

Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air pada *Paving Block*

The Effect Of Plastic Waste Addition As On Compressive Strenght and Water Absorption In Paving Block

Roza Mildawati *

Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution, Pekanbaru, Indonesia

* Penulis korespondensi : rozamildawati@gmail.com

Tel.: +62-81-365-600-989

Diterima: 31 Januari 2023 ; Direvisi: 30 Agustus 2023; Disetujui: 02 September 2023;

DOI: 10.25299/saintis.2023.vol23(02).7966

Abstrak

Limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan sekitar. Salah satu cara pemanfaatan limbah plastik adalah sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block*. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan pasir sebagai bahan pembuatan *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP (*PolyPropylene*), tujuannya untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*. Penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi sebagian pasir dengan komposisi campuran 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir. Pembuatan *paving block* menggunakan cetakan berukuran 20x10x6 cm dan pengujian dilakukan setelah umur 28 hari dengan metode SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*). Nilai kuat tekan rata-rata *paving block* dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir mengalami penurunan setiap variasinya. Pada variasi 0% dan 10% didapat nilai kuat tekan sebesar 186,47 kg/cm² dan 171,13 kg/cm² yang keduanya masuk mutu B. Sedangkan *paving block* pada variasi 20% dan 30% didapat nilai kuat tekan sebesar 138,08 kg/cm² dan 93,24 kg/cm² yang masuk mutu C dan D. Penyerapan air *paving block* untuk variasi 0%, 10% dan 20% secara berturut-turut yaitu sebesar 4,89%, 7,42%, dan 9,57% yang masuk mutu B, C, dan D. Sedangkan variasi 30% sebesar 10,77% yang tidak masuk dalam mutu. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari *paving block*.

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

Abstract

Plastic waste is a material that is difficult to decompose by the soil so that its existence is very disturbing to the surrounding environment. One way to use plastic waste is as a substitute for making paving blocks. This research was conducted to reduce the use of sand as a material for making paving blocks with the use of PP (*PolyPropylene*), the aim is to determine the effect of the compressive strength and water absorption value of paving blocks. The use of PP plastic waste as a partial substitute for sand with a mixture composition of 0%, 10%, 20% and 30% by weight of sand. Making paving blocks using molds measuring 20x10x6 cm and testing is carried out after 28 days of age using the SNI 03-0691-1996 method regarding concrete bricks (*paving blocks*). The value of the average compressive strength of paving blocks with the use of PP plastic waste as a substitute for some sand decreased with each variation. In a variation of 0% and 10% obtained the compressive strength of 186,47 kg/cm² and 171,13 kg/cm² are both in the quality of B. While the paving block the variation of 20% and 30% obtained the compressive strength of 138,08 kg/cm² and 93,24 kg/cm² incoming quality C and D. the absorption of water paving blocks for a variation of 0%, 10% and 20% respectively in the amount of 4,89%, 7,42%, and 9,57% which entered the quality B, C, and D. While the 30% variation was 10,77% which did not enter the quality. This shows that the greater the use of PP plastic waste as a substitute for some sand, the greater the percentage of water absorption from the paving blocks.

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

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di kota Pekanbaru, tingkat konsumsi masyarakat juga semakin meningkat. Salah satunya konsumsi terhadap penggunaan plastik dalam aktifitas sehari-hari. Penggunaan plastik akan terus meningkat karena adanya peningkatan populasi manusia, perkembangan aktifitas serta perubahan gaya hidup dan sosio-ekonomi masyarakat.

Konsumsi plastik ini akan mendorong peningkatan jumlah limbah plastik yang dihasilkan [1].

Limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan sekitar. Limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) sering dijumpai pada mainan anak-anak, botol minuman, kerangka tv/komputer dan lain sebagainya yang memiliki sifat elastis. Berbagai cara dilakukan untuk mengolah limbah plastik menjadi hal yang

bermanfaat, mulai dari mendaur ulang limbah plastik sampai memanfaatkan limbah plastik untuk campuran bahan bangunan. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block* [2].

Paving block merupakan salah satu alternatif pilihan untuk lapis perkerasan permukaan tanah, kemudahannya dalam pemasangan, perawatan yang relatif murah serta memiliki aspek keindahan yang membuat *paving block* banyak diminati. *Paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut [3]. *Paving block* umumnya digunakan untuk perkerasan jalan seperti trotoar, area parkir, kawasan pemukiman atau komplek perumahan, taman dan lain-lain [4] [5].

Dalam penelitian ini, benda uji yang dibuat *paving block* (bata beton) tipe *holland* dengan ukuran 20x10x 6 cm. Komposisi limbah plastik yang digunakan adalah 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat pasir dengan perbandingan campuran untuk semen dan pasir yaitu 1:4. Pengujian dilakukan pada *paving block* yang berumur 28 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik jenis PP terhadap kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* sesuai metode [3]. Sehingga dapat diketahui hasil penelitian dengan penggunaan limbah plastik jenis PP dalam pembuatan *paving block*.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian yang berjenis eksperimental dengan melakukan pengujian di dalam laboratorium. Adapun pembuatan *paving block* mengacu pada aturan SNI 03-0691-1996 [6]. Benda uji *paving block* tipe *holland* ukuran 20x10x6 cm dengan variasi penambahan limbah plastik PP yaitu 0% sebanyak 6 buah, 10% sebanyak 6 buah, 20% sebanyak 6 buah dan 30% sebanyak 6 buah sebagai substitusi dari berat pasir, jadi semua sampel berjumlah 24 benda uji [7], [8]. Perbandingan campuran untuk semen dan pasir yaitu 1:4. Pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block* dilakukan pada umur perawatan 28 hari.

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut,

1. Persiapan, meliputi semua persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan dan pengujian pada penelitian seperti izin peminjaman alat laboratorium, persiapan material, bahan tambah dan persiapan semua alat yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Pemeriksaan material yang dilakukan terdiri dari analisa saringan, berat isi, berat jenis dan kadar lumpur.

3. Perencanaan campuran benda uji, meliputi komposisi yang akan digunakan pada pembuatan benda uji yang mengacu pada SNI-03-0691-1996.
4. Pembuatan benda uji dilakukan menggunakan mesin cetak *paving block* jenis getar (*vibrator*) tipe *holland* dimensi 20x10x6 cm.
5. Perawatan *paving block* dilakukan sesuai dengan umur beton normal yaitu 28 hari umur perawatan dengan melakukan penyiraman (*curing*) dua hari sekali.
6. Pemotongan benda uji *paving block* dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong beton, dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 cm.
7. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan *Concrete Compression Machine* (CCM).
8. Pengujian daya serap air *paving block* dilakukan dengan perendaman benda uji selama 24 jam. Lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C.
9. Analisa dan pembahasan yaitu menganalisa benda uji dari penggunaan limbah plastik PP (*Poly Propylene*) sebagai pengganti sebagian pasir.
10. Analisa pengujian *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996 dengan menentukan nilai rata-rata kuat tekan dan menentukan nilai rata-rata daya serap air.

Bahan Penyusun Paving Block

Untuk menghasilkan *paving block* yang berkualitas ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan, komposisi campuran dan proses pencetakan maka *paving block* yang dihasilkan akan semakin baik.

1. Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis [9]. Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain [10].
2. Dalam susunan beton, agregat mempunyai volume paling besar yaitu antara 60-80 % dari volume beton, dengan demikian sifat agregat yang dipakai sangat mempengaruhi kualitas beton. Untuk itu diperlukan data yang jelas mengenai agregat yang akan

digunakan dalam campuran beton, sehingga komposisi campuran dapat direncanakan dengan tepat, sesuai dengan kualitas beton yang diinginkan [11].

3. Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan *paving block* yang memiliki harga paling murah diantara bahan yang lain. Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat. Selain itu, fungsi air untuk membasahi agregat dan memberi kemudahan dalam pengerjaan. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra-tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung alkali juga tidak boleh digunakan [12].

Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya [12]. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik. Limbah plastik yang dimaksud yaitu limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) yang telah diolah menjadi butiran-butiran atau cacahan plastik yang akan digunakan dalam pencampuran pembuatan *paving block*.

Pemeriksaan Material dan Pengerjaan

Pemeriksaan material merupakan tindakan yang digunakan untuk mendapatkan bahan – bahan campuran beton yang memenuhi persyaratan, sehingga beton yang dihasilkan nanti sesuai dengan standar. Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir

yang dipakai adalah : 9,60 mm; 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (MHB) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persen kumulatif tertahan dibagi 100. Semakin besar nilai mhb menunjukkan semakin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5-3,8 [11]. [13] 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).

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat halus:

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

Analisa saringan dapat dihitung berdasarkan perhitungan rumus Persentase Berat Tertahan (PBT) dan Modulus Halus Butir (MHB) dihitung dengan persamaan berikut:

$$PBT = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$MHB = \frac{\sum \text{Berat Tertahan kumulatif}}{100} \quad (2)$$

Parameter berikutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Berat isi. Parameter ini merupakan perbandingan antara berat dan volume (termasuk rongga diantara butiran baik agregat kasar ataupun halus). Berat isi dihitung berdasarkan berat pasir dalam suatu bejana dibagi volume bejana tersebut, sehingga yang dihitung

adalah volume padat pasir (meliputi volume tertutup dan volume pori terbukanya). Berat satuan pasir dari agregat normal adalah 1,50-1,80 gram/cm³ [11]. Berat isi pada material pasir (*Ysat.pasir*) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Y_{sat.pasir} = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (3)$$

Pengujian berat jenis dimaksudkan untuk pedoman saat pengujian dalam menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam pasir. Berat jenis pasir dari agregat normal adalah 2,0-2,7, berat jenis pasir dari agregat berat adalah lebih dari 2,8 dan berat jenis pasir dari agregat ringan adalah kurang dari 2,0 [11]. Langkah-langkah pengujian berat jenis:

1. Dikeringkan benda uji dalam oven hingga dicapai berat tetap, lalu dinginkan pada suhu ruangan kemudian rendam dalam air selama 24 jam (1 hari).
2. Dibuang air perendam secara hati-hati dan perlahan hingga tidak ada butiran yang hilang, tebarkan agregat halus diatas talam, keringkan benda uji dengan cara membalik-balikkan benda uji hingga dicapai kering permukaan jenuh.
3. Diperiksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung, hingga keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Setelah kondisi kering permukaan jenuh tercapai, dimasukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling hingga mencapai 90% dari isi piknometer, putar sambil diguncang hingga tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Cara kerja ini juga dapat menggunakan pipa hampa hisap, tetapi perhatikan jangan sampai ada air yang terhisap.
5. Direndam piknometer yang berisi air dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan standar 25°C.
6. Ditambahkan air hingga mencapai tanda batas.
7. Ditimbang piknometer yang berisi air dan benda uji.
8. Dikeluarkan benda uji lalu keringkan dalam oven sampai mencapai berat tetap, kemudian keringkan dalam desikator.
9. Setelah benda uji dingin, lalu ditimbang (BK).
10. Ditentukan berat piknometer yang berisi air penuh, ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

Keseluruhan dalam perhitungan berat jenis dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Berat jenis curah (Bulk)} = \frac{W_1}{W_6 + W_2 - W_8} \quad (4)$$

Berat jenis kering permukaan jenuh,

$$(\text{SSD}) = \frac{W_2}{W_6 + W_2 - W_8} \quad (5)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{W_1}{W_6 + W_1 - W_8} \quad (6)$$

$$\text{Tingkat penyerapan air} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Resapan efektif (Re)} = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Berat air serapan max} = Re \times W_1 \quad (9)$$

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

1. Ditimbang wadah tanpa benda uji.
2. Benda uji dimasukkan kedalam cawan, lalu dikeringkan didalam oven mencapai berat tetap selama 24 jam. Kemudian pasir ditimbang beratnya (*B1*).
3. Dimasukan air pencuci kedalam wadah sehingga benda uji terendam.
4. Diaduk benda uji dalam wadah hingga menghasilkan pemisahan yang sempurna antara butir-butir kasar dan halus lainnya, yang lolos saringan No.200 (0,075 mm), diusahakan bahan yang halus tersebut melayang di dalam air pencucian hingga mempermudah pemisahannya.
5. Dibuang air pencucian tersebut dan hati-hati supaya benda uji yang dicuci tidak ikut terbuang.
6. Diulangi langkah kerja No 3, No 4, dan No 5 sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kemudian dikeringkan benda uji di dalam oven hingga mencapai berat tetap dan timbang benda uji tersebut hingga mencapai ketelitian 0,1% dari berat contoh (*B2*).

Analisis perhitungan kadar lumpur pasca proses pemeriksaan diharapkan mempunyai nilai < 5 %. Adapaun perhitungan kadar lumpur dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Persentase kadar lumpur} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \quad (10)$$

Pembuatan Paving Block

Pembuatan mortar atau adukan *paving block* dilakukan secara manual karena jumlah campuran bahan yang tidak terlalu banyak. Pencampuran tidak menggunakan mixer agar cacahan plastik tidak berterbangan ketika pengadukan.

Pencampuran bahan dilakukan hingga mortar menjadi homogen dan kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk. Secara detail, pembuatan paving block dapat dilakukan dengan proses sebagai berikut,

1. Perhitungan dan penimbangan bahan, dalam tahap ini semua bahan dihitung dan kemudian ditimbang sesuai kebutuhan dari masing-masing komposisi campuran yaitu semen portland, pasir, air dan cacahan plastik *polypropylene*. Komposisi campuran menggunakan perbandingan berat, sehingga kebutuhan bahan ditentukan dengan berat sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran. Perbandingan komposisi semen : pasir adalah 1pc : 4ps dengan variasi penggunaan plastik PP (*PolyPropylene*) sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% dari volume pasir.
2. Pembuatan adukan, dengan langkahnya yakni melakukan penimbangan bahan, kemudian bahan ditimbang, bahan kemudian diaduk dalam keadaan kering hingga homogen dalam bak adukan. Berikutnya dilakukan penuangan air kedalam bak adukan dengan merata, kemudian aduk hingga didapatkan adukan yang merata selama 10-15 menit.

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

1. Meletakkan alas (triplek tebal 20 mm) pada meja mesin.
2. Mengatur mesin pada posisi cetakan membuka (bagian stempel diatas bagian form) sehingga campuran bisa dimasukkan kedalam cetakan.
3. Masukkan campuran kedalam cetakan.
4. Menyalakan sistem getar pada mesin sekitar ± 10 detik.
5. Memenuhi kembali isi cetakan yang turun akibat penggetaran dengan campuran.
6. Tekan tuas pemadatan atau pengepresan sehingga bagian stempel turun dan melakukan proses pemadatan sambil sistem getar dijalankan.

7. Tekan tuas untuk mengangkat bagian cetakan.

Pengujian Paving Block

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

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan (f_c') dari benda uji *paving block*. Pengujian kuat tekan *paving block* menggunakan alat *compression test*. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pada pembacaan alat *compression test* berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal. Pengujian kuat tekan pada beton dilakukan dengan menekan benda uji silinder 150 mm x 300 mm pada standar ACI, SNI, dan kubus 150 mm x 150 mm pada standart Inggris. Kuat hancur dari *paving block* dipengaruhi oleh sejumlah faktor yaitu:

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat tekan bebas beton.
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat.
3. Efisiensi dari perawatan (*curing*), kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.
4. Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan beton meningkat dengan bertambahnya suhu. Pada t
5. titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang sama [14].

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

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (11)$$

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

$$f_c'r = \frac{\sum f_c'}{n} \quad (12)$$

Adapun faktor yang mempengaruhi kuat tekan *paving block* sama halnya dengan kuat tekan beton, yaitu sebagai berikut :

1. Faktor air semen adalah perbandingan antara air dengan semen yang dipakai dalam

pembuatan adukan. Nilai faktor air semen yang tinggi menyebabkan adukan beton menjadi banyak pori-pori yang mengandung air, setelah beton keras akan menimbulkan rongga-rongga sehingga kekuatannya akan rendah. Sedangkan nilai faktor air semen yang rendah menyebabkan adukan akan sulit dipadatkan sehingga menimbulkan banyak rongga udara. Hal ini mengakibatkan beton yang dihasilkan berkualitas rendah dan adukan beton sulit dikerjakan. Faktor air semen (fas) yang umum digunakan adalah 0,35 dari berat semen [11].

2. Kepadatan adukan beton akan mempengaruhi kekuatan beton setelah mengeras [11]. Tujuan pemadatan adalah untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal [15].
3. Umur *paving block* dihitung sejak beton dibuat, kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang 28 hari) yang disebabkan oleh jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan kenaikan kekuatan beton dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas maka akan semakin lambat kenaikan kekuatannya dan semakin tinggi suhu perawatan maka kenaikan kekuatan beton semakin cepat [11].

Besar kecilnya penyerapan air pada *paving block* sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* tersebut. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam *paving block* maka akan semakin besar pula penyerapan air sehingga ketahanannya akan berkurang. Pori-pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya [2]. Penyerapan air pada *paving block* dilakukan dengan pengujian daya serap air di laboratorium. Pelaksanaan pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui persentase penyerapan air oleh *paving block*, dimulai dengan melakukan perendaman *paving block* dalam waktu 24 jam dan ditimbang berat basah. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu kurang lebih 110°C selama 24 jam untuk mengetahui berat kering *paving block* [6]. Daya serapan air dapat dihitung dengan rumus pada persamaan berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{(W_b - W_k)}{W_k} \times 100\% \tag{13}$$

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

$$\text{Daya serap rata-rata} = \frac{\sum \text{Daya serap air}}{n} \tag{14}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan

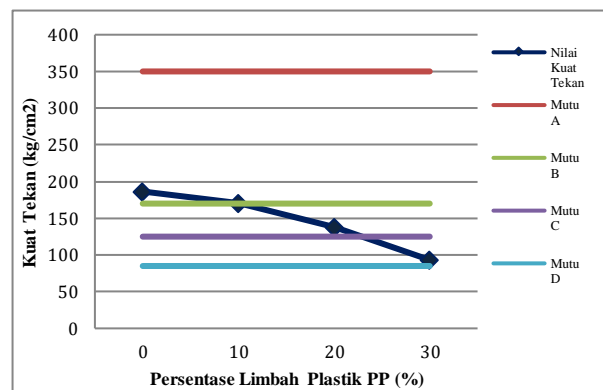
Pengujian kuat tekan beton selalu dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari, karena kekuatan *paving block* telah mencapai 100% pada umur tersebut. Pada penelitian ini pengujian *paving block* dilakukan setelah umur 28 hari untuk mengetahui kuat tekan *paving block* dari interval umur 28 hari tersebut.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

Berdasarkan hasil perhitungan kuat tekan rata-rata seluruh variasi pencampuran limbah plastik memperlihatkan bahwa kuat tekan *paving block* menurun. Kemudian dilakukan klasifikasi *paving block* tersebut tiap variasinya [6] yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuat Tekan Rata-rata *Paving Block*

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

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir dapat mengurangi nilai kuat tekan pada *paving block*. Grafik penurunan nilai kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir mempengaruhi kuat tekan *paving block* sehingga mengalami penurunan. Bertambahnya variasi penggunaan limbah plastik PP nilai kuat tekan *paving block* juga seiring

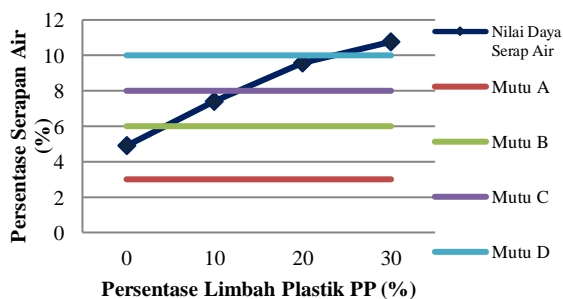
menurun. Tetapi pada variasi penambahan 10% masih masuk mutu B. Sedangkan pada variasi 20% dan 30% sudah masuk di mutu C dan mutu D. Penurunan nilai kuat tekan terjadi karena daya rekat antar komponen tidak bekerja secara maksimal, sehingga banyak terdapat rongga atau celah kosong yang membuat paving block tidak padat saat dilakukan pengujian. Hal ini ditunjukkan dengan pola retakan pada benda uji. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah, Pada Gambar 3, dapat dilihat pola retakan *paving block* berupa garis yang menyebabkan benda uji lebih mudah hancur. Penambahan limbah plastik menyebabkan bertambahnya luasan permukaan agregat yang licin dan datar sehingga menyebabkan gangguan pada lekatan antar partikel.



Gambar 3. Pola Retakan *Paving Block*

Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada *paving block* dilaksanakan dengan cara dioven pada suhu 110°C selama 24 jam, kemudian direndam air selama 24 jam. Pengujian penyerapan air *paving block* dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi penambahan jadi jumlah benda uji yang akan dilakukan pengujian sebanyak 12 buah. Grafik hasil pengujian daya serap air pada setiap variasi dapat dilihat pada gambar 4 di bawah. Dapat dilihat pada grafik tersebut bahwa penggunaan limbah plastik jenis *Poly Propylene* (PP) sebagai pengganti sebagian pasir untuk paving block terhadap daya serap air mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya variasi penggunaan limbah plastik PP.



Gambar 4. Pengaruh Variasi Penggunaan Limbah Plastik PP Terhadap Daya Serap Air *Paving Block*

Dari hasil pengujian daya serap air rata-rata seluruh variasi, kemudian dilakukan penggolongan mutu *paving block* tiap variasi berdasarkan SNI 03-0961-1996, maka dapat dibuat tabel nilai rata-rata daya serap air yang menunjukkan pengaruh penggunaan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) sebagai pengurangan pasir terhadap daya serap air pada *paving block* yang berumur 28 hari pada Tabel 2 di bawah. Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi pasir dapat meningkatkan nilai daya serap air pada *paving block*.

Tabel 2. Daya Serap Air Rata-rata *Paving Block*

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

Terlihat bahwa nilai penyerapan air rata-rata pada *paving block* yang mempunyai campuran semen, pasir dan limbah plastik jenis PP (*PolyPropylene*) yang dikeringkan selama waktu pengeringan 28 hari yaitu sebesar 4,89% untuk *paving block* penggunaan 0% limbah plastik, sedangkan untuk *paving block* variasi 10% dan variasi 20% penggunaan limbah plastik sebesar 7,42% dan 9,57% masih masuk SNI maksimal 10% dan sedangkan untuk variasi 30% penggunaan limbah plastik sudah melebihi batas maksimal yaitu sebesar 10,77%. Berdasarkan hasil pengujian yang didapat, *paving block* dengan penggunaan limbah plastik jenis PP (*Poly Propylene*) sebagai substitusi pasir memiliki daya serap air yang tinggi. Faktor yang membuat daya serap air semakin tinggi ketika penggunaan limbah plastik PP sebagai substitusi penggunaan pasir semakin banyak adalah kurangnya pengikat antara semen, pasir, dan air serta plastik PP sehingga terdapatnya rongga-rongga pada *paving block* yang bisa memicu air untuk masuk dan diserap oleh *paving block*. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat perbandingan antara *paving block* tanpa campuran dan dengan penggunaan limbah plastik PP (*Poly Propylene*) setelah perendaman selama 24 jam.

Adapun *paving block* normal dengan tanpa campuran plastic dapat terlihat pada gambar 5 di bawah. Gambar tersebut terlihat bahwa *paving block* tanpa campuran plastik memiliki bentuk padat dan sangat kokoh yang mengakibatkan kurangnya penyerapan air pada saat dilakukannya perendaman karena air tersebut tidak masuk kedalam *paving block* secara maksimal.



Gambar 5. Paving Block Tanpa Campuran

Untuk perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa paving block dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai pengganti sebagian pasir memiliki fisik yang tidak padat dan memiliki rongga-rongga sehingga air pada saat paving block dilakukan perendaman dapat masuk dan diserap oleh paving block secara maksimal melewati rongga-rongga tersebut. Tingginya porositas juga dapat disebabkan kurangnya daya tekan pada saat pembuatan paving block serta pengaruh dari suhu pengeringan yang tinggi. Hal inilah yang mengakibatkan daya serap air pada paving block meningkat ketika limbah plastik PP digunakan sebagai pengganti sebagian pasir karena plastik memiliki sifat sulit merekat pada bahan material yang lain sehingga pada saat pencetakan, paving block yang dihasilkan tidak padat dan memiliki rongga-rongga.



Gambar 6. Paving Block Menggunakan Limbah Plastik PP

KESIMPULAN

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

sebagian pasir maka semakin meningkat juga persentase penyerapan air dari paving block.

REFERENSI

- [1] D. Indrawijaya, "Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton.," *Univ. Pamulang, Tangerang Selatan.*, 2019.
- [2] D. W. A. Saputra, "Analisis Kuat Tekan Paving Block Dengan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah.," *Univ. Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.*, 2019.
- [3] B. S. Nasional, "SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block).," *Badan Standarisasi Nasional, Indones.*
- [4] R. P. Himawan, "Analisa Kuat Tekan Paving Block Dengan Campuran Minarex H.," *Univ. Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.*, 2013.
- [5] B. S. Nasional, "SK SNI T-04-1990-F Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan.," *Badan Standarisasi Nasional, Indones.*, 1990.
- [6] B. S. Nasional, "SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block).," *Badan Standarisasi Nasional, Indones.*, 1996.
- [7] A. N. I. Yahya, "Pengaruh Variasi Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Karakteristik Paving Block.," *Univ. Islam Indones. Yogyakarta.*, 2018.
- [8] R. A. Giovan, "Pengaruh Penambahan Serat Ijuk dan Silica Fume Pada Karakteristik Paving Block.," *Univ. Islam Indones. Yogyakarta.*, 2018.
- [9] S. Sutrisno, A dan Widodo, "Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice.," 2012.
- [10] B. S. Nasional, "SNI 15-2049-2004 Semen Portland.," *Badan Standarisasi Nasional, Indones.*, 2004.
- [11] K. Tjokrodimuljo, "Bahan Bangunan.," *Jur. Tek. Sipil Fak. Tek. Univ. Gajah Mada, Yogyakarta.*, 2007.
- [12] T. Mulyono, "Teknologi Beton.," *Andi Publ. Yogyakarta.*, 2004.
- [13] B. S. Nasional, "SNI 03-2834-1992.," *Badan Standarisasi Nasional, Indones.*, 1992.
- [14] S. Dkk., "Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal.," *Univ. Lampung, Bandar Lampung.*, 2013.
- [15] K. M. Murdock, L.J, Brook, "Bahan dan Praktek Beton, Edisi Ke-4.," *Jakarta : Erlangga*, 1986.