur yang berkaitan dengan penulis sebagai landasan teori yang mendukung penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir, seperti penjelasan mengenai plastik, sampah plastik yang digunakan yaitu *high density polyethylene*, kawat lapis PVC dan paving block.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian dan metode pengujian benda uji dengan penambahan cacahan sampah plastik jenis *high density polyethylene* dan kawat lapis PVC dalam pembuatan paving block serta waktu dan lokasi penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil dan analisis pembahasan mencakup pengujian karakteristik sampah plastik jenis *high density polyethylene*, karakteristik fisik agregat halus dan kasar, menghitung banyak sampah

plastik dan kawat lapis PVC yang dapat dimanfaatkan dan pemilihan *paving block* dengan kualitas terbaik dari hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Paving Block*

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia sejak tahun 1977/1978. *Paving block* mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai. Penggunaan *paving block* ini disesuaikan dengan tingkat kebutuhan, misalnya saja digunakan sebagai tempat parkir, terminal, jalan setapak, dan juga perkerasan jalan di kompleks-kompleks perumahan serta untuk keperluan lainnya. *Paving Block* merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. *Paving block* dikenal juga dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone block*.

Berdasarkan 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 lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Sebagai bahan penutup atau 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 jalan di kompleks perumahan atau kawasan permukiman, memperindah trotoar jalan di kota-kota, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan area parkir, area perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran. *Paving block* dapat dikatakan sebagai bahan penutup

atau pengerasan permukaan tanah yang berwawasan lingkungan karena tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya serta dapat berfungsi sebagai media peresapan air disaat terjadi genangan. *Paving block* memiliki bentuk segiempat ataupun segibanyak dan dapat pula berwarna seperti aslinya ataupun diberikan zat pewarna dalam komposisi pembuatannya (SNI T 04–1990–F) .

Sehubungan dengan standar kualitas paving block, standar kualitas yang diteliti adalah *larger the better* untuk kuat tekan, dan *smaller the better* untuk persentase serapan air. Semakin tinggi nilai kuat tekannya maka *paving block* semakin bagus. Sedangkan semakin rendah nilai persentase serapan airnya maka produk *paving block* semakin kuat. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, *paving block* dengan mutu terendah adalah mutu D yang paling tidak memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 100 Kg/cm² dan persentase serapan air rata-rata maksimum 10%.

B. Syarat Mutu *Paving Block*

Paving block dengan kualitas baik adalah *paving block* yang mempunyai nilai kuat tekan tinggi serta nilai persentase serapan air yang rendah. Beberapa syarat mutu yang harus dipenuhi pada *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Sifat tampak

Paving block harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak atau cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Paving block harus mempunyai ukuran tebal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

3. Ketahanan terhadap natrium sulfat

Paving block apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

4. Sifat fisika

Paving block harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Sifat fisika paving block berdasarkan mutunya (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	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Pada umumnya, *paving block* memiliki ketebalan sekitar 60 mm sampai 80 mm dengan toleransi ± 20 mm untuk bidan dan ± 3 mm untuk ukuran tebal. Adapun persyaratan ketebalan paving block pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. 60 mm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya : sepeda motor dan pejalan kaki.
2. 80 mm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, pick up, truk, dan bus.
3. 100 mm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya : tronton atau loader.

C. Klarifikasi *Paving Block*

Pada SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*) diklasifikasikan menjadi 4 macam berdasarkan mutunya, yaitu :

1. *Paving block* mutu A, digunakan untuk jalan.
2. *Paving block* mutu B, digunakan untuk pelataran parkir.
3. *Paving block* mutu C, digunakan untuk pejalan kaki.
4. *Paving block* mutu D, digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

D. Keuntungan dan Kelemahan *Paving Block*

Beberapa keunggulan dan kelemahan dalam penggunaan *paving block* adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan dari *paving block* sebagai berikut :
 - a. *Paving block* lebih mudah dipasang karena tidak membutuhkan keahlian khusus dan langsung dapat digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
 - b. Tidak membutuhkan alat berat pada saat dipasang.
 - c. Perbandingan harganya yang lebih rendah dari pada jenis perkerasan yang lain serta dalam hal pemeliharaan, *paving block* termasuk mudah dan murah.
 - d. Penyerapan air yang tinggi sehingga dapat mengurangi genangan air.
 - e. Banyaknya pilihan bentuk yang beragam sehingga dapat menjadikan perkerasan terlihat estetik.
 - f. Dapat diproduksi secara massal sesuai dengan mutu yang diinginkan.
2. Kelemahan dari *paving block* adalah sebagai berikut :

- a. *Paving block* kurang cocok digunakan pada lahan yang dilalui oleh kendaraan berat dan berkecepatan tinggi.
- b. Pasangan *paving block* mudah bergelombang apabila kondisi tanahnya tidak rata dan pemasangannya kurang kuat.
- c. Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok, sehingga mudah lepas dari sambungannya dan menghasilkan jalan yang tidak merata.

E. Bahan Penyusun *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996, bahan penyusun dalam pembuatan *paving block* yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus

Agregat halus atau dikenal dengan sebutan pasir adalah batuan yang mempunyai ukuran butir antara 0,15 – 5 mm. Agregat halus dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai atau tepi laut. Dalam SNI 03- 1750-1990, agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07 – 5 mm.

Agregat halus pada paving block dapat berupa pasir alam atau pasir buatan (olahan). Pasir alam didapatkan dari hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (pasir gunung atau pasir sungai). Sedangkan pasir buatan adalah pasir yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu atau diperoleh dari hasil sampingan dari *stone crusher*.

Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat (semen). Agregat halus atau pasir

merupakan bahan tambah yang tidak bekerja aktif dalam proses pengerasan namun kualitas pasir sangat berpengaruh pada mutu beton ataupun mortar. Oleh karena itu, sifat-sifat pasir harus diteliti terlebih dahulu sebelum pasir tersebut digunakan dan harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Tabel 2. 2 Syarat mutu agregat halus (*Sumber: SNI 03-6820-2002*)

Nomor Saringan	Ukuran Sarigan	Presentase Lolos Kumulatif (%)	
		Pasir Alam	Pasir Olahan
No. 8	2,36 mm	90 – 100	95 – 100
No. 16	1,18 mm	75 – 100	70 – 100
No. 30	0,6 mm	40 – 75	40 – 75
No. 50	0,3 mm	10 – 35	20 – 40
No. 100	0,15 mm	2 – 15	10 – 25
No. 200	0,075 mm	0	0 – 10

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-S-04-1989-F:28) dijelaskan mengenai persyaratan pasir atau agregat halus yang baik sebagai bahan bangunan

- Aggregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $< 2,2$.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Bila lebih dari itu maka pasir harus dicuci.
- Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang di akui.
- Sifat kekal pasir apabila diuji dengan larutan jenuh natrium sulfat bagian hancur maksimal 12% dan jika diuji dengan larutan magnesium sulfat bagian hancur maksimal 10%.

- e. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrans-Harder dengan larutan jenuh NaOH 3%.
- f. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
- g. Susunan besar butir pasir mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 sampai 3,8 dan terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam.
- h. Agregat halus yang digunakan untuk plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan pasir pasangan.

Tabel 2. 3 Gradasi agregat halus berdasarkan zona kekerasan (*Sumber: SNI 03-2834-2000*)

Ukuran Saringan (mm)	% Lolos Saringan/Ayakan			
	Zona I (Kasar)	Zona II (Agak Kasar)	Zona III (Agak Halus)	Zona IV (Halus)
9,6	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 75	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 - 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

2. Air

Air merupakan bahan pembuatan beton atau mortar yang sangat penting. Air diperlukan sebagai bahan untuk memicu proses kimiawi semen, dan membasahi butiran-butiran agregat agar memberikan kemudahan pada proses pencampuran bahan. Pemakaian air pada pembuatan campuran harus pas karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses

hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan beton atau mortar yang dihasilkan. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan beton atau mortar yang dihasilkan.

Dalam perhitungan campuran beton atau mortar, perbandingan jumlah air dan jumlah semen sangat berpengaruh dengan kekuatan dan proses pencampuran. Perbandingan tersebut dikenal dengan sebutan *water-cement ratio* (W/C). Perbandingan tersebut dinyatakan dalam jumlah berat air (kg) dibagi jumlah berat semen (kg) dalam adukan beton atau mortar. Semakin sedikit air yang digunakan, semakin besar kekuatan beton atau mortar tetapi semakin sulit dalam proses pencampuran bahan. Sedangkan semakin banyak air yang digunakan, semakin kecil kekuatan beton atau mortar tetapi akan semakin mempermudah dalam proses pencampuran bahan. Menurut Tjokrodinuljo 1996, untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan sebesar 25% dari berat semen saja.

Kualitas air juga perlu diperhatikan karena kandungan kotoran yang ada didalamnya akan mempengaruhi mutu dan mengurangi kekuatan beton atau mortar. Secara umum, air yang baik digunakan sebagai bahan dalam campuran beton atau mortar adalah air yang layak diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

Adapun persyaratan air sesuai dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 adalah sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.

- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (C1) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3. Limbah plastik

Plastik merupakan material jenis polimer yang tersusun dari rantai monomer yang bersifat ringan. Plastik umumnya dibuat dari hasil cracking minyak bumi yang berbentuk serbuk putih. Dalam penerapannya, plastik dapat dibuat menjadi beragam jenis produk. Adapun hampir setiap produk yang terbuat dari plastik disematkan kode bahan yang digunakan sebagai petunjuk daur ulang limbah plastik.

Dirjen Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023), mengatakan sampah plastik masih menjadi isu serius yang dihadapi Indonesia dengan sebagian besar berasal dari kemasan makanan, minuman, kantong belanja, dan barang lainnya. Pada tahun 2023, Indonesia menghasilkan sekitar 12,87 juta ton sampah plastik per tahun. Pemerintah menargetkan pengurangan sampah plastik ke laut sebesar 70% pada tahun 2025, seperti yang diatur dalam Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang penanganan sampah laut (Katadata.co.id, 2024).

Berikut 7 contoh limbah plastik berdasarkan jenis-jenisnya:

a. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

PET adalah jenis plastik yang umum digunakan dalam kemasan makanan dan botol air mineral karena kemampuannya melindungi produk dari oksigen. Plastik ini biasanya hanya digunakan sekali, tetapi

dapat didaur ulang. PET mengandung *antimon trioksida*, zat yang bersifat karsinogen dan dapat menyebabkan kanker jika senyawa ini terlepas ke dalam isi kemasan dan dikonsumsi.



Gambar 2. 1 Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)
(Sumber: Google, 2024)

b. HDPE (*Polyethylene* densitas tinggi)

HDPE adalah jenis plastik yang sering digunakan untuk botol detergen, susu, pelembap, sampo, minyak, mainan, dan tas plastik. Plastik ini dianggap aman untuk didaur ulang dan digunakan kembali, serta proses daur ulangnya relatif murah. Namun, HDPE sebenarnya hanya dianjurkan untuk sekali pakai, karena pelepasan senyawa antimon trioksida meningkat seiring waktu. Senyawa ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti iritasi kulit, gangguan pernapasan, gangguan siklus menstruasi, dan risiko keguguran.

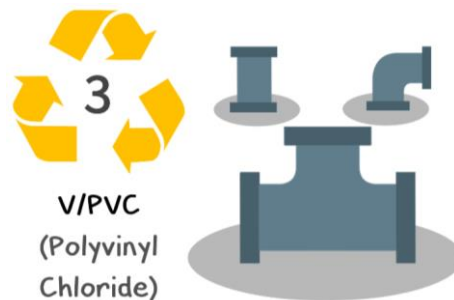


Gambar 2. 2 Plastik *High-Density Polyethylene* (HDPE)

(Sumber: Google, 2024)

c. Vinyl atau PVC (*Polyvinyl Chloride*)

Plastik PVC dikenal sebagai plastik yang lembut, efisien, dan dapat didaur ulang. Jenis plastik ini banyak digunakan untuk pipa plastik, botol minyak sayur, pembungkus makanan, komponen kabel komputer, dan mainan anak-anak seperti pelampung renang. PVC mengandung racun yang dapat mencemari makanan, sehingga sangat disarankan tidak menggunakannya sebagai pembungkus makanan.



Gambar 2. 3 Plastik PVC (*Polyvinyl Chloride*)
(Sumber: Google, 2024)

d. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE biasanya ditemukan pada pembungkus baju, pembungkus buah-buahan agar tetap segar, dan botol pelumas yang mempunyai tingkat racun lebih rendah dibandingkan dengan plastik yang lain. Namun, sangat diprihatinkan karena jenis plastik ini tidak dapat didaur ulang. Karena, daur ulang LDPE digunakan sebagai bahan untuk membuat ubin lantai.



Gambar 2. 4 Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)
(Sumber: Google, 2024)

e. PP (*Polypropylene*)

Plastik PP yang memiliki sifat yang kuat, ringan, dan tahan terhadap panas. Bukan hanya sebagai pembungkus makanan saja, plastik ini juga digunakan sebagai ember, yogurt, kotak margarin, tali, sedotan, isolasi, dan kaleng plastik cat karena dianggap sangat aman jika digunakan kembali dan dapat didaur ulang juga.



Gambar 2. 5 Plastik PP (*Polypropylene*)
(Sumber: Google, 2024)

f. PS (*Polystyrene*)

Polystyrene, atau *styrofoam*, adalah plastik murah dan ringan yang sering digunakan untuk kemasan. Namun, penggunaannya sebaiknya dihindari karena dapat memicu kanker dan gangguan kesehatan lainnya, terutama saat zat *styrene* dilepaskan ketika bersentuhan dengan makanan panas.



Gambar 2. 6 Plastik PS (*Polystyrene*)
(Sumber: Google, 2024)

g. Other (*Polycarbonate*)

Plastik other adalah plastik yang mencakup seluruh jenis plastik lainnya yang tidak termasuk dari enam kategori di atas. Atau bisa pula disebut sebagai plastik campuran dari beberapa bahan. Contoh produk plastik O seperti Kacamata, pelapis elektronik, atau botol bayi. Plastik jenis ini sangat berbahaya untuk makanan dan minuman karena dapat merusak organ tubuh dan mengganggu hormon.



Gambar 2. 7 Plastik Other (*Polycarbonate*)
(Sumber: Google, 2024)

Pada penelitian ini, penulis menggunakan limbah plastik *High-Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block* yang ramah lingkungan, dengan tujuan mengurangi dampak negatif limbah plastik

terhadap lingkungan serta menciptakan material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan tahan lama. Proses ini juga diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan sampah plastik sekaligus meningkatkan kualitas *paving block* yang dihasilkan.

Plastik *High-Density Polyethylene (HDPE)* adalah salah satu jenis plastik yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Sifat dan Karakteristik Plastik HDPE adalah polimer termoplastik yang memiliki kepadatan tinggi, yang membuatnya lebih keras dan tahan lama dibandingkan dengan jenis plastik lainnya seperti *polietilena* berdensitas rendah (LDPE). Sifat-sifat ini membuat HDPE cocok untuk digunakan sebagai material penguat dalam *paving block*, karena dapat meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan terhadap abrasi.

Penggunaan Plastik HDPE pada *paving block* dapat meningkatkan performa mekanisnya. HDPE yang dilebur dan dicampur dengan dapat menggantikan sebagian agregat halus dalam *paving block*. Dalam beberapa studi, penggunaan HDPE dalam proporsi yang tepat mampu meningkatkan kekuatan tekan paving block serta daya tahan terhadap air dan bahan kimia. HDPE juga bersifat ringan, sehingga *paving block* yang dihasilkan lebih mudah untuk dipindahkan dan dipasang.

Penambahan HDPE pada *paving block* meningkatkan ketahanan terhadap retakan dan abrasi, menjadikannya pilihan yang baik untuk area yang sering dilalui kendaraan berat. HDPE memiliki sifat kedap air, sehingga *paving block* yang mengandung HDPE lebih tahan terhadap penetrasi air dan lebih sesuai untuk digunakan di area dengan curah hujan tinggi.

4. Lapisan kawat loket lapis pvc

Kawat loket PVC adalah jenis kawat yang dilapisi dengan bahan PVC (*Polyvinyl Chloride*), kawat ini umumnya terbuat dari inti kawat baja dengan lapisan PVC disekitarnya. Kawat PVC pada *paving block* dapat digunakan sebagai komponen pengikat untuk meningkatkan daya tahan dan kekuatan, terutama terhadap retakan akibat tekanan dan beban berat. Kawat PVC pilihan yang ideal untuk digunakan pada konstruksi luar ruangan seperti *paving block*.

Penggunaan kawat PVC dalam *paving block* juga bisa membantu meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas, sehingga *paving block* lebih tahan lama, terutama di lingkungan dengan perubahan suhu. Namun, penggunaannya masih jarang dan memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan efeknya pada kualitas dan performa *paving block* secara keseluruhan.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai penggunaan, keunggulan dan spesifikasi kawat loket PVC (Dunia Kawat.com, 2024):

a. Penggunaan kawat loket PVC

1) Industri konstruksi

Kawat loket PVC digunakan dalam industri konstruksi sebagai bahan dasar untuk pembuatan pagar, pagar kawat, dan pagar listrik. Lapisan PVC memberikan perlindungan tambahan terhadap korosi dan memperpanjang umur pakai kawat.

2) Industri elektronik

Dalam industri elektronik, kawat loket PVC digunakan sebagai kabel listrik untuk instalasi kelistrikan dalam bangunan. Lapisan PVC

membantu mengisolasi kawat dari kontak dengan air atau kelembaban yang dapat menyebabkan gangguan listrik.

3) Pembuatan kerajinan tangan

Di rumah tangga, kawat loket PVC sering digunakan dalam pembuatan kerajinan tangan seperti hiasan dinding, kerajinan tatah, dan hiasan lainnya. Kemudahan dalam pemotongan dan fleksibilitas kawat PVC membuatnya menjadi pilihan yang populer dalam kegiatan kerajinan.

b. Keunggulan kawat loket PVC

1) Tahan karat

Lapisan PVC memberikan perlindungan tambahan terhadap korosi, membuat kawat loket PVC tahan terhadap paparan cuaca ekstrem, kelembaban, dan bahan kimia.

2) Fleksibilitas

Kawat loket PVC memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi, memudahkan dalam instalasi dan pemotongan sesuai dengan kebutuhan.

3) Tahan lama

Dibandingkan dengan kawat konvensional, kawat loket PVC memiliki umur pakai yang lebih panjang karena lapisan PVC melindungi inti kawat dari kerusakan dan degradasi.

c. Spesifikasi kawat loket PVC

1) Diameter

Kawat loket PVC dengan tinggi ± 90 cm tersedia dalam berbagai diameter, mulai dari diameter 1", diameter 1/2", diameter 1/4" dan diameter 3/4".

2) Panjang

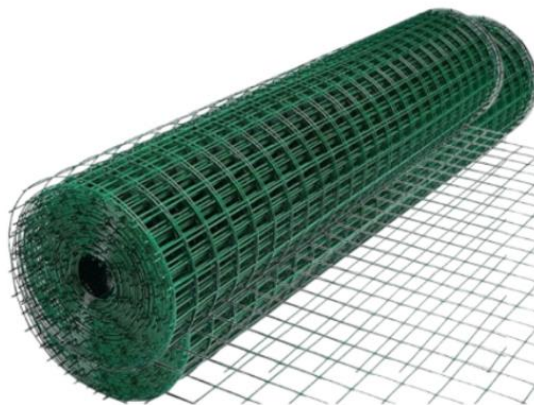
Kawat loket PVC biasanya dijual dalam gulungan dengan panjang ± 9 meter – 10 meter, atau sesuai dengan permintaan khusus.

3) Warna

Lapisan PVC tersedia dalam berbagai warna, termasuk hitam, putih, hijau, biru, dan merah, memberikan pilihan estetika yang lebih luas.

4) Kelas Tegangan

Kawat loket PVC memiliki kelas tegangan tertentu yang menentukan kekuatannya. Umumnya, kawat ini tersedia dalam kelas tegangan rendah hingga menengah.



Gambar 2.8 Bentuk Fisik Kawat loket PVC
(Sumber: Google, 2024)

F. Penelitian Terdahulu

1. Mustakim dkk., (2023) dengan penelitian *Paving Block* Tanpa Semen Berbahan Limbah Plastik. Hasil uji kuat tekan rata-rata menunjukkan bahwa sampel dengan kode V25-75 memiliki nilai kuat tekan yang relatif lebih tinggi dibandingkan V50-50 dan V0-100. Nilai kuat tekan dipengaruhi oleh persentase optimal antara pasir dan plastik, plastik berfungsi sebagai bahan pengikat pasir dalam campuran paving block. Persentase nilai serapan air akan terus menurun seiring dengan penambahan limbah plastik pada campuran paving block, V50-50 sebesar 1.44, V25-75 sebesar 0.88 dan V0-100 sebesar 0.16.
2. Mustakim dkk., (2023) dengan penelitian Studi Perbandingan Kuat Tekan dan Daya Serap Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik. Pada benda uji paving block utuh dan kubus hasil pengujian jenis plastik HDPE dan PP memiliki kuat tekan dan serap air yang bervariasi sehingga dapat dilanjutkan pada pengujian pada penelitian ini. Kuat tekan tertinggi jenis plastik PP sebesar 16,98 Mpa pada model utuh dan 23,30 Mpa pada model kubus, daya serap air yang terendah diperoleh jenis plastik PP sebesar 0,38 %.
3. Kasmaida dkk, (2023) dengan penelitian Pendampingan Masyarakat dalam Pengolahan Sampah Plastik Menjadi *Paving Block*. Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi pada masyarakat sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, maka dalam Program Kemitraan Masyarakat ini ditawarkan beberapa metoda pendekatan yang dapat membantu dalam menyelesaikan masalah yang ada yaitu dengan melakukan Metode penyampaian edukasi mengenai sampah diawali dengan sistem pengajaran Ceramah dan

Pendampingan (Workshop), yakni dengan menyampaikan informasi dan pengetahuan secara lisan dan praktek kepada masyarakat.

4. Kasmaida dkk, (2023) dengan penelitian Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton K-200 Dan Substitusi Serbuk Tempurung Kelapa Terhadap Beton Normal. Hasil penelitian pengujian kuat tekan pada umur 28 hari pada beton normal sebesar 201,07 Kg/cm², variasi 15% sebesar 152,76 Kg/cm², dan variasi 30% sebesar 148,27 Kg/cm², menunjukkan bahwa penambahan atau penggantian agregat halus dengan menggunakan serbuk tempurung kelapa dalam campuran beton mengalami penurunan dan hasil pengujian karakteristik material tidak memenuhi syarat yang sesuai standar sehingga hasil penelitian tidak dapat dipakai.
5. Fikram & Misbahuddin, (2022) dengan penelitian Substitusi Agregat *Paving Block* dengan Tambahan Serat Bendrat. Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan plastik jenis HDPE pada pembuatan *paving block* tidak melampaui nilai kuat tekan *paving block* normal dengan nilai kuat tekan rata-rata 23,177 Mpa. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi *paving block* plastik jenis HDPE dengan tambahan serat bendrat 6% nilai kuat tekan sebesar 10,677 Mpa mengalami penurunan sebesar 12,500 Mpa dari nilai *paving block* normal.
6. Prasetyo dkk, (2024) dengan penelitian Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) Terhadap Kuat Tekan Paving Block. Hasil kuat tekan dengan variasi penambahan plastik HDPE belum memenuhi standar mutu *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 yaitu minimal kuat tekan

10 Mpa. Pengujian penyerapan air yang memenuhi syarat *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 yaitu pada variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3%.

7. Wanda dkk., (2021) dengan penelitian Uji Sifat Mekanis *Paving Block Geopolymer*. Pengujian terhadap uji tekan menggunakan plastik berdasarkan SNI-03-0691- 1996 tentang syarat mutunya mencapai klasifikasi mutu B digunakan untuk peralatan parkir.
8. Urbania dkk., (2022) dengan penelitian Pengaruh Metode Perawatan Siram Terhadap Kualitas *Paving Block* Menggunakan Limbah Plastik HDPE – LDPE. Hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan yang terbaik pada komposisi penambahan 25% plastik, yaitu sebesar 18,86 MPa. Nilai ketahanan aus rata-rata yang terbaik pada penambahan komposisi 25% plastik, yaitu sebesar 0,08 mm/menit. Nilai daya serap rata-rata yang terbaik pada komposisi penambahan 50% plastik yaitu sebesar 8,34%.
9. Valdi dkk., (2022) dengan penelitian pengaruh Penambahan Kawat Bendrat dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan pada *Paving*. Dari hasil penelitian dan pengujian, dapat diketahui pengaruh penambahan variasi campuran 0%, 5%, 10%, dan 15% kawat bendrat dan serbuk kaca terhadap kuat tekan paving dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton masing-masing 36,26 Mpa, 46,12 Mpa, 50,15 Mpa dan 55,66 Mpa. Penambahan kawat bendrat dan serbuk kaca paving dapat meningkatkan nilai kuat tekan paving dan dianjurkan sebagai serat tambahan untuk paving, pada penambahan kawat bendrat dan serbuk kaca 15% dengan persentase peningkatan sebesar 10,2%.

10. Surya Hadi, (2022) dengan penelitian Pengaruh Penambahan Serat Kawat Terhadap Kuat Tekan Beton. Kesimpulan yang didapat dari pencampuran beton dengan serat kawat tersebut adalah pengaruh penambahan kawat bendrat bentuk U dapat meningkatkan kuat tekan beton yaitu berturut turut, pada penambahan 0,25% sebesar 26,7 Mpa, penambahan 0,50% sebesar 26,89Mpa. Peningkatan kuat tekan beton maksimal dicapai pada variasi 0,75% (BB-3) sebesar 27,27 Mpa, peningkatan kuat tekan tersebut signifikan dibandingkan dengan beton biasa dengan kuat tekan sebesar 27,84 Mpa.
11. Eddy Erawan Syaputra dan Sazuatmo, (2022) dengan penelitian Analisis Kekuatan *Paving Block* Bertulang Menggunakan Kawat Harmonika. Berdasarkan hasil penelitian, paving block yang ditambah 0 lapis kawat harmonika menghasilkan nilai uji kuat tekan yaitu 204,06 kg/cm² dan daya serap air 7,7%, penambahan 1 lapis menghasilkan nilai uji kuat tekan yaitu 252,98 kg/cm² dan daya serap air 5,9%, penambahan 2 lapis menghasilkan nilai uji kuat tekan 278,05 kg/cm² dan daya serap air 5,1%, penambahan 3 lapis menghasilkan nilai uji kuat tekan 297,84 kg/cm² dan daya serap air 4,2%. Penambahan kawat harmonika 1, 2, dan 3 lapis dapat digunakan untuk penulangan paving block, karena dapat meningkatkan mutu paving block tersebut.
12. Hutaeruk, (2021) dengan penelitian Pengaruh Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan *Paving Block* Berbahan Dasar Limbah Plastik HDPE. Dari hasil pengujian, didapatkan kuat tekan tertinggi (kadar serat bendrat 3%) sebesar 110,7 kg/cm². Kuat tekan ini memenuhi standar kuat tekan paving block mutu

D, yang diperuntukkan sebagai perkerasan yang tidak memikul beban besar, seperti pada halaman rumah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu metode yang melibatkan penggunaan angka mulai dari pengumpulan data hingga penyajian hasilnya, yang biasanya disertai gambar, tabel, atau grafik. Data hasil penelitian kemudian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium menggunakan metode eksperimental.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dimulai pada tanggal 15 November 2024 – 15 Januari 2024.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun bahan – bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian antara lain :

1. Bahan Penelitian

- a. Limbah plastik *high density polythylene*.
- b. Kawat loket lapis PVC

c. Pasir sungai

2. Peralatan

a. Saringan

- 1) Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No.8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).
- 2) Saringan dengan nomor berturut-turut 56,25 mm (No.1 ½), 37,50 mm (No. 1), 19,05 mm (No. 3/4), 9,60 mm (No. 3/8), 4,75 mm (No. 4) yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil)

- b. Timbangan, difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji.
- c. Cetakan *paving block* segi panjang dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 8 cm
- d. *Concrete Mixer*, untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji
- e. Jangka Sorong, digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji
- f. Batang baja, digunakan untuk memadatkan adukan beton.
- g. Kompor dan kual, digunakan untuk pelelehan plastik menjadi cair.
- h. *Universal Testing Machine*, mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji. Teknik pengumpulan data terdiri atas 3 (tiga) yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu:

a. Karakteristik bahan

Data yang diperlukan pada karakteristik bahan didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

1) Karakteristik agregat halus

Gradasi butiran agregat halus, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus, pemeriksaan berat volume agregat halus, pemeriksaan kandungan lumpur, pemeriksaan kadar air dan pemeriksaan zat organik.

b. Karakteristik *paving block*

Data yang diperlukan pada karakteristik *paving block* didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

1) Kuat tekan *paving block*

2) Penyerapan air *paving block*

2. Data sekunder

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

3. Benda uji

Campuran pasir, plastic HDPE dan kawat loket lapis PVC sesuai dengan yang direncanakan dan dipadatkan dalam cetakan *paving block* ukuran 21 cm x 10,5 cm x 8 cm. Adapun contoh gambar 3.1 benda uji yang dibuat.



Gambar 3. 1 Benda uji paving block 21 cm x 10,5 cm x 8 cm

Tabel 3. 1 Variasi benda uji (Sumber: Pengolahan data, 2024)

Variasi	Kuat Tekan Paving Block
	28 Hari
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer	3
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer	3
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer	3
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer	3
Total	12

Pada pengujian karakteristik kuat tekan, digunakan benda uji berupa segi panjang dengan ukuran diameter 21 cm x 10 cm x 8 cm seperti pada gambar 3.1.

E. Teknik Analisis Data

Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di setiap grafik paving block. Untuk menghitung

besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis, yaitu standarisasi *paving block* (SN1 03-0691-1996) dan klasifikasi *paving block* (SNI T 04-1990-F).

Data hasil uji kuat tekan paving block diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Berikut langkah-langkah pembuatan sampel, pengujian penyerapan air dan kuat tekan *paving block* plastik setelah perawatan selama 28 hari:

1. Pembuatan sampel *paving block*

- a. Pengumpulan dan pemilahan limbah plastik

Plastik yang digunakan adalah HDPE, seperti botol, jerigen, plastik pembungkus, dan wadah, yang dikumpulkan. Plastik tersebut kemudian dipilih sesuai jenisnya untuk memastikan hanya plastik yang sesuai yang digunakan.

- b. Pencucian

Limbah plastik yang telah dipilih dibersihkan dari kotoran dan kontaminan, seperti tanah, minyak, atau zat kimia lainnya. Hal ini dilakukan untuk memastikan kualitas produk *paving block* tidak terganggu oleh sisa-sisa bahan yang dapat melemahkan hasil akhirnya.

- c. Penghancuran atau pencacahan

Setelah dibersihkan, plastik dicacah atau dihancurkan menjadi potongan kecil. Ukuran potongan ini biasanya sekitar beberapa milimeter agar mudah dilelehkan.

- d. Pelelehan plastik

Potongan plastik tersebut kemudian dipanaskan dalam mesin *ekstruder* atau *furnace* hingga meleleh pada suhu sekitar 150°C hingga 200°C, tergantung jenis plastik yang digunakan. Pada tahap ini, bahan tambahan seperti pasir dicampurkan untuk meningkatkan kekuatan dan kepadatan *paving block*.

e. Pencetakan

Plastik yang telah meleleh kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk *paving block* dan diberi lapisan kawat PVC pada setiap lapisan sesuai kebutuhan. Pada tahap ini, cetakan harus ditekan agar material menjadi padat dan terbentuk sempurna.

f. Pendinginan

Waktu yang diperlukan untuk melepas *paving block* plastik dari cetakan bergantung pada beberapa faktor, seperti jenis bahan plastik, suhu, metode pendinginan, dan desain cetakan. Umumnya, setelah proses pencetakan, *paving block* membutuhkan waktu pendinginan sekitar 15–30 menit hingga mengeras. Pendinginan ini dapat dilakukan secara alami dengan udara atau dengan air, tergantung pada kebutuhan dan kapasitas penelitian.

2. Pengujian penyerapan air

a. Persiapan sampel

- 1) Ambil *paving block* plastik yang telah menjalani perawatan selama 28 hari.
- 2) Bersihkan permukaannya dari kotoran atau debu.

3) Timbang paving block dalam kondisi kering (massa kering, W_k).

b. Perendaman dalam air

- 1) Rendam *paving block* plastik sepenuhnya dalam air selama 24 jam.
- 2) Pastikan *paving block* benar-benar terendam tanpa ada gelembung udara.

c. Pengeringan permukaan

- 1) Setelah 24 jam, angkat *paving block* dari air.
- 2) Keringkan permukaannya dengan kain hingga air yang menempel hilang, namun jangan sampai menghilangkan air yang terserap ke dalam pori-pori.

d. Penimbangan berat setelah direndam

Timbang kembali *paving block* setelah perendaman (massa basah, W_b)

e. Perhitungan penyerapan air

Adapun rumus yang digunakan rumus untuk menghitung penyerapan air sebagai berikut:

$$\text{Persentase Penyerapan air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_b = berat *paving block* setelah direndam (kg),

W_k = berat *paving block* sebelum direndam (kg).

f. Interpretasi hasil

Hasil penyerapan air *paving block* plastik biasanya sangat rendah karena bahan plastik cenderung tidak menyerap air. Nilai penyerapan air

yang rendah menunjukkan bahwa *paving block* memiliki ketahanan yang baik terhadap air.

2. Pengujian kuat tekan

a. Persiapan sampel

- 1) Ambil *paving block* plastik yang telah dirawat selama 28 hari.
- 2) Bersihkan permukaan *paving block* dari kotoran.
- 3) Pastikan *paving block* dalam kondisi kering dan bebas cacat.

b. Pemasangan pada mesin uji tekan

- 1) Tempatkan *paving block* plastik pada mesin uji tekan.
- 2) Posisikan *paving block* secara horizontal ditengah mesin agar tekanan merata selama pengujian.

c. Pelaksanaan uji tekan

- 1) Jalankan mesin uji tekan dan berikan beban secara bertahap.
- 2) Teruskan penambahan beban hingga *paving block* hancur atau pecah.
- 3) Catat beban maksimum yang diterima *paving block* sebelum rusak.

d. Perhitungan kuat tekan

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan *paving block* sebagai berikut:

$$A = p \times l$$

Keterangan:

A = luas penampang *paving block* (mm²),

p = panjang penampang *paving block* (mm),

l = lebar penampang *paving block* (mm).

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan *paving block* (MPa),

P = beban maksimum yang diterima *paving block* (N),

A = luas penampang *paving block* (mm²).

Diketahui :

1 MPa = 0,001 kN/mm²

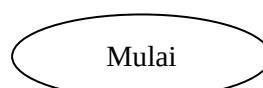
1 kN/mm² = 1000 MPa

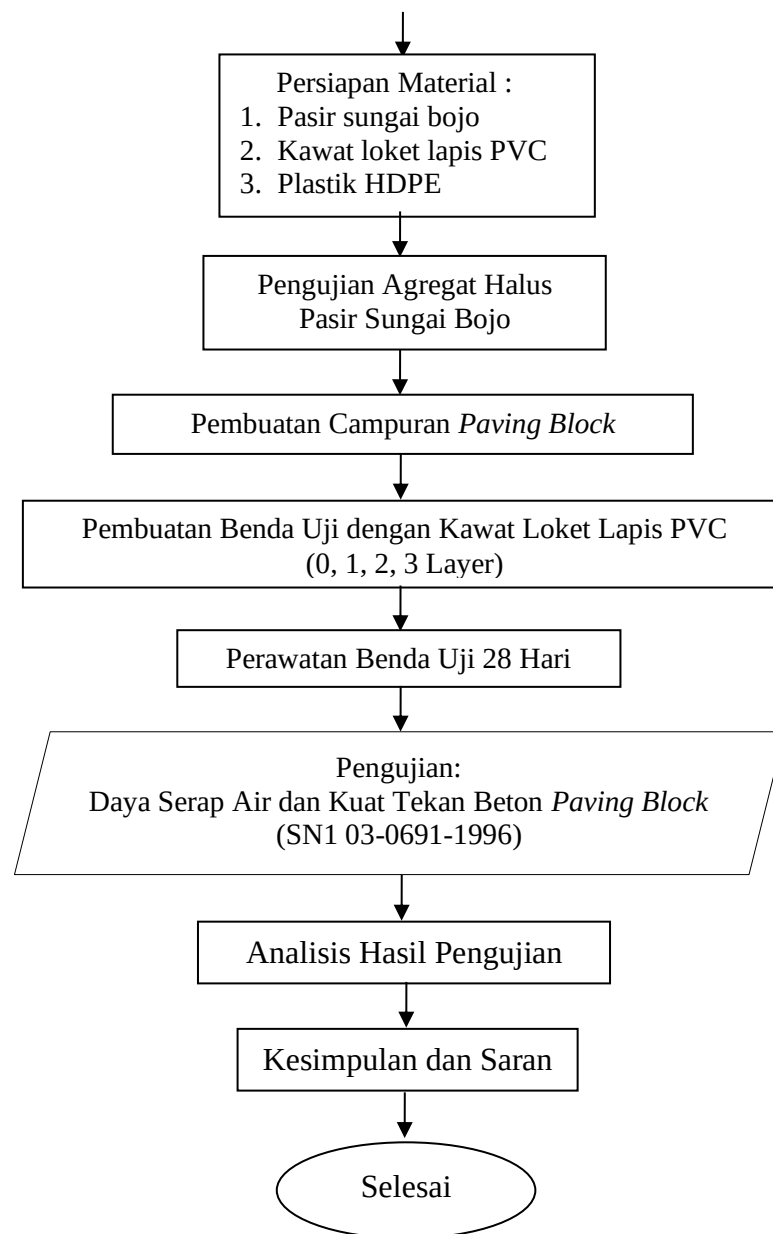
e. Interpretasi hasil

Bandingkan nilai kuat tekan *paving block* plastik dengan standar yang berlaku. *Paving block* plastik umumnya memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan *paving block* beton, namun cukup tahan terhadap kerusakan dan abrasi, terutama dalam kondisi lingkungan yang basah atau basah-kering.

Langkah-langkah ini mengikuti standar umum pengujian *paving block*, dengan fokus pada karakteristik unik *paving block* plastik yang memiliki sifat berbeda dibandingkan dengan *paving block* berbahan beton.

F. Diagram Alur Penelitian





Gambar 3. 2 Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut :

1. Agregat halus pasir sungai

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4,26%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2,52%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,55	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,62	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,55%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,46	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,37	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,40	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2,19	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat pasir sungai didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat pasir sungai diatas yaitu 4,26%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4142-1996 yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material

agregat pada pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block* tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat pasir sungai diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.1 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat pasir sungai tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah dan sesuai dengan spesifikasi SNI 03-2816-1992. Sehingga dapat digunakan dalam campuran *paving block* tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat pasir sungai diatas yaitu 2,52%, hasil tersebut dengan spesifikasi SNI 03-1971-1990 yaitu berada diantara interval 2,00% - 5,00% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block*.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi lepas diatas yaitu 1,55 sedangkan pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi padat yaitu 1,62 dari ke 2 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4804-1998 yaitu berada diantara interval 1,4 – 1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block*.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat pasir sungai di atas yaitu 1,55%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI SNI 1969:2008 yaitu berada diantara interval dari 0,2% - 2,0% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block*.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,46, berat jenis kering yaitu 2,37 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,40, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 1969:2008 yaitu berada diantara interval 1,6 – 3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block*.

g. Modulus kepasir sungaian agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kepasir sungaian agregat pasir sungai diatas yaitu 2,92 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-1968-1990 yaitu berada diantara interval 1,50 – 3,80 yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran *paving block*.

2. Limbah HDPE

Tabel 4. 2 Rekapitulasi pengujian agregat halus (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Berat volume			

	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	0,90	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	0,95	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat pasir sungai didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume limbah HDPE kondisi lepas diatas yaitu 0,90 sedangkan pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi padat yaitu 0,95 dari ke 2 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4804-1998 yaitu berada diantara interval 1,4 – 1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material limbah HDPE tersebut tidak memenuhi spesifikasi.

Berat volume plastik lebih rendah dibandingkan pasir karena sifat fisik dan struktur materialnya. Plastik HDPE memiliki struktur molekul yang ringan dan banyak ruang kosong, sementara pasir terdiri dari mineral padat dengan kerapatan lebih tinggi. Struktur ini membuat plastik lebih ringan meskipun volumenya sama.

B. Perencanaan Adukan Campuran *Paving Block* (*Mix Design*)

1. Volume *paving block*

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

Diketahui: $p = 21 \text{ cm}$

$l = 10,5 \text{ cm}$

$t = 8 \text{ cm}$

Untuk menentukan volume cetakan *paving block*, maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = 21 \text{ cm} \times 10,5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} = 1764 \text{ cm}^3$$

2. Komposisi campuran *paving block*

Pada penelitian ini digunakan limbah HDPE dan kawat PVC sebagai tulangan, variasi pertama HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer, variasi kedua HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer, variasi ketiga HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer dan variasi keempat HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer.

Berdasarkan pengamatan pada alat cetak *paving block* didapatkan volume cetakan sebesar 1764 cm³. Adapun perbandingan yang digunakan didalam penelitian ini adalah pasir : 1, HDPE : 3.

$$\text{Pasir} = \frac{1}{(1+3)} \times 1764 = 441 \text{ cm}^3 = 0,441 \text{ liter}$$

$$\text{HDPE} = \frac{3}{(1+3)} \times 1764 = 1323 \text{ cm}^3 = 1,323 \text{ liter}$$

Maka untuk menentukan kebutuhan digunakan persamaan sebagai berikut :

a. Pasir 25%, plastik HDPE 75%, kawat PVC 0 Layer

$$\text{Pasir} = 25\% \times 0,441 = 0,1103 \text{ liter}$$

$$\text{HDPE} = 25\% \times 1,323 = 0,9923 \text{ liter}$$

Tabel 4. 3 *Mix design paving block* HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan Tiap 3 Benda Uji (kg)
-------	-------------------------	----------------------------------	---------------------------------

Pasir	1,62	0,441	2,280
HDPE	0,95	1,323	4,035

b. Pasir 25%, plastik HDPE 75%, kawat PVC 1 Layer

$$\text{Pasir} = 25\% \times 0,441 = 0,1103 \text{ liter}$$

$$\text{HDPE} = 25\% \times 1,323 = 0,9923 \text{ liter}$$

Tabel 4. 4 *Mix design paving block HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)*

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan Tiap 3 Benda Uji (kg)
Pasir	1,62	0,441	2,280
HDPE	0,95	1,323	4,035

c. Pasir 25%, plastik HDPE 75%, kawat PVC 2 Layer

$$\text{Pasir} = 25\% \times 0,441 = 0,1103 \text{ liter}$$

$$\text{HDPE} = 25\% \times 1,323 = 0,9923 \text{ liter}$$

Tabel 4. 5 *Mix design paving block HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)*

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan Tiap 3 Benda Uji (kg)
Pasir	1,62	0,441	2,280
HDPE	0,95	1,323	4,035

d. Pasir 25%, plastik HDPE 75%, kawat PVC 3 Layer

$$\text{Pasir} = 25\% \times 0,441 = 0,1103 \text{ liter}$$

$$\text{HDPE} = 25\% \times 1,323 = 0,9923 \text{ liter}$$

Tabel 4. 6 *Mix design paving block HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)*

Bahan	Berat Volume (kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan Tiap 3 Benda Uji (kg)
Pasir	1,62	0,441	2,280
HDPE	0,95	1,323	4,035

C. Uji Penyerapan

Berdasarkan hasil penelitian, penyerapan pada *paving block* umur 28 hari pada pengujian variasi HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer, variasi kedua HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer, variasi ketiga HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer dan variasi keempat HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer, yaitu sebagai berikut:

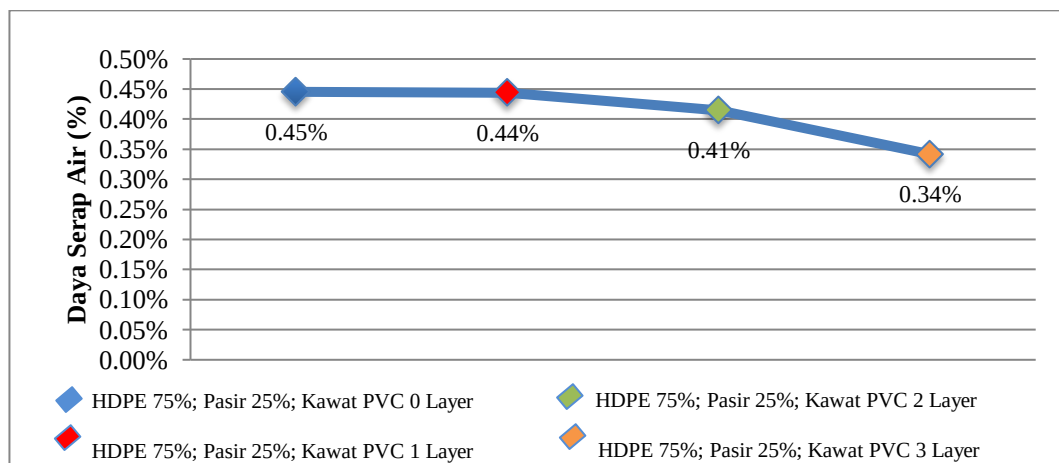
$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Penyerapan air} &= \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100 \% \\
 &= \frac{1,656 - 1,648}{1,648} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,008}{1,648} \times 100 \% \\
 &= 0,0049 \times 100\% \\
 &= 0,49\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 7 Hasil uji penyerapan *paving block* 21 x 10,5 x 8 cm (Sumber: Hasil olah data, 2024)

Variasi	Benda Uji	Berat Basah W_b (gr)	Berat Kering W_k (gr)	Daya Serap Air (%)
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 0 layer	21x10x8	1,656	1,648	0,49%
	21x10x8	1,806	1,797	0,50%
	21x10x8	1,499	1,494	0,33%
Rata - rata		1,654	1,646	0,45%
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 1 layer	21x10x8	1,856	1,847	0,49%
	21x10x8	1,850	1,842	0,43%
	21x10x8	1,721	1,714	0,41%

Variasi	Benda Uji	Berat Basah W_b (gr)	Berat Kering W_k (gr)	Daya Serap Air (%)
Rata - rata		1,809	1,801	0,44%
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 2 layer	21x10x8	1,942	1,936	0,31%
	21x10x8	1,639	1,635	0,24%
	21x10x8	1,744	1,732	0,69%
Rata - rata		1,775	1,768	0,41%
HDPE 75%; Pasir 25%; Kawat PVC 3 layer	21x10x8	1,774	1,767	0,40%
	21x10x8	1,749	1,744	0,29%
	21x10x8	1,762	1,756	0,34%
Rata - rata		1,762	1,756	0,34%

Pada pengujian sampel uji dengan umur perawatan 28 hari, diperoleh nilai rata-rata penyerapan air sebagai berikut: variasi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 0 layer sebesar 0,45%; variasi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 1 layer sebesar 0,44%; variasi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 2 layer sebesar 0,41%; serta variasi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 3 layer sebesar 0,34%.



Gambar 4. 1 Penyerapan air *paving block* 21 x 10,5 x 8 cm
(Sumber: Hasil olah data, 2024)

Pada grafik diatas menunjukkan *paving block* HDPE 75% + pasir 25% mengalami peningkatan dan penurunan daya serap air berdasarkan penambahan

lapisan kawat PVC. Kuat tekan tanpa lapisan kawat PVC (0 layer) ke satu lapisan kawat PVC (1 layer) mengalami penurunan sebesar 0,01% sedangkan lapisan kawat PVC (1 layer) ke dua lapisan kawat PVC (2 layer) mengalami penurunan sebesar 0,03% dan dari dua dari lapisan kawat PVC (2 layer) ke tiga lapisan kawat PVC (3 layer) mengalami penurunan sebesar 0,07%.

Nilai penyerapan rata-rata *paving block* tanpa kawat PVC nilai penyerapan mencapai 0,45%, sedangkan 1 layer kawat PVC nilai menurun signifikan menjadi 0,44%. Pada 2 layer menurun menjadi 0,41% dan turun ke 0,34% dengan 3 layer.

D. Kuat tekan *Paving Block*

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kuat tekan pada *paving block* ukuran 21 x 10,5 x 8 cm, sehingga benda uji yang telah selesai diberikan perawatan selama 28 hari kemudian dilakukan pengujian kuat tekan, adapun hasil dari pengujian kuat tekan pada benda uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

1. Variasi HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 0 layer

Pada Tabel 4.8, menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block* dengan komposisi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 0 layer pada umur perawatan 28 hari memiliki nilai rekapitulasi sebesar 12,698 MPa. Berdasarkan nilai tersebut, *paving block* ini termasuk dalam kategori mutu C sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu min 12,5 MPa.

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{280.0000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 12,698 \text{ MPa}$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan *paving block* (MPa),

P = beban maksimum yang diterima *paving block* (N),

A = luas penampang *paving block* 22050 mm² (210 mm x 105 mm)

Tabel 4. 8 Hasil kuat tekan *paving block* HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 0 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)

No	Umur Perawatan	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>
1	28 hari	1,648	280	12,698	C
2		1,797	300	13,605	
3		1,494	260	11,791	
Rata-rata		1,646	280	12,698	

2. Variasi HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 1 layer

Pada Tabel 4.9, menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block* dengan komposisi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 1 layer pada umur perawatan 28 hari memiliki nilai rekapitulasi sebesar 14,135 MPa. Berdasarkan nilai tersebut, *paving block* ini termasuk dalam kategori mutu C sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu min 12,5 MPa.

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{305.000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 13,832 \text{ MPa}$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan *paving block* (MPa),

P = beban maksimum yang diterima *paving block* (N),

A = luas penampang *paving block* 22050 mm² (210 mm x 105 mm)

Tabel 4. 9 Hasil kuat tekan *paving block* HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 1 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)

No	Umur Perawatan	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Mutu Paving Block
----	----------------	------------	------------	------------------	-------------------

1	28 hari	1,742	280	12,698	C
2		1,950	305	13,832	
3		1,815	350	15,873	
Rata-rata		1,836	312	14,135	

3. Variasi HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 2 layer

Pada Tabel 4.10, menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block* dengan komposisi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 2 layer pada umur perawatan 28 hari memiliki nilai rekapitulasi sebesar 16,478 MPa. Berdasarkan nilai tersebut, *paving block* ini termasuk dalam kategori mutu C sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu min 12,5 MPa.

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{370.000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 16,780 \text{ MPa}$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan *paving block* (MPa),

P = beban maksimum yang diterima *paving block* (N),

A = luas penampang *paving block* 22050 mm² (210 mm x 105 mm)

Tabel 4. 10 Hasil kuat tekan *paving block* HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 2 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)

No	Umur Perawatan	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>
1	28 hari	1,942	370	16,780	C
2		1,639	355	16,100	
3		1,744	365	16,553	
Rata-rata		1,775	363	16,478	

4. Variasi HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 3 layer

Pada Tabel 4.11, menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block* dengan komposisi HDPE 75%, pasir 25%, dan kawat PVC 3 layer pada umur perawatan

28 hari memiliki nilai rekapitulasi sebesar 17,234 MPa. Berdasarkan nilai tersebut, paving block ini termasuk dalam kategori mutu B sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu min 17 MPa.

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{395.000 \text{ N}}{22050 \text{ mm}^2} = 17,914 \text{ MPa}$$

Keterangan:

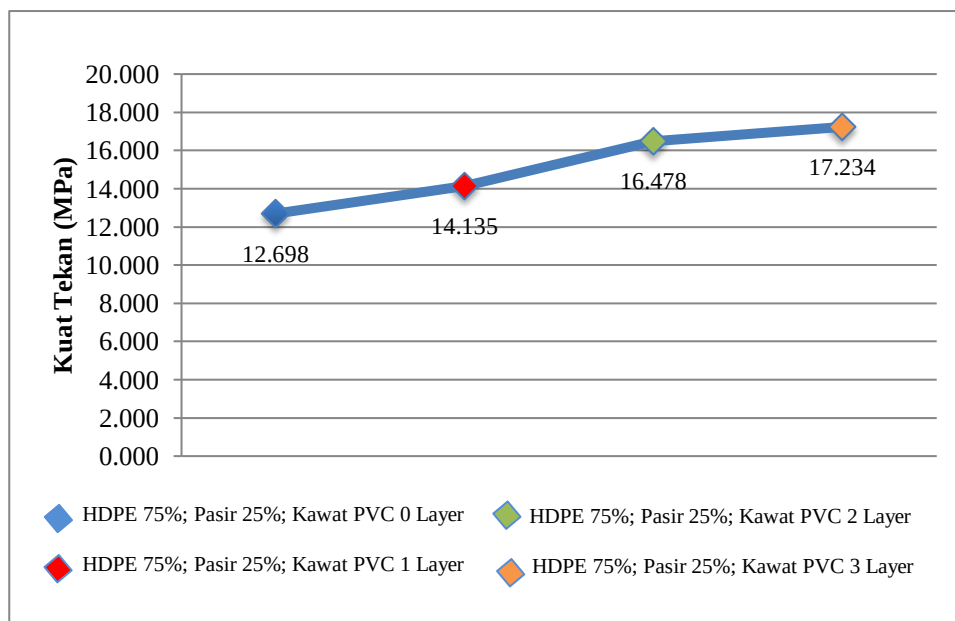
$f'c$ = kuat tekan *paving block* (MPa),

P = beban maksimum yang diterima *paving block* (N),

A = luas penampang *paving block* 22050 mm² (210 mm x 105 mm)

Tabel 4. 11 Hasil kuat tekan *paving block* HDPE 75%; pasir 25%; kawat PVC 3 layer (Sumber: Hasil olah data, 2024)

No	Umur Perawatan	Berat (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Mutu <i>Paving Block</i>
1	28 hari	1,774	395	17,914	B
2		1,749	380	17,234	
3		1,762	365	16,553	
Rata-rata		1,762	380	17,234	



Gambar 4. 2 Grafik gabungan kuat tekan *paving block* 21 x 10,5 x 8 cm
(Sumber: Hasil olah data, 2024)

Pada grafik diatas menunjukkab bahwa *paving block* HDPE 75% + pasir 25% mengalami peningkatan kuat tekan berdasarkan penambahan lapisan kawat PVC. Kuat tekan tanpa lapisan kawat PVC (0 layer) ke satu lapisan kawat PVC (1 layer) mengalami peningkatan sebesar 1,437 MPa sedangkan satu dari lapisan kawat PVC (1 layer) ke dua lapisan kawat PVC (2 layer) mengalami peningkatan sebesar 2,343 MPa dan dari dua dari lapisan kawat PVC (2 layer) ke tiga lapisan kawat PVC (3 layer) mengalami peningkatan sebesar 0,756 MPa.

Pada *paving block* tanpa lapisan kawat PVC (0 layer), kuat tekan tercatat sebesar 12,698 MPa. Ketika ditambahkan satu lapisan kawat PVC (1 layer), kuat tekan meningkat menjadi 14,135 MPa. Dengan dua lapisan kawat PVC (2 layer), kuat tekan terus meningkat menjadi 16,478 MPa, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 17,234 MPa pada tiga lapisan kawat PVC (3 layer).

Grafik ini menunjukkan kenaikan kuat tekan seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan kawat PVC. Penambahan lapisan kawat PVC terbukti memberikan penguatan tambahan terhadap *paving block*, dimana semakin banyak lapisan kawat PVC, semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji eksperimental penggunaan limbah HDPE sebagai pengganti abu pada material *paving block* yang telah dianalisis di Laboratorium Bahan dan Struktur Universitas Muhammadiyah Parepare, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian daya serap air *paving block* menunjukkan bahwa perubahan naik turun pada nilai daya serap air dengan komposisi HDPE 75% dan pasir 25% tanpa kawat PVC penyerapan air mencapai 0,45%. Sedangkan pada 1 layer kawat PVC, nilai menurun menjadi 0,44%. Pada 2 layer menurun menjadi 0,41% dan turun ke 0,35% dengan 3 layer. Berdasarkan spesifikasi SN1 03-0691-1996 daya serap air pada setiap variasi tidak memenuhi standart, dikarenakan menggunakan *paving block* plastik yang berpengaruh pada daya serap airnya. Semakin sedikit lapisan kawat PVC pada *paving block* HDPE, semakin tinggi penyerapan airnya. Kawat PVC yang bersifat *non-porous* membuat struktur *paving block* lebih padat, mengurangi pori-pori dan celah yang memungkinkan air meresap. Akibatnya, *paving block* dengan lebih banyak lapisan kawat PVC memiliki daya serap air yang lebih rendah.
2. Kuat tekan *paving block* berdasarkan spesifikasi SN1 03-0691-1996 pada komposisi HDPE 75% dan pasir 25% tanpa lapisan kawat PVC, sebesar 12,698 Mpa dengan mutu C. Sedangkan untuk penambahan kawat PVC 1 layer, kuat

tekan meningkat menjadi 14,135 Mpa dengan mutu C. Komposisi kawat PVC 2 layer, kuat tekan terus meningkat menjadi 16,478 Mpa dengan mutu C, dan komposisi kawat PVC 3 layer mencapai nilai tertinggi sebesar 17,234 Mpa dengan mutu B. Semakin banyak lapisan kawat PVC yang digunakan, semakin tinggi kuat tekan paving block yang dihasilkan. Penambahan lapisan kawat PVC pada *paving block* HDPE berfungsi sebagai tulangan yang memperkuat struktur internal. Kawat PVC membantu mendistribusikan beban secara merata, meningkatkan kohesi antar material, serta mengurangi deformasi dan risiko retak saat menerima tekanan.

B. Saran

Selain beberapa masukan yang penulis dapatkan selama proses pembuatan tugas akhir ini, penulis juga mengharapkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengharapkan agar *paving block* berbahan dasar plastik ini lebih diupayakan untuk pengaplikasiannya di kehidupan sehari-hari.
2. Dengan dibutuhkannya sumber daya manusia yang unggul maka penulis juga mengharapkan para mahasiswa lain untuk mengembangkan teknologi tepat guna yang serupa.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan mahasiswa meneliti jenis dan kualitas kawat PVC yang berbeda untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan dalam kuat tekan dan daya serap air. Ini dapat mencakup variasi dalam diameter, kekuatan, dan jenis kawat PVC yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *Paving Block: SNI 03-0691-1996*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dwitiani Komalasari, T. (2024). 12 Juta Ton Sampah Plastik Menumpuk di RI, Terjadi Antrean Truk ke TPA. In *Katadata*.
- Eddy Erawan Syaputra, Sazuatmo, F. W. W. (2022). Analisis Kekuatan Paving Block Bertulang Menggunakan Kawat Harmonika. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26(2), 131–137.
- Fikram, F., & Misbahuddin, M. (2022). Substitusi Agregat Paving Block Dengan Tambahan Serat Bendrat. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(2), 50–53.
- Hutauruk, D. M. (2021). Pengaruh Serat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastic Hdpe. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 5(1), 9–16.
- Kasmaida, K., Syamsuddin, M. S., Hamsyah, H., & Jabir, M. (2023). Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton K-200 Dan Subtitusi Serbuk Tempurung Kelapa Terhadap Beton Normal. *Jurnal Karajata Engineering*, 3(2), 107–110. <https://doi.org/10.31850/karajata.v3i2.2690>
- Kasmaida, Mustakim, Ashadi, & Ruslan, N. (2023). Pendampingan Masyarakat dalam Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Paving Block. *Community Development Journal*, 4(2), 1358–1361.
- Kawat.com, D. (2024). Penjelasan Secara Detail Tentang Kawat Locket PVC. In *Dunia Kawat*.
- Mustakim, M., Asrul, A., & Virlayani, A. (2023). Paving Block Tanpa Semen Berbahan Limbah Plastik. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 4(2), 595–604.
- Mustakim, M., Rahima, R., Muis, A., & Sulfanita, A. (2023). Studi Perbandingan Kuat Tekan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 20(1), 41–50.
- Nasional, B. S. (n.d.). *Klasifikasi Paving Block SNI T 04–1990–F*. BSN.
- Prasetyo, E. P., Al Fathoni, M. A. S., & Afriandini, B. (2024). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis Hdpe (High Density Polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 9.
- Surya Hadi. (2022). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT

TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Open Journal Systems*, 17(1978), 1–6.

Urbania, B. A., Dewi, T. U., & Nindyapuspa, A. (2022). Pengaruh Metode Perawatan Siram terhadap Kualitas Paving Block menggunakan Limbah Plastik HDPE – LDPE. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), 102–106.

Valdi, E. F., Agustin, S., & Trisnawati, L. (2022). Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Pada Paving. *Nusantara Hasana Journal*, 2(3), 219–224.

Wanda, A., Sultan, M. A., Tata, A., & Ningrum, F. (2021). Uji Sifat Mekanis Paving Block Geopolymer. *Clapeyron : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 66–75.