

PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN KERAMIK SEBAGAI AGREGAT KASAR CAMPURAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Asmadi Suria¹, Ipak Neneng MB¹, Wan Alamsyah¹

¹⁾ Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Dikirim 25 Okt 2017
Direvisi dari 04 Nov 2017
Diterima 04 Nov 2017

Kata Kunci:
Limbah Keramik,
Kuat Tekan,
Faktor Air Semen,
Serapan Air,
Lingkungan

ABSTRAK

Dalam pekerjaan konstruksi, sering ditemui sisa material/bahan bangunan yang tidak terpakai, dibuang sebagai limbah. Jika limbah tersebut dibuang secara sembarangan, maka dapat menimbulkan permasalahan baru terhadap lingkungan. Limbah pecahan keramik adalah salah satu contoh limbah yang dihasilkan dari pabrik keramik atau hasil pekerjaan konstruksi bangunan. Tujuan penulisan ini untuk mengetahui apakah limbah pecahan keramik berpengaruh terhadap kuat tekan beton terutama untuk konstruksi sipil. Dalam penulisan ini limbah pecahan keramik digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Rencana campuran beton dibuat sesuai dengan peraturan SNI T-15-1990-03 dengan faktor air semen 0,57. Penelitian ini menguji sampel beton dengan menggunakan benda uji kubus untuk uji tekan (15 cm x 15 cm x 15 cm). Umur pengujian selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari sebanyak 60 kubus terdiri dari 5 variasi dan setiap variasi dibuat 3 sampel. Komposisi campuran limbah pecahan keramik dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari volume agregat kasar. Dari hasil penelitian diperoleh penurunan nilai *slump* pada adukan beton yang menggunakan limbah keramik. Beton dengan agregat kasar limbah pecahan keramik memiliki berat volume yang lebih kecil dan serapan air yang lebih besar dibanding beton normal. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal 28 hari adalah sebesar 30,10 MPa, setelah mengganti agregat kasar dengan pecahan keramik maka terjadi penurunan pada kuat tekan beton, pecahan keramik 10% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan beton sebesar 23,95 MPa, hingga perbandingan pecahan keramik 40% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan sebesar 18,44 MPa. Sehingga dapat diperoleh kesimpulan penggunaan komposisi limbah pecahan keramik tidak direkomendasikan untuk struktur konstruksi bangunan.

© 2017 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

1. PENDAHULUAN

Beton, umumnya digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil. Struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, dan pelat. Dalam bidang hidroteknik, beton digunakan pada pekerjaan bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika

diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Kekuatan tekan pada suatu konstruksi merupakan parameter kekuatan utama pada beton.

Peningkatan pembangunan dewasa ini menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan terhadap bahan bangunan. Bahan bangunan tersebut harus dapat tersedia dalam jumlah besar dan terjangkau dari segi ekonomis. Peningkatan terhadap bahan bangunan dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah bangunan, yaitu pemanfaatan sisa material yang tidak terpakai. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan adalah limbah pecahan keramik. Keramik merupakan suatu material bangunan, digunakan

untuk melapisi lantai atau dinding, biasanya berbentuk plat persegi dan tipis terbuat dari tanah liat dengan cara dibakar pada suhu tertentu, sehingga mempunyai sifat fisik khusus. Sejauh ini masyarakat kurang maksimal memanfaatkan limbah pecahan keramik. Agar limbah pecahan keramik tidak terbuang, maka dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti agregat kasar. Tujuan penulisan ini untuk mengetahui pengaruh limbah pecahan keramik sebagai bahan pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Penggunaan limbah pecahan keramik merupakan alternative positif karena terjadi proses pemanfaatan, limbah pecahan keramik yang tidak bermanfaat menjadi bernilai guna.

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1 Deskripsi Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*additive*) (Mulyono, 2004). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Adapun beton didefinisikan sebagai kumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari, sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

2.2. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 part 115; part 166 pada umur 28 hari.

2.3 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil (Mulyono, 2004). Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya, yang paling utama adalah penggunaan

bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya.

2.4. FAS (Faktor Air Semen)

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

2.5. Kualitas Agregat

Bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu beton yang dibuat. Dengan semakin berkurangnya rongga udara yang terbentuk, beton yang dihasilkan akan mempunyai rongga udara yang lebih sedikit. Tekstur permukaan agregat halus yang bertekstur halus akan lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat dengan permukaan kasar. Agregat ini terbentuk akibat pengikisan oleh air atau akibat patahnya batuan berbutir halus atau batuan yang berlapis-lapis. Dengan semakin sedikitnya air yang dibutuhkan, kemungkinan menghasilkan beton yang bermutu tinggi lebih besar jika menggunakan agregat kasar.

Dalam hal pemilihan agregat kasar, porositas yang rendah merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan suatu adukan beton yang seragam, dalam artian mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter lain yang dibutuhkan. Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Hasil penelitian Larrard (1990) menyebutkan bahwa butiran maksimum yang memberikan arti nyata untuk membuat beton mutu tinggi tidak boleh lebih dari 15 mm.

2.6. Material Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari.

2.7. Pecahan Keramik

Keramik adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan untuk melapisi lantai atau dinding yang biasanya berbentuk plat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah liat dan bahan mentah keramik lainnya, dengan cara dibakar sampai suhu tertentu, sehingga mempunyai sifat-sifat fisik khusus. Bahan keramik selain dipergunakan untuk ubin, digunakan juga dalam pembangunan sebagai perlengkapan sanitair (wastafel, kloset, dan sebagainya) dan pada rumah tangga.

2.8. Kuat Tekan Rencana

Beton yang dirancang harus memenuhi kuat tekan rata-rata yang memenuhi syarat berdasarkan data deviasi standard hasil uji kuat tekan umur 28 hari untuk kondisi dan jenis konstruksi yang sama. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan selinder. Jika menggunakan kuat tekan hasil uji kubus bersisi 150 mm, maka hasilnya harus dikonversi menggunakan persamaan : $f'c = [0,76 + 0,2 \text{ Log} (f'ck / 15)] f'ck$

Keterangan :

- $f'c$: Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa),
- $f'ck$: Kuat tekan beton (MPa) dengan uji kubus beton bersisi 150 mm.

Jika menggunakan rumus ini maka dalam perancangan harus disebutkan (dalam gambar atau dalam uraian lainnya) dan hasilnya dikonversikan untuk umur 28 hari berdasarkan Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Perkembangan Kuat Tekan untuk Semen Portland Type I

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen Portland Tipe 1	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00

Sumber : PB 1990:16

2.9. Kadar Air Bebas

Kadar air ditentukan sebagai berikut. Agregat yang dipecah atau agregat yang tak baik dipecah (alami) menggunakan Tabel 2 dan agregat campuran dihitung menurut rumus :

$$2/3 W_h + 1/3 W_k$$

Keterangan :

- W_h : Perkiraan jumlah air untuk agregat halus,
- W_k : Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Tabel 2. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³) yang Dibutuhkan untuk Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

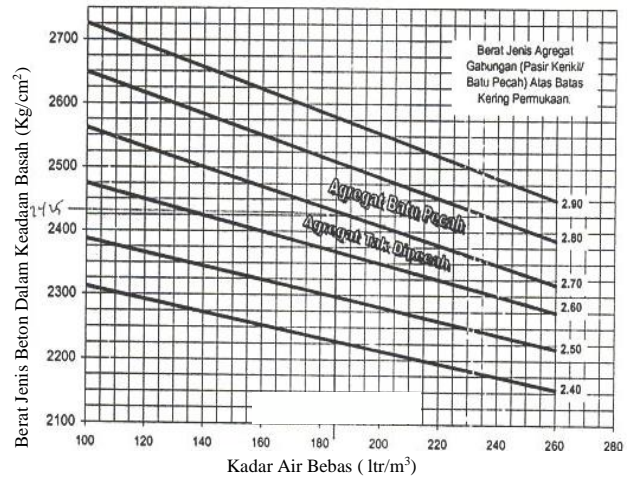
Sumber : Tabel 5, SNI.T-15-1990-03:11

2.10. Berat Jenis Relatif Agregat

Berat jenis relatif agregat diambil berdasarkan data hasil pengujian laboratorium. Jika data tersebut tidak ada, untuk agregat kasar diambil nilai 2.6 gr/cm³ dan untuk agregat halus diambil nilai 2.7 gr/cm³. Berat jenis agregat gabungan dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis (BJ) Agregat Gabungan} = [\% \text{ Agregat Halus} \times \text{BJ. Ag. Halus}] + [\% \text{ Agregat Kasar} \times \text{BJ. Ag. Kasar}].$$

Nilai agregat gabungan kemudian diplotkan kedalam gambar 1 untuk mendapatkan berat jenis beton dalam keadaan basah.



Gambar 1. Perkiraan Berat Jenis Beton Basah yang Dimampatkan Secara Penuh

3. Metodologi Penelitian

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Studi Literatur

Tujuan dari studi ini untuk menelaah variabel-variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori yang telah ada sebelumnya. Sehingga penulis dapat mengetahui gambaran awal dalam penulisan yang dilakukan ini.

3.2 Pengumpulan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang dipakai adalah semen portland tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Andalas dalam kemasan 1 zak 40 kg.
2. Agregat kasar berupa batu pecah (split) yang diambil dari quarry alur pinang.
3. Agregat kasar berupa limbah pecahan keramik.
4. Agregat halus berupa pasir yang berkualitas baik yang diambil dari quarry alur pinang.
5. Air yang digunakan adalah air bersih yaitu, air yang tidak mengandung unsur-unsur kimia.

3.3 Pengujian Bahan

Pengujian bahan dilakukan di laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Langsa yaitu:

1. Menganalisa ayakan agregat kasar dan agregat halus (pasir).
2. Memeriksa berat jenis dan peresapan agregat kasar dan agregat halus (pasir).

3. Memeriksa berat jenis dan peresapan keramik
4. Memeriksa keausan pada keramik.
5. Pemeriksaan kandungan organik pada agregat kasar dan agregat halus (pasir).
6. Pengujian *slump test*.

3.4 Mix Design

Metode pencampuran beton yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI.T-15-1990-03. Perencanaan kuat tekan beton yang direncanakan yaitu $f'c$ lebih dari 25 MPa.

3.5 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji yang direncanakan adalah berbentuk kubus yang berukuran 15 cm x 15 cm x 15cm sebanyak 60 buah kubus beton, dengan acuan sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah benda uji untuk pengujian kuat tekan

Uji Tekan Beton	Kode	Jumlah Sampel
Beton Normal	BN	12
Beton Campuran Keramik 10%	BCK 10%	12
Beton Campuran Keramik 20%	BCK 20%	12
Beton Campuran Keramik 30%	BCK 30%	12
Beton Campuran Keramik 40%	BCK 40%	12
Total Kubus		60

Keterangan

- BN : Beton Normal
 BCK 10% : Beton Campuran Keramik 10% / Uji Tekan
 BCK 20% : Beton Campuran Keramik 20% / Uji Tekan
 BCK 30% : Beton Campuran Keramik 30% / Uji Tekan
 BCK 40% : Beton Campuran Keramik 40% / Uji Tekan

3.6 Peraatan Benda Uji (Curing)

Perawatan (*Curing*) dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara pembasahan (menaruh beton segar didalam air).

3.6 Pengujian Sampel Beton

Pengujian yang dilakukan pada beton segar adalah pengujian *slump*. Sedangkan untuk pengujian beton keras adalah pengujian kuat tekan beton.

3.6.1 Pengujian Slump

Mengacu pada SNI 03-1972-1990, *Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*)/plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton. Untuk melaksanakan pengujian *slump* beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Basahi cetakan dan plat,
2. Letakkan cetakan diatas plat dengan kokoh,
3. Isi cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata, tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan,
4. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas,
5. Pasang tiang ukur diatas plat sesuaikan dengan ketinggian beton segar.

3.6.2 Pengujian Bobot Isi Beton Segar

Mengacu pada SNI 03-1973-90, pengujian bobot isi beton segar adalah pengujian berat volume. Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton segar harus diikuti tahapan sebagai berikut :

1. Isilah takaran dengan benda uji dalam 2 lapis,
2. Tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 32 kali tusukan secara merata,
3. Setelah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran perlahan-lahan sampai tidak tampak gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertutup,
4. Ratakan permukaan benda uji.

3.6.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 4 buah. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan compressor machine berkapasitas 150 ton yang digerakkan secara manual. Adapun prosedur pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990:

1. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, kubus dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan uji kuat tekan, benda uji ditimbang beratnya,
2. Kemudian letakkan benda uji pada compressor machine hingga berada ditengah-tengah alat penekannya,
3. Secara perlahan-lahan beban tekan diberikan pada benda uji dengan cara mengoperasikan tuas pompa sampai benda uji runtuh,
4. Pada saat jarum penunjuk skala tidak naik lagi, maka catat skala yang ditunjukkan oleh jarum jam tersebut (merupakan beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji).

4. Hasil dan Pembahasan

Melalui pengujian laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Langsa, maka dalam memperoleh sebuah kesimpulan dapat dilihat tahapan-tahapan di bawah ini.

4.1. Pengujian Agregat

4.1.1 Agregat halus (pasir)

Pengujian berat jenis agregat ini bertujuan untuk menentukan berat jenis permukaan jenuh (SSD). Dari uji sampel agregat halus yang berasal dari Quarry Alur Pinang peroleh hasil (lihat tabel) sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No	Uraian		I	II
1	Berat Benda Uji Kering Jenuh (SSD)	(SSD)	500	500
2	Berat Benda Uji Kering Oven	Bk	482,8	484
3	Berat Piknometer diisi air (25° C)	B	759,4	759,4
4	Berat Piknometer + Benda Uji + Air (25° C)	Bt	1055,9	1059,1
5	Berat Cawan		179,7	182

Tabel 4. Hasil Peresapan Agregat Halus

No	Uraian		I	II	Rata-rata
1	Berat Jenis Bulk	$\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$	2,372	2,416	2,394
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,457	2,496	2,477
3	Berat Jenis Semu	$\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,592	2,626	2,609
4	Penyerapan (absorpsi) (%)	$\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$	3,56	3,31	3,433

Dari hasil uji berat jenis di dapat Berat Jenis SSD rata-rata adalah sebesar 2,477 dan dapat di klasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu 2.2 – 2.7. Penyerapan air (absorpsi) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 3,433%. Angka absorpsi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering muka.

4.1.2 Agregat kasar (Split)

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (Split)

No	Uraian		I	II
1	Berat Benda Uji Kering Jenuh	Bk	5000	-
2	Benda Uji Kering Oven	Bj	5058	-
3	Berat Piknometer diisi Air (25° C)	Ba	3143	-

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (Split)

No	Uraian		I	II	Rata-rata
1	Berat Jenis Bulk	$\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$	2,372	2,416	2,394
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,457	2,496	2,477
3	Berat Jenis Semu	$\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,592	2,626	2,609
4	Penyerapan (absorpsi) (%)	$\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$	3,56	3,31	3,433

Dari hasil uji berat jenis agregat kasar di dapat Berat Jenis SSD sebesar 2,641 dan dapat di klasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu 2,2-2,7. Penyerapan air (absorpsi) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 1,15 %. Angka tersebut menunjukkan bahwa kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering muka sebesar 1,15% dari berat kering agregat itu sendiri.

4.1.2 Agregat kasar (Limbah Pecahan Keramik)

Dari hasil uji berat jenis agregat kasar (keramik) didapat Berat Jenis SSD sebesar 2,176. Penyerapan air (absorpsi) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 11,30%.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (Limbah Pecahan Keramik)

No	Uraian		I	II
1	Berat Benda Uji Kering Jenuh	Bk	5000	-
2	Berat Benda Uji Kering Oven	Bj	5565	-
3	Berat Piknometer diisi air (25° C)	Ba	3008	-

Angka tersebut menunjukkan bahwa kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering muka sebesar 11,30% dari berat kering agregat itu sendiri.

Tabel 7. Hasil Pengujian Peresapan Agregat Kasar (Limbah Pecahan Keramik)

No.	Uraian	I	II	Rata-rata
1	Berat Jenis Bulk	Bk	1,955	-
		Bj - Ba		
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	Bj	2,176	-
		Bj - Ba		
3	Berat Jenis Semu	Bk	2,510	-
4	Penyerapan (absorsbsi) (%)	Bj - Bk	x 100 11,30	-
		Bk		

3.2. Keausan Agregat Kasar (Keramik)

Keausan ini bertujuan untuk mengetahui angka keausan suatu agregat, yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan yang aus yaitu lolos saringan (1,7 mm) terhadap berat mula - mula, dalam persen (%), dan juga sebagai pegangan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Abrasi Los Angeles.

$$Keausan = \frac{a-b}{a} \times 100\% = \frac{5000-3793}{5000} \times 100\% = 24,14\%$$

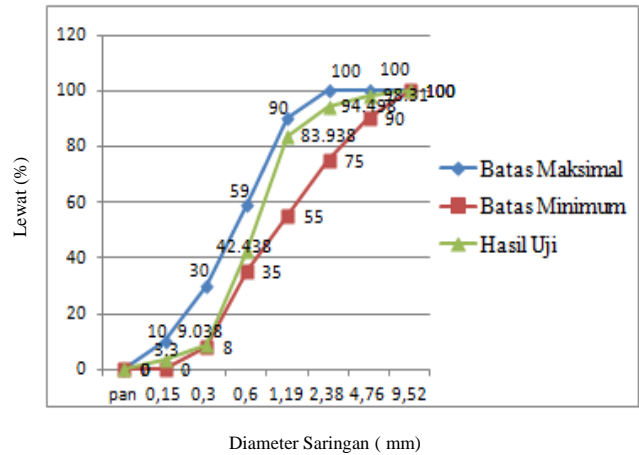
3.3. Analisa Ayakan

Tujuan analisa ayakan ialah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butiran agregat halus dan agregat kasar.

Tabel 8. Hasil Analisa Ayakan Agregat Halus

No	Saringan	Tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Jumlah persen		Spesifikasi Zona II
				tertahan %	lewat %	
1	3/8" (9,52 mm)	0	0	0	100	100
2	No. 4 (4,76 mm)	16,9	16,9	1,69	98,31	90-100
3	No. 8 (2,38 mm)	38,12	55,02	5,502	94,498	75-100
4	No. 16 (1,19 mm)	105,6	160,62	16,062	83,938	55-90
5	No. 18 (0,60 mm)	415	575,62	57,562	42,438	35-59
6	No 20 (0,30 mm)	334	909,62	90,962	9,038	8-30
7	No. 30 (0,15 mm)	57,38	967	96,7	3,3	0-10
8	Pan	33	1000	100	0	-

Dari tabel diatas, maka dapat dilihat dalam pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. Kurva Daerah Susunan Gradasi Agregat Halus

Dengan menggunakan rumus dibawah ini, maka diperoleh:

$$FM = \frac{\% \text{ kumulatif tertahan ayakan}}{100}$$

$$FM = \frac{9,67+90,962+57,562+16,062+5,502+1,69}{100}$$

$$FM = \frac{181,448}{100} = 1,814 \approx 1,8$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 1,8 % yang terdapat dalam standar spesifikasi ASTM. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 % - 3,8 % (menurut SK SNI T-15-1990-03). Agregat termasuk ke dalam spesifikasi zona II.

Tabel 9. Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar (Split).

Berat : 5935 gr

No	Saringan	Tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Jumlah persen	
				tertahan %	lewat %
1	1 1/2" (40 mm)	0	0	0	100
2	3/4" (19,1 mm)	0	0	0	100
3	3/8" (9,52 mm)	5818	5818	98,03	1,97
4	No. 4 (4,76 mm)	105	5923	99,80	0,20
5	No. 8 (2,38 mm)	7	5930	99,92	0,08
6	No. 16 (1,19 mm)	5	5935	100	0
7	No. 30 (0,15 mm)	0	5935	100	0
8	Pan	0	5935	100	0

Tabel 10. Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar (Limbah Pecahan Keramik).

Berat : 1000 gr

No	Saringan	Tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Jumlah persen	
				tertahan %	lewat %
1	1 1/2" (40 mm)	0	0	0	100
2	3/4" (19,1 mm)	295	295	29,5	70,5
3	3/8" (9,52 mm)	629	924	92,4	7,6
4	No. 4 (4,76 mm)	62,8	986,8	98,68	1,32
5	No. 8 (2,38 mm)	6,12	992,92	99,292	0,708
6	No. 16 (1,19 mm)	1,28	994,2	99,42	0,58
7	No. 30 (0,15 mm)	1,9	996,1	99,61	0,39
8	Pan	3,9	1000	100	0

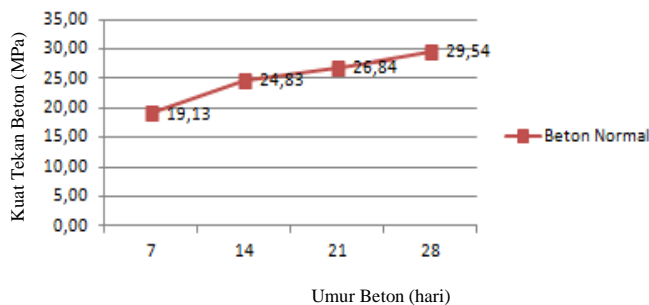
3.4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Untuk hasil uji kuat tekan yang telah dilakukan, kemudian disusun pada tabel yang telah menjadi acuan baku kuat tekan beton.

Tabel 11. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Umur Beton (hari)	Nilai Slump	Berat (kg)	Hasil (KN)	konversi KN ke Kg	Air (liter)	hasil (kg/m ²)	MPa	Kuat Tekan Beton (MPa)
7	11,5	7754	510	102	225	231,2	19,19	19,13
	11,5	7795	500	102	225	226,67	18,81	
	11,5	7775	515	102	225	233,47	19,38	
14	11,5	7780	660	102	225	299,20	24,83	24,83
	11,5	7760	655	102	225	296,93	24,65	
	11,5	7797	665	102	225	301,47	25,02	
21	11,5	7705	720	102	225	326,40	27,09	27,09
	11,5	7835	715	102	225	324,13	26,90	
	11,5	7840	705	102	225	319,60	26,53	
28	11,5	7723	795	102	225	360,40	29,91	29,91
	11,5	7705	800	102	225	362,67	30,10	
	11,5	7830	760	102	225	344,53	28,60	

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel, maka dapat dilihat grafik uji kuat tekan beton normal sebagai berikut.



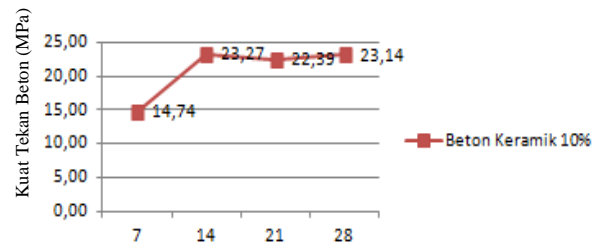
Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Normal

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari terus mengalami peningkatan grafik kuat tekan beton normal menggambarkan diumur 28 hari hasil kuat tekan beton mencapai batas maksimum yaitu 29,54 MPa.

Tabel 12. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Limbah Pecahan Keramik 10%

Umur Beton (hari)	Nilai Slump	Berat (kg)	Hasil (KN)	konversi KN ke Kg	Air (liter)	hasil (kg/m ²)	MPa	Kuat Tekan MPa
7	11,2	7732	375	102	225	170	14,11	14,74
	11,2	7825	390	102	225	176,8	14,67	
	11,2	7792	410	102	225	185,87	15,43	
14	11,2	7780	585	102	225	265,20	22,01	23,27
	11,2	7770	680	102	225	308,27	25,59	
	11,2	7765	590	102	225	267,47	22,20	
21	11,2	7800	575	102	225	260,67	21,64	22,39
	11,2	7815	610	102	225	276,53	22,95	
	11,2	7797	600	102	225	272,00	22,58	
28	11,2	7778	600	102	225	272,00	22,58	23,14
	11,2	7762	635	102	225	287,87	23,89	
	11,2	7837	610	102	225	276,53	22,95	

Berdasarkan tabel diatas , maka grafik uji kuat tekan beton keramik 10% sebagai berikut.



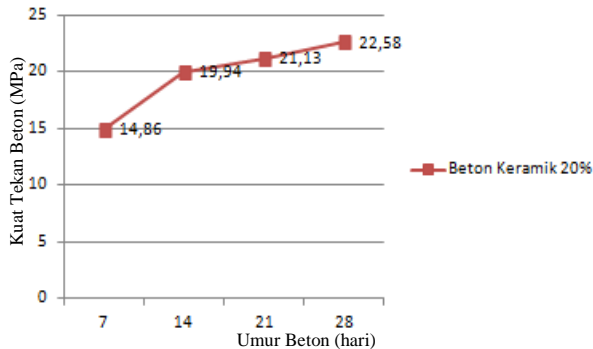
Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton Limbah Pecahan Keramik 10%

Hasil pengujian beton dengan limbah pecahan keramik 10% mencapai batas maksimum kuat tekan diumur 14 hari yaitu 23,27 MPa.

Tabel 13. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 20%

Umur Beton (hari)	Nilai Slump	Berat (kg)	Hasil (KN)	konversi KN ke Kg	Air (liter)	hasil (kg/m ²)	MPa	Kuat Tekan MPa
7	10,5	7590	450	102	225	204	16,93	14,86
	10,5	7630	300	102	225	136	11,29	
	10,5	7595	435	102	225	197,2	16,37	
14	10,5	7720	520	102	225	235,73	19,57	19,94
	10,5	7645	525	102	225	238	19,75	
	10,5	7655	545	102	225	247,07	20,51	
21	10,5	7640	545	102	225	247,07	20,51	21,13
	10,5	7720	555	102	225	251,6	20,88	
	10,5	7755	585	102	225	265,2	22,01	
28	10,5	7680	600	102	225	272	22,58	22,58
	10,5	7690	590	102	225	267,47	22,20	
	10,5	7705	610	102	225	276,53	22,95	

Berdasarkan data tabel diatas, maka dapat dilihat grafik uji kuat tekan beton keramik 20% pada halaman disebelahnya, dimana hasil kuat tekan beton limbah pecahan keramik 20% diumur 28 hari mencapai 22,58 Mpa, sedangkan di umur 7 hari hanya mencapai 14,86 MPa..

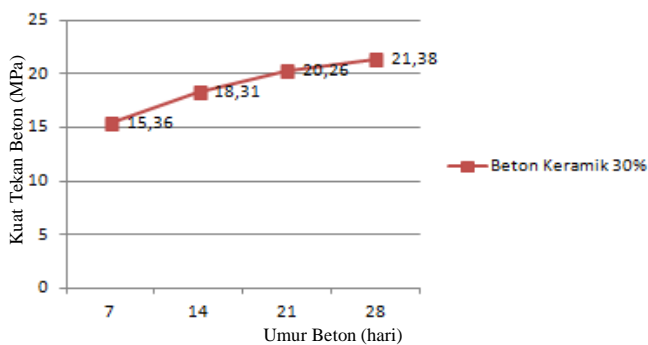


Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Beton Pecahan Keramik 20%

Tabel 14. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 30%

Umur Beton (hari)	Nilai Slump	Berat (kg)	Hasil (KN)	konversi KN ke Kg	Air (liter)	hasil (kg/m ²)	MPa	Kuat Tekan MPa
7	10,3	7460	390	102	225	176,8	14,67	15,36
	10,3	7515	410	102	225	185,87	15,43	
	10,3	7565	425	102	225	192,67	15,99	
14	10,3	7615	485	102	225	219,87	18,25	18,31
	10,3	7655	490	102	225	222,13	18,44	
	10,3	7545	485	102	225	219,87	18,25	
21	10,3	7565	520	102	225	235,73	19,57	20,26
	10,3	7490	550	102	225	249,33	20,69	
	10,3	7630	545	102	225	247,07	20,51	
28	10,3	7610	565	102	225	256,13	21,26	21,38
	10,3	7690	580	102	225	262,93	21,82	
	10,3	7720	560	102	225	253,87	21,07	

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dilihat grafik uji kuat tekan beton keramik 30% dibawah ini.



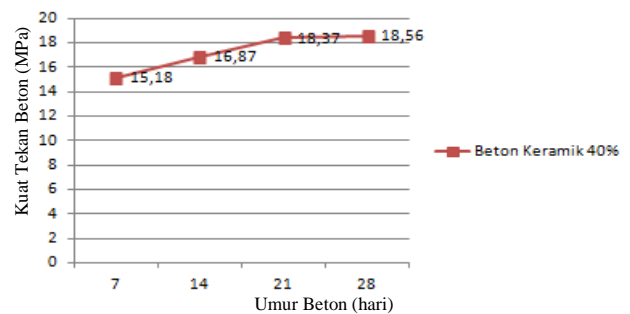
Gambar 6. Grafik Kuat Tekan Beton Pecahan Keramik 30%

Hasil kuat tekan beton dengan pecahan keramik 30% di umur 7 hari mencapai 15,36 MPa dan di umur 28 hari mencapai kuat tekan maksimum 21,38 MPa.

Tabel 15. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 40%

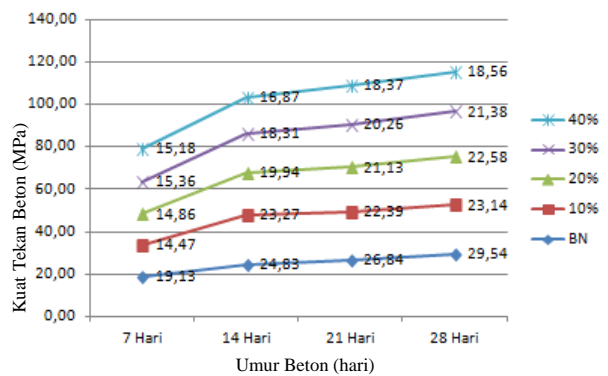
Umur Beton	Nilai Slump	Berat (kg)	Hasil (KN)	konversi KN ke Kg	Air (liter)	hasil (kg/m ²)	MPa	Kuat Tekan MPa
7	9,5	7475	410	102	225	185,87	15,43	15,18
	9,5	7520	400	102	225	181,33	15,05	
	9,5	7560	400	102	225	181,33	15,05	
14	9,5	7420	420	102	225	190,40	15,80	16,87
	9,5	7570	495	102	225	224,40	18,63	
	9,5	7545	430	102	225	194,93	16,18	
21	9,5	7505	490	102	225	222,13	18,44	18,37
	9,5	7490	525	102	225	238,00	19,75	
	9,5	7573	450	102	225	204,00	16,93	
28	9,5	7507	490	102	225	222,13	18,44	18,56
	9,5	7522	490	102	225	222,13	18,44	
	9,5	7591	500	102	225	226,67	18,81	

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dilihat grafik uji kuat tekan beton keramik 40% disamping ini. Hasil uji kuat tekan beton keramik 40% di umur 7 hari mencapai 15,18 MPa dan di umur 28 hari dengan kuat tekan maksimum 18,56 MPa.



Gambar 3.6 Grafik Kuat Tekan Beton Pecahan Keramik 40%

3.5. Rekapitulasi Kuat Tekan Beton



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Pecahan Keramik

Dari hasil pengujian kuat tekan beton, diperoleh data pengaruh pecahan keramik pada beton mengalami penurunan kuat tekan dibanding dengan beton normal. Semakin besar persentase penambahan pecahan keramik, semakin rendah kuat tekan yang didapat.

3.6. Pembahasan

Pada penelitian ini pemakaian pecahan keramik pada campuran beton tidak meningkatkan kuat tekan beton. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal 28 hari adalah sebesar 30,10 MPa, setelah mengganti agregat kasar dengan pecahan keramik maka terjadi penurunan pada kuat tekan beton, pecahan keramik 10% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan beton sebesar 23,95 MPa, pecahan keramik 20% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan sebesar 22,95 MPa, pecahan keramik 30% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan sebesar 21,82 MPa, pecahan keramik 40% pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan sebesar 18,44 MPa. Hasil penelitian ini berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang dapat meningkatkan kuat tekan pada pemakaian pecahan keramik 30%.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil pembahasannya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kuat tekan beton normal pada umur 28 hari adalah sebesar 29,54 MPa, setelah menambahkan limbah pecahan keramik kadar 10% pada umur 28 hari maka terjadi penurunan dengan kuat beton sebesar 23,14 MPa, sehingga dengan penambahan limbah keramik kadar 40% pada umur 28 hari kuat tekan semakin mengalami penurunan kuat tekan beton sebesar 18,56 Mpa, jadi kuat tekan beton dengan campuran agregat kasar limbah pecahan keramik dalam beton memiliki kekuatan lebih rendah dari beton normal.
2. Dalam pekerjaan struktur konstruksi, limbah pecahan keramik tidak cocok digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar karena bentuk limbah pecahan keramik yang pipih dan sebagian sisi keramik yang licin sehingga beton tidak mengikat sempurna.
3. Penambahan limbah pecahan keramik sebagai agregat kasar pada campuran beton tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton.
4. Beton dengan campuran limbah pecahan keramik hanya dapat diterapkan pada pekerjaan bersifat Non-

engineering Structure (NES), seperti pembatas taman, riol kecil, pagar yang rendah, perkerasan jalan setapak.

REFERENSI

- Adi Prasetyo, 2013. *Jurnal:Tinjauan Kuat Tekan dan Keruntuhan Balok Beton Bertulang Menggunakan Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah BV Special*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arutu Elkarsa Baeha, Tidani Sillo Hineis Zebua, Sandro Laia, Hardi Kurniawan., 2012. *Jurnal:Pemanfaatan Limbah Genteng dan Keramik Sebagai Agregat Kasar Campuran Beton K-350*, Universitas Kristen Krisda Wacana , Jakarta.
- <http://www.ilmulabtekniksipil.id/2016/04/pemeriksaan-keausan-agregat-dengan.html>
- http://www.acadenia.edu/12813/keausan_agregat_dengan_alat_abrasi_los_angeles
- Joni Kristian, Joko Goetomo, dan Eddy Samsurizal., *Jurnal:Studi Eksperimental Penggunaan Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Perancangan Campuran Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Kurniawan Dwi Wicaksono dan Johanes Januar Sudjati., 2012. *Jurnal:Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Adukan Beton*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Murdock, L.J., Brock, K. M., dan Hendarko, S., 1986, *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nugraha, Paul. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- SK SNI T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Yayasan LPMB, Bandung.

□TAR