

PANDUAN PEMBUATAN PAVING

SRI WIWOHO MUDDJANARKO – NAWIR RASIDI – MACHIKY MAYESTINO

PERKEMBANGAN kebutuhan akan bahan bangunan akan selalu sejalan dengan pertumbuhan penduduk bahkan lebih tinggi lagi. Ini disebabkan bahwa property bukan hanya kebutuhan orang akan tempat tinggal yang layak tetapi juga merupakan bentuk investasi yang sangat baik. Sering dengan kemajuan teknologi banyak ditemukan alternatif bahan bangunan yang memudahkan pengerjaan, biaya yang semakin murah, ramah lingkungan, memberikan efek kenyamanan yang lebih, ketahanan umur, kecepatan dalam aplikasi dan masih banyak lagi keuntungan lainnya.

Hal ini dapat juga ditemukan pada bata ringan dengan teknologi foam (busa). Dalam pembuatan bata ringan ada beberapa cara yang dilakukan misalnya dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen, penggunaan agregat ringan misalnya tanah liat bakar atau batu apung untuk adukan beton, membuat beton dengan tanpa butir-butir agregat halus atau biasa disebut beton non-pasir. Beton ringan dalam bangunan biasanya digunakan untuk dinding tembok struktural, tembok penyekat antar ruang, beton tulang di tempat pada struktur komposit antar plat lantai/atap beton ringan dan juga dapat sebagai dinding isolasi pada gedung-gedung terutama pada bangunan perindustrian.

Di beberapa negara maju telah banyak melakukan penelitian tentang beton ringan (*Lightweight Concrete*). Di Indonesia sendiri penelitian beton ringan baru dimulai pada tahun 1970-an. Pada awalnya beton ringan hanya digunakan pada elemen nonstruktural, namun dengan perkembangan berikutnya banyak penelitian yang dilakukan hingga akhirnya beton ringan memenuhi syarat untuk digunakan pada elemen struktur seperti balok, plat, dan kolom.



Narotama University Press
Jl. Arief Rahman Hakim No. 51 Surabaya 60117
Telp. (031) 5946404, 5996578 Fax. (031) 5931213
e-mail: narotamapress@narotama.ac.id



Sri Wiwoho Muddjanarko

PANDUAN PEMBUATAN PAVING

Narotama University Press

PANDUAN PEMBUATAN PAVING

SRI WIWOHO MUDDJANARKO
NAWIR RASIDI
MACHIKY MAYESTINO



Narotama University Press



PANDUAN PEMBUATAN PAVING



Sri Wiwoho Mudjanarko
Nawir Rasidi
Machiky Mayestino



Diterbitkan oleh
Narotama University Press



NAROTAMA University Press

Panduan Pembuatan Paving/disusun oleh
Sri Wiwoho Mudjanarko, dkk.
... [et al.] 96 hal; vii ; editor, Seger S.S

Copyright © 2017 oleh Sri Wiwoho Mudjanarko

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© All Rights Reserved

Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya
dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari Penerbit

© Cetakan Pertama Oktober 2017

Ukuran Buku : A5 (14,8 x 21 cm)

Penyusun : Sri Wiwoho Mudjanarko
Nawir Rasid
Machiky Mayestino

Editor : Seger S.S
Layout/Setting : Gatut Purwantoro
Design Cover : Mega Maharani Lestari

ISBN : 978-602-6557-26-1

© HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Isi diluar tanggungjawab Penerbit

Diterbitkan oleh **Narotama University Press**
Jl. Arief Rachman Hakim No.51 Surabaya 60117
Telp: 031-5946404, 5995578 Fax: 031-5931213
Website: www.narotama.ac.id
Email: narotamapress@narotama.ac.id

KATA PENGANTAR

Dengan ucapan Alhamdulillahirabbil'alamin Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Nikmat-Nya, penulis dapat menyusun pembuatan Buku “Panduan Pembuatan Paving”. Kegiatan ini dibuat sebagai tindak lanjut dari Luaran Kegiatan Penelitian DIKTI skim Hibah Produk Terapan Tahun Anggaran I/2017.

Materi dalam buku ini berisi tentang bagaimana pembuatan paving berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan baik secara mandiri maupun ber-sama-sama dengan mahasiswa maupun melibatkan Dosen dari luar kampus Universitas Narotama. Pembuatan buku ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran Mata Kuliah Material Konstruksi.

Tak Lupa kami mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada beberapa pihak antara lain

1. Kemenristek Dikti yang telah memberi kesempatan kepada kami dengan memberi penghargaan berupa pendanaan penelitian

Hibah RistekDikti Skim Hibah Produk Terapan
TAhun Anggaran I/2017.

2. Rektor Universitas Narotama tempat kami melakukan segala aktifitas kegiatan penelitian.
3. Dr. Nawir Rasidi, dosen Polinema Malang yang sudah kesekian kalinya melakukan penelitian bersama-sama.
4. Mahasiswa Bimbingan Teknik Sipil Universitas Narotama yang terlibat membantu dalam kegiatan penelitian tentang Paving.
5. Beberapa pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu termasuk rekan dosen di lingkungan Universitas Narotama.

Demikian, kami mengucapkan terima kasih pada semua pihak terkait yang telah bekerja keras untuk membantu tersusunnya buku ini. Kami berharap Buku ini dapat dijadikan masukan yang berharga bagi kita semuanya, lupa penulis mohon maaf dan koreksi apabila ada kekeliruan di dalam penulisannya.

Surabaya, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
Bab 1 PENDAHULUAN	3
Bab 2 PAVING	11
Bab 3 PEMBUATAN PAVING	27
Bab 4 ALAT KERJA	65
Bab 5 TEST TEKAN	71
Bab 6 MATERIAL EKSPERIMEN PAVING	87
Bab 7 SEMINAR DAN JURNAL	95

AIMC UTM Johor Malaysia
EACEF Hanyang University South Korea
KONTSI-1 2017 Universitas Jember

DAFTAR GAMBAR

Gambaran 1.1. <i>Paving Pervious concrete</i>	4
Gambaran 1.2. Perancah Bambu	5
Gambaran 1.3. Pemberian Obat Anti Rayap	6
Gambaran 1.4. Potongan Bambu uji coba	7
Gambaran 1.5. 3 Elemen produk berkelanjutan	8
Gambaran 2.1. Jalan Appian Way	12
Gambaran 2.2. Sebaran Penggunaan Paving	13
Gambaran 2.3. Sistem Total Infiltrasi	19
Gambaran 2.4. Sistem Parsial Infiltrasi	20
Gambaran 2.5. Sistem Non Infiltrasi	21
Gambaran 2.6. Pola Pemasangan Paving	23
Gambaran 2.7. Bentuk Paving	24
Gambaran 2.8. Penampang Paving	25
Gambaran 3.1. Prinsip kerja metode konvensional	28
Gambaran 3.2. Prinsip kerja metode mekanis	29
Gambaran 3.3. Test Botol	35
Gambaran 3.4. Test Pakaian	36
Gambaran 3.5. Penyimpanan Semen	43
Gambaran 4.1. Desain Cetakan <i>Paving Block</i> Tampak Atas	66
Gambaran 4.2. Desain Cetakan <i>Paving Block</i> Tampak Samping.....	66
Gambaran 4.3. Cetakan <i>Paving Block</i> 1 lobang	67
Gambaran 4.4. Cetakan <i>Paving Block</i> 3 lobang	67
Gambaran 4.5. Alat pres <i>Paving Block</i> modif	68
Gambaran 6.1. Proses pembuatan <i>Paving Block</i> dengan <i>bamboo fiber</i>	88
Gambaran 6.2. Proses pembuatan <i>Paving Block</i>	88
Gambaran 6.3. Proses pembuatan <i>Paving Block</i> selesai	89
Gambaran 6.4. Perencanaan <i>Paving Block</i>	89
Gambaran 6.5. Test Tekan dan Kerusakan Paving	90
Gambaran 6.6. Paving dengan material potongan bambu	91
Gambaran 6.7. Paving bermaterial Bambu	92
Gambaran 7.1. " <i>Compressive Strength Test Pavement Bamboo Composite</i> "	95
Gambaran 7.2. Proses Pres <i>Paving Block</i>	96
Gambaran 7.3. Uji Tekan Paving	97
Gambaran 7.4. Alat cetak paving	97
Gambaran 7.5. <i>Concrete Block Pavements</i>	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan mutu <i>Paving Block</i>	17
Tabel 3.1. Jenis-jenis semen <i>portland</i>	50
Tabel 3.2. Komposisi kimia pada <i>fly ash</i>	51
Tabel 3.3. Komposisi fisik pada <i>fly ash</i>	52
Tabel 3.4. Nilai muai dan susut pada bambu	55
Tabel 3.5. Berat jenis bambu	56
Tabel 3.6. Kekuatan tarik bambu	59
Tabel 3.7. Tegangan tekan sejajar arah serat yang diizinkan di Indonesia.	60
Tabel 4.1 Peralatan keselamatan kerja dan fungsinya	68
Tabel 4.2 Peralatan kerja dan fungsinya	68
Tabel 5.1. Daftar Konversi	77

SANKSI PELANGGARAN PASAL 113

Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf e, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang melakukan dalam bentuk pembajakan dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. PENDAHULUAN

Beberapa kota besar di Indonesia sedang gencarnya melakukan pembangunan infrastruktur sesuai dengan program Presiden Republik Indonesia Bapak Ir. Jokowi dimana paving sudah menjadi bagian sarana pelengkap pembangunan. Salah satu kebutuhan bahan infrastruktur adalah paving yang kuat, murah dan ramah lingkungan.

Selama ini paving sudah banyak dijumpai di jalan-jalan kampung maupun perumahan kota. Paving yang dikenal dan dijual di masyarakat adalah paving yang tidak tembus/kurang respon terhadap air sehingga mudah rusak. Selain itu

pembuatan paving selama ini menggunakan komposisi pasir, kerikil, semen dan dicampur air.

Bangkit T.T., S.W.Mudjanarko (2015) telah melakukan penelitian awal tentang paving *Pervious concrete* dengan hasil rata-rata kuat tekan 28 hari *Pervious concrete* senilai kuat tekan 100 kg/cm^2 untuk jalan taman dan memiliki nilai porositas / drain rate sebesar $226,76 \text{ ltr/mnt/m}^2$.



Gambar 1.1. Paving *Pervious concrete* (Sumber : Bangkit T., T., S.W.Mudjanarko (2015))

Beberapa penelitian paving yang lain telah dilakukan yang bertujuan untuk mencari komposisi mutu yang terbaik sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal. Penggunaan material campuran pembuatan paving sangat beragam antara lain menggunakan bambu yang digunakan dengan cara dipotong secara kecil-kecil atau dengan cara yang lain.



Gambar 1.2. Perancah Bambu

Bambu merupakan tanaman yang cepat tumbuh khususnya di daerah tropis. Penggunaan bambu antara lain sebagai perancah bangunan.

Setelah selesai pembangunan, sisa perancah bambu inilah yang bisa dimanfaatkan sebagai sebagian bagian material pembuatan campuran material pembuatan paving. Kelemahan bambu diantaranya mudah terserang binatang rayap sehingga akan mengurangi kekuatan bambu tersebut.



Gambar 1.3. Pemberian Obat Anti Rayap

Cara yang dilakukan untuk mengurangi kelemahan bambu dengan pemberian obat anti rayap.



Gambar 1.4.: Potongan Bambu uji coba 3mm x 15mm x 7mm setelah kering dari obat anti rayap (Sumber: Shakeel Ahmad, Altamash Raza, and Hina Gupta, 2014)

Kebutuhan material ini harus diperhatikan agar bisa terwujudnya produk berkelanjutan. Ada 3 elemen pendukung kesinambungan produk berkelanjutan antara lain ekologi, teknologi dan ekonomi.



Gambar 1.5. 3 elemen pendukung kesinambungan produk berkelanjutan
(Sumber: S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jewaid)

Semua elemen tersebut mempunyai dampak secara spesifik, terutama karena elemen yang terlibat dalam tahapan yang berbeda. Konsep ini bisa digambarkan sebagai keseimbangan antara tuntutan permintaan masyarakat akan produk, pelestarian kesehatan hutan dan keragaman sumber daya material dan manfaatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangkit T.,T., S.W. Mudjanarko, 2015, *Desain Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan, Menggunakan Pervious Concrete Untuk Jalan Setapak Dan Area Parkir*
- S. Siti Suhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid, *Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications*, Additional information is available at the end of the chapter, [http://dx.doi.org/ 10.5772/56057](http://dx.doi.org/10.5772/56057)
- Shakeel Ahmad, Altamash Raza, and Hina Gupta, 2014, *Mechanical Properties of Bamboo Fibre Reinforced Concrete*, 2nd International Conference on Research in Science, Engineering and Technology (ICRSET' 2014), March 21-22, 2014 Dubai (UAE) <http://dx.doi.org/10.15242/IIE.E0314522> 162



Universitas Narotama Surabaya

BAB 2

PAVING



2.1. Sejarah *Paving*

Pemakaian paving berawal pada semua jalan era Romawi yaitu jalan Appian Way yang dibangun oleh insinyur Romawi pada tahun 312 SM. Jalan sepanjang 377 kilometer itu muncul dengan pasangan paving batu yang digunakan untuk lalu lintas antara Roma dan pelabuhan selatan Brindisi, Italia selatan.

Sedangkan paving blok beton modern pertama kali diproduksi di Belanda pada tahun 1924. Akibat perang dunia II yang menyebabkan pertumbuhan paving beton meningkat. Akibat peperangan tersebut wilayah Belanda hancur mengakibatkan kerusakan bangunan dan tak terkecuali jalan perkotaan maupun pedesaan.

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978.

Paving block sendiri mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai misalnya saja digunakan sebagai tempat parkir, terminal, jalan setapak dan juga perkerasan jalan di kompleks-kompleks perumahan serta untuk keperluan lainnya.

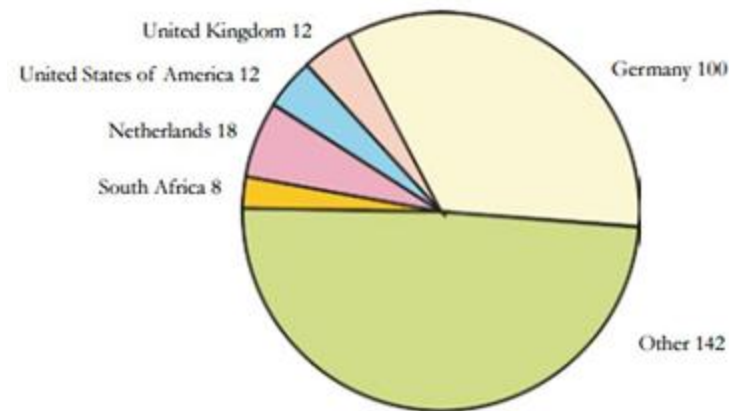


Gambar 2.1. Jalan Appian
Way yang dibangun oleh
insinyur Romawi pada tahun
312 SM (*Sumber : Concrete
Block Paving Book 1*)

Roman road built 2000 years ago using segmented paving.
These are still in existence today.

Paving block digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah dan dikenal juga dengan nama lain yaitu bata beton (*concrete block*) atau *cone block*.

Di beberapa negara sudah cukup besar penggunaan paving sebagai perkerasan jalan seperti terlihat pada gambar 7 dibawah ini :



Gambar 2.2. Sebaran Penggunaan Paving (Sumber : *Concrete Block Paving Book 1*)

Terlihat bahwa penggunaan paving di negara bisa mencapai 100 juta m²/tahun yakni negara German sedangkan United Kingdom 12 juta m²

/tahun, USA 12 juta m² /tahun, Belanda 18 juta m² /tahun, Afrika selatan 8 juta m² /tahun dan lainnya sebesar 142 juta m² /tahun tersebar di negara lainnya.

2.2 Pengertian *Paving Block*

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

Bata beton (*paving block*) dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan sebagai perkerasan permukaan jalan, baik jalan untuk keperluan parkir kendaraan, jalan raya, keperluan dekoratif taman dan untuk keperluan pelataran.

Paving block dengan kualitas baik adalah paving block yang mempunyai nilai kuat desak

tinggi (satuan MPa), serta nilai absorpsi (persentase serapan air) yang rendah (%). Paving blok digunakan sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, paving blok sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus.

Paving blok dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di kompleks perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan areal parkir, areal perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran.

Paving blok bahkan dapat digunakan pada areal khusus seperti pada pelabuhan peti kemas, bandar udara, terminal bis dan stasiun kereta. Di Indonesia penggunaan paving blok sudah banyak dijumpai, seperti pada trotoar jalan dan alun-alun

di ibu kota provinsi atau kabupaten terlihat menggunakan paving blok.

2.2.1 Syarat mutu *Paving Block*

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

a. Sifat tampak

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

b. Ukuran

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal 60 mm dengan toleransi +8%

c. Sifat fisika

Bata beton apabila diuji tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimal 1% .

Tabel 2.1. Persyaratan mutu *Paving Block*

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan aus (Mm/menit)		Penyerapan rata-rata maks
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	(%)
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI-03-0691-1996

2.2.2 Klarifikasi *Paving Block*

Dari klarifikasi paving block ini didasarkan pada SNI-03-0691-1996, adalah:

- a. Bata beton mutu A digunakan untuk jalan.
- b. Bata beton mutu B digunakan untuk pelataran parkir.
- c. Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- d. Bata beton mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

2.2.3 Keuntungan Penggunaan *Paving Block*

Adapun keuntungan dari paving block adalah sebagai berikut:

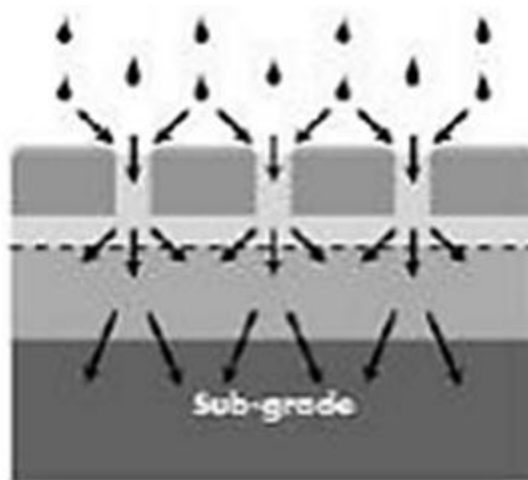
- a. Dalam pelaksanaan mudah, karena tidak memerlukan keahlian khusus serta tidak memerlukan alat berat dalam pemasangan.
- b. Dapat di produksi secara masal.
- c. Pemeliharaan mudah dan murah karena dapat dipasang kembali setelah dibongkar bila terjadi kerusakan di salah satu paving block.
- d. Tahan terhadap beban vertikal dan horisontal yang disebabkan oleh rem atau kecepatan kendaraan berat.
- e. Pada saat pengerjaan tidak menimbulkan kebisingan dan debu.
- f. Mempunyai nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan bentuk dan warna yang indah.

2.2.4 Paving Block Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel.

Pada prinsipnya ada 3 jenis sistem pada penggunaan *paving block*. Sebagai lapisan perkerasan *permeabel*, yaitu :

1. Sistem Infiltrasi Total

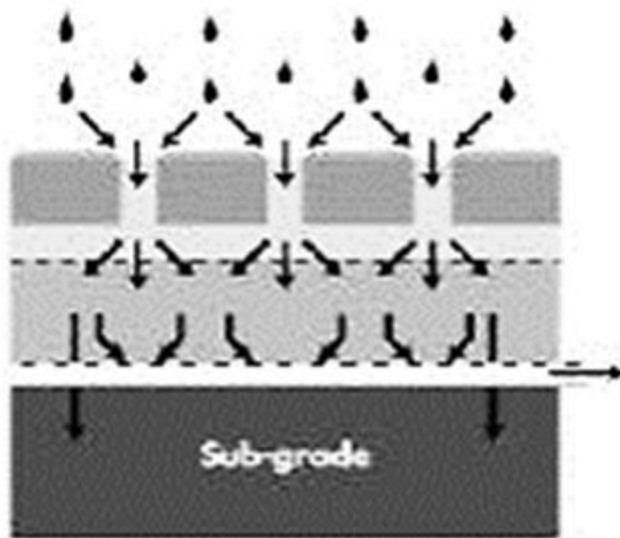
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian masuk ke dalam tanah *sub grade*



Gambar 2.3 Sistem Total Infiltrasi (Sumber : Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015)

2. Sistem Parsial Infiltrasi

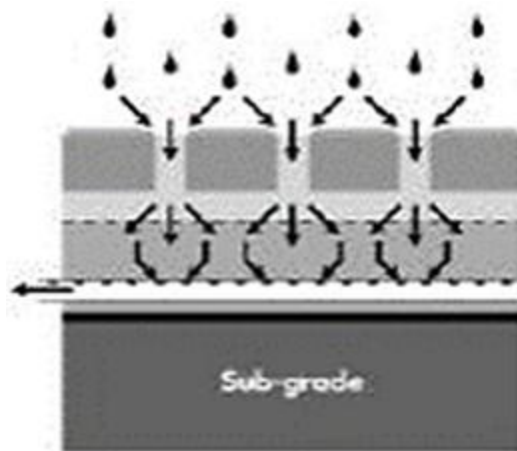
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara paving block, melewati lapisan sub base kemudian sebagian akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase, sebagian lagi masuk ke dalam tanah sub grade.



Gambar 2.4. Sistem Parsial Infiltrasi (Sumber : Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015)

3. Sisten Non Infiltrasi

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan sub base kemudian seluruh air akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase tanpa ada yang masuk ke dalam tanah *sub grade*.

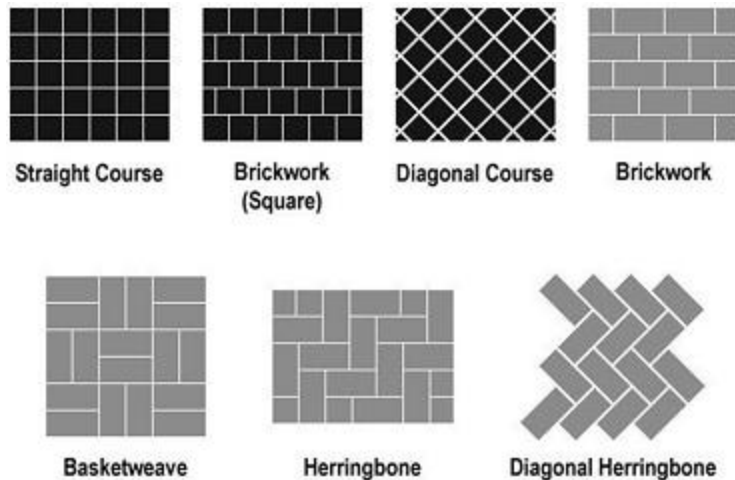


Gambar 2.5 Sistem Non Infiltrasi (Sumber : Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015)

Pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan *permeabel*, diharapkan air dapat masuk ke dalam tanah. Meskipun demikian hal ini harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Kedalaman antara permukaan perkerasan dengan muka air tanah harus lebih dari 1 meter. Kedalaman yang lebih besar dibutuhkan untuk menghasilkan tambahan saringan untuk polutan yang melewati tanah.
- Lapisan perkerasan permeabel bisa saja berdekatan dengan sungai, hal ini dapat menjadi perlemahan struktur pada daerah sekitar sungai.
- Pada daerah terlindungi seperti di daerah sumber mata air, penggunaan lapisan perkerasan yang seluruh airnya meresap ke dalam air mungkin tidak cocok karena dapat mempengaruhi kualitas air.

Pola pemasangan paving seperti gambar bawah ini:

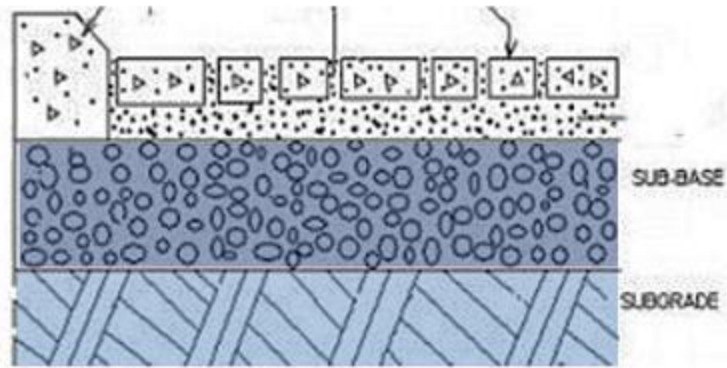


Gambar 2.6. Pola Pemasangan Paving (Sumber <http://polapavingblock.blogspot.co.id/2017/01/pola-desain-penyusunan-paving-block.html>)

Beberapa bentuk paving yang beredar di pasaran Indonesia seperti terlihat di gambar di bawah ini



Gambar 2.7. Bentuk Paving (Sumber <http://1.bp.blogspot.com/-N4I-Zv60EaE/VQUJ9JGLefI/AAAAAAAAAE/wggb2LCvhsM/s1600/Pabrik%2BPaving%2BBlock1.gif>)



Gambar 2.8. Penampang Paving (Sumber Upananda Rath, 2007, *Structural Behaviour Of Interlocking Concrete Block Pavement*, Department Of Civil Engineering National Institute Of Technology Rourkela http://ethesis.nitrkl.ac.in/4263/1/Structural_Behaviour_of_Interlocking_Concrete_Block_Pavement.pdf)

DAFTAR PUSTAKA

- Concrete Block Pavements, <http://www.eupave.eu/documents/graphics/inventory-of-documents/febelcem-publicaties/concrete-block-pavements.pdf>
- Concrete Block Paving Book 1: Introduction
Published by the Concrete Manufacturers Association Block D Lone Creek Waterfall Office Park Bekker Road Midrand South Africa, <http://www.lpcb.org/index.php/documents/road-pavement-design-and-performance/pavement-design-and-construction/964-2010-south-africa-concrete-block-pavements/file>
- Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015, Pengaruh Abu Cangkang Sawit Untuk Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block, Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil
- Upananda Rath, 2007, Structural Behaviour Of Interlocking Concrete Block Pavement, Department of Civil Engineering National Institute Of Technology Rourkela http://ethesis.nitrkl.ac.in/4263/1/Structural_Behaviour_of_Interlocking_Concrete_Block_Pavement.Pdf

BAB 3

PEMBUATAN PAVING



3.1. Metode Pembuatan

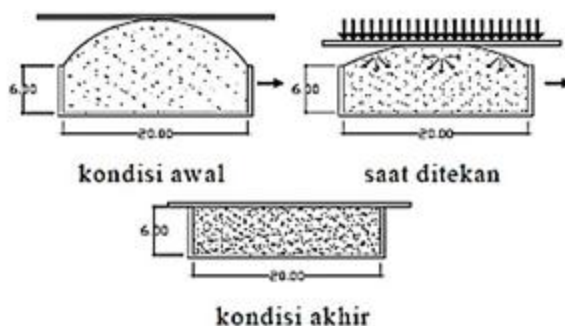
Metode pembuatan *paving block* yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu :

3.1.1. Metode Konvensional

Metode ini adalah metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat kita dan lebih dikenal dengan metode gablokan. Pembuatan paving block cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gablokan dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan.

Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan maka akan semakin padat dan kuat *paving block* yang dihasilkan.

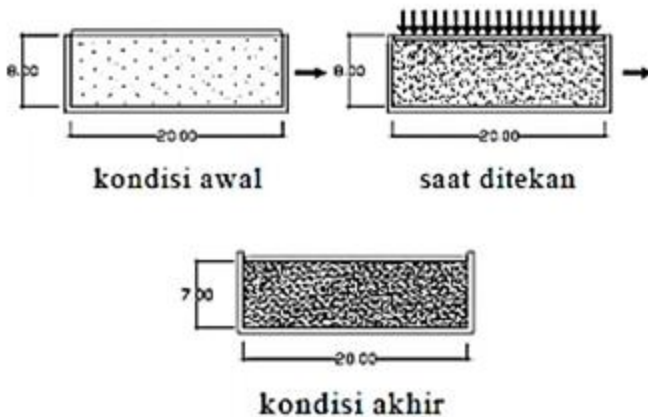
Dilihat dari cara pembuatannya, akan mengakibatkan pekerja cepat kelelahan karena proses pemadatan dilakukan dengan menahan alat pemadat pada adukan yang berada dalam cetakan.



Gambar 3.1. Prinsip kerja metode konvensional (Sumber: Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015)

3.1.2. Cara press hidrolis (mesin)

Alat *press paving* yang digerakan dengan tenaga mesin (diesel), alat presshidrolis dapat menghasilkan kualitas paving yang baik, karena tekanan yang diberikan pada tiap-tiap paving lebih merata dan tekanan yang diberikan juga lebih besar, sehingga *paving block* yang dibuat dengan alat press hidrolis lebih padat dari pada yang dibuat dengan alat press manual. Alat press hidrolis maksimal kapasitasnya 1000 buah/hari.



Gambar 3.2. Prinsip kerja metode *mekanis* (Sumber: Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015)

3.2. SUSUNAN KOMPONEN PEMBENTUK PAVING

3.2.1 Material Campuran *Paving Block*

Kualitas dan mutu paving block ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, proses pencetakan dan pembuatan yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan *paving block* yang berkualitas baik pula.

3.2.2 Material pokok *paving block*

Semen, pasir, air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga *paving block* yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, gips, tras, abu layang, abu sekam padi, bambu dan lain lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *paving block* dalam penelitian ini diantaranya berupa semen *portland*, air, pasir, dan *additive*.

3.2.2.1. PASIR

Pasir merupakan sebuah material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Material utama pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya sebagian tanaman yang dapat tumbuh diatas pasir karena rongga yang terdapat pada pasir besar.

Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannnya. Pasir juga punya peranan penting untuk bahan bangunan bila dicampur dengan semen. Disamping itu masih banyak penggunaan pasir dalam bahan bangunan yang dipergunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan material cetak seperti pembuatan paving block, kansteen, batako dan lain lain. Ada beberapa jenis pasir antara lain :

1. Pasir Beton

Pasir Beton merupakan pasir yang baik untuk bangunan dan harganya lumayan mahal. Pasir Beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan kembali seperti semula. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, juga pemasangan bata dan batu.

2. Pasir Pasang

Pasir Pasang adalah pasir yang lebih halus dari pasir beton ciri cirinya apabila dikepal dengan tangan pasir akan menggumpal tidak kembali lagi ke semula. Jenis pasir ini lebih murah dibanding dengan pasir beton. Pasir pasang biasa digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa digunakan untuk plesteran dinding.

3. Pasir Elod

Pasir Elod merupakan pasir yang paling halus dibanding pasir beton dan pasir pasang. Harga Pasir ini jauh lebih murah dibanding Jenis Pasir yang lainnya. Ciri-ciri pasir elod adalah apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan kembali seperti semula. Pasir ini masih bercampuran tanah dan berwarna hitam. Jenis pasir ini tidak bagus untuk bangunan. Pasir ini biasanya hanya digunakan untuk campuran pasir beton agar bisa digunakan untuk plesteran dinding, atau untuk campuran pembuatan *paving block*.

4. Pasir Merah

Pasir merah atau suka disebut Pasir Jebrod kalau di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya bagus untuk bahan Cor karena cirinya hampir sama dengan pasir beton namun lebih kasar dan batuananya agak lebih besar.

3.2.2.2 Pengujian mutu pasir.

Ada dua cara menguji mutu pasir yaitu:

1) Uji visual/Uji penglihatan

Periksa pasir dari kotoran seperti bahan organik (lumpur, dedaunan, akar-akaran dan lain-lain).

2) Uji kandungan pasir dan kotoran

Uji kandungan pasir dan kotoran dapat dilakukan dengan dua cara;

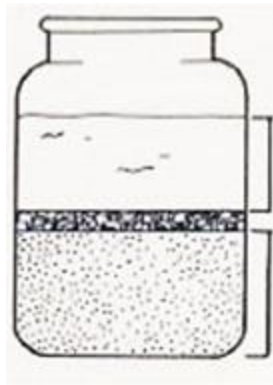
i) Test tangan

Contoh pasir digosokkan diantara dua telapak tangan pasir yang bersih hanya akan meninggalkan sedikit bekas. Jika tangan tetap kotor itu menunjukkan adanya terlalu banyak tanah.

ii) Test botol

Ambil sebuah botol dan isi dengan pasir hingga setengah penuh. Isi dengan air bersih hingga $\frac{3}{4}$ penuh. Kocok dan biarkan hingga satu jam. Pasir yang bersih akan

akan langsung mengendap, kotoran dan tanah liat secara perlahan-lahan akan turun di atas pasir. Ketebalan tanah liat dan kotoran tidak boleh melebihi $1/10$ atau 10% dari pasir di bawahnya. Pengujian ini juga disebut *Decantation test*, pengujian ini tidak dapat diterapkan pada pasir dari batu yang dipecahkan.



Gambar 3.3. Test Botol (Sumber : Claudia Müller, 2006)

iii) Test pakaian

Hamparkan pasir pada permukaan yang bersih. Gosok dengan kain putih di atas pasir. Jika kain sangat kotor, pasir sebaiknya tidak digunakan untuk membuat beton.



Gambar 3.4. Test Pakaian (Sumber : Claudia Müller, 2006)

3.2.2.3. SEMEN

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku: batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air.

Bila semen dicampurkan dengan air, maka terbentuklah beton. Beton nama asingnya, *concrete* diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin *87com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu.

Batu kapur adalah bahan alam yang mengandung senyawa kalsium oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: silika oksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3) dan magnesium oksida (MgO).

Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinker*-nya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai.

Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/zak dengan berat rata-rata 40 kg atau 50 kg. Dalam pengertian umum, semen adalah suatu binder, yang dapat menetapkan dan mengeraskan dengan bebas yang dapat mengikat material lain.

Abu vulkanis dan batu bata yang dihancurkan yang ditambahkan pada batu kapur yang dibakar sebagai agen pengikat untuk memperoleh suatu pengikat hidrolik yang selanjutnya disebut sebagai "*cementum*".

Semen yang digunakan dalam konstruksi digolongkan kedalam semen hidrolik dan semen non-hidrolik. Semen hidrolik merupakan material yang menetap dan mengeras setelah dicampur dengan air, sebagai hasil dari reaksi kimia dari pencampuran dengan air, dan setelah pembekuan, mempertahankan kekuatan dan stabilitas bahkan dalam air.

Pedoman yang dibutuhkan dalam hal ini adalah pembentukan hidrat pada reaksi dengan air segera mungkin. Kebanyakan konstruksi semen saat ini adalah semen hidrolik dan kebanyakan didasarkan pada semen Portland, yang dibuat dari batu kapur, mineral tanah liat tertentu, dan gypsum, pada proses dengan temperatur yang tinggi yang menghasilkan karbon dioksida dan berkombinasi secara kimia yang menghasilkan bahan utama menjadi senyawa baru.

Semen non-hidrolik meliputi material seperti batu kapur dan gipsum yang harus tetap kering agar bertambah kuat dan mempunyai komponen yang cair. Contohnya adukan semen kapur yang ditetapkan hanya dengan pengeringan, dan bertambah kuat secara lambat dengan menyerap karbon dioksida dari atmosfer untuk membentuk kembali kalsium karbonat.

Penguatan dan pengerasan semen hidrolik disebabkan adanya pembentukan air yang mengandung senyawa-senyawa, pembentukan sebagai hasil reaksi antara komponen semen dengan air. Reaksi dan hasil reaksi mengarah kepada hidrasi dan hidrat secara berturut-turut.

Sebagai hasil dari reaksi awal dengan segera, suatu pengerasan dapat diamati pada awalnya dengan sangat kecil dan akan bertambah seiring berjalannya waktu. Setelah mencapai tahap tertentu, titik ini diarahkan pada permulaan tahap pengerasan. Penggabungan lebih lanjut disebut penguatan setelah mulai tahap pengerasan.

Semen *Portland*

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain.

Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit (SNI 15-7064 2004).

Semen portland dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti, pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

Semen digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari

caementum (bahasa Latin), yang artinya *"memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan"*.

JENIS—JENIS SEMEN

1. Semen abu

Semen abu atau yang kita sering sebut semen *Portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu kebiru biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester.

2. Semen putih

(*Gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni.

3. ***Oil well cement***

Oil well cement atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun dilepas.

4. ***Mixed and Fly Ash Cement***

adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batubara yang mengandung *amorphous silica*, aluminium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

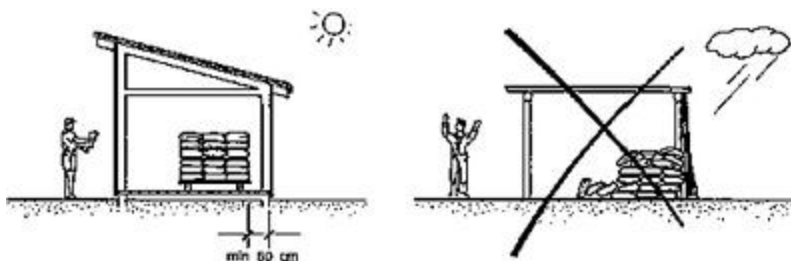
Penyimpanan Semen

Semen dapat disimpan dalam kantong dengan aman untuk beberapa bulan jika disimpan ditempat yang kering. Kantong kertas lebih baik sebagai tempat penyimpanan dari pada kantong dari rami dalam hal menjaga kualitas akibat kelembaban.

Selama musim hujan, penyimpanan semen berperan penting karena kelembaban yang tinggi mempercepat rusaknya semen.

Kantong semen sebaiknya disimpan di tempat rata yang agak tinggi (seperti palet kayu) sekitar 15 – 20 cm dari lantai dan sekitar 30-50 cm dari dinding. Tumpukan semen tidak boleh lebih dari 10 tumpuk.

Kantong semen sebaiknya ditempatkan berdekatan untuk mengurangi sirkulasi udara. Kantong semen sebaiknya jangan dibuka sebelum digunakan.



Gambar 3.5. Penyimpanan Semen (Sumber: Claudia Müller, Eva Filirani, Halimah, and Ira Febriana, Januari 2006, Modul Pelatihan Pembuatan Ubin Atau Paving Blok Dan Batako, International Labour Office)

Penggunaan Semen Baru

Semen portland biasa yang disimpan lebih dari enam bulan sebaiknya tidak digunakan untuk pekerjaan pondasi. Pengurangan kekuatan rata-rata pada adukan 1 : 2 : 4 sebagai akibat dari penyimpanan adalah sebagai berikut:

- Kekuatan semen baru: 100%
- Semen setelah 3 bulan, kekuatan berkurang 20%
- Semen setelah 6 bulan, kekuatan berkurang 30%
- Semen setelah 12 bulan, kekuatan berkurang 40%
- Semen setelah 24 bulan, kekuatan berkurang 50%.

Pengujian Mutu Semen

Tanda-tanda semen yang rusak dilihat dari adanya gumpalan besar semen. Gumpalan semen sebaiknya tidak digunakan, walaupun jika diayak. Barunya semen dapat diuji sebagai berikut:

Uji Gumpalan

Periksa semen dari gumpalan kecil dan besar dipisahkan.

Uji Gesek

Ketika semen digesek antara jari dan kuku seperti terasa butiran halus seperti tepung.

Uji Pengaturan

Jika tidak yakin dengan mutu semen dapat dilakukan dengan uji pengaturan sederhana. Membuat pasta yang kental dari semen murni dan air dan membentuk lapisan dengan diameter kira-kira 75 mm dengan ketebalan 12 hingga 15 mm.

Lapisan harus mulai diatur kira-kira 30 sampai 60 menit. Dalam 18 hingga 24 jam lapisan harus sudah keras sehingga permukaannya tidak tergores dengan kuku jempol.

Resiko dan Bahaya Bekerja dengan Semen - Ukuran Keamanan

Semen selalu digunakan dalam konstruksi. Setiap orang yang menggunakan semen (atau

apapun yang berhubungan dengan semen, seperti mortar, plaster dan beton) atau yang bertanggung jawab untuk mengelola harus sadar tentang hal itu, jika tidak ditangani dengan benar, akan membahayakan kesehatan orang.

Jika tidak ditangani dengan benar, semen dapat menyebabkan berbagai penyakit melalui: sentuhan kulit, penghisap debu dan penanganan tanpa alat.

Sentuhan kulit:

Sentuhan dengan semen basah dapat menyebabkan kulit terbakar dan peradangan kulit.

Dermatitis

Kulit yang terkena dermatitis terasa gatal, luka, dan kelihatan memerah, bersisik, dan pecah-pecah. Dermatitis yang diakibatkan oleh semen terjadi dari 2 cara, iritasi dan alergi.

Dermatitis iritasi disebabkan oleh sifat-sifat fisik semen. Dengan pengobatan iritasi dapat dihilangkan, tetapi bila terkena terus-menerus kondisi akan semakin bertambah parah.

Dermatitis alergi disebabkan oleh sensitif terhadap hexavalen chromium (chromatic) yang ada pada semen. Riset menunjukkan 5-10% pekerja konstruksi mungkin sensitif terhadap semen, plaster, dan batu bata.

Semakin lama terkena maka akan semakin besar resiko yang muncul. Jika seseorang sensitif dengan *hexavalent chromium*, *eksposur* lebih lanjut akan berakibat pada dermatitis. Beberapa penjual laki-laki dan perempuan yang memiliki cukup ketrampilan bahkan terpaksa harus mengganti penjualan karena sebab ini.

Jika semen yang tertinggal di kulit tidak langsung dicuci resiko terkena kedua dermatitis akan semakin besar. Untuk keamanan dan kesehatan, minimalisasi terkena dengan semen baik secara langsung maupun tidak dari lingkungan kerja.

Cara langsung untuk mengatur dermatitis semen adalah dengan mencuci kulit dengan air panas dan sabun dan mengeringkannya. Sarung tangan dapat melindungi kulit dari semen.

Terbakar Semen

Semen basah dapat menyebabkan kulit terbakar, penyebabnya karena sifat basa dari semen. Diperlukan waktu sebulan untuk menyembuhkannya. Dalam kasus yang berat dapat menyebabkan diamputasi. Percikan semen dimata dapat juga menyebabkan terbakar.

Terhirup Debu

Debu dalam intensitas tinggi dihasilkan ketika menangani semen, misalnya saat mengosongkan atau membuang kantong semen.

Terkena debu harus dihilangkan jika mungkin dengan memakai masker yang menutupi mulut dan hidung.

Penanganan Secara Manual

Bekerja dengan melibatkan semen juga beresiko seperti keseleo dan mengalami ketegangan pada punggung, tangan dan bahu pada saat mengangkat dan memindahkan semen, pada saat mengaduk semen dan lain-lain.

Kerusakan pada punggung dapat disebabkan dalam jangka waktu yang lama jika pekerja selalu mengangkat beban yang berat.

Hindari penanganan beban berat secara manual. Semen sebaiknya disuplai dalam kantong 25 kg, jika tersedia. Jika penanganan secara manual harus diperhatikan cara mengangkut yang benar.

Menjaga dan Memelihara Kesehatan

Majikan seharusnya memberi informasi, instruksi dan pelatihan kepada pekerja tentang risiko-risiko alami jika terkena semen. Pekerja harus mau untuk memeriksa kesehatan kulitnya sendiri. Berikut merupakan jenis-jenis semen portland:

Tabel 3.1. Jenis-jenis semen portland

No. SNI	NAMA
SNI 15-0129-2004	Semen <i>portland putih</i>
SNI 15-0302-2004	Semen <i>portland pozzolan / Portland Pozzolan Cement (PPC)</i>
SNI 15-2049-2004	Semen <i>portland / Ordinary Portland Cement (OPC)</i>
SNI 15-3500-2004	Semen <i>portland campur</i>
SNI 15-3758-2004	Semen <i>masonry</i>
SNI 15-7064-2004	Semen <i>portland komposit</i>

Sumber : BSN (*Badan Setandar Nasional*)

3.2.2.4. FLY ASH

Fly ash merupakan sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf, merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran.

Dari proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu: *fly ash* dan *bottom ash*. Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 10-20 % *bottom ash*, sedang sisanya sekitar 80-90 % berupa *fly ash* yang ditangkap dengan *electric precipitator* sebelum dibuang ke udarah melalui cerobong asap.

Fly ash dihasilkan dari Abu/sisa pembakaran batubara yang menghasilkan residu yang disebut dengan *fly ash*. Berdasarkan *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* (ISSN : 2319-8753) *Fly ash* dianggap sebagai amorf dan campuran mineral Ferro-aluminosilikat.

Namun, komposisi utama dari *fly ash* tergantung pada faktor-faktor geografis yang berkaitan dengan kondisi pembakaran batubara dan jenis abu tersebut. Konstituen utama *Fly ash* ialah oksida, Si, Al, Fe, dan Mg yang merupakan sekitar 95-99% dari total konstituen *fly ash*.

Berikut ini komposisi kimia dan sifat fisik yang diberikan pada tabel berikut di bawah ini:

2.4.1 Komposisi kimia

Tabel 3.2. Komposisi kimia pada *fly ash*

Isi	Persentase massa
Kalsium oksida CaO	0,37-27,68
Silikon dioksida SiO ₂	27,88-59,40
Aluminium oksida Al ₂ O ₃	5,23-33,99
Besi oksida Fe ₂ O ₃	1,21-29,63
Magnesium oksida MgO	0,42-8,79

Sulphur trioksida SO ₃	0,04-4,71
Sodium karbonat Na ₂ O	0,20-6,90
Kalium oksida K ₂ O	0,64-6,68
Titanium oksida TiO ₂	0,24-1,73
alkali & tak dikenal lainnya	4,0-6,0
Loss on ignition	0,21-28,37

Sumber: I.Nawaz. (2013).

2.4.2 Sifat fisik

Tabel 3.3. Komposisi fisik pada fly ash

Parameter	Fly ash
Massa jenis	2,17 g/cm ³
Berat massa	1,26 g/cm ³
Kadar air	2%
Bentuk partikel	Bulat/tidak rata
Warna	Abu-abu
pH	6,0-10,0
Berat jenis	1,66-2,55
Distribusi ukuran air	lumpur berpasir sampai lempung berdebu
Rembesan	45%-55%
Daya ikat air	45%-60%
konduktivitas listrik (dS / m)	0,15-0,45

Sumber: I.Nawaz. (2013)

3.2.2.4. BAMBU

Bambu merupakan tanaman yang berasal dari rumpun rumput-rumputan dengan rongga dan ruas-ruas dibatanganya. Bambu mudah berkembang biak dengan baik. Tanaman bambu di seluruh dunia ada lebih dari 80 genus dan 1450.

Di Indonesia ada sekitar 60 jenis bambu, umumnya ditemukan di tempat-tempat terbuka yang bebas dari genangan air. Bambu sangat produktif karena memiliki laju pertumbuhan yang tinggi sekitar 3-10 cm per hari. Tanaman bambu dimanfaatkan sebagai bahan makanan, kerajinan, dan konstruksi bangunan.

Selain itu, tanaman bambu dimanfaatkan untuk memperbaiki sumber tangkapan air. Bambu berkembang biak dengan akar rimpang (rebung) yang mengikat batang bambu pada tanah. Akar rimpang tersebut ada yang berkelompok (*rhizom sympodial*) dan berdiri sendiri-sendiri (*rhizom monopodial*) tergantung dari jenis bambu itu sendiri.

3.2.2.4.1. Sifat Bambu

Sifat bambu dibedakan menjadi dua yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik adalah sifat yang tampak pada bambu. Sifat mekanik adalah kekuatan bambu dalam menahan gaya.

Sifat Fisik

Sifat fisik bambu antara lain :

1. Kadar air

Bambu bersifat higroskopis yaitu dapat menyerap air atau uap air jika tekanan uap air di luar batang lebih tinggi daripada di dalam batang. Sebaliknya, bambu bersifat desorbtif yaitu dapat melepaskan uap air jika tekanan di luar batang lebih rendah daripada di dalam batang.

Kandungan air bervariasi tergantung pada umur, waktu penebangan, dan jenis bambu. Bambu berumur satu tahun mempunyai kandungan air relatif tinggi sekitar 120-130 % baik pada pangkalnya maupun ujungnya. Bambu berumur 3-4 tahun, kandungan air pada bagian pangkal lebih tinggi daripada bagian ujungnya. Batang bambu yang ditebang pada musim kering mempunyai kadar minimum.

2. Muai dan susut

Bambu dapat memuai dan menyusut akibat perubahan suhu dan kelembaban. Pemuaian dan penyusutan tersebut dapat mengakibatkan bangu-

nan menjadi retak. Jika bambu digunakan sebagai tulangan beton, ikatan antara beton dengan bambu dapat longgar sehingga mudah lepas.

Tabel 3.4. Nilai muai dan susut pada bambu

Jenis bambu	Bagian	Muai Rata-Rata (%)	Susut Rata-rata (%)	Kisaran (%)
Bambu Apus	Pangkal	19,129	1,364	20,493
	Tengah	13,586	4,891	18,477
	Ujung	11,923	4,479	16,402
Bambu Ori	Pangkal	13,073	4,262	17,336
	Tengah	10,873	6,965	17,837
	Ujung	11,392	7,499	18,891
Bambu Petung	Pangkal	1,852	9,261	11,113
	Tengah	5,856	9,941	15,797
	Ujung	2,935	9,699	12,633
Bambu Wulung	Pangkal	15,461	2,677	18,138
	Tengah	8,284	8,950	17,235
	Ujung	3,866	7,562	11,428

Sumber: www.ferryndalle.com

3. Berat jenis bambu

Berat jenis adalah perbandingan antara berat kering tanur suatu benda terhadap volume air yang beratnya sama dengan volume benda tersebut. Semakin tinggi berat jenis bambu, semakin kecil kandungan airnya. Berat jenis beberapa jenis bambu dapat dilihat pada Tabel 3.5. di bawah ini.

Tabel 3.5. Berat jenis bambu

Jenis Bambu	Berat Jenis (gr/cm ³)
Bambu Apus	0,509
Bambu Legi	0,613
Bambu Wulung	0,685
Bambu Petung	0,717
Bambu Ori	0,744
Bambu ampel	0,769

Sumber: www.eprints.unika.ac.id

4. Ketahanan terhadap api

Kepadatan serat pada bagian dinding luar dan kadar asam kersik tinggi menyebabkan bambu sulit terbakar. Batang bambu yang terbakar akan menekuk dan membelah diri. Ada tiga titik pembakaran bambu yaitu:

- Titik menyalakan api

Dengan sumber api dari luar $\pm 230^{\circ}\text{C}$

- Titik api

Bambu yang dinyalakan akan membakar pada suhu $\pm 260^{\circ}\text{C}$

- Titik menyala sendiri

Tanpa sumber api, terletak pada $\pm 330\text{--}480^{\circ}\text{C}$.

Sifat Mekanik

Sifat mekanik bambu antara lain :

1. Kekuatan geser

Kekuatan geser adalah kemampuan bambu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian bambu tersebut turut bergeser dari bagian lain didekatnya. Kekuatan geser bambu merupakan kelemahan dalam konstruksi bambu. Kekuatan geser bambu merupakan kelemahan dalam konstruksi bambu.

Kekuatan geser bambu dipengaruhi oleh kadar air (semakin tinggi kadar airnya, semakin kecil kekuatan gesernya), ketebalan dinding sel, dan berat jenis bambu. Kekuatan geser sejajar arah serat yang diizinkan di Indonesia adalah $2,45\text{N/mm}^2$.

2. Kekuatan lentur

Kekuatan lentur adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan bambu atau untuk menahan

beban mati maupun hidup selain beban pukulan. Kekuatan lentur bambu dipengaruhi oleh kadar air (semakin tinggi kadar airnya, semakin kecil kekuatan lenturnya) dan node/buku-buku batang. Tegangan lentur yang diizinkan di Indonesia adalah $9,80 \text{ N/mm}^2$

3. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik adalah kekuatan bambu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik lepas bambu satu sama lain. Ada dua macam kekuatan tarik bambu yaitu :

- a. Kekuatan tarik sejajar arah serat
- b. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat

Kekuatan tarik sejajar arah serat lebih besar daripada kekuatan tarik tegak lurus arah serat. Tegangan tarik sejajar serat yang diizinkan di Indonesia adalah $29,4 \text{ N/mm}^2$. Kekuatan tarik beberapa jenis bambu dapat dilihat pada Tabel 3.6. di bawah ini :

Tabel 3.6. Kekuatan tarik bambu

Jenis bambu	Bagian	Kuat Tarik (N/mm ²)
Bambu Petung	Pangkal	288
	Tengah	177
	Ujung	268
Bambu Tutul	Pangkal	239
	Tengah	292
	Ujung	449
Bambu Galah	Pangkal	192
	Tengah	335
	Ujung	232
Bambu Apus	Pangkal	144
	Tengah	137
	Ujung	174

Sumber: www.eprints.unika.ac.id

1. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan adalah atau daya tahan bambu terhadap beberapa gaya tekan yang bekerja sejajar atau tegak lurus pada serat bambu. Gaya tekan yang bekerja sejajar serat bambu akan menimbulkan tekuk pada bambu tersebut.

Gaya akan bekerja tegak lurus arah serat akan menimbulkan retak pada bambu. Kekuatan tekan bambu dipengaruhi oleh kadar air (penurunan kadar air akan menaikkan kekuatan tekan sejajar arah serat dan kerapatan bambu (semakin besar kerapatan bambu, semakin besar pula kekuatan tekan sejajar arah serat).

Tabel 3.7. Tegangan tekan sejajar arah serat yang diizinkan di Indonesia.

Jenis bambu	Bagian	Kuat tekan (N/mm ²)
Bambu Petung	Pangkal	277
	Tengah	409
	Ujung	548
Bambu Tutul	Pangkal	532
	Tengah	543
	Ujung	464
Bambu Galah	Pangkal	327
	Tengah	399
	Ujung	405
Bambu Apus	Pangkal	215
	Tengah	288
	Ujung	335

Tegangan tekan sejajar arah serat yang diizinkan di Indonesia adalah $7,85\text{N/mm}^2$. Adapun kekuatan tekan beberapa jenis bambu di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.7.

2.2.2 Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*) (Hadiyatmo, 2010).

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988).

Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut sebagai kerakal (*cobbles*) atau *pebbles*.
2. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) sampai halus ($< 1\text{ mm}$).
4. Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesif pada tanah yang "kohesif". Koloid (*colloids*), partikel mineral.

DAFTAR PUSTAKA

Claudia Müller, Eva Fitriani, Halimah, and Ira Febriana, Januari 2006, *Modul Pelatihan Pembuatan Ubin Atau Paving Blok Dan Batako*, International Labour Office

I.Nawaz., 2013, *Disposal and Utilozation of fly ash to protect the Environment. International Journal Of Innovative Research In Science, Engineering and Technology.* ISSN: 2319-8753.Vol.2, Issue 10, October 2013

Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015, *Pengaruh Abu Cangkang Sawit Untuk Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block*, Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil

www.eprints.unika.ac.id

www.ferryndalle.com



Universitas Narotama Surabaya

BAB 4

ALAT KERJA



Peralatan yang digunakan untuk test tekan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Mesin uji tekan

Mesin uji tekan yang digunakan adalah mesin yang dapat menghasilkan beban dengan kecepatan kontinyu dalam satu kali gerakan tanpa menimbulkan efek kejut dan mempunyai ketelitian pembacaan maksimum.

2. Timbangan

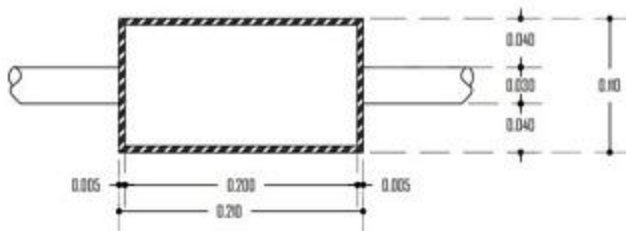
Timbangan dipergunakan untuk mengukur bahan susun adukan *paving block*.

3. Gelas ukur

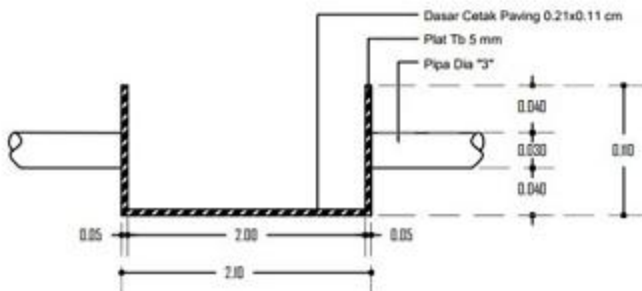
Gelas ukur dipergunakan untuk kita mengukur dan mengetahui banyaknya air yang digunakan pada pembuatan *paving block*.

4. Cetakan paving

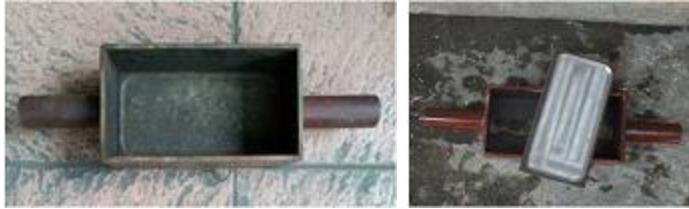
Cetakan paving bukan cetakan paving yang didapatkan Sebuah toko yang menjual cetakan *paving block* tersebut.



Gambar 4.1 Desain Cetakan Paving Block Tampak Atas (Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=cetakan+paving+block&client=firefox>)



Gambar 4.2 Desain Cetakan Paving Block Tampak Samping (Sumber: <https://www.google.co.id/search?q=cetakan+paving+block&client=firefox>)



Gambar 4.3 Cetakan *Paving Block* 1 lobang



Gambar 4.4 Celakan *Paving Block* 3 lobang



Gambar 4.5 Alat *pres paving block* modif

PERALATAN YANG DIGUNAKAN

Dalam pembuatan fondasi precast ini membutuhkan peralatan sebagai berikut :

a. Peralatan Keselamatan Kerja

Tabel 4.1 Peralatan keselamatan kerja dan fungsinya

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Helm Safety	Melindungi kepala dari benda-benda keras
2		Sarung Tangan	Melindungi tangan dari lecet dan sebagainya
3		Kacamata Safety	Berguna sebagai pelindung mata saat sedang bekerja. Alat ini melindungi mata dari partikel-partikel kecil, debu, radiasi, atau sinar yang menyilaukan

b. Peralatan Kerja

Tabel 4.2 Peralatan kerja dan fungsinya

No	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Cangkul	■ Menggali tanah ● Memindahkan tanah ■ Mengaduk adukan semen

2.		Meleran	• Untuk pengukuran
3.		Gergaji	• Memotong kayu
4.		Palu / Martil	• Membuat catok • Pemukul
5.		Sekop	• Memindahkan tanah atau pasir
6.		Roskam Besi	• Penghalus tembok, cor, dan semen
7.		Gerojak Sorong	• Mengangkut bahan atau material pekerjaan • Mengangkut limbah konstruksi atau sampah
8.		Mesin Molen	• Mengaduk Bahan pasta semen/ mortar
9.		Vibrator (perojak)	• Meratakan adukan

DAFTAR PUSTAKA

<https://www.google.co.id/search?q=cetakan+paving+block&client=firefox>

Koespiadi, Fredy Kurniawan, Gede Arimbawa, Sri Wiwoho Mudjanarko, Nawir Rasidi, 2016, *Panduan Praktis Pembuatan Fondasi Precast*, Narotama University Press, ISBN 978-602-60314-8-8

BAB 5

TEST TEKAN



Cara pengujian test tekan harus memenuhi ketentuan-ketentuan berikut ini.

1. Kuat tekan

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. pengujian kuat tekan beton memerlukan peralatan sebagai berikut:

- cetakan silinder, diameter 152 mm, tinggi 305 mm;
- tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 600 mm, dengan ujung dibulatkan, dibuat dari baja yang bersih dan bebas karat;
- mesin pengaduk atau bak pengaduk beton

kedap air;

- timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh;
- mesin tekan, kapasitas sesuai kebutuhan; satu set alat pelapis (capping);
- peralatan tambahan:
- ember, sekop, sendok, sendok perata, dan talam;
- satu set alat pemeriksa slump;
- satu set alat pemeriksaan berat isi beton.

Untuk mendapatkan benda uji harus mengikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1) Pembuatan dan Pematangan benda uji

2) Persiapan pengujian

- benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton;
- isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 x tusukan secara merata; pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar

cetakan; pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat boleh masuk kira-kira 25,4 mm kedalam lapisan dibawahnya;

- Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup; ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air serta tahan karat; kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan letakkan pada tempat yang bebas dari getaran.
- Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji; untuk percobaan campuran beton, rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air pada temperatur 25° C disebutkan untuk pematangan (curing), selama waktu yang dikehendaki; untuk pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan, pematangan (curing) disesuaikan dengan persyaratan.

2) Persiapan pengujian selanjutnya

- Ambilah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya dari bak perendam/pematangan (*curing*), kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab;
- Tentukan berat dan ukuran benda uji;
- Lapislah (*capping*) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang dengan cara sebagai berikut: Lelehkan mortar belerang didalam pot peleleh (*melting pot*) yang dinding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak; kemudian letakkan benda uji tegak lurus pada cetakan pelapis sampai mortar belerang cair menjadi keras; dengan cara yang sama lakukan pelapisan pada permukaan lainnya;
- Benda uji siap untuk diperiksa.

3 Cara Pengujian

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris;
- Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik;
- Lakukan pembebanan sampai uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji;
- Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

4. Perhitungan

Kuat tekan = – (1)

Keterangan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang (cm²)

5. Laporan

Laporan harus meliputi hal-hal seperti berikut:

- 1) perbandingan campuran;
- 2) berat (kg);
- 3) diameter dan tinggi (cm);
- 4) luas penampang (cm²);

- 5) berat isi (kg/cm²);
- 6) beban maksimum (kg);
- 7) kuat tekan (kg/cm²)
- 8) cacat;
- 9) umur (hari).

Beberapa ketentuan khusus yang harus diikuti sebagai berikut:

- Untuk benda uji berbentuk kubus ukuran sisi 20 x 20 x 20 cm cetakan diisi dengan adukan beton dalam 2 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 29 kali tusukan; tongkat pemadat diameter 16 mm, panjang 600 mm;
- Untuk benda uji berbentuk kubus ukuran sisi 15 x 15 x 15 cm, cetakan diisi dengan adukan beton dalam 2 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 32 kali tusukan; tongkat pemadat diameter 10 mm, panjang 300 mm;
- Benda uji berbentuk kubus tidak perlu dilapisi;
- Bila tidak ada ketentuan lain konversi kuat tekan beton dari bentuk kubus ke bentuk

silinder, maka gunakan angka perbandingan kuat tekan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 5.1. Daftar Konversi

Bentuk benda uji	Perbandingan
Kubus : 15 cm x 15 cm x 15 cm	1,0
: 20 cm x 20 cm x 20 cm	0,95
Silinder : 15 cm x 30 cm	0,83

6 Penyerapan air

- Lima buah benda uji dalam keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), ditimbang beratnya dalam keadaan basah.
- Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering selama kurang lebih 24 jam, pada suhu kurang lebih 105°C sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan yang terdahulu.
- Penyerapan air dihitung sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

A = berat bata beton basah

B = berat bata beton kering

7. Ketahanan terhadap natrium sulfat

7.1 Peralatan

- Larutan jenuh garam natrium sulfat yang jernih dengan berat jenis antara 1,151 - 1,174.
- Bejana tempat merendam contoh dalam larutan natrium sulfat

7.2 Prosedur

- Dua buah benda uji utuh (bekas pengujian ukuran) dibersihkan dari kotorankotoran yang melekat, kemudian dikeringkan dalam dapur pengering pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ hingga berat tetap, lalu didinginkan dalam eksikator.
- Setelah dingin ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram, kemudian direndam dalam larutan jenuh garam natrium sulfat selama 16 sampai dengan 18 jam, setelah itu diangkat dan didiamkan dulu agar cairan yang berlebihan meniris.
- Selanjutnya masukkan benda uji ke dalam

dapur pengering pada suhu $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian dinginkan sampai suhu kamar.

- Ulangi perendaman dan pengeringan ini sampai 5 kali berturut-turut.
- Pada pengeringan yang terakhir, benda uji dicuci sampai tidak ada lagi sisa sisa garam sulfat yang tertinggal.
- Untuk mengetahui bahwa tidak ada lagi garam sulfat yang tertinggal, larutan pencucinya dapat diuji dengan larutan BaCl_2 .
- Untuk mempercepat pencucian dapat dilakukan pencucian dengan air panas bersuhu kurang lebih $40 - 50^{\circ}\text{C}$.
- Setelah pencucian sampai bersih, benda uji dikeringkan dalam dapur pengering sampai berat tetap ($\pm 2-4$ jam), didinginkan dalam eksikator. kemudian ditimbang lagi sampai ketelitian 0,1 gram.
- Di samping itu diamati keadaan benda uji

apakah setelah perendaman dalam larutan garan sulfat tejjadi/nampak adanya retakan, gugusan atas cacat-cacat lainnya.

- Laporkan keadaan setelah perendaman itu dengan kata-kata :
- baik/tidak cacat, bila tidak nampak adanya retak-retak atau perubahan lainnya
- cacat/retak-retak, bila nampak adanya retak-retak (meskipun kecil), rapuh, dan gugus dan lain-lain
- Apabila selisih penimbangan sebelum perendaman dan setelah perendaman tidak lebih besar dari 1% dan benda uji tidak cacat nyatakan benda-benda uji tadi baik. Bila selisih penimbangan dari 2 di antara 3 benda uji tadi lebih besar dari 1%, sedang benda ujinya baik (tidak cacat) nyatakan bahwa benda uji secara keseluruhan menjadi cacat.

8. Syarat lulus uji

- Kelompok dinyatakan lulus uji, apabila contoh yang diambil dari kelompok tersebut memenuhi ketentuan butir 4.
- Apabila sebagian syarat tidak dipenuhi, dapat dilakukan uji ulang dengan contoh uji sebanyak dua kali jumlah contoh semula dan diambil dari kelompok yang sama.
- Apabila pada hasil uji ulang semua syarat dipenuhi kelompok dinyatakan lulus uji. Kelompok dinyatakan tidak lulus uji kalau salah satu syarat mutu tidak dipenuhi pada uji ulang.

2.7 Curing

Curing adalah perlakuan atau perawatan terhadap paving block selama masa pembekuan. Pengukuran Curing diperlukan untuk menjaga kondisi kelembaban dan suhu yang diinginkan pada paving block, karena suhu dan kelembaban di dalam secara langsung berpengaruh terhadap sifat-sifat *paving block*. Pengukuran Curing

mencegah air hilang dari adukan dan membuat lebih banyak hidrasi semen.

Untuk memaksimalkan mutu paving block perlu diterapkan pengukuran Curing sesegera mungkin setelah paving block dicetak. Curing merupakan hal yang kritis untuk membuat permukaan paving block yang tahan terhadap beban yang berat.

Curing harus dibuat pada setiap bahan bangunan, bagian konstruksi atau produk yang menggunakan semen sebagai bahan baku. Hal ini karena semen memerlukan air untuk memulai proses hidrasi dan untuk menjaga suhu di dalam yang dihasilkan oleh proses ini demi mengoptimalkan pembekuan dan kekuatan semen.

Pengaturan suhu di dalam dengan air disebut Curing. Proses hidrasi yang tidak terkontrol akan menyebabkan suhu semen kelebihan panas dan kehilangan bahan-bahan dasar untuk pengerasan dan kekuatan akhir produk semen seperti beton, mortar, dan lain-lain. Curing yang baik berarti penguapan dapat dicegah atau dikurangi.

Secara umum ada 3 jenis utama Curing yang digunakan pada sektor konstruksi, yaitu:

1. Curing air

Curing air adalah yang paling banyak digunakan. Ini merupakan sistem dimana sangat cocok untuk konstruksi rumah dan tidak memerlukan infrastruktur atau keahlian khusus. Bagaimanapun Curing air memerlukan banyak air yang mungkin tidak selalu mudah dan bahkan mungkin mahal.

Untuk mengekonomiskan penggunaan air perlu dilakukan pengukuran untuk mencegah penguapan air pada produk semen. Misal beton harus dilindungi dari sinar matahari langsung dan angin untuk mencegah penguapan air yang cepat.

Cara seperti menutup beton dengan pasir, serbuk gergaji, rumput dan dedaunan tidaklah mahal, tetapi masih cukup efektif. Selanjutnya plastik, goni bisa juga digunakan sebagai bahan untuk mencegah penguapan air dengan cepat.

Sangat penting seluruh produk semen (batako, *paving block*, batu pondasi, bata pondasi, pekerjaan plaster, pekerjaan lantai, dll) dijaga tetap basah dan jangan pernah kering, jika tidak

kekuatan akhir produk semen tidak dapat dipenuhi.

Jika proses hidrasi secara dini berakhir akibat kelebihan panas (tanpa Curing), air yang disiram pada produk semen yang telah kering tidak akan mengaktifkan kembali proses hidrasi, kehilangan kekuatan akan permanen.

Pada Curing air, produk semen harus dijaga tetap basah (misal dengan menutup produk dengan plastik) untuk lebih kurang 7 hari.

2. Curing uap air

Curing uap air dilakukan dimana air sulit diperoleh dan semen berdasarkan unsur-unsur bahan setengah jadi seperti slop toilet, ubin, tangga, jalusi dan lain-lain diproduksi masal.

Curing uap air menurunkan waktu Curing dibandingkan dengan Curing air biasa lebih kurang sekitar 50 – 60%. Prinsip kerja Curing uap air adalah dengan menjaga produk semen pada lingkungan lembab dan panas yang membolehkan semen mencapai kekuatan lebih cepat dari pada Curing air biasa.

Untuk menghasilkan lingkungan lembab dan panas ini perlu dibuat suatu ruang pemanasan sederhana dengan dinding dan lantai penahan air yang ditutup dengan plastik untuk membuat matahari memanaskan ruang pemanasan dan mencegah air menguap.

Tinggi permukaan air dari lantai sekitar 5 sampai 7 cm dijaga setiap waktu agar prinsip kerja sistem penguapan dapat bekerja.

3. Curing uap panas

Curing uap panas biasanya hanya digunakan pada pabrik yang sudah canggih yang memproduksi produk semen secara massal. Sistem Curing uap panas mahal dan membutuhkan banyak energi untuk membangkitkan panas yang dibutuhkan untuk uap panas.

Bagaimanapun, produk Curing uap panas dapat digunakan setelah kira-kira 24 – 36 jam setelah produksi, yang mempunyai keunggulan dibandingkan Curing sistem lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1974-1990,
Metode pengujian kuat tekan beton
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-0691-1996,
Bata beton (Paving block)
- Mona Khoirunnisah, Sevren Buana Putra, 2015,
*Pengaruh Abu Cangkang Sawit Untuk
Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan
Paving Block*, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jurusan Teknik Sipil

BAB 6

MATERIAL EKSPERIMEN PAVING



Dalam buku ini akan dijelaskan bagaimana membuat paving dengan berbagai eksperimen material hasil yang dicapai kuat tekannya. Persiapan ini mencakup persiapan cetakan paving dan bahan-bahan baku yang dibutuhkan.

Material yang digunakan antara lain berupa bambu dengan berbagai kriteria ukuran potongan dan komposisi campurannya.

I. Bambu Fibre dengan penambahan Fly Ash

Langkah-langkah yang dilakukan adalah membuat 2 variasi yang terdiri dari 5 buah paving paving *block* menggunakan *fly ash* dan 5 buah paving block menggunakan serat bambu + *fly ash*

1. Benda uji dengan menggunakan *fly ash*

- i) Fly ash 10 gr

ii) Fly ash 20 gr

iii) Fly ash 30 gr

2. Benda uji menggunakan serat bambu dan *fly ash*

i) Fly ash 10 gr + serat bambu 10 gr

ii) Fly ash 20 gr + serat bambu 20 gr

iii) Fly ash 30 gr + serat bambu 30 gr



Gambar 6.1 Proses pembuatan *Paving block* dengan *bamboo fiber*



Gambar 6.2 Proses pembuatan *Paving block*



Gambar 6.3 Proses pembuatan *Paving block* selesai

Perawatan benda uji (*Curing*)

Benda benda uji akan ditempatkan pada tempat yang teduh dan tidak lembab sampai pada umur 6 hari dengan direndam dalam air selama 5 menit.



Gambar 6.4 Perendaman *Paving block*

Setelah dilakukan test rendam langkah selanjutnya dilakukan test uji tekan paving uji coba tersebut. Paving uji tekan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Uji tekan dilakukan laboratorium beton Universitas Narotama. Proses uji tekan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6.5. Test Tekan dan Kerusakkan Paving

2. Eksperimen Potongan Bambu dan *Fly Ash*

1. Agregat bambu yang digunakan merupakan agregat kasar berukuran maksimum 20 mm
2. Berat jenis agregat bambu sebesar 0,7 gram/cm³.



Gambar 6.6. Paving dengan material potongan bambu

Hasil yang diperoleh dari uji coba ini adalah baik paving yang menggunakan material potongan bambu dengan non maupun penambahan fly ash mempunyai hasil yang signifikan, akan tetapi tidak bisa mempunyai nilai diatas 250 Kg/cm^2 .

Artinya bisa digunakan dalam kategori sebagai paving yang layak dipakai. Hasil kuat tekan yang diperoleh maksimal Nilai kuat tekan

rata-rata terbesar adalah sebesar $192,29 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kuat tekan terkecil adalah sebesar $144,22 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan bambu dan *fly ash* dalam campuran paving mempunyai nilai kuat tekan terbesar $230,75 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kuat tekan terkecil sebesar $129,80 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 6.7. Paving bermaterial Bambu

DAFTAR PUSTAKA

- Indrawan, Urip Bangkit, Sri Wiwoho, Agnes Dwi Yanthi Winoto (2014). *Konstruksi bambu untuk bangunan*. Ensiklopedia Teknik bangunan. ISBN: 978-602-7526-3
- Benavides, E. G. 2003. *Densification of Ash from a Thermal Power Plant* .Journal Ceramics International, 29, 61-68
- Dewan Standardisasi (DSN). 1996. *Pengertian paving block*. SNI-03-0691-1996.
- Dewan Standardisasi Nasional (DSN). 1996. *Tabel syarat mutu paving block*. SNI-03-0691-1996.
- Nurzal dan Adriansyah. (2015). *Pengaruh Variasi Lama Pengeringan Paving blok Dengan Penambahan 5% Fly ash terhadap kuat tekan (binder pt.x)*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5, No. 2, Oktober 2015: 127-132

I.Nawaz. (2013). *Disposal and Utilozation of fly ash to protect the Environment*. International Journal Of Innovative Research In Science, Engineering and Technology. ISSN: 2319-8753.Vol.2, Issue 10, October 2013

Denny Nurkertamanda dan Andi Alvin. (2012). *Desain proses pembentukan serat bambu sebagai bahan dasar produk industri kreatif berbahan dasar serat pada ukm*. J@ti Undip, Vol VII, No 3,september 2012

BAB 7

KEGIATAN SEMINAR INTERNASIONAL

Dalam mempersentasikan hasil uji coba pembuatan paving bermaterial pengisi bambu telah dilakukan kegiatan presentasi antara lain seperti di bawah ini :

1. ASIA INTERNASIONAL MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE AIMC 2017, 1-2 May 2017, UTM Johor Malaysia

Gambar 7.1. Ttle:
*"Compressive Strength Test
Pavement Bamboo
Composite"*



FOTO KEGIATAN SEMINAR



Gambar 7.2 Proses Pres *Paving Block*



Gambar 7.3. Uji Tekan Paving



Gambar 7.4. Alat cetak paving (Sumber : koleksi pribadi)



Gambar 7.5. Concrete Block Pavements (Sumber: <http://www.eupave.eu/documents/graphics/inventory-of-documents/febelcem-publicaties/concrete-block-pavements.pdf>)



<http://www.lpcb.org/index.php/documents/road-pavement-design-and-performance/pavement-design-and-construction/964-2010-south-africa-concrete-block-pavements/file>