

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS HVS SEBAGAI BAHAN TAMBAH BATAKO PEJAL TERHADAP KUAT TEKAN

Parea Rusan Rangan, MT
Prodi Teknik Sipil UKI Toraja
Email : pareausanrangan68@gmail.com

ABSTRAK

Limbah Kertas HVS adalah salah satu jenis limbah kertas dari sekian banyak kertas yang terdapat dipasaran, mudah didapatkan, kertas HVS merupakan jenis kertas yang sering digunakan dalam suatu kegiatan surat –menyurat maupun kegiatan lainnya pada suatu instansi pemerintah maupun swasta dan kegiatan pembelajaran pada suatu sekolah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, absorsi dan analisa harga produksi bata beton (batako) dengan penambahan limbah kertas HVS.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian eksperimental di Laboratorium, yaitu suatu penelitian yang berusaha untuk memperoleh sifat-sifat fisik Limbah Kertas HVS yang akan digunakan sebagai bahan tambah pada campuran batako dengan berpedoman pada SNI 03-0349-1989.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase penambahan Limbah Kertas HVS pada batako yang menghasilkan kuat tekan batako tertinggi adalah pada persentase 5% yaitu 5,33 MPa untuk umur 28 hari. Persentase penambahan kertas HVS pada batako persentase 10%, dan 15% yaitu 4,4 MPa untuk umur 28 hari, besar kecil dari kuat tekan batako normal.

Dengan demikian, pemanfaatan Limbah Kertas HVS dengan persentase tidak melebihi 15% dapat digunakan pada batako.

Kata Kunci : Limbah Kertas HVS, Kuat Tekan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi berakibat pada tingginya kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut dan pengembangan daerah industri akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan. Salah satu cara untuk mengatasi permintaan kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita.

Pemberdayaan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan sampah atau limbah. Pemanfaatan sampah atau limbah disamping dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bangunan yang sudah ada. Salah satu sampah atau limbah yang dapat dimanfaatkan dengan baik adalah limbah kertas, karena mudah didapatkan serta angka peningkatan limbah yang cukup besar. Dari hasil tinjauan pengamatan di kabupaten toraja utara, bahwa limbah yang dihasilkan untuk setiap bulannya rata – rata mencapai 50 Kilogram. Hal ini memberikan sumbangan yang cukup besar dalam penambahan angka limbah.

Kertas merupakan bahan yang tidak mudah terurai ketika ditimbun, bila dibakar akan mengakibatkan pencemaran udara, karena pemanfaatannya yang masih sedikit / relatif kecil, sehingga perlu ditangani secara serius. Selain itu, limbah kertas hanya dimanfaatkan sebagian kecil kebutuhan saja. Misalnya sebagai bahan kerajinan kriya. Melihat potensi limbah kertas yang belum maksimal, maka perlu diusahakan untuk memanfaatkannya, khususnya sebagai bahan tambah dalam pembuatan Bata (Batako Pejal).

Berdasarkan uraian diatas timbul permasalahan yang menarik untuk diteliti yaitu : apakah penambahan limbah kertas pada batako pejal dapat memenuhi kuat tekan sesuai standar SNI SK SNI-03-0349-1989 tentang “Bata Beton Untuk Dinding”, kemudian bagaimana karakteristik batako pejal bila di tambahkan kertas HVS.

Tujuan Penelitian adalah mengetahui kuat tekan Batako Pejal dengan penambahan Limbah Kertas sebagai bahan tambah pembuatan Batako Pejal, serta mengetahui karakteristik batako pejal bila di tambahkan kertas HVS

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Bata (Batako)

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternative pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen *Portland* dan air dengan perbandingan 1 semen : 7 pasir.

Batako adalah bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis ditambah dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25 % penampang batanya dan isi lubang lebih dari 25 % isi batanya (PUBI, 1982 :26). Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen *Portland* dan air dengan perbandingan sesuai dengan kelas kuat yang akan diperoleh. Batako difokuskan sebagai bahan pengisi dinding bangunan nonstruktural. Bentuk dari batako adalah batako cetak, batako cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batako cetak yang berlubang (*hollow block*) dan batako cetak yang tidak berlubang (*solid block*) serta mempunyai ukuran yang bervariasi.

Menurut SNI 03-0349-1989 Bata Beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang terbuat dari bahan utama semen Portland, agregat halus, dan air yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata Beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang.

2.1.1. Bata Beton Pejal

Bata Beton Pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% dari volume bata seluruhnya.

2.1.2. Bata Beton Berlubang

Bata Beton Berlubang adalah bata yang mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batas seluruhnya. Batako adalah batu-batuan atau batu cetak yang tidak dibakar dari tras dankapur, kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland, sudah banyak dipakai oleh masyarakat untuk pembuatan rumah dan gedung. Batako mempunyai sifat sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik dari pada beton padat. Semakin banyak produksi batako semakin ramah lingkungan dari pada produksi bata tanah liat karena tidak harus dibakar.

Berdasarkan bahan pembuatannya, batako ada 3 (tiga) macam, yaitu:

1. Batako Putih
2. Batako Press
3. Bata Ringan

Bata ringan dibuat dari bahan baku pasir kuarsa, kapur, semen, dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi (Murdock, L. J., dan Brook, K. M. 1981).

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI) 1982, ukuran batako dibedakan menjadi beberapa macam yang dinyatakan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1. Ukuran dan Toleransi Batako Standart

Ukuran Nominal (mm)		Tebal Kelopak Minimum (mm)		
Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dinding Pemisah Lubang
40 ± 3	200 ± 3	200 ± 3	20	15
40 ± 3	200 ± 3	200 ± 3	20	15
40 ± 3	200 ± 3	200 ± 3	25	20

Sumber : PUBI 1982

Menurut SNI 03-0349-1989, syarat mutu Batako pejal sebagai berikut :

- a. Pandangan Luar
- b. Ukuran dan Toleransi
- c. Syarat Fisis

Bata Beton harus memenuhi syarat – syarat fisis sesuai dengan tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Syarat– syarat fisis

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal			
		I	II	III	IV
1. Kuat tekan brutorata–rata minimal	Kg/cm ²	100	70	40	25
2. Kuat tekan bruto masing – masing benda uji	Kg/cm ²	90	65	35	21
3. Penyerapan rata – rataair maksimal	%	25	35	-	-

Sumber SNI 03-0349-1989

2.2. Bahan Susunan Bata Beton (Batako)

Kualitas dan mutu Bata Beton (Batako) 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 bata beton (Batako Pejal) yang berkualitas baik pula. Bahan-bahan pokok bata beton (Batako Pejal) adalah semen, pasir, air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga bata beton (Batako Pejal) yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, tras, abu layang, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan Bata Beton (Batako) adalah sebagai berikut.

A. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya calcium silicate dan satu atau dua buah bentuk calcium sulfat sebagai bahan tambahan.(PT. Semen Padang, 1995). Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara penghalusan klinker yang terutama terdiri dari silikat silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, SK SNI S-04-1989-F). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Perbedaan sifat jenis semen satu dengan yang lainnya dapat terjadi karena perbedaan susunan kimia maupun kehalusan butir-butirnya. (Nurmawati, Ida. 2006). Menurut Kardiyono Tjokrodimuljo, fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butiran agregat agar terjadi satu kesatuan yang padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga butiran agregat.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, menurut SNI S-04-1989-F dalam Buku Ajar Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimuljo, 2007, semen portland dibagi menjadi 5 jenis yaitu:

Jenis 1 : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis 2 : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis 3 : Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

Jenis 4: Semen Portland yang dalam penggunaannya untuk konstruksi menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Jenis 5 : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat. Semen Portland terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silica (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃), dan oksida besi (Fe₂O₃). Bahan anorganik yang dicampur dapat lebih dari satu macam misalnya terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur dan sebagainya. Terdapat pula semen *masonry* yang diatur dalam SNI 15-3758-2004. Semen *masonry* didefinisikan

sebagai campuran dari semen portland atau campuran semen hidrolis dengan bahan yang bersifat menambah keplastisan (seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi atau kapur hidrolis) bersamaan dengan bahan lain yang digunakan untuk meningkatkan satu atau lebih sifat seperti waktu pengikatan (*setting time*), kemampuan kerja (*workability*), daya simpan air (*water retention*), dan ketahanan (*durability*).

Sifat-sifat semen menurut pemakaiannya meliputi;

Hidrasi Semen

Apabila air ditambahkan kedalam semen portland maka akan terjadi reaksi antara komponen semen dengan air yang dinamakan hidrasi. Reaksi hidrasi tersebut menghasilkan senyawa hidrat dalam bentuk *Cement gel*.

- ***Setting* (pengikatan) dan *Hardening* (pengerasan)**

Sifat pengikatan pada adonan semen dengan air dimaksudkan sebagai gejala terjadinya kekakuan pada adonan. Dalam prakteknya sifat ikat ini ditunjukkan dengan waktu pengikatan yaitu waktu mulai dari adonan terjadi sampai mulai terjadi kekakuan.

- **Pengaruh Kualitas Semen terhadap Kuat Tekan Beton**

Sifat semen yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah kehalusan semen dan komposisi kimia semen.

Makin besar kandungan C3A cenderung akan menghasilkan setting time yang makin pendek, sedangkan semakin besar kandungan Gypsum di dalam semen akan menghasilkan setting time yang panjang. Makin besar kandungan C3S akan menghasilkan panas yang tinggi sehingga pengerasan berjalan cepatsedangkan semakin besar C2S akan menghasilkan proses pengerasan yang berjalan lambat.

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai pengisi akan tetapi agregat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton. (Tjokrodinuljo, Kardiyono 2007). Agregat untuk unsur bangunan beton terdiri dari dua golongan, yaitu agregat anorganik dan agregat organik.

Pada umumnya agregat organik berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah industri hasil pertanian, limbah industry tekstil, limbah industri pengolahan kayu dan lain-lain. Persyaratan agregat organik untuk tujuan pembuatan komponen bahan bangunan memerlukan pengolahan terlebih pendahuluan yang disebut proses mineralisasi

1. Pasir

Pasir atau agregat halus merupakan bahan pengisi yang dipakai bersama bahan pengikat dan air untuk membentuk campuran yang padat dan keras. Pasir yang dimaksud adalah butiran-butiran mineral yang keras dengan besar butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm (Tjokrodinuljo, 1996).

Menurut (SK SNI - S -04 -1989 - F : 28) disebutkan mengenai persyaratan agregat halus yang baik adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan <2,2.
- 2) Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - a) Jika dipakai natrium sulfat bagian hancur maksimal 12%.
 - b) Jika dipakai magnesium sulfat bagian halus maksimal 10%.
- 3) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila pasir mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung bahan –bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrans-Harder dengan larutan jenuh NaOH 3%.

Tabel 2.3 Syarat Batas Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	1	00	100	100	100
100	4,8	90	100	90	100	90	100	95
100	2,4	60	95	75	100	85	100	95

100	1,2	30	70	55	100	75	100	90
100	0,6	15	34	35	59	60	79	80
100	0,3	5	20	8	30	12	40	15
50	0,15	0	10	0	10	0	10	0

Keterangan:

Zone 1 = Pasir Kasar

Zone 2 = Pasir Agak Kasar

Zone 3 = Pasir Halus

Zone 4 = Pasir Agak Halus

2. Gradasi Agregat

Dalam buku Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton (1994) agregat halus (pasir) dibagi dalam 4 (empat) bagian menurut berat jenisnya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

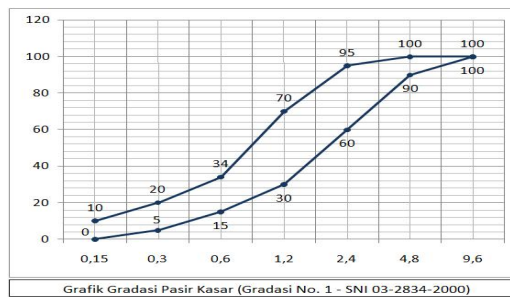
Tabel 2.4. Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (Ayakan)				SNI 03-2834-2000				ASTM C-33
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregat e
M	SN	AST	inch	Gradasi i No.1	Gradasi i No.2	Gradasi i No.3	Gradasi i No.4	Sieve Analysis
9,5 0	9,6	3/8 in	0,375 0	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,7 5	4,8	no. 4	0,187 0	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
2,3 6	2,4	no. 8	0,093 7	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,1 8	1,2	no. 16	0,046 9	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85

0,6 0	0,6	no. 30	0,023 4	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 –100	25 – 60
0,3 0	0,3	no. 50	0,011 7	5 – 20	8– 30	12 – 40	15 – 50	8– 30
0,1 5	0,1 5	no. 100	0,005 9	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15	8– 30

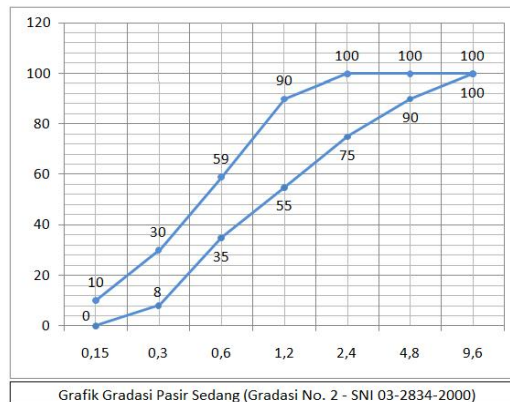
Sumber : SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33

a. Grafik Agregat Halus untuk Zona I



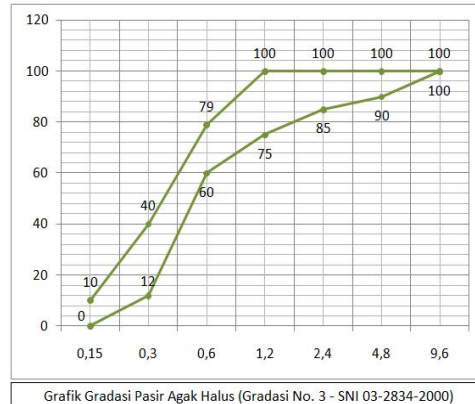
Gambar 2.1. Grafik Gradasi Pasir No. 1 SNI 03-2834-2000

b. Grafik Agregat Halus untuk Zona II



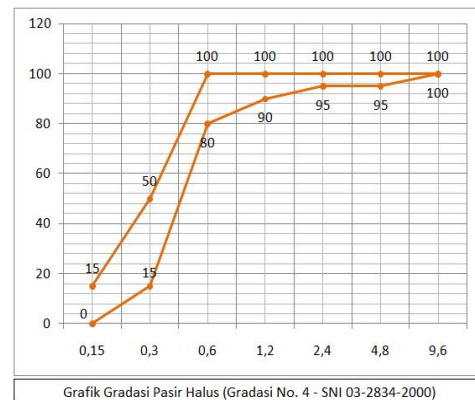
Gambar 2.2. Grafik Gradasi Pasir No. 2 SNI 03-2834-2000

c. Grafik Agregat Halus untuk Zona III



Gambar 2.3. Grafik Gradasi Pasir No. 3 SNI 03-2834-2000

d. Grafik Agregat Halus untuk Zona IV



Gambar 2.4. Grafik Gradasi Pasir No. 4 SNI 03-2834-2000

C. Air

Fungsi air adalah sebagai media perantara pada proses pengikatan kimiawi antara semen dan agregat. Proses ini akan berlangsung baik, apabila air yang dipakai adalah air tawar murni tidak mengandung kotoran-kotoran dan bahan-bahan lainnya.

Menurut (Tjokrodimuljo, 1996) dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat :

- Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) tidak lebih dari 15 gram/liter.
- Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt.

- Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lit.

Air harus bebas terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain :

- Pengaruh kandungan asam dalam air terhadap kualitas mortar dan beton. Mortar atau beton dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam. Serangan asam pada beton atau mortar akan mempengaruhi ketahanan pasta mortar dan beton.
- Pengaruh pelarut carbonat Pelarut carbonat akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 membentuk CaCO_3 dan akan bereaksi lagi dengan pelarut carbonat membentuk calcium bicarbonate yang sifatnya larut dalam air. Akibatnya beton akan terkikis dan cepat rapuh.
- Pengaruh bahan padat (Lumpur) Air yang mengandung lumpur atau bahan padat apabila dipakai untuk mencampur semen dan agregat maka proses pencampuran atau pembentukan pasata 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.
- Pengaruh kandungan minyak Air yang mengandung minyak akan menyebabkan emulsi apabila dipakai untuk mencampur semen. Agregat akan terlapisi minyak berupa film sehingga ikatan agregat satu dengan yang lainnya kurang sempurna. Agregat bisa lepas dan mortar atau beton tidak kuat.
- Pengaruh air laut, Air laut tidak boleh dipakai sebagai media pencampur semen, karena pada permukaan mortar atau beton akan terlihat putihputih yang sifatnya larut dalam air sehingga lama-lama akan terkikis dan mortar atau beton akan menjadi rapuh Secara praktis pemeriksaan air dapat dilakukan dengan cara pengamatan secara visual. Air yang tidak berbau, tidak berwarna (jernih) dan tidak berasa dapat digunakan dalam pencampuran beton.

D. Limbah Kertas HVS

Seiring perkembangan zaman dan teknologi diiringi perkembangan intelektual manusia yang mendorong manusia untuk terus menuntut pendidikan formal di sekolah. Dari hal tersebut kebutuhan manusia akan kertas juga akan

terus meningkat. Sekolah merupakan lingkungan kecil dimana manusia didalamnya membutuhkan kertas HVS karena di luar sana masih banyak masyarakat dari berbagai golongan yang juga menggunakan kertas sebagai kebutuhannya, misalnya karyawan kantor, arsitek dan masih banyak lagi.

1. Dampak Adanya Limbah Kertas HVS

Dampak kertas terhadap lingkungan merupakan akibat negatif yang harus ditanggung alam karena keberadaan sampah kertas HVS. Dampak ini ternyata sangat signifikan. Sebagaimana yang diketahui, kertas yang mulai digunakan sejak zaman dahulu sebagai alat bahan dasar untuk kebutuhan sekolah, perkantoran, dan lain-lain. kini telah menjadi barang yang sudah tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Kertas terbuat dari bahan dasar pohon, untuk memenuhi kebutuhan manusia akan kertas maka ribuan pohon ditebang setiap tahunnya sehingga mengakibatkan rusaknya hutan yang merupakan paru-paru dunia dan juga mengakibatkan kelangkaan flora dan fauna.

2. Manfaat Dari Limbah Kertas HVS

Limbah kertas memiliki manfaat yang tak terduga karena dapat didaur ulang menjadi *art paper* dan dapat digunakan untuk membuat kerajinan tangan seperti kartu ucapan, pelapis permukaan boks karton, tas, kap lampu, dan terlebih khusus sebagai bahan tambah untuk batako pejal. Pengolahan sampah kertas ini sudah banyak digunakan seluruh masyarakat tanpa mereka sadar bahwa bahan dari produk tersebut adalah dari sampah kertas.

Usaha ini sangat menarik karena dapat menciptakan sesuatu benda baru yang bermanfaat tentunya dengan modal yang tidak terlalu besar karena bahan baku utamanya adalah limbah kertas. Selain itu, dengan usaha ini berarti kita telah membantu pemerintah untuk mengurangi volume sampah yang ada. Bahkan dengan pengolahan yang sederhana dan dikombinasikan dengan sampah alami dilingkungan sekitar kita maka aneka benda baru dapat bermanfaat dengan penampilan baru yang kaya akan nuansa alami.

- a. Nilai Ekonomi
- b. Nilai Sosial
- c. Nilai Budaya

2.3. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Mutu Batako

Menurut Pusoko Prapto, agar didapat mutu batako yang memenuhi syarat SNI banyak faktor yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi mutu batako tergantung pada: (1) faktor air semen (f.a.s), (2) umur batako, (3) kepadatan batako, (4) bentuk dan tekstur batuan, (5) ukuran agregat dan lain-lain (Darmono, 2006).

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran adukan batako sangat dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang dipakai. Untuk suatu perbandingan campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Agar suatu penelitian memperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan maka peneliti memandang perlu dan sangat penting untuk menetapkan langkah-langkah yang dituangkan dalam metode penelitian.

Pembuatan benda uji harus didasarkan pada standar yang berlaku. Batako yang diproduksi, bahan bakunya terdiri dari pasir, semen dan air dengan perbandingan volume 1 : 7. Dari komposisi perlakuan, masing-masing komposisi dibuat 3 buah benda uji dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.

Adapun volume benda yang akan di uji sebagai berikut :

$$\text{Volume kubus} \quad : 5 \times 5 \times 5 \quad = 125 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume semen} \quad : \frac{1}{8} \times 125 \quad = 15,625 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume pasir} \quad : \frac{7}{8} \times 125 \quad = 109,375 \text{ cm}^3$$

volume air ($f^c = 0,5$) : 50% dari berat semen

persentase penambahan limbah kertas HVS (dari berat semen) sebagai bahan tambah pada batako dengan masing-masing variasi persen adalah sebagai berikut:

$$\text{Kertas HVS} \quad 5\% \quad = 5\% \times 15,625 \text{ cm}^3$$

$$10\% \quad = 10\% \times 15,625 \text{ cm}^3$$

$$15\% = 15\% \times 15,625\text{cm}^3$$

Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini dengan perincian :

- 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dengan bahan pengisinya ditambah 5% kertas HVS per buah batako.
- 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dengan bahan pengisinya ditambah 10% kertas HVS per buah batako.
- 3 buah sampel untuk uji kuat tekan dengan bahan pengisinya ditambah 15 % kertas HVS per buah batako.

Banyaknya benda uji yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebanyak 36 buah benda uji seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji yang Dibutuhkan

UMUR BENDA UJI	BATAKO NORMAL	PENAMBAHAN KERTAS HVS		
		5%	10%	15%
7 hari	3	3	3	3
14 hari	3	3	3	3
28 hari	3	3	3	3
JUMLAH BENDA UJI	9	9	9	9

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Kompilasi Data

Pengujian karakteristik semen dan agregat halus dilakukan sebagai dasar pembahasan. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.1.** Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil Penelitian di Laboratorium, 2017 (Lampiran C)

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat halus diketahui bahwa semua hasil pengujian memenuhi spesifikasi bahan beton menurut standar ASTM dan SNI. Perhitungan modulus halus butir dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{presentase tertahan kumulatif}}{100}$$

Perhitungan analisa saringan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

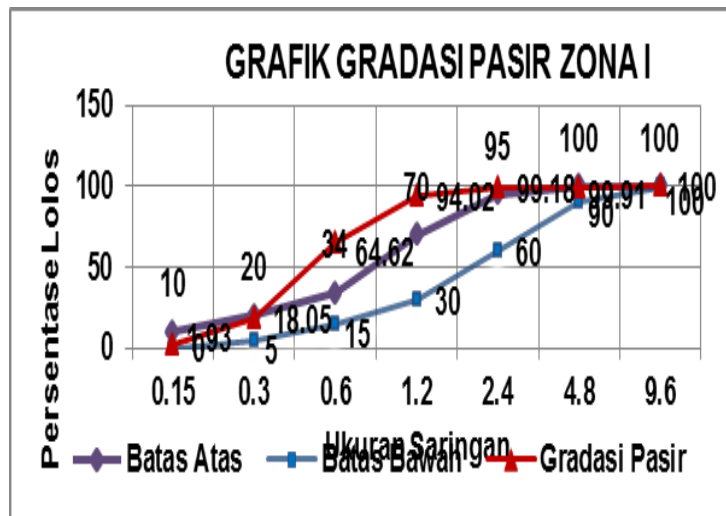
Hasil Penelitian di Laboratorium, 2017 (Lampiran C)

Berdasarkan tabel di atas, dapat dihitung modulus halus butir agregat halus (pasir) yaitu :

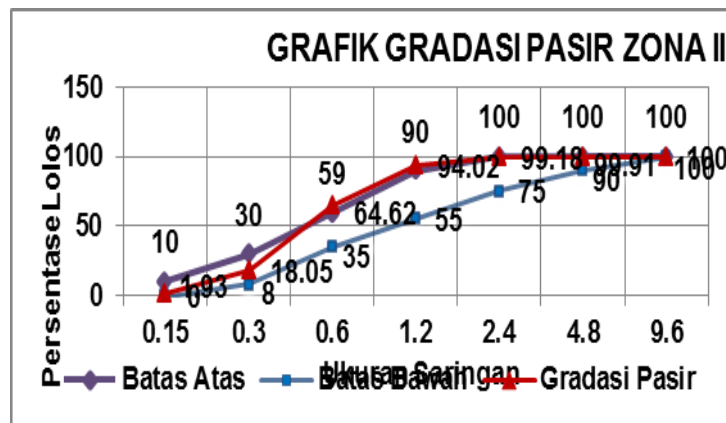
$$MHB = \frac{321,25}{100} = 3,2125\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan analisa saringan pada tabel di atas, maka diperoleh presentase lolos kumulatif. Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 memberikan batas gradasi agregat halus seperti pada grafik berikut :

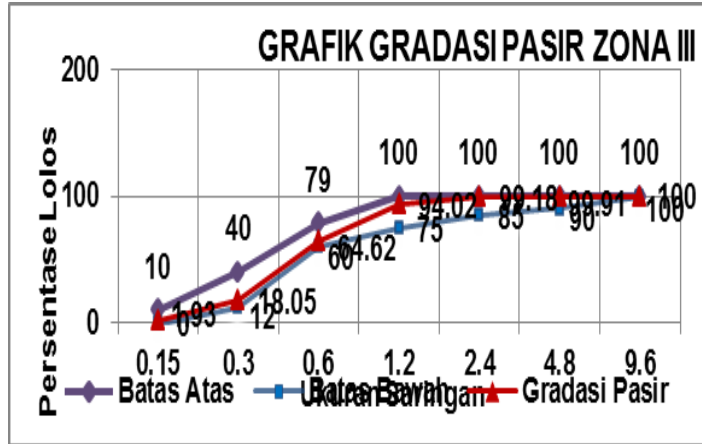
Grafik 4.1. Gradasi Pasir Tapparan Pada Zona I



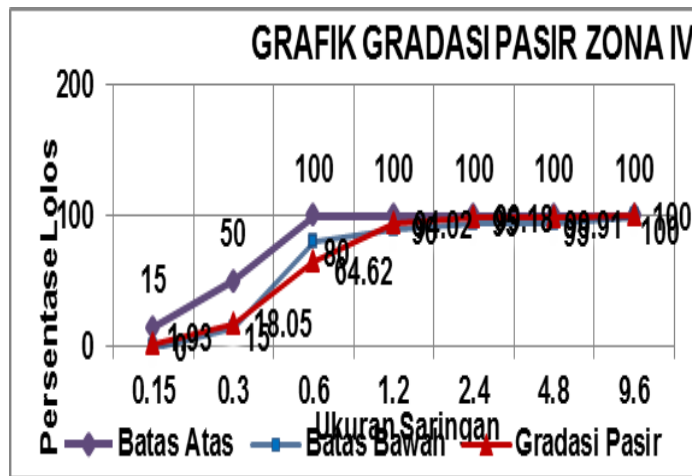
Grafik 4.2. Gradasi Pasir Tapparan pada Zona II



Grafik 4.3. Gradasi Pasir Tapparan pada Zona III



Grafik 4.4. Gradasi Pasir Tapparan pada Zona IV



Grafik 4.1.sampai grafik 4.4. di atas, dapat diketahui bahwa pasir Tapparan yang digunakan dalam penelitian ini tidak termasuk dalam zona I, zona II dan zonaIV. Hal ini terlihat dari grafik 4.1., grafik 4.2. dan grafik 4.4. di atas yang menunjukkan garis gradasi pasir memotong garis batas atas pada zona I dan memotong garis batas bawah pada zona II dan zona IV. Pasir Tapparan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam zona III yang terlihat pada grafik 4.3., karena hasil penelitian menunjukkan garis gradasi pasir berada di antara garis batas atas dan garis batas bawah zona III, dengan kata lain garis gradasi pasir tidak memotong garis batas atas dan garis batas bawah zona III. Zona III merupakan agregat halus yang tergolong pasir agak Halus (dilihat pada table 2.2. Grafik Gradasi Pasir No. 2 SNI 03-2834-2000)

4.2. Perhitungan Perancangan Campuran Batako

Kebutuhan bahan 1 (satu) buah benda uji kubus untuk pengujian kuat tekan batako normal dengan perbandingan volume campuran 1 : 7 diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

a. Berat Jenis semen : $3,160\text{gr/cm}^3$

b. Berat isi pasir : $1,190\text{gr/cm}^3$

Kebutuhan bahan 1 (satu) buah benda uji diperoleh dengan perhitungan sebagaiberikut :

1. Kubus

Volume kubus : $5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ cm}^3$

Volume semen : $\frac{1}{8} \times 125 = 15,625\text{cm}^3$

Volume pasir : $\frac{7}{8} \times 125 = 109,375 \text{ cm}^3$

volume air ($f^c = 0,5$) : 50% dariberat semen

Berat = volume x berat jenis

Berat semen = $15,625 \times 3,160 = 49,37 \text{ gr}$

Berat pasir = $109,375 \times 1,190 = 130,16 \text{ gr}$

Berat air = $\frac{50}{100} \times 49,37 = 24,68 \text{ ml}$

Proporsi Koreksi Campuran

Komposisi campuran batako untuk perbandingan 1:7 sebagai berikut :

- Semen = 49,37 gr
- Pasir = 130,16 gr
- Air = 24,68 ml

Banyaknya benda uji yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebanyak 36 buah benda uji seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Jumlah Benda Uji yang Dibutuhkan

UMUR BENDA Uji	BATAKO NORMAL	PENAMBAHAN KERTAS HVS		
		5%	10%	15%
7 hari	3	3	3	3
14 hari	3	3	3	3
28 hari	3	3	3	3
JUMLAH BENDA UJI	9	9	9	9

Jadi, untuk kebutuhan bahan 9 (sembilan) buah benda uji kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm untuk kuat tekan batako normal adalah :

- Semen = 49,37 x 9 = 444,33 gr
- Air = 24,68 x 9 = 222,12 ml
- Pasir = 130,16 x 9 = 1471,44 gr

Perhitungan kebutuhan untuk masing-masing 9 (sembilan) buah benda uji dengan persentase penambahan limbah kertas HVS (dari berat semen) sebagai bahan tambah pada batako adalah sebagai berikut:

Penambahan kertas HVS sebanyak 5 %

- Semen = 49,37 x 9 = 444,33 gr
- Air = 24,68 x 9 = 222,12 ml

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 130,16 \times 9 &= 1471,44 \text{ gr} \\ \text{Kertas HVS } 5\% &= 5\% \times 444,33 \\ &= 22,21 \text{ gr} \end{aligned}$$

Penambahan kertas HVS sebanyak 10 %

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 49,37 \times 9 &= 444,33 \text{ gr} \\ \text{Air} &= 24,68 \times 9 &= 222,12 \text{ ml} \\ \text{Pasir} &= 130,16 \times 9 &= 1471,44 \text{ gr} \\ \text{Kertas HVS } 10\% &= 10\% \times 444,33 \\ &= 44,43 \text{ gr} \end{aligned}$$

Penambahan kertas HVS sebanyak 15 %

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 49,37 \times 9 &= 444,33 \text{ gr} \\ \text{Air} &= 24,68 \times 9 &= 222,12 \text{ ml} \\ \text{Pasir} &= 130,16 \times 9 &= 1471,44 \text{ gr} \\ \text{Kertas HVS } 15\% &= 15\% \times 444,33 \\ &= 66,64 \text{ gr} \end{aligned}$$

4.3. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Batako

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan batako dengan benda uji kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm, maka kuat tekan batako pada umur 28 hari untuk masing-masing benda uji dapat dihitung sebagai berikut:

A. Kuat tekan batako normal

1) Benda uji 1

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} = 2500 \text{ mm}^2$$

$$P_{\max} N28_1 = 11,5 \text{ kN} = 11500 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{11500 \text{ N}}{2500 \text{ mm}^2} = 4,6 \text{ N/mm}^2 \\ &= 4,6 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2) Benda uji 2

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} = 2500 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{\max} N28_2 &= 9,5 \text{ kN} = 9500 \text{ N} \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{9500 \text{ N}}{2500 \text{ mm}^2} = 3,8 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 3,8 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

3) Benda uji 3

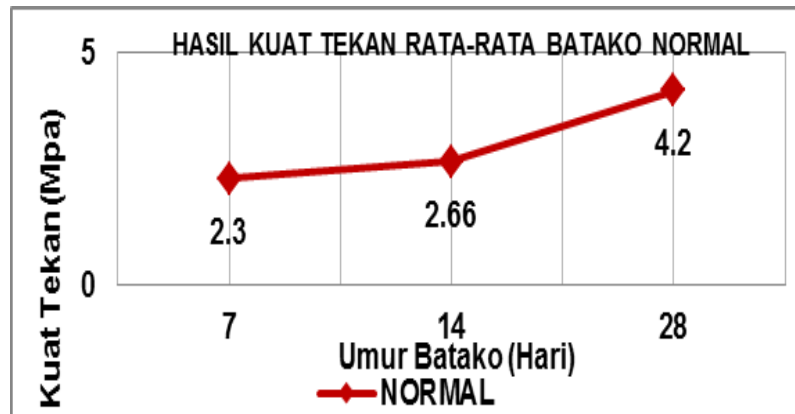
$$\begin{aligned}
 \text{Luas benda uji kubus} &= 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2 \\
 P_{\max} N28_3 &= 10,5 \text{ kN} = 10500 \text{ N} \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{10500 \text{ N}}{2500 \text{ mm}^2} = 4,2 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 4,2 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kuat tekan batako normal pada umur 7 dan 14 harisama dengan perhitungan batako pada umur 28 hari. Keseluruhan hasil kuat tekan batakonormal pada umur 7, 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.4.berikut

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Batako Normal

Hasil Pengujian Kuat Tekan di Laboratorium, 2017 (Lampiran C)

Grafik 4.5. Hasil Kuat Tekan Batako Normal



B. Kuat Tekan Batako dengan Penambahan LimbahKertas HVS 5%.

Kuat tekan batako dengan penambahan limbah kertas HVS 5% pada umur 28 hari dilakukan dengan cara perhitungan berikut :

1) Benda uji 1

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS2}_1} = 13 \text{ kN} = 13000\text{N}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{13000 \text{ N}}{2500} = 5,2 \text{ N/mm}^2 \\ &= 5,2 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2) Benda uji 2

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS2}_2} = 13 \text{ kN} = 13000\text{N}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{13000 \text{ N}}{2500} = 5,2 \text{ N/mm}^2 \\ &= 5,2 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3) Benda uji 3

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS2}_3} = 14 \text{ kN} = 14000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{14000 \text{ N}}{2500} = 5,6 \text{ N/mm}^2 \\ &= 5,6\text{Mpa} \end{aligned}$$

C. Kuat Tekan Batako dengan Penambahan LimbahKertas HVS 10%

Kuat tekan batako dengan penambahan limbah kerta HVS 10% pada umur 28 hari dilakukan dengan cara perhitungan berikut :

1) Benda uji 1

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50 \text{ mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS4}_1} = 11\text{kN} = 11000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \end{aligned}$$

$$= \frac{11000 \text{ N}}{2500} = 4,4 \text{ N/mm}^2$$
$$= 4,4 \text{ Mpa}$$

2) Benda uji 2

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS4}_2} = 10,3 \text{ kN} = 10300 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} = \frac{10300 \text{ N}}{2500} = 4,1 \text{ N/mm}^2$$
$$= 4,1 \text{ Mpa}$$

3) Benda uji 3

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS4}_3} = 11,5\text{kN} = 11500 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} = \frac{11500 \text{ N}}{2500} = 4,6 \text{ N/mm}^2$$
$$= 4,6 \text{ Mpa}$$

D. Kuat tekan batako dengan penambahan LimbahKertas HVS 15%

Kuat tekan batako dengan penambahan limbah kertas HVS 15% pada umur 28 hari dilakukan dengan cara perhitungan berikut :

1) Benda uji 1

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS6}_1} = 13 \text{ kN} = 13000 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} = \frac{13000 \text{ N}}{2500} = 5,2 \text{ N/mm}^2$$
$$= 5,2 \text{ Mpa}$$

2) Benda uji 2

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$P_{\text{max SKS6}_2} = 9 \text{ kN} = 9000 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} = \frac{9000 \text{ N}}{2500} = 3,6 \text{ N/mm}^2$$
$$= 3,6\text{Mpa}$$

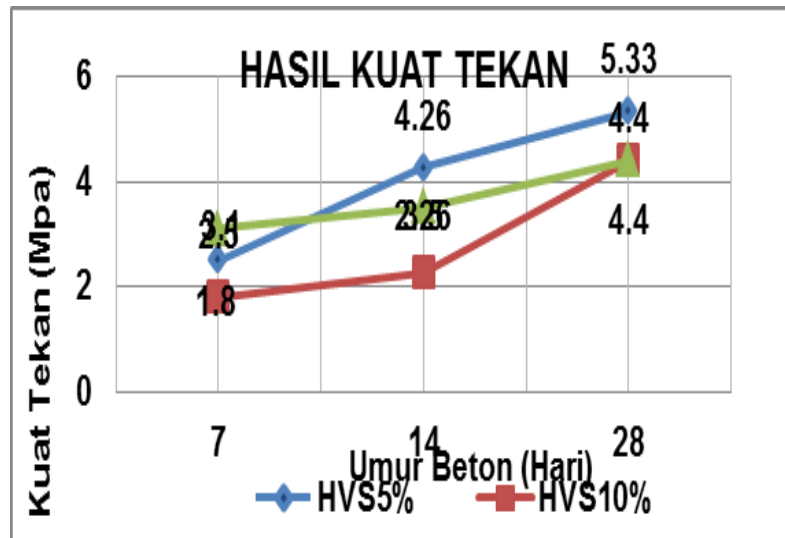
3) Benda uji 3

$$\text{Luas benda uji kubus} = 50\text{mm} \times 50\text{mm} = 2500\text{mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{\max} \text{ SKS}_6 &= 11 \text{ kN} = 11000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} = \frac{11000 \text{ N}}{2500} = 4,4 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 4,4 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari hasil keseluruhan perhitungan kuat tekan batako pada umur 7 dan 14 hari sama dengan perhitungan batako pada umur 28 hari pengujian kuat tekan batako dengan benda uji kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm. Kuat tekan suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan beban dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut. Untuk pengukuran kuat tekan batako mengacu pada standar ASTM C -133-97 dan dihitung dengan persamaan berikut. (Juwairiah, 2009) Hal ini memungkinkan untuk menjadikan bahan semakin mengikat keras dengan adanya kepadatan yang lebih, serta untuk membantu merekatkan bahan pembuat batako dengan semen yang dibantu oleh air. Keseluruhan hasil kuat tekan batako dengan persentase penambahan limbah kertas HVS 5%, 10%, dan 15% pada umur 7, 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.5. berikut :

Grafik 4.6. Hasil Kuat Tekan Batako dengan penambahan limbah kertas HVS



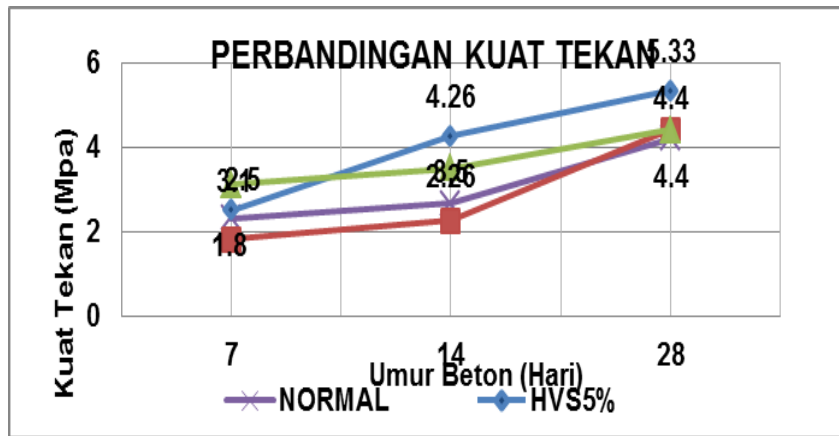
Dari grafik di atas, terlihat bahwa kuat tekan batako terbesar dengan penambahan limbah kertas HVS pada persentase 5% yaitu sebesar 5,33 MPa pada umur 28 hari. Penambahan limbah kertas HVS dengan persentase 10% yaitu sebesar 4,4 MPa. Untuk penambahan limbah kertas HVS pada persentase 15%

yaitu sebesar 4,4 MPa. Penambahan limbah kertas HVS mengalami penurunan dengan persentase limbah kertas HVS yang semakin besar.

E. Perbandingan Kuat Tekan Batako Normal dan Batako dengan Penambahan Limbah Kertas HVS.

Dari hasil keseluruhan perhitungan kuat tekan batako pada umur 7 dan 14 harisama dengan perhitungan batako pada umur 28 hari pengujian kuat tekan batako. Perbandingan kuat tekan rata-rata antara batako normal dan batako dengan limbah kertas HVS pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Grafik 4.7. Perbandingan Kuat Tekan Batako



Dari grafik perbandingan hasil kuat tekan batako di atas, terlihat kuat tekan batako normal yang dihasilkan pada umur 7 hari adalah 2,3 MPa, pada umur 14 hari adalah 2,26 MPa, dan pada umur 28 hari adalah 4,4 MPa. Kuat tekan batako tertinggi yang dihasilkan adalah 5,33 MPa pada umur 28 hari dengan persentase penambahan limbah kertas HVS 5%. Kuat tekan batako dengan persentase penambahan limbah kertas HVS 10% menghasilkan kuat tekan 4,4 MPa pada umur 28 hari. Kuat tekan batako dengan persentase penambahan limbah kertas HVS 15% menghasilkan kuat tekan 4,4 MPa pada umur 28 hari.

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa semakin banyak persentase penambahan Limbah kertas HVS, maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin berkurang. Persentase penambahan limbah kertas HVS 5% dan 10% akan

meningkatkan kuat tekan batako dari batako normal, tetapi untuk persentase penambahan limbah kertas HVS 15% akan mengurangi kuat tekan batako.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Hasil pengujian kuat tekan batako normal pada umur 28 hari adalah sebesar 4,2 MPa. Persentase penambahan limbah kertas HVS pada batako yang menghasilkan kuat tekan batako tertinggi adalah pada persentase 5% yaitu 5,33 MPa untuk umur 28 hari. Persentase penambahan limbah kertas HVS pada batako yang menghasilkan kuat tekan batako terendah adalah pada persentase 15% yaitu 3,1 MPa untuk umur 28 hari, lebih kecil dari kuat tekan batako normal. Penambahan limbah kertas HVS pada batako lebih dari 10% mengakibatkan kuat tekan batako semakin kecil dibandingkan dengan kuat tekan batako normal.
2. Batako pejal dengan penambahan kertas HVS memiliki kuat tekan yang berbeda dari kuat tekan batako pejal normal. Dari hasil pengujian batako dengan penambahan kertas HVS sebesar 5% memiliki kuat tekan 5,33 Mpa yang melebihi kuat tekan batako normal. Sehingga batako tidak mudah patah atau hancur.

5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan mutu batako yang baik, maka dalam pelaksanaan penelitian harus benar-benar memperhatikan spesifikasi setiap pengujian dengan baik dan teliti.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh kenaikan kekuatan batako dengan memperhatikan komposisi penambahan limbah kertas HVS terhadap campuran batako dengan perbandingan volume campuran yang berbeda pula.
3. Perlu memperhatikan metode pengerjaan batako yang baik pada pemanfaatan limbah kertas HVS dalam adukan agar penyebaran limbah kertas HVS lebih merata dan lebih padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonym. 1992. **Petunjuk Praktikum Assisten Teknisi Laboratorium Pengujian Beton**. Padalarang: Pusat Pelatihan MBT.
- Anonim.1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-Bandung*. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim.1989. *Standart Pengujian dan Analisis saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI-M-08-1989-F)* Bandung. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1990. *Syarat-Syarat Bahan Bangunan (SNI-T-15-1990-03)*. Bandung. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim.2002. *Jenis Semen dan Penggunaannya*. Yogyakarta : PT. Semen Gresik. Departemen Pekerjaan Umum. 1982. **Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)**. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Fanggi, Butje Alfonsius Louk. 2007. *Klasifikasi Batako Berbahan Dasar Tanah Putih Di Kota Kupang Dan Sekitarnya : Kajian Terhadap Kuat Tekan Batako*. Kupang : Politeknik Negeri Kupang
- Kemino.1996.Penelitian Limbah Industri Pengolahan Kayu Sebagai Bahan Pembuatan Bata Cetak. *Jurnal Penelitian Permukiman I*. Vol XII. No 1-2.
- SNI 03-0349-1989. **Bata Beton untuk Pasangan Dinding**.
- SNI 15-2049-2004. **Semen Portland**.
- SNI 15-0302-2004. **Semen Portland Pozolan**.
- Tjokrodimuljo, Kardidjono.1996.*Teknologi Beton*. Yogyakarta.Naviri.