

PENGARUH PENAMBAHAN CAMPURAN MATERIAL BATU BATA TERHADAP KUAT TEKAN PADA PAVING STONE

Disusun Oleh :

Ramli Humanti

Mahasiswa Teknik Sipil
STITEK Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA

Ramli.humanti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pengembangan penggunaan Paving Stone sebagai alternatif perkerasan sangat menguntungkan bagi negara - negara berkembang, guna menunjang pembangunan infrastruktur seperti kompleks pertokoan, perkantoran, pariwisata, tempat ibadah, kawasan perumahan guna menghubungkan antar titik di kawasan tersebut. Sekalipun paving stone sudah menyebar luas penggunaannya di sekitaran wilayah Gorontalo.

Paving stone berasal dari bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat sejenis air dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu dari pada beton tersebut. Paving stone sendiri merupakan bahan bangunan yang dikembangkan dari bahan yang diberi perlakuan pada proses pembuatannya, seperti dipadatkan (cara presing yang banyak dilakukan), digetarkan dan atau keduanya.

Hasil kuat tekan yang diuji di laboratorium menunjukkan nilai kuat tekan rata – rata pada umur 28 hari adalah yang terkecil pada komposisi campuran pasir 1 : semen $\frac{1}{4}$: abu batu $\frac{1}{4}$: tumbukan batu bata 1, kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 122.9 kg/cm² dan yang terbesar pada Komposisi Campuran pasir 1 : semen $\frac{1}{4}$: abu batu $\frac{1}{4}$: tumbukan batu bata $\frac{1}{4}$ kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 165.6 kg/cm².

Kata-kata kunci : *Paving stone, komposisi campuran, kuat tekan*

1. PENDAHULUAN

Pengembangan penggunaan Paving Stone sebagai alternatif perkerasan sangat menguntungkan bagi negara - negara berkembang, guna menunjang pembangunan infrastruktur seperti kompleks pertokoan, perkantoran, pariwisata, tempat ibadah, kawasan perumahan guna menghubungkan antar titik di kawasan tersebut. Sekalipun paving stone sudah menyebar luas penggunaannya di sekitaran wilayah Gorontalo.

Didalam aplikasi dunia teknik sipil, paving stone merupakan salah satu contoh produk yang sering digunakan pada perkerasan jalan. Paving stone merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengeras tanah. Paving stone dibuat dari campuran semen portland dan bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat tanpa mengurangi mutu paving stone tersebut. Diantara berbagai macam alternatif

penutup permukaan tanah, paving stone lebih banyak memiliki variasi baik dari segi bentuk, ukuran, warna, corak dan tekstur permukaan, serta kekuatan. Paving stone memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah menjaga keseimbangan air tanah untuk menopang betonan / rumah diatasnya, berat paving stone yang relatif lebih ringan dari betonan/aspal menjadikan satu penopang utama agar pondasi jalan tetap stabil, dan dapat menjadi serapan yang baik disekitar rumah sehingga menjamin ketersediaan air.

Aplikasi paving stone pada pembangunan ruas jalan sudah banyak dijumpai diberbagai daerah, karena perkerasan kaku relatif lebih besar kemampuannya menahan beban, dan umur rencana lebih lama. Dengan menggunakan paving stone dinilai lebih ekonomis dari pada penggunaan perkerasan (rigid) beton bertulang, paving stone mudah dalam pekerjaan pemasangan, dan mampu menahan

beban dalam batasan tertentu, serta konstruksinya relatif tahan lama. Selain itu paving stone mempunyai keunggulan sifat yang khas yang tidak dimiliki perkerasan lainnya yaitu kesan yang indah. Kesan yang indah ini terbentuk dari bentuk dan warna elemen paving stone tersebut, sehingga dapat dibuat pola - pola yang menarik pada permukaan jalan. Paving stone 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 beton itu. Pengembangan penggunaan paving stone sebagai alternatif. Penggunaan paving stone antara lain dapat digunakan untuk perkerasan palataran parkir, trotoar, jalan - jalan di dalam perumahan, gang - gang kecil serta pada pelabuhan. Pemahaman yang baik dalam hal kualitas dan harga jual paving stone di lingkungan masyarakat akan memberikan ketertarikan untuk dapat menggunakan paving stone sebagai bahan perkerasan jalan maupun halaman.

Paving stone sendiri merupakan bahan bangunan yang dikembangkan dari bahan yang diberi perlakuan pada proses pembuatannya, seperti dipadatkan (cara presing yang banyak dilakukan), digetarkan dan atau keduanya. Selain itu paving stone merupakan bahan yang sangat penting dan banyak digunakan pada perkerasan jalan. Banyaknya jumlah pengguna paving stone dalam perkerasan jalan, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan material paving stone, sehingga memicu penambahan pasir sebagai salah satu bahan pembentuk paving stone secara besar-besaran. Keterbatasan kemampuan alam dalam menyediakan material pembentuk paving stone merupakan sebuah persoalan yang penting, disisi lain ada beberapa ruas jalan dan area bermain serta kerusakan paving stone yang tidak dapat menyerap air dengan baik sehingga menyebabkan banjir di pinggir jalan.

Di desa Pilohayanga Kecamatan Telaga, Kabupaten Gorontalo, banyak ditemui masyarakat yang menjalani usahanya sebagai pengrajin batu bata. Setelah melalui proses pembakaran, tidak semua batu bata yang dihasilkan terbentuk dengan sempurna, sering ditemukan batu bata hasil pembakaran dengan kondisi yang retak-retak atau pecah, sehingga tidak bisa digunakan untuk

konstruksi bangunan. Oleh para pengrajin, pecahan batu bata ini tidak dimanfaatkan dan biasanya hanya diminta warga setempat untuk dijadikan sebagai material urugan.

Hal-hal penting yang harus diteliti selain untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran batu bata terhadap karakteristik paving stone adalah pemeriksaan karakteristik pasir dan pozzolan tumbukan batu bata. Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis tertarik untuk mengambil judul pengaruh penambahan campuran material batu bata terhadap kuat tekan pada paving stone. Hal ini dimaksud untuk mengetahui dan mengkaji karakteristik penggunaan paving stone yang ada di gorontalo.

2. PENGERTIAN UMUM PAVING STONE

Paving stone 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 beton itu. Pengembangan penggunaan paving stone sebagai alternatif. Penggunaan paving stone antara lain dapat digunakan untuk perkerasan palataran parkir, trotoar, jalan - jalan di dalam perumahan, gang - gang kecil serta pada pelabuhan.

Paving Stone/ bata beton (concrete block)/cone blok. merupakan produk bahan bangunan yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. Dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Diantara berbagai macam alternatif penutup permukaan tanah, paving stone lebih memiliki banyak variasi baik dari segi bentuk, ukuran, warna, corak dan tekstur permukaan serta kekuatan. Penggunaan paving blok juga dapat divariasikan dengan jenis paving atau bahan bangunan penutup tanah lainnya.

Paving Stone

Paving Stone, bahan bangunan ini tidak asing dan hampir semua orang mengetahui apa itu paving stone. Bahan bangunan yang satu ini sering dijumpai sebagai pekerasan jalan, pelataran parkir ataupun pelataran halaman untuk rumah pribadi maupun gedung pemerintahan.

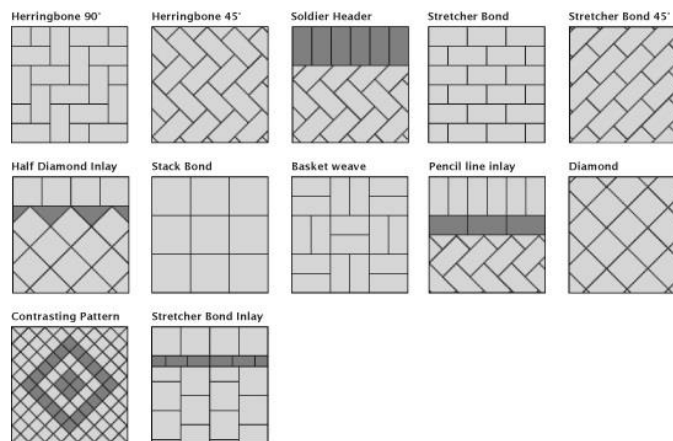
Namun belum banyak orang mengetahui bahwa paving stone memiliki karakteristik ukuran dan mutu beton beragam.

Menurut SNI 03 0691 1996, paving stone adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland hidrolik, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton.

Pemakaian paving stone ini semakin meningkat pada umumnya dan sering dipakai untuk perkerasan halaman parkir hotel, pertokoan, perkantoran, dan perumahan. Keunggulan dari perkerasan paving stone diantaranya yaitu pengerjaan yang mudah, biaya yang murah, serta perawatan yang mudah. Berbeda kondisinya pada jalan lingkungan yang menggunakan paving stone

dari produksi industri rakyat dan terjadi kerusakan yang cukup parah seperti patah dan aus permukaannya bahkan banyak yang terlepas.

Paving stone banyak ditemui dipasaran dengan beraneka ragam bentuk dan ketebalan. Secara umum terdapat beberapa bentuk paving stone yaitu *horizontally interlocking blocks*, *vertically interlocking blocks*, dan *grass stones and grids*. Namun yang sering digunakan adalah tipe *horizontally interlocking blocks*, karena relatif sederhana dan murah untuk produksi serta mudah dalam pemasangannya. Adapun bentuk-bentuk paving stone yang sering dijumpai dipasaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1. Bentuk – Bentuk Paving Stone

Kombinasi antara pola pemasangan bentuk, mutu, tebal dan pola pemasangannya dapat dibuat mosaik dengan kombinasi warna sesuai estetika yang dirancang, dapat berupa logo, tulisan, dan batasan area parkir atau petunjuk arah pada suatu daerah permukiman.

Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik didalam maupun diluar bangunan.

- Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
- Bata beton mutu B : digunakan untuk peralatan parkir
- Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki
- Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan pengguna lain

Paving stone harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, pada bagian sudut dan rusaknya tidak mudah dirapikan dengan kekuatan tangan.

Bata beton atau Paving Stone ini harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

Jenis-Jenis Paving Stone Standar SNI

a. Paving Stone Press Manual / Tangan

Paving stone press manual / tangan diproduksi menggunakan cetakan paving dengan press tangan manusia. Mutu beton dari paving stone tergolong dalam mutu beton kelas D (K 50-100). Harga paving stone jenis ini relative lebih murah dari pada harga paving jenis yang lainnya. Pada umumnya paving stone press manual hanya

digunakan untuk pemakaian non structural, seperti taman trotoar, halaman rumah dan penggunaan lainnya yang tidak diperlukan untuk menahan beban yang berat diatasnya.

b. Paving Stone Press Mesin Vibrasi/Getar (K 150-250)

Pada umumnya paving stone press mesin vibrasi tergolong sebagai paving stone dengan mutu beton kelas C_B (K 150-250). Paving stone jenis ini diproduksi dengan mesin press sistem getar. Paving stone press mesin vibrasi sebagai alternative perkerasan lahan peralatan parkir. Akan tetapi, karena pertimbangan selisih harga yang tidak terlalu jauh berbeda dengan paving stone jenis mesin hidrolik (K 300-450) mengakibatkan banyak konsumen lebih tertarik memilih paving stone jenis press hidrolik daripada paving jenis press vibrasi.

c. Paving stone press mesin hidrolik (K 300-450)

Paving stone jenis ini diproduksi dengan cara dipress dengan menggunakan mesin press hidrolik dengan kuat tekan diatas 300 kg/cm^2 . Paving ini dapat dikategorikan sebagai paving stone dengan mutu beton kelas B_A (K 300-450). Pemakaian jenis ini dapat digunakan untuk keperluan non structural maupun untuk keperluan atructural yang berfungsi untuk menahan beban yang berat yang dilalui diatasnya, seperti arela jalan, lingkungan hingga sebagai perkerasan lahan pelataran terminal peti kemas dipelabuhan.

Klasifikasi Paving Stone

Berdasarkan SK SNI T – 04-1990-F, Klasifikasi paving stone berdasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, dan warna. Klasifikasi tersebut antara lain :

a. Klasifikasi berdasarkan bentuk

Bentuk paving stone secara garis besar terbagi atas dua macam yaitu :

1. Paving stone bentuk segi empat
2. Paving stone segi banyak.

b. Klasifikasi berdasarkan ketebalan

Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus sesuai dengan rencana penggunaanya dan kuat tekan paving stone tersebut juga harus diperhatikan. Ketebalan paving stone ini terbagi atas tiga macam yaitu :

1. Paving stone dengan ketebalan 60 mm
2. Paving stone dengan ketebalan 80 mm
3. Paving stone dengan ketebalan 100 mm

c. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Pembagian kelas paving stone berdasarkan mutu betonnya yaitu paving stone dengan mutu beton fc 37,35 MPA, dan dengan mutu beton fc 27,0 MPA.

d. Klasifikasi berdasarkan warna

Warna yang tersedia dipasarkan diantara abu-abu, hitam, dan merah. Paving blok yang berwarna dapat digunakan untuk memberi batas pada pekerasan seperti tempat parkir, tali, air dan lain-lain.

e. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada beton dilakukan dengan menekan benda uji ukuran 215 mm x 105 mm x 60 mm standar SNI. Kuat hancur dari paving stone 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 titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang sama.

2.2.3 Standar Mutu Paving Stone

Standar mutu yang harus dipenuhi paving stone untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

- a. Sifat tampak paving stone untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan ketentuan jari tangan.
- b. Bentuk dan ukuran paving stone untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Tebal paving stone untuk lantai diperkirakan kurang lebih 3 mm.

Tabel 2.2 Kekuatan Fisik Paving Stone

Jenis	Kuat Tekan (mPa*)		Ketahanan Aus		Penyerapan Air
	Rata-rata	Minimum	Rata-rata	Minimum	(Rata-rata Max.)
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

- c. Paving stone untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

Standar mutu yang harus dipenuhi oleh paving stone terbagi atas 4 yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang maksimal, ketebalan paving stone bentuk persegi minimal 6 cm
2. Untuk paving stone yang menggunakan profil tali air pada sisi permukaan atas, tebal tali air maksimal 7 mm dari sisi dalam dan sisi luar paving stone
3. Penyimpangan dimensi paving stone yang diijinkan adalah panjang ± 2 mm, lebar ± 2 mm, tebal ± 2 mm.
4. Untuk perhitungan kuat tekan digunakan faktor koreksi terhadap ketebalan.

Keuntungan Dan Kelemahan Paving Stone

Keuntungan paving stone terbagi atas 4 yaitu sebagai berikut :

1. Pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat dapat diproduksi secara masal
2. Tahan terhadap beban statis
3. Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.

Sedangkan kelemahan dari paving stone bukan terdapat pada paving stone itu sendiri, melainkan struktur tanah dibawahnya. bila tidak kuat dan nyaman, akan mudah bergelombang.

Berbagai Metode Pengujian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan benda uji (sampel percobaan) dengan bahan tambahan pozzolan tumbukan batu bata. Komposisi semen : pasir yang akan dipakai = 1:3 dengan faktor air semen (fas) 0,40. Persentase tumbukan batu

bata yang digunakan adalah 15% dari berat semen. Standar Pengujian paving stone meliputi : kuat tekan, berat jenis, dan serapan air paving stone setelah berumur 28 hari. Untuk mengetahui kuat tekanan, maka paving stone harus dapat diuji pembuatannya, sehingga bentuk pengujian paving stone menyesuaikan standar pengujian paving stone. Pengujian tersebut akan dilakukan setelah paving stone mencapai 28 hari.

a. Metode struktur

Metode ini menggunakan cara ditimbang berat paving stone, kemudian diuji kuat tekan dengan alat tekanan dengan hancur. Nilai tekan diperoleh dari beban tekan yang tertinggi.

b. Metode ukuran

Metode ini diukur dengan caliper ukuran ketebalan minimum 6 cm dengan toleransi +8%.

c. Metode visual

Dalam metode ini, permukaan paving stone harus rata, tidak terdapat cacat, bagian sudut dan tepi tidak mudah hancur, jika paving satu dengan yang lainnya dibenturkan tidak mudah hancur.

Komponen Material Pembuatan Paving Stone

Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25 % dari berat semen saja. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara

pembasahan setelah dicor (Tjokrodimuljo, 1996). Kebutuhan kualitas air untuk beton mutu tinggi tidak jauh berbeda dengan air untuk beton normal. Pengerasan beton dipengaruhi reaksi semen dan air, maka air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan air minum yang memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, tetapi air untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % dari kekuatan beton yang menggunakan air suling. Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- ✓ Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda melayang lain) lebih dari 2 gram/liter.
- ✓ Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- ✓ Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
- ✓ Air harus bebas terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain :
 1. Mortar atau beton dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam dalam air. Serangan asam pada beton atau mortar akan mempengaruhi ketahanan pasta mortar dan beton.
 2. Air yang mengandung lumpur atau bahan padat apabila dipakai untuk mencampur semen dan agregat maka proses pencampuran atau pembentukan pasir kurang sempurna, karena permukaan agregat akan terlapisi lumpur sehingga ikatan agregat kurang sempurna antar satu dengan yang lain. Akibatnya agregat akan lepas dan mortar atau beton akan tidak kuat.

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari

semen. Membasahi agregat dan memberi pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton, seperti pekerjaan senyawa yang terkandung dalam air akan mempengaruhi kualitas beton untuk itu dapat diperoleh standard yang baik untuk kualitas air.

Sumber- sumber air terbagi atas lima yaitu sebagai berikut :

- Air yang terdapat di udara
- Air hujan
- Air tanah
- Air permukaan
- Air laut

Sedangkan syarat umum air terbagi atas dua yaitu sebagai berikut :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton.
2. Air pencampuran yang digunakan pada beton prategang atau beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Syarat mutu air yaitu kriteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Syarat-syarat tersebut antara lain :

- NaCl dan sulfat. Konsentrasi NaCl atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diizinkan
- Air asam. Penggunaan air dan PH diatas 3,00 harus di hindari
- Air basa, konsentrasi basah lebih tinggi dari 0,5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.
- Air gula, apabila kadar gula dalam campuran dihasilkan hingga mencapai 0,2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0,25% akan dapat mempengaruhi kekuatan beton.

Tidak hanya mutu tapi sama jumlah air sama pentingnya untuk menghasilkan produk beton yang baik.

a) Jenis dan mutu

Hampir semua air alami yang dapat diminum tidak

mempunyai rasa dan bau dapat digunakan sebagai air adukan untuk membuat produk beton. Air yang cocok untuk membuat beton belum tentu cocok untuk diminum.

b) Air laut

Air laut sebaiknya tidak digunakan sebagai air adukan beton.

c) Mengumpulkan air hujan dari atap

Air hujan yang dikumpulkan dari atap dapat digunakan untuk adukan beton.

d) Minyak/oli

Berbagai jenis minyak biasanya ada dalam adukan air. Air yang teraduk dengan segala jenis minyak tidak dapat digunakan untuk adukan beton.

e) Penyimpanan air

Air sebaiknya disimpan di tempat yang tidak terkontaminasi jika memungkinkan. Air yang disimpan dalam drum yang bersih dan tangki yang tertutup adalah lebih baik. Umur air atau lamanya penyimpanan tidak berpengaruh pada produk beton.

Air memiliki peranan penting dalam pembentukan kekuatan pada campuran beton yang dihasilkan, sehingga kuantitas dan kualitas air yang digunakan perlu diperhatikan.

Standar kelayakan air untuk campuran beton adalah bila air layak diminum, maka layak pula untuk campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum).

Beberapa spesifikasi menentukan bahwa jika air tidak diperoleh dari sumber yang telah terbukti hasilnya, maka kekuatan beton yang dibuat dengan air yang diragukan hendaknya dibandingkan dengan beton yang sama yang dibuat dengan air murni (Mastari, 2003).

Spesifikasi lain penggunaan air untuk campuran beton adalah jika nilai pH air antara 6-8, dimana air sudah bebas dari zat organik. Selain itu perlu dilakukan pengujian beton

yang menggunakan air tersebut dengan membandingkan kekuatannya pada umur beton 7 dan 28 hari dengan beton yang terbuat dari air suling, bila kekuatannya melampaui 90% maka penggunaan air tersebut bisa diterima. Kriteria ini aman diterapkan pada daerah-daerah pantai atau rawa-rawa dan daerah lain dimana banyak tersedia air payau yang kualitasnya diragukan.

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas butir-butir agregat supaya mortar atau beton mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, diperlukan air sekitar 0,30 kali berat semen, namun kenyataannya jika dipakai nilai fas kurang dari 0,35 adukan mortar atau beton menjadi sulit dikerjakan, sehingga umumnya berat air lebih dari 0,35 berat semen. Adanya kelebihan air berfungsi sebagai pelumas. Terlalu sedikit air menyebabkan proses pembuatan campuran sulit dikerjakan, sedangkan bila terlalu banyak air menyebabkan kekuatan beton banyak berkurang serta terjadi penyusutan yang besar setelah campuran mengeras.

Semen tidak akan bisa menjadi pasta air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, akan tetapi air juga dapat digunakan untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lacak (workabel).

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penulangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelacakan tertentu tergantung pada sifat mineral yang digunakan. Hukum kadar air konstan mengatakan bahwa kadar air yang dapat diperlukan untuk kelacakan tertentu hampir konstan tanpa tergantung pada jumlah semen, untuk kombinasi agregat halus dan kasar.

Bahan pengikat mineral pembantu saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai pengujian, antara lain untuk dapat mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau penambahan kelecakan beton segar.

Semen Portland

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat bahan pengikat. Semen dapat berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat menjadi massa yang kompak dan padat. Beton dapat tersusun dari bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Juga diperlukan biasanya dipakai bahan tambahan. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen juga berfungsi sebagai bahan pengisi. Menurut standar industri Indonesia, SII 0013-1981, definisi semen Portland adalah semen hidralis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidralis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan seperti gypsum.

a. Tipe –tipe semen

Semen portland atau lebih dikenal dengan semen dibagi menjadi lima tipe :

1. Tipe I: digunakan untuk konstruksi pada umumnya dimana property khusus tidak digunakan, seperti konstruksi :
 - a. Bangunan bertingkat tinggi
 - b. Perumahan
 - c. Jembatan dan Jalan Raya
 - d. Landaasan bandar udara
 - e. Beton pratekan
 - f. Bangunan irigasi
2. Tipe II: digunakan untuk beton yang membutuhkan ketahanan terhadap sulfat dan memiliki panas hidrasi yang sedang.
3. Tipe III: digunakan untuk beton yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi, memiliki panas hidrasi yang lebih tinggi dari tipe I.
4. Tipe IV: digunakan untuk beton yang memerlukan panas hidrasi yang rendah, seperti beton
5. Tipe V: digunakan untuk memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat dan diaplikasikan untuk pondasi, dinding basement, terowongan, juga beton yang bersentuhan dengan tanah.

b. Jenis-jenis Semen

Jenis semen terbagi atas tiga antara lain sebagai berikut :

- Semen alam dihasilkan melalui pembakaran batu kapur yang mengandung lempung pada suhu lebih rendah dari suhu pengerasan.
- Semen non hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama adalah kapur.

c. Syarat utama semen, terbagi atas dua antara lain sebagai berikut :

- Semen harus memenuhi salah satu dari ketentuan seperti SNI 15-2049-1994, semen Portland, spesifikasi semen blended hidrolis kecuali tipe 5 dan yang tidak diperuntukkan sebagai unsure pengikat utama struktur beton, dan spesifikasi semen hidrolis ekspansif.

- Semen yang digunakan pada pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan semen yang digunakan pada perancangan proporsi campuran.

d. Penyimpanan semen

Semen harus tetap kering karena udara yang lembab bisa menimbulkan bahaya yang sama bila mana semen tersebut terkena air. Semen yang disimpan secara kedap udara dapat bertahan untuk waktu yang sangat lama.

Cara penyimpanan semen agar semen tersebut akan tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama. Maka dapat diperhatikan (PB, 1971) yaitu :

- Semen harus terbebas dari beban kotoran dari luar.
 - Semen dalam kantung (sak) harus disimpan dalam gedung tertutup, terhindar dari basah, lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Lantai gedung harus kering dan kedap air.
 - Semen dan jenis berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan terukurnya jenis semen yang lebih dahulu masuk gedung.
 - Semen curah harus disimpan didalam silo (ruang atau menara penyimpan yang kedap udara).
- e. Perbedaan produk semen

Antara satu merek dengan merek yang lain dapat berbeda dalam

- Kehalusan butir-butiran semen
- Komposisi kimia
- Perkembangan kekuatan
- Jumlah gypsum yang ditambahkan.

Fungsi semen dalam pembuatan beton, selain sebagai perekat adalah untuk dapat mengisi rongga-rongga antar butiran agregat, oleh karena itu untuk mendapatkan beton dengan kekuatan tinggi harus dipakai kadar semen yang tepat.

Menurut SNI 15-204-1994 semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland yang terutama terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis, digiling bersama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Semen Portland mengandung unsur utama kapur, silica, alumina dan oksida besi. Unsur-unsur tersebut kemudian berinteraksi

satu sama lain selama proses peleburan.

Ada 5 jenis pemakaian semen Portland, yaitu :

1. jenis I (*ordinat Portland cement*)

Semen Portland untuk penggunaan umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. jenis II (*moderate heat hardening Portland cement*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Jenis III (*High Aertly Strength Hardenig Portland Cement*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

4. Jenis IV (*low heat of hardening Portland cement*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

5. Jenis V (*sulfur Resistence Portland Cement*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

HASIL PENGUJIAN

**Tabel Komposisi Penambahan Tumbukan Batu Bata,
 Jumlah Benda Uji dan Macam Pengujian Paving Stone
 (Kuat Tekan Paving Stone).**

No	Mutu Beton	Berat (Grm)	Jenis Contoh	Luas Permukaan (Sm2)	Tanggal Cor	Tanggal Test	Umur (Hari)	Hasil Pembacaan Beban (Kn)	Kuat Tekan Tegangan Kg/Cm2	Koreksi Umur	Kuat Tekan Tegangan28 Hari (Kg/Cm2)	Ket Pasir : Semen ; Abu Batu ; Batu Bata
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		2296	Paving	210	13/04/15	11/05/15	28	253	122,9	1.000	122,9	1 : ¼: ¼ : 1
2		2260	Paving	210	13/04/15	11/05/15	28	287	139,4	1.000	139,4	1 : ¼: ¼ : ¾
3		2560	Paving	210	13/04/15	11/05/15	28	300	145,7	1.000	145,7	1: ¼: ¼ ½
4		2109	Paving	210	13/04/15	11/05/15	28	341	165,6	1.000	165,6	1 : ¼ : ¼ : ¼
5		2286	Paving	210	13/04/15	11/05/15	28	355	173,8	1.000	173,8	1 : ¼ : ¼

Sumber : Hasil Penelitian

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penambahan campuran batu bata tidak berpengaruh terhadap kuat tekan paving stone. Semakin banyak campuran batu bata pada komposisi paving stone, maka semakin berkurang hasil kuat tekan pada paving.
2. Hasil kuat tekan yang diuji di laboratorium menunjukkan nilai kuat tekan rata – rata pada umur 28 hari untuk komposisi campuran pasir : semen : abu batu : tumbukan batu bata, adalah sebagaimana terlampir.
 - a. Komposisi campuran 1 : $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{4}$: 1
Kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 122.9 kg/cm²
 - b. Komposisi Campuran 1 : $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{3}{4}$
Kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 139.4 kg/cm²
 - c. Komposisi Campuran 1 : $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{2}$
Kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 145.7 kg/cm²
 - d. Komposisi Campuran 1 : $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{4}$
Kuat tekan paving rata – rata pada umur 28 hari = 165.6 kg/cm²

Saran

1. Untuk menjamin mutu pengujian di laboratorium diharapkan memperhatikan dan mengikuti saran sebagai berikut :
 - a. Untuk pengujian kuat tekan harus dibuat sejumlah set benda uji (3 buah benda uji per 1 set)
 - b. Pengambilan benda uji yang di dapat dari pencampuran secara manual, diambil satu set benda uji (1 set = 3 buah benda uji)
2. Disarankan untuk mengurangi penggunaan batu bata pada campuran pembuatan paving.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia** (PBI – 1971)
BSN, SII 0013 – 1981, **Mutu dan Cara Uji Semen Portland**, Jakarta
DPU, 1990, SK SN S – 04 1990 – F, **Tata Cara Pemasangan**, Jakarta
DPU, 1994, SNI 15 – 2049 – 1994, **Portland Semen**, Jakarta
DSN. 1996, SNI 03 – 0691 – 1996 **Bahan Beton (Paving Block)**. *Hak Cipta. Badan Standarisasi Nasional*.
<http://dwikusumadpu.wordpress.com/2012/12/27/paving-block>
<http://dwikusumadpu.wordpress.com/rak-kode/>
http://eprints.undip.ac.id/33843/6/1794_CHAPTER_II.pdf
<http://www.pondokburuhkonstruksi.com/paving/4-pavingblock-jenis-jenis-paving-block-standar-sni.html>
<http://www.pondokburuhkonstruksi.com/paving/120-pavingblock-kekuatan-standar-sni.html>
<http://paving-aureliasanjaya.blogspot.com/2012/10/keunggulan-dan-kelemahan-paving.html>
<http://www.pavingexpert.com/york01.htm>
Mastari, L., 2003, **Karakteristik Beton Dengan Agregat**, Erlangga, Jakarta
-----, 1996, *Bata Beton (Paving Block)* (SNI 03 0691 1996),
Tjokrodinuljo. 1996, **Teknologi Beton**, Yogyakarta.