

PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS DENGAN KERTAS KORAN BEKAS PADA CAMPURAN BATAKO SEMEN PORTLAND TERHADAP KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR

Dantje A. T. Sina¹⁾ Elia Hunggurami²⁾ Amarin S. Menezes³⁾

ABSTRAK

Ketersediaan material alam untuk konstruksi sangatlah terbatas, di lain pihak permintaan akan material tersebut terus meningkat, sehingga perlu dicoba untuk menggunakan material alternatif seperti memanfaatkan barang bekas yang sering menjadi sampah sebagai material konstruksi. Salah satu alternatif yang dicoba adalah kertas koran bekas sebagai material tambahan dalam campuran batako semen portland untuk menggantikan sebagian pasir, sehingga dapat mengurangi pemakaian pasir dan diharapkan dapat mengurangi sampah serta diperoleh batako semen portland yang memiliki bobot lebih ringan. Penelitian dilakukan dengan membuat batako semen portland berlubang (*hollow block*) berdimensi 40 x 20 x 10 cm yang terdiri dari batako semen portland normal (tanpa penggantian pasir dengan kertas koran) dan batako semen portland dengan penggantian pasir dengan kertas koran masing-masing sebanyak 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland untuk menggantikan sebagian pasir mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan dan peningkatan nilai penyerapan air (absorpsi). Kuat tekan batako semen portland normal pada umur 28 hari adalah sebesar 6,71 MPa, nilai ini menurun menjadi berturut-turut sebesar 6,51 MPa, 5,90 MPa, 5,08 MPa dan 4,51 MPa pada penambahan kertas koran sebesar 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir sedangkan absorpsinya masing masing 8,43%, 8,72%, 9,18% dan 10,36% pada penambahan kertas koran berturut-turut sebesar 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir, lebih tinggi dari batako tanpa penambahan kertas yaitu 6.53 %

Kata kunci : Kertas Koran, Batako Semen Portland, Kuat Tekan, Serapan Air (absorpsi).

PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang konstruksi dewasa ini salah satunya ditandai dengan meningkatnya kualitas bahan bangunan dan munculnya bahan bangunan baru. Munculnya macam-macam bahan bangunan baru didorong oleh kebutuhan manusia akan bahan bangunan yang memiliki kualitas lebih baik daripada bahan bangunan yang telah ada sebelumnya seperti kebutuhan akan bahan bangunan antara lain memiliki kekuatan lebih tinggi, lebih ramah terhadap lingkungan, memiliki bobot yang lebih ringan.

Jika menggunakan bahan bangunan yang memiliki bobot lebih ringan dapat mengakibatkan berkurangnya berat sendiri konstruksi yang pada akhirnya dapat mengurangi dimensi fondasi, dan selain itu dengan memiliki bobot yang lebih ringan dapat lebih memudahkan pada saat pengangkutan.

Salah satu material untuk dinding yang sering digunakan masyarakat dalam pembangunan gedung adalah batako semen portland yaitu batako yang dibuat dari campuran semen portland dan pasir atau abu batu yang di-*press* padat (Susanta, 2008).

Batako ringan dibuat dengan menambahkan bahan tambahan yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada ringanberat jenis bahan dasar pembentuk batako semen portland. Salah satu alternatif yang dapat ditempuh yakni dengan menambahkan kertas koran bekas ke dalam campuran batako semen portland dan mengurangi pemakaian agregat halus. Berat jenis kertas koran yang lebih kecil daripada berat jenis agregat halus pada umumnya memungkinkan dihasilkan batako semen portland yang mempunyai berat lebih ringan dibandingkan dengan batako semen portland normal. Penggunaan kertas koran dalam campuran batako semen portland diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu upaya dalam pemamfaatan kertas koran bekas.

Penggantian sebagian agregat halus dengan kertas koran bekas dengan tujuan untuk menghasilkan batako semen portland dengan bobot lebih ringan, mengingat karakteristik kertas koran yang sangat berbeda dengan agregat halus tentunya akan mengubah sifat mekanis dan fisis dari batako semen portland. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland terhadap sifat mekanis dan fisis dari batako semen portland terutama terhadap kuat tekan dan daya serapan air (absorpsi).

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Benda Uji

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk kertas Koran, semen Portland tipe I dengan merek dagang Tiga Roda, serta pasir yang diambil dari quarry Takari.

Benda uji yang dibuat untuk penelitian ini adalah batako semen portland berlubang (*hollow block*) mutu I dengan dimensi 40 x 20 x 10 cm.

B. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah alat penghancur kertas, cetakan batako semen Portland berlubang, oven, mesin uji kuat tekan, dan alat pendukung lainnya.

C. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap persiapan

Persiapan yang dilakukan adalah membuat bubuk kertas Koran yang sebelum digunakan sebagai material campuran dalam campuran batako semen Portland dibuat dalam keadaan jenuh dengan kadar air sebesar 150%.

Pemeriksaan bahan

Pemeriksaan yang dilakukan terhadap bahan penyusun antara lain pemeriksaan air yang dilakukan secara visual, pemeriksaan terhadap semen Portland secara visual dan pengujian, pengujian untuk mengetahui karakteristik dari pasir yang digunakan dan pemeriksaan penyerapan kertas Koran.

Tahap perencanaan campuran

Penentuan perbandingan antara semen dan pasir dalam campuran batako semen portland untuk membuat batako semen portland mutu I didapat melalui hasil pengujian kuat tekan mortar. Mula-mula akan dibuat mortar dengan beberapa variasi perbandingan antara semen portland dan pasir. Mortar tersebut kemudian dicetak dan dilakukan perawatan selama 28 hari barulah kemudian diadakan pengujian terhadap kuat tekan mortar. Langkah-langkah pengujian kuat tekan mortar mengacu pada SNI 03-6825-2002 tentang Prosedur Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Hasil pengujian kuat tekan mortar kemudian dibandingkan dengan kuat tekan minimum batako semen portland mutu I sesuai dengan PUBLI 1982. Perbandingan campuran yang mengakibatkan kuat tekan mortar memenuhi syarat minimum kuat tekan batako semen portland mutu I sesuai dengan PUBLI 1982-lah yang akan dipakai sebagai perbandingan semen portland terhadap pasir dalam pembuatan benda uji.

Sedangkan untuk penentuan faktor air semen (FAS) dalam campuran batako semen portland ditentukan dari hasil uji sebar mortar dengan metode *flow test* yang langkah-langkah pengujiannya mengacu pada *American Society of Testing and Materials* (ASTM) nomor C1437-01 tentang Metode Uji Standar untuk Aliran Mortar Semen Hidrolik.

Tahap pembuatan benda uji

Benda uji berupa batako semen portland normal dan batako semen portland dengan tambahan kertas koran dibuat secara manual dengan menggunakan mal cetakan berukuran 40 x 20 x 10 cm.

Setelah semen Portland, pasir dan kertas Koran dicampur menjadi campuran yang homogen, campuran kemudian dimasukkan kedalam cetakan batako semen Portland lalu

dipadatkan dengan batang penumbuk yang dilakukan sebanyak 3 kali yakni pada pada saat campuran diisi sebanyak 1/3 tinggi cetakan, 2/3 tinggi cetakan dan 3/3 tinggi cetakan dengan banyak tumbukan setiap lapisnya adalah sebanyak 25 kali tumbukan. Kemudian campuran di-press dengan menggunakan bantuan mesin uji kuat tekan. Setelah di-press batako kemudian dikeluarkan dari dalam cetakan dan dilakukan perawatan sampai umur batako 28 hari. Perawatan ini tidak dilakukan perendaman mengingat bahan kertas sangat menyerap air dan dikhawatirkan akan merusak ikatan semen dengan kertasnya, sehingga perawatannya dilakukan dengan memelihara batako dalam kondisi lembab yakni dengan menutupi permukaan batako dengan karung goni basah.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Bahan Penyusun

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual terhadap semen Portland terlihat bahwa semen portland yang digunakan berwarna abu-abu dan tidak ada gumpalan sehingga semen dapat langsung digunakan. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian berat volume dari pengujian terhadap 2 buah sampel didapat berat volume rata-rata untuk semen portland tipe I yang digunakan sebesar $1046,714 \text{ kg/m}^3$.

Untuk pemeriksaan terhadap pasir, berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa pada kondisi kering permukaan (SSD) berat jenis rata-rata pasir Takari sebesar 2,551, berat jenis kering sebesar 2,483, berat jenis semu sebesar 2,664 dengan angka penyerapan rata-rata pasir sebesar 2,735%, berat volume lepas rata-rata pasir Takari sebesar $1449,452 \text{ kg/m}^3$, kadar air rata-rata sebesar 5,096 % dan kadar lumpur sebesar 2,911%. Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap gradasi pasir menunjukkan bahwa pasir yang dipakai termasuk pada golongan pasir kasar, dengan besar nilai modulus kehalusan butir (MHB) sebesar 3,497.

Hasil pemeriksaan terhadap air yang digunakan menunjukkan bahwa air dari laboratorium beton jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana Kupang dalam kondisi tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga sesuai persyaratan dalam SK SNI-S-04-1989-F, air tersebut dapat digunakan karena memenuhi syarat.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap bubuk kertas koran didapat besar angka penyerapan rata-rata bubuk kertas koran sebesar 450,03% dan berat volume rata-rata bubuk kertas koran dalam kondisi kering permukaan sebesar $612,50 \text{ kg/m}^3$ sedangkan berat volume rata-rata bubuk kertas koran dalam kondisi jenuh 150% sebesar $1031,22 \text{ kg/m}^3$.

B. Perencanaan Campuran

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar, untuk memperoleh batako semen portland kuat tekan mutu I sesuai dengan yang disyaratkan dalam PUBLI 1982, maka perbandingan volume antara semen portland (PC) terhadap pasir dalam campuran batako semen portland yang harus dibuat adalah sebesar 1 : 2.

Mengacu pada syarat uji sebar mortar yang ditetapkan dalam ASTM D:C270-575 dimana disyaratkan diameter maksimal hasil uji sebar rata-rata sebesar 105% sampai dengan 115% diameter kerucut uji, maka berdasarkan hasil pengujian sebar mortar dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,47 diperoleh diameter sebar campuran rencana rata-rata berkisar antara 108,50% sampai dengan 110,40% diameter kerucut uji. Jadi dengan FAS 0,47, campuran tersebut memenuhi syarat yang ditetapkan, sehingga FAS yang digunakan dalam campuran untuk membuat benda uji adalah sebesar 0,47. Dari hasil pengamatan visual terhadap hasil pengujian menunjukkan bahwa pada persentase diameter rata-rata (D_r) sebesar 108,50% sampai 110,40%, mortar cukup mudah untuk dikerjakan, kondisi mortar tidak terlalu encer dan juga tidak terlalu kering.

C. Perhitungan Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar didapat perbandingan volume antara semen portland dan pasir dalam campuran sebesar 1 bagian semen portland (PC) berbanding 2 bagian pasir. Sedangkan berdasarkan hasil uji sebar mortar didapat besar nilai faktor air semen (FAS) yang akan dipakai adalah sebesar 0,47. Sehingga dengan penambahan kertas koran dalam campuran batako semen portland sebanyak 15%, 20%, 25% dan 30% Kebutuhan bahan untuk membuat satu buah benda uji dengan dimensi 40 x 20 x 10 cm untuk setiap jenis campuran seperti ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan untuk Membuat 1 Benda Uji

No	Konsentrasi Koran Dalam Campuran	Semen Portland (gram)	Pasir (gram)	air (gram)	Bubur Koran (gram)	
					Koran kering	air
1	0%	2249,57	6230,26	910,23	0,00	0,00
2	15%	2249,57	5295,72	739,26	85,79	579,09
3	20%	2249,57	4984,21	682,27	114,39	772,12
4	25%	2249,57	4672,70	625,28	142,99	965,15

5	30%	2249,57	4361,18	568,29	171,58	1158,19
---	-----	---------	---------	--------	--------	---------

D. Berat Volume Batako Semen Portland

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kertas koran dalam campuran batako semen portland sebagai pengganti sebagian pasir mengakibatkan berat volume batako semen portland dengan dimensi yang sama menjadi lebih ringan. Semakin banyak volume pasir yang digantikan oleh kertas koran dalam campuran batako semen portland maka semakin ringan batako semen portland yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena berat volume bubuk kertas koran yang dari hasil pengujian didapat sebesar $1031,22 \text{ kg/m}^3$, lebih ringan jika dibandingkan dengan berat volume pasir yang dari hasil pengujian didapat sebesar $1449,452 \text{ kg/m}^3$, sehingga meskipun volume yang ditempati oleh pasir dan kertas koran dalam batako semen portland adalah sama namun akan menghasilkan berat yang berbeda. Selain itu sifat penyerapan air yang sangat tinggi dari kertas membuat batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran banyak menyerap air, air yang terikat secara fisik dalam massa bubuk kertas koran yang tidak ikut bereaksi dengan semen lambat laun menguap akibat panas sekitar sehingga menyebabkan timbul rongga dalam batako. Semakin tinggi konsentrasi kertas koran maka semakin banyak pula rongga yang timbul yang mengakibatkan batako tersebut memiliki berat volume yang semakin kecil.

Hubungan antara berat volume batako semen portland terhadap penambahan kertas koran dalam campuran batako semen portland pada umur 7, 14 dan 28 hari seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

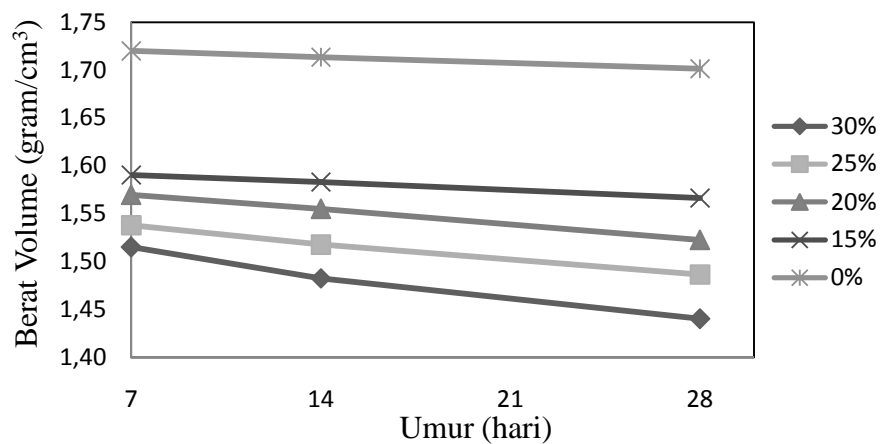
E. Kuat Tekan Batako Semen Portland

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penggantian kertas koran dalam campuran batako semen portland mengakibatkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan batako semen portland. Penurunan kuat tekan akibat penambahan kertas koran dalam campuran batako semen portland berbanding lurus dengan besar persentase penggantian kertas koran. Semakin besar persentase penggantian kertas koran dalam campuran

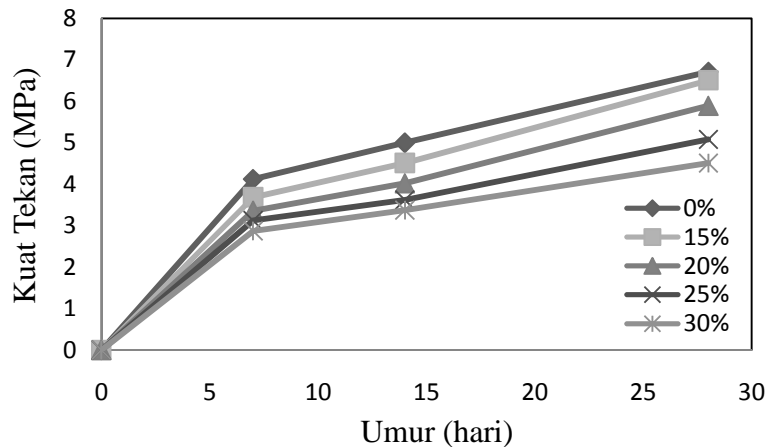
batako semen portland semakin besar pula penurunan kuat tekan yang terjadi. Salah satu penyebab terjadinya penurunan nilai kuat tekan batako yaitu karena kekuatan butiran pasir yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kertas koran yang mengakibatkan semakin banyak pasir yang digantikan oleh kertas koran maka semakin menurun pula kuat tekan beton yang dihasilkan. Sebab menurut Mulyono (2003) salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah kekuatan agregat penyusunnya.

Jika ditinjau dari segi nilai berat volume batako semen portland, dapat dilihat bahwa batako semen portland normal memiliki nilai berat volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan batako-batako dengan bahan tambah kertas koran, yang dapat diartikan bahwa batako semen portland normal lebih padat (pori-porinya lebih sedikit/kecil) sehingga cenderung lebih kuat dalam memikul gaya tekan jika dibandingkan dengan batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Tjokrodimuljo (2007) bahwa kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang.

Selain itu, jika dilihat dari pola kehancuran batako semen portland setelah mencapai gaya tekan maksimum seperti yang ditampilkan dalam Gambar 3, dapat dilihat bahwa pada batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran, semakin banyak konsentrasi kertas koran



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Berat Volume Batako Semen Portland Terhadap Penambahan Kertas Koran dalam Campuran Batako Semen Portland Pada Umur 7, 14 Dan 28 Hari



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Batako Semen Portland Untuk Berbagai Konsentrasi Penggantian Kertas Koran Pada Umur 7, 14 dan 28 Hari



Gambar 3. Batako Semen Portland Normal dan Batako Semen Portland Dengan Bahan Tambah Kertas Koran yang Hancur Setelah Mencapai Gaya Tekan Maksimum

dalam campuran maka ikatan (lekatan) antara bahan terutama ikatan antara semen dan kertas koran menjadi berkurang. Hal ini disebabkan karena sifat kertas koran yang cukup tinggi menyerap air menyebabkan banyak air yang tidak ikut bereaksi dengan semen terperangkap dalam pori-pori kertas koran. Panas yang terjadi pada batako semen portland akibat reaksi antara semen dan air mengakibatkan penguapan air dari batako semen portland akan bertambah besar dan penguapan yang terjadi tidak hanya terjadi pada air bebas saja, tetapi juga pada air yang terperangkap dalam pori-pori kertas koran yang menjadi pengikat antara kertas koran. Penguapan air yang terjadi akan mengakibatkan volume kertas koran menyusut. Penyusutan volume tersebut akan menyebabkan berkurangnya lekatan yang baik antara kertas koran dengan pasta semen, yang mengakibatkan menurunnya kuat tekan batako semen portland.

Mengacu pada persyaratan fisik batu batako semen portland menurut PUBI 1982 dan hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa dengan penggantian kertas koran sebesar 15% dari volume pasir meskipun terjadi penurunan nilai

kuat tekan jika dibandingkan dengan kuat tekan batako semen portland normal akan tetapi kuat tekan batako semen portland yang dihasilkan masih memenuhi persyaratan kuat tekan minimum untuk batako semen portland mutu I. Sedangkan pada penggantian kertas koran dengan persentase 20%, 25% dan 30% dari volume pasir menghasilkan kuat tekan di bawah syarat minimum kuat tekan batako semen portland mutu I yang disyaratkan dalam PUBI 1982 yaitu sebesar 6,50 MPa, namun masih berada di atas nilai kuat tekan minimum yang disyaratkan PUBI 1982 untuk batako semen portland mutu II yaitu sebesar 4,50 MPa, sehingga berdasarkan PUBI 1982 batako dengan penggantian kertas koran sampai sebesar 15% volume pasir dapat dipakai untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap) sedangkan batako dengan penggantian kertas koran lebih besar dari 15% sampai sebesar 30% volume pasir, penggunaannya dapat dipakai untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).

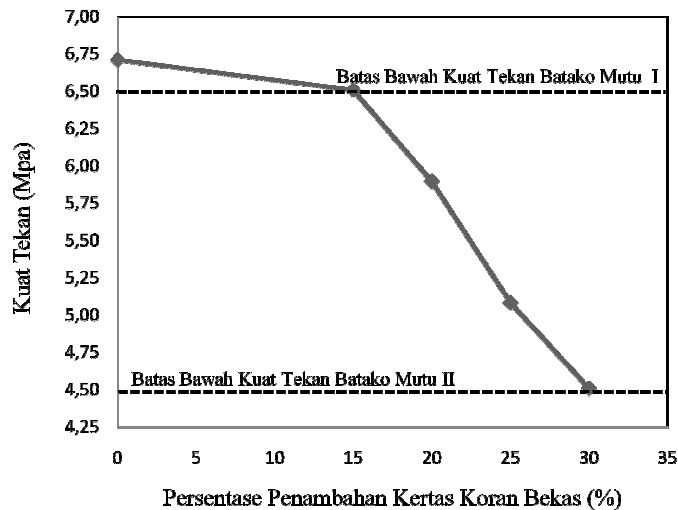
Penggantian agregat halus dengan kertas koran sampai persentase 15% dari volume pasir selain menghasilkan batako semen portland dengan kuat tekan yang masih memenuhi nilai kuat tekan minimum untuk batako semen portland mutu I seperti yang disyaratkan dalam PUBI 1982, juga menghasilkan batako semen portland dengan bobot yang lebih ringan jika dibandingkan dengan batako semen portland normal, dimana bobot rata-rata untuk batako semen portland normal pada umur 28 hari sebesar 13613 gram sedangkan batako semen portland dengan persentase penggantian agregat halus sebesar 15% volume pasir memiliki bobot rata-rata sebesar 12532 gram, lebih ringan 1080,50 gram atau terjadi pengurangan bobot sebesar 7,94%.

Keuntungan dari penggunaan bahan bangunan yang lebih ringan yaitu semakin ringan bahan bangunan yang digunakan, maka beban yang diterima struktur semakin kecil sehingga dapat lebih ekonomis. Massa bangunan juga akan semakin kecil sehingga cocok untuk digunakan di daerah gempa. (Sina, 2008).

F. Serapan Air (Absorpsi) Batako Semen Portland

Berdasarkan grafik hasil pengujian diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi kertas koran dalam campuran batako semen portland semakin besar pula daya serapan airnya.

Penyebab terjadinya peningkatan daya serapan air seiring dengan meningkatnya konsentrasi kertas Koran dalam campuran yaitu karena semakin tinggi konsentrasi kertas koran dalam campuran maka pori-pori yang



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Batako Semen Portland Pada Umur 28 Hari

ditimbulkan juga semakin banyak. Air yang semula terperangkap dalam kertas koran dan tidak ikut bereaksi dengan semen setelah menguap akan menimbulkan pori-pori pada batako. Semakin banyak pori-pori yang terbentuk maka semakin bersifat menyerap air batako semen portland tersebut. Sedangkan batako semen portland normal yang memiliki berat volume yang besar jika dibandingkan dengan batako-batako dengan bahan tambah kertas koran yang dapat diartikan bahwa batako semen portland normal lebih padat (pori-porinya lebih sedikit/kecil) sehingga daya serapan airnya pun rendah. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Maria (2009) bahwa semakin besar berat volume suatu benda maka semakin rendah porositasnya (Maria, 2009 dalam Hidayati, 2010). Hasil pengujian serapan air batako semen Portland seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.

Mengacu pada persyaratan fisik batu batako semen portland menurut PUBI 1982 dan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 6 dapat dilihat bahwa penggantian kertas koran sampai konsentrasi 30% volume pasir, daya serapan air batako semen portland yang dicapai tertinggi adalah sebesar 10,36%. Nilai ini masih berada di bawah nilai batas maksimum yang disyaratkan PUBI 1982 untuk batako semen portland mutu I yaitu sebesar 25%. Sehingga jika ditinjau dari besarnya nilai serapan air, penambahan kertas koran sampai persentase sebesar 30% dari volume pasir mutu batako yang dihasilkan masih memenuhi syarat mutu rencana yaitu masuk dalam golongan batako semen portland mutu I.

Daya absorpsi yang tinggi pada batako semen portland akan menyebabkan terhisapnya cairan pada mortar yang akan membawa partikel halus semen sehingga menghasilkan ikatan yang kuat antara mortar dan batako semen Portland. Akan tetapi daya serapan air yang terlalu

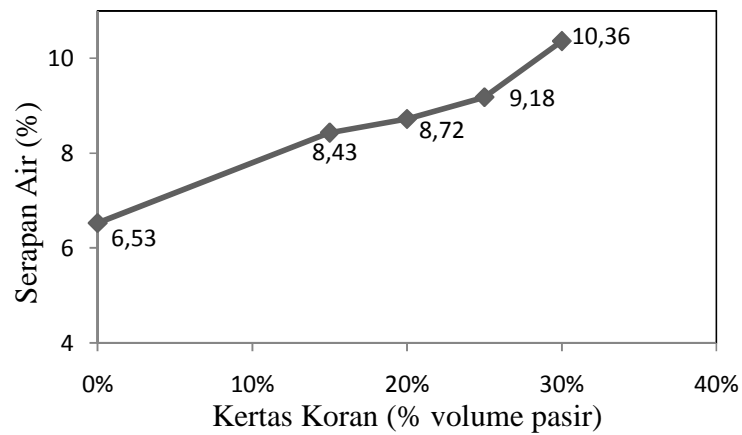
besar juga akan menyebabkan berkurangnya air untuk reaksi hidrasi pada semen, sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut maka sebaiknya sebelum dipasang batako semen portland direndam terlebih dahulu sampai hampir jenuh dan dibiarkan sampai kering permukaan barulah dipasang (Sina, 2008).

G. Pola Keruntuhan Batako Semen

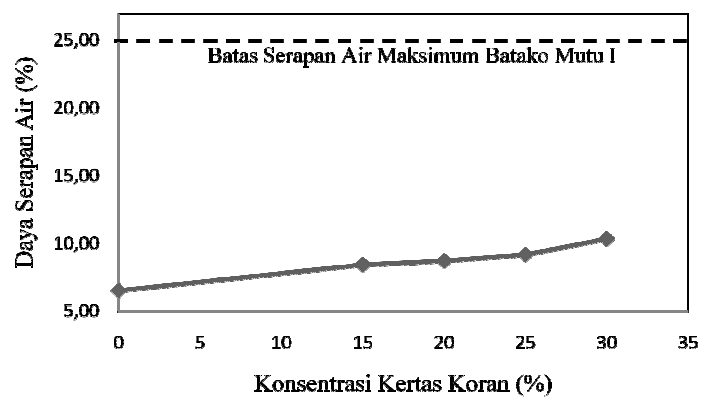
Portland

Pola keruntuhan batako semen Portland seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 11.

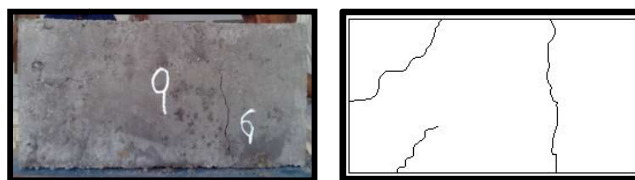
Berdasarkan Gambar 7 sampai dengan Gambar 11 dapat dilihat bahwa pola keruntuhan yang terjadi pada semua



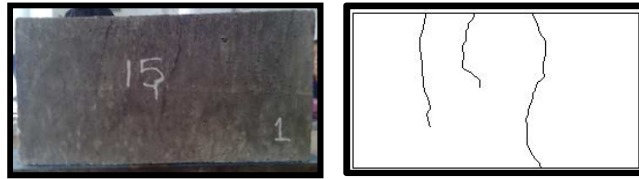
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Persentase Penambahan Kertas Koran dan Besar Nilai Serapan Air Batako Semen Portland Pada Umur 28 Hari



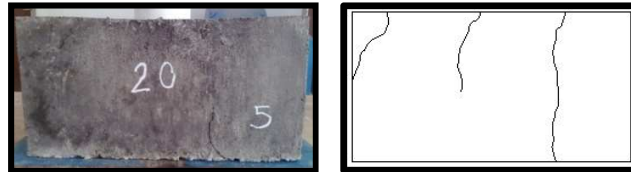
Gambar 6. Grafik Nilai Serapan Air Batako Semen Portland Pada Umur 28 Hari



Gambar 7. Pola Keruntuhan Tekan Batako Semen Portland Normal



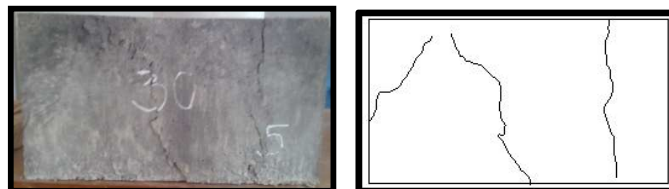
Gambar 8. Pola Keruntuhan Tekan Batako Semen Portland Dengan Konsentrasi Kertas Koran 15%
Volume Pasir



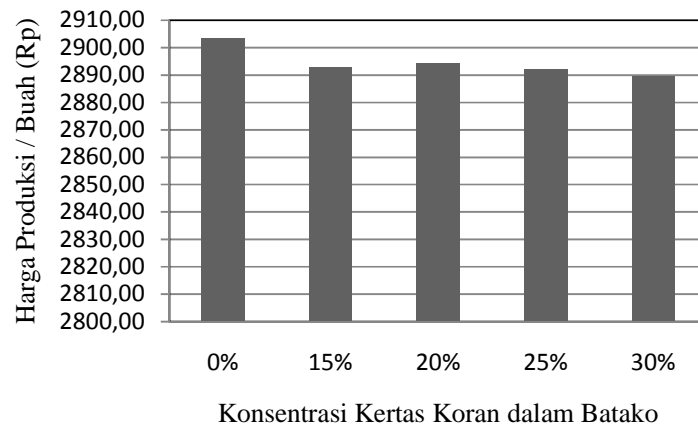
Gambar 9. Pola Keruntuhan Tekan Batako Semen Portland Dengan Konsentrasi Kertas Koran 20%
Volume Pasir



Gambar 10. Pola Keruntuhan Tekan Batako Semen Portland Dengan Konsentrasi Kertas Koran 25%
Volume Pasir



Gambar 11. Pola Keruntuhan Tekan Batako Semen Portland Dengan Konsentrasi Kertas Koran 30%
Volume Pasir



Gambar 12. Perbandingan Biaya Produksi Berbagai Jenis Batako Semen Portland

batako semen portland baik untuk batako semen portland normal maupun batako semen portland dengan tambahan kertas koran adalah sama. Pola keruntuhan yang terjadi yaitu mula-mula terjadi retak secara vertikal ke atas dan retak berikutnya mulai menyebar secara melintang sampai benda uji hancur saat gaya tekan maksimum.

Dengan pola kehancuran seperti itu yaitu batako semen portland tidak langsung hancur pada saat gaya tekan maksimum tetapi sebelum mencapai gaya maksimum mulai terjadi retak awal yang menandakan batako akan hancur sehingga hal ini tidak terlalu berbahaya jika batako semen portland tersebut dipakai sebagai material bahan bangunan untuk konstruksi dinding.

H. Tinjauan Ekonomi

Perbandingan biaya produksi antara batako semen portland normal dengan batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran bekas untuk menggantikan sebagian agregat halus seperti ditampilkan dalam Gambar 12.

Berdasarkan grafik yang ditampilkan dalam Gambar 12 dapat dilihat bahwa biaya produksi untuk satu buah batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran lebih rendah jika dibandingkan dengan biaya produksi satu buah batako semen portland normal meski perbedaan biayanya tidaklah begitu signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penambahan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland untuk menggantikan sebagian agregat halus (pasir) mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan dan peningkatan nilai penyerapan air (absorpsi). Pada penelitian ini diperoleh besar nilai kuat tekan batako semen portland normal pada umur 28 hari adalah sebesar 6,71 MPa, nilai ini menurun menjadi berturut-turut sebesar 6,51 MPa, 5,90 MPa, 5,08 MPa dan 4,51 MPa pada penggantian kertas koran sebesar 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir. Sedangkan pada pengujian serapan air diperoleh besar nilai serapan air batako semen portland normal pada umur 28 adalah sebesar 6,53%, nilai ini terus meningkat menjadi 8,43%, 8,72%, 9,18% dan 10,36% pada penggantian kertas koran berturut-turut sebesar 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir.
2. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa jika akan dilakukan penggantian agregat halus dengan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland maka batas maksimum penggantian agregat halus dengan kertas koran bekas agar perubahan nilai kuat tekan dan serapan air yang dihasilkan masih dalam batas yang diizinkan adalah sebesar 15% dari volume pasir. Dimana pada penggantian agregat halus dengan koran bekas sebesar 15% dari volume pasir pada umur 28 hari diperoleh nilai kuat tekan batako semen portland sebesar 6,51 MPa dan serapan air sebesar 8,43%. Nilai ini meskipun lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan dan serapan air batako semen portland normal namun masih memenuhi syarat kuat tekan minimum dan belum mencapai nilai serapan air maksimum untuk batako semen portland mutu I seperti yang disyaratkan dalam PUBI 1982, sedangkan untuk penggantian agregat halus dengan kertas koran bekas diatas persentase 15% sampai dengan 30% volume agregat halus, mutu batako yang dihasilkan turun menjadi batako semen portland mutu II.

B. Saran

1. Penggantian agregat halus dengan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland sampai persentase 15% volume pasir meskipun terjadi penurunan nilai kuat tekan namun nilai kuat tekan batako semen portland yang dihasilkan masih memenuhi syarat nilai kuat tekan minimum untuk batako semen portland mutu I seperti yang disyaratkan dalam

PUBI 1982 sehingga batako dengan penambahan kertas koran sampai 15% volume pasir masih dapat dipakai untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).

2. Penggantian agregat halus dengan kertas koran bekas dalam campuran batako semen portland diatas persentase 15% volume pasir sampai dengan persentase 30% volume pasir, batako semen portland yang dihasilkan mempunyai nilai kuat tekan dibawah nilai kuat tekan minimum yang disyaratkan dalam PUBI 1982 untuk batako semen portland mutu I namun masih memenuhi syarat nilai kuat tekan minimum untuk batako semen portland mutu II, sehingga penggunaannya dapat dipakai untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
3. Pada penelitian ini diperoleh bahwa batako semen portland dengan bahan tambahan kertas koran bekas sebagai pengganti agregat halus memiliki kemampuan penyerapan air yang cukup besar sehingga sebelum pemakaiannya sebagai bahan bangunan batako semen portland dengan bahan tambah kertas koran perlu direndam terlebih dahulu sampai hampir jenuh barulah dipasang.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh penambahan kertas koran bekas terhadap karakteristik batako semen portland lainnya seperti terhadap kuat tarik, kuat patah, daya redam suara dan daya hantar panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi, 2006, **Prosedur Penelitian (Suatu pendekatan Praktik)**, Penerbit Rineka Cipta : Jakarta.
- Departemen P.U., 1982, **Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBBI 1982)**, LPMB : Bandung.
- Departemen P.U., 1989, **SK SNI-S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam))**, LPMB : Bandung.
- Departemen P.U., 1990, **SK SNI-T-15-1990-03 (Prosedur Pembuatan Beton Ringan)**, LPMB : Bandung.
- Departemen P.U., 2000, **SNI 03-6433-2000 (Metode Pengujian Serapan Air Pada Beton)**, LPMB : Bandung.
- Departemen P.U., 2002, **SNI 13-6669-2002 (Penentuan Kadar Lempung Bahan Pasir)**, LPMB : Bandung.

- Departemen P.U., 2008, **SNI 7273 : 2008 (Kertas Koran)**, LPMB : Bandung.
- Hidayati, Nurwahyu, 2010, **Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Batako**, Skripsi, Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Mulyono, T., 2004, **Teknologi Beton**, Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Sina, Dantje, 2008, **Penggunaan Serat Selulosa Pada Beton Ringan Untuk Pasangan Bata (*Lightweight Concrete Masonry Unit*)**, Tesis, Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Sina, Dantje, 2010, **Pedoman Praktikum Beton**, Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Sains Dan Teknik Universitas Nusa Cendana : Kupang.
- Susanta, Gatut, 2008, **Panduan Lengkap Membangun Rumah**, Griya Asri : Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, **Teknologi Beton**, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Widjaja, Andang, 2008, **Limbah Bubur Kertas Untuk Papan Beton**, Jurnal Jurusan Teknik Sipil UNESA, Media Teknik Sipil : Surabaya.