

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Pendahuluan

Pada penelitian ini telah dilakukan uji pendahuluan terhadap semen, agregat halus dan limbah serbuk marmer

4.1.1 Semen

Semen yang digunakan adalah semen padang .Hasil dari uji berat jenis pada semen menghasilkan BJ sebesar 3,39 gram/ml.

4.1.2 Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir mundu yang berasal dari daerah Cileungsi. Hasil uji pendahuluan terhadap pasir dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pasir

No	Macam-macam Pengujian	Standar Pengujian	Hasil
1	Kadar Lumpur	SNI 03-4141-1996	2,96 %
2	Zat Organik	SNI 03-1766-1990	Tidak Ada
3	Modulus Kehalusan	SNI 03-2834-2000	3,67
4	Kadar Air	SNI 03-1970-1990	3,96 %
5	Berat Jenis SSD	SNI 03-1970-1990	2,03 gr/cm ³
6	Absorpsi	SNI 03-1970-1990	2,59 %

4.1.3 Limbah Serbuk Marmer

Limbah serbuk marmer yang digunakan berasal dari sisa pemotongan batu marmer yang berasal dari Trenggalek kemudian disaring menggunakan saringan no.200 (0,075 mm). Adapun limbah serbuk marmer yang digunakan diambil di Tangerang yang nantinya akan dilakukan uji pendahuluan. Hasil dari uji berat jenis Limbah Serbuk Marmer menghasilkan BJ sebesar 2,79 gram/ml. Dan berikut ini adalah data hasil pengujian kandungan senyawa limbah serbuk marmer.

Tabel 4.2 Kandungan Senyawa Limbah Serbuk Marmer

No	Kandungan Senyawa Kimia	
	Senyawa	Kandungan
1	SiO ₂	3,32 %
2	Al ₂ O ₃	2,81 %
3	CaO	47,36 %
4	Fe ₂ O ₃	1,06 %

4.2 Deskripsi Data

Data yang diambil dari penelitian terhadap benda uji *paving block* antara lain pemeriksaan fisik dan pemeriksaan mekanik.

4.2.1 Pemeriksaan Tampak

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, pemeriksaan sifat tampak pada *paving block* harus memenuhi syarat bidang permukaan *paving block* tidak boleh cacat, rusuk-rusuk *paving block* siku terhadap yang lainnya, dan sudut rusuk *paving block* tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Hasil pemeriksaan tampak *paving block* dapat dilihat pada Lampiran 10. Dengan Hasil pemeriksaan

tampak rata – rata memenuhi syarat benda uji, begitupula dengan pemeriksaan rusuk-rusuk *paving block* rata-rata rusuk *paving block* siku dan secara keseluruhan benda uji *paving block* tidak muda direpihkan dengan jari tangan.

4.2.2 Pemeriksaan Ukuran

Pada pemeriksaan ukuran benda uji dilakukan dengan cara mengukur sisi-sisi *paving block* dengan menggunakan alat ukur. Hasil pemeriksaan ukuran setiap kelompok benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Ukuran

Rata- rata	Campuran				
	0%	5%	10%	15%	20%
Panjang	21,23	21,06	21,21	21,2	21,18
Lebar	10,74	10,41	10,73	10,8	10,78
Tinggi	8,07	7,6	7,67	7,69	7,93

Satuan :centi meter (cm)

4.2.3 Pemeriksaan Berat Paving Block

Pemeriksaan atau penimbangan berat *paving block* dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Benda Uji berjumlah 10 buah dari tiap variasi campuran. Hasil Pemeriksaan Berat setiap kelompok benda uji dapat dilihat Pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Paving Block

Sampel	Campuran				
	0%	5%	10%	15%	20%
Rata-rata	3549,24	3520,16	3584,61	3459,87	3501,5
Rata –rata Maksimum	3997,4	3736,8	4105,2	3690	3677,9
Rata-rata Minimum	3137,1	3320,6	3412	3212,9	3244,1

Satuan: gram (gr)

4.2.4 Pemeriksaan Kuat Tekan

Pemeriksaan kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Benda uji berjumlah 10 buah dari masing-masing komposisi untuk dilakukan uji kuat tekan. Hasil pemeriksaan kuat tekan setiap kelompok dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan

Sampel	Campuran				
	0%	5%	10%	15%	20%
Rata-rata	16,59	24,91	26,97	20,81	16,65
Rata-rata maksimum	25,05	32,88	34,48	28,28	23,86
Rata-rata minimum	6,89	15,09	20,91	15,57	8,41

Satuan : (Mpa)

Hasil kuat tekan dengan 50 benda uji dan 5 variasi campuran menghasilkan kuat tekan tertinggi pada rata rata campuran 10% yaitu 26,97 MPa. Pada batasan masalah mutu yang ingin dicapai adalah mutu B maka campuran serbuk marmer yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah paving block adalah campuran 5%,10% dan 15% karena tergolong dalam mutu B berdasarkan rata rata kuat tekannya

4.2.5 Pemeriksaan Daya Serap Air

Pemeriksaan daya serap air masing-masing benda uji adalah hasil dari selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan benda uji dalam keadaan kering (B) dan dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering. Penyerapan air dihitung berdasarkan aturan pada SNI 03-0691-1996. Hasil pemeriksaan daya serap air dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Daya Serap Air

Sampel	Campuran				
	0%	5%	10%	15%	20%
Rata-rata	7%	5%	5%	6%	8%
Rata-rata Maksimum	11%	8%	7%	10%	9%
Rata-rata Minimum	5%	3%	4%	5%	7%

Rata rata daya serap air yang dihasilkan dari total 25 benda uji dengan 5 variasi dimana setiap variasinya berjumlah 5 buah merujuk ke mutu B dengan penyerapan air rata-rata paling rendah terdapat pada campuran 5% dan 10% yaitu sebesar 5%.

4.3 Pembahasan Hasil

Dari sampel yang telah diuji tersebut, dapat disimpulkan hasil penelitian sifat fisik dan sifat mekanik sebagai berikut:

4.3.1 Tampak

Hasil pemeriksaan tampak *paving block* meliputi bidang permukaan *paving block* tidak boleh cacat, rusuk-rusuknya siku terhadap yang lain, rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan (SNI 03-0691-1996). Nilai kelulusan pemeriksaan tampak *paving block* disimpulkan melalui batas kelulusan yang ditentukan kriterianya yaitu 60% dari hasil pemeriksaaan benda uji. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa *paving block* yang dihasilkan memenuhi kriteria persyaratan lolos benda uji yaitu bidang permukaan tidak boleh cacat, rusuknya siku terhadap yang lain, dan tidak mudah direpihkan oleh jari tangan. Kesimpulan hasil pemeriksaan bidang permukaan *paving block* tidak boleh cacat dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.7 Kesimpulan Hasil Pemeriksaan Bidang Permukaan *Paving block* Tidak Boleh Cacat

Campuran	Jenis pemeriksaan tampak			Keterangan
	Rata-rata bidang permukaan tidak boleh cacat	Rata-rata rusuk siku terhadap yang lain	Rata-rata sudut rusuk tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan	
0%	√	√	√	Lulus uji
5%	√	√	√	Lulus uji
10%	√	√	√	Lulus uji
15%	√	√	√	Lulus uji
20%	√	√	√	Lulus uji

4.3.2 Ukuran Dan Toleransi

Dalam SNI 03-0691-1996 tentang *Paving block* tidak disebutkan mengenai batas ukuran dimensi panjang dan lebar *paving block*. Dimensi yang dibatasi hanya mencakup ketebalan minimum sebesar 6 cm dengan toleransi $\pm 8\%$. Maka dari itu, dalam pemeriksaan ukuran peneliti mengacu pada ukuran cetakan dari produsen dengan ukuran sebagai berikut: panjang dalam 21 cm, lebar dalam 10,5 cm, dan tebal dalam 8 cm dengan toleransi ketebalan berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *Paving block*. Kesimpulan hasil pemeriksaan Ukuran dan Toleransi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

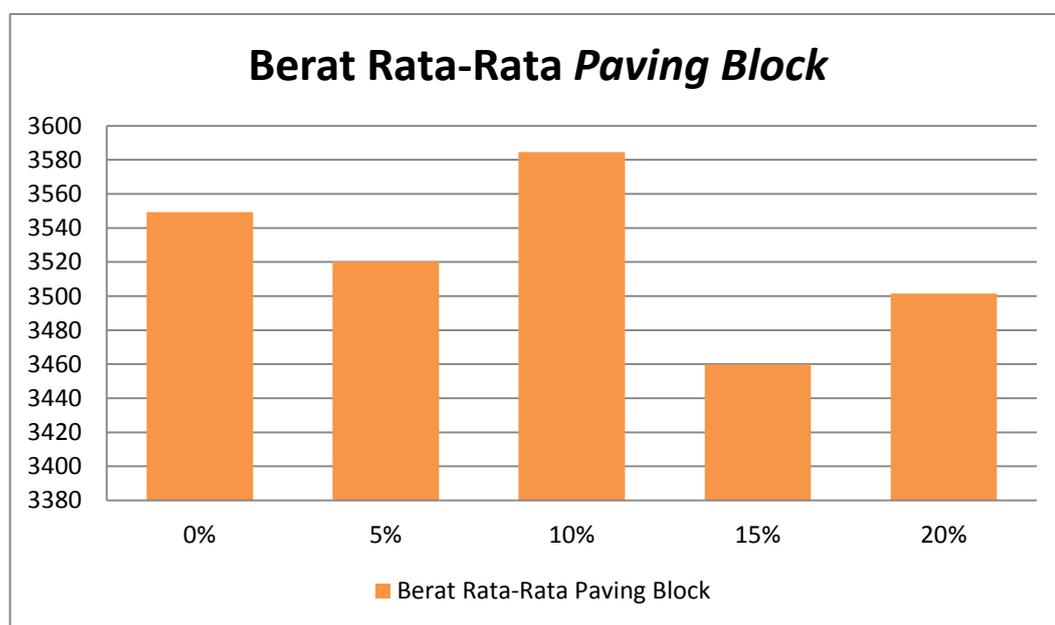
Tabel 4.8 Kesimpulan Hasil Pemeriksaan Ukuran dan Toleransi

Dimensi	Ukuran Cetakan	Toleransi $\pm 8\%$	Campuran				
			0%	5%	10%	15%	20%
P	21	1,68	21,28	21,06	21,21	21,22	21,18
L	10,5	0,84	10,74	10,41	10,73	10,79	10,78
T	8	0,64	7,97	7,57	7,67	7,97	7,92
Kesimpulan			Lulus Uji				

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel benda uji dengan campuran 0% , 5%, 10%, 15% dan 20% memenuhi persyaratan toleransi ukuran menurut SNI 03-0691-1996.

4.3.3 Berat Paving Block

Hasil dari Pengukuran Berat benda uji *Paving Block* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



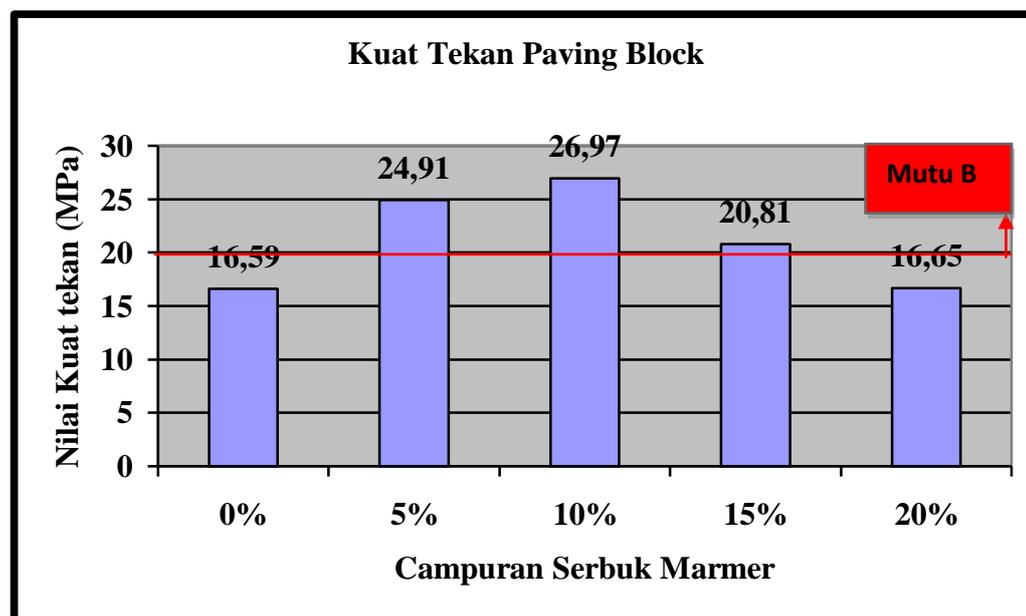
Gambar 4.1 Berat Rata-Rata *Paving Block*

Hasil pengukuran berat *paving block* dengan menggunakan serbuk marmar sebagai bahan tambah pada campurannya menghasilkan rata-rata berat yang fluktuatif hal ini diakibatkan dari teknis pengerjaan paving block antara lain ketika menggunakan mesin pengaduk yang besar namun adukannya hanya sedikit sehingga ada adukan bahan yang melekat pada dinding mesin pengaduk, lalu saat dikeluarkan dari mesin pengaduk adukan dikeluarkan dari mesin pengaduk dengan ketinggian mesin dan lantai tempat jatuhnya adukan sekitar 20 cm serta proses pencetakan benda uji menggunakan mesin press vibarasi yang mencetak

per 3 buah Paving block. Sehingga menyebabkan perbedaan berat pada *paving block*.

4.3.4 Penelitian Kuat Tekan

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *Paving block*, nilai kuat tekan rata-rata *paving block* mutu B sebesar 21,19 MPa. Hasil pemeriksaan kuat tekan semua kelompok benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Rata-Rata Kuat Tekan

Nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan *paving block* dengan menggunakan serbuk marmer sebagai bahan tambah pada campurannya menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan *paving block* normal (tanpa bahan tambah seruk marmer). Terdapat kenaikan nilai kuat tekan *paving block* dengan bertambahnya persentase campuran serbuk marmer sebagai bahan tambah hingga campuran 10 % dari beart semen. Dalam persentase penambahan serbuk marmer 0% - 5% mengalami kenaikan 33 %. Pada persentase penggantian serbuk marmer 5% - 10% mengalami kenaikan 8 %. Sementara pada persentase

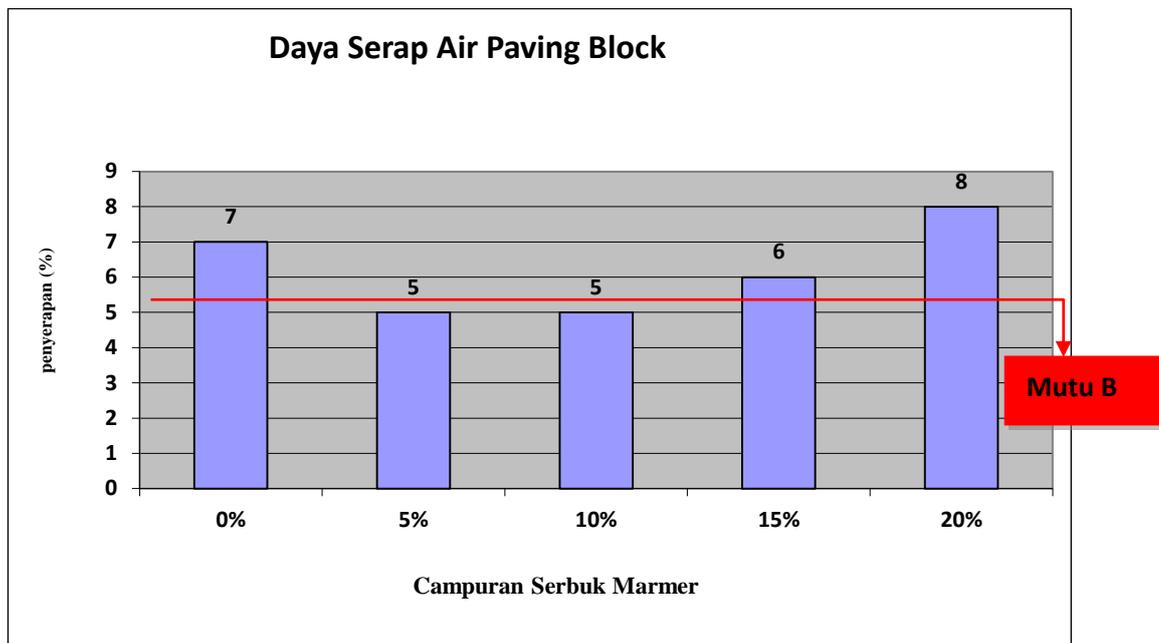
penggantian serbuk marmer 10% - 15% mengalami penurunan sebesar 30 %, Begitupula dengan campuran 15% - 20% mengalami penurunan sebesar 25%.

Peningkatan kuat tekan tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa yang terdapat pada serbuk marmer. Serbuk marmer memiliki kandungan kapur yang lumayan besar yaitu 47,36% dan juga memiliki kandungan silika meskipun tak sebanyak kandungan silika semen yaitu 3,36%. Seperti yang diketahui jika semen bereaksi dengan silika maka akan saling mengikat/mengunci dan menjadi keras seperti batu yang nantinya dapat memberikan peningkatan kuat tekan pada *paving block*.

Adapun yang terjadi pada kelompok benda uji dengan campuran 15% dan 20% dari berat semen mengapa terjadi penurunan kuat tekan, hal ini diduga akibat semakin bertambahnya serbuk marmer maka semakin banyak pula kandungan kapur (CaO) pada campuran paving block dan akhirnya mengurangi kemampuan semen untuk mengikat bahan bahan campuran pada paving block. Hal tersebutlah yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan pada *paving block*.

4.3.5 Penelitian Daya Serap Air

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *Paving block*, nilai penyerapan air rata-rata maksimum untuk mutu B sebesar 6%. Dari hasil Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Daya Serap Air, dapat disimpulkan bahwa semua kelompok variasi benda uji masuk kedalam tingkat mutu B dengan nilai penyerapan air rata-rata pada campuran ke I sebesar 7%, Campuran ke II sebesar 5 %, Campuran ke III sebesar 5% , Campuran ke IV sebesar 6% dan Campuran ke V sebesar 8% Nilai rata-rata daya serap air setiap kelompok benda uji dapat dilihat pada gambar 4.2.



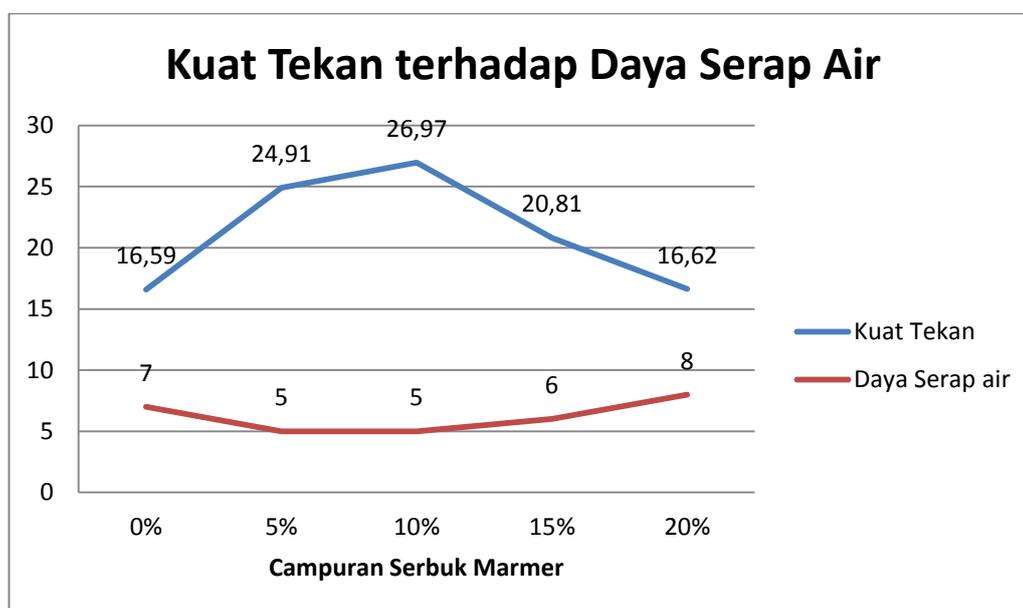
Gambar 4.3 Grafik Rata-rata Daya Serap Air

Dalam persentase bahan tambah serbuk marmer 0%-5% mengalami penurunan 2 % dalam bahan tambah serbuk marmer 5% - 10% memiliki nilai yang sama atau tidak berubah, lalu untuk penambahan serbuk marmer 10%-15% mengalami kenaikan sebesar 1% begitu pula dengan penambahan serbuk marmer 15%-20% sebesar 2 % .

Hal yang mempengaruhi besar kecilnya daya serap air pada suatu *paving block* adalah adanya pori atau rongga udara pada *paving block* tersebut. Semakin sedikit pori atau rongga yang terdapat pada *paving block* maka semakin kecil penyerapan air yang terjadi. Berdasarkan Gambar 4.2 Grafik rata-rata Daya Serap Air, dapat diketahui bahwa serbuk marmer sebagai bahan tambah pembuatan paving block campuran 5% ,10% dan 15% memiliki daya serap air yang lebih baik dibandingkan paving block tanpa bahan tambah serbuk marmer.

4.4 Pembahasan

Jadi seiring terjadinya penurunan daya serap air maka terjadi peningkatan kuat tekan. Hal ini saling berhubungan karena daya serap air yang kecil menunjukkan bahwa rongga-rongga didalam paving block sangatlah sedikit. *Paving block* yang rongga udara atau pori-pori nya sedikit fisiknya juga akan semakin keras dan kokoh. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Terhadap Daya Serap Air

Dari gambar diatas Dapat dilihat pula pada hasil pengujian sifat fisik benda uji, bahwa *paving block* dengan persentase penambahan serbuk marmer sebesar 10% mengalami kerusakan fisik benda uji paling rendah serta memiliki pori-pori yang lebih sedikit dibandingkan campuran yang lain. Hal ini membuktikan bahwa semakin kokoh keadaan fisik suatu *paving block* maka daya serap airnya semakin rendah dan kuat tekannya semakin besar.

4.5 Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian hingga penulisan skripsi ini, terdapat keterbatasan oleh peneliti antara lain:

1. Akibat tempat pembuatan benda uji cukup jauh dari tempat perawatan dan pengujian dikhawatirkan terjadi kerusakan dalam proses pengangkutan karena sampel masih berumur 3 hari .
2. Perendaman benda uji ditempat yang berbeda beda sehingga perlakuan seperti ini dikhawatirkan mempengaruhi keadaan benda uji
3. Benda uji seharusnya ditimbang terlebih dahulu sebelum dilakukan perawatan atau perendaman, agar diketahui berat asli paving block sebelum diuji tekan & daya serap air