

PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH BATU KUMBUNG PADA CAMPURAN BETON

M. Rifki Andri Saputro¹, Rasio Hepiyanto²

¹ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

² Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

email : andriputro5@gmail.com

Abstract

Concrete is the most common construction material in use and demand because it is an easily formed base material with a relatively cheap price compared to other construction. The utilization of waste powder of white brick on the concrete mixture is very useful in terms of environmental insight aspects can reduce pollution of dust in the area where the white brick is produced. In addition, the use of white brick powder can reduce environmental pollution because the dust is a solid material that is not easily soluble and not volatile. This research was done by mixing concrete and powder of white brick waste as cement added material with the composition of 5% and 10%. The highest value of compressive strength of concrete was obtained from the mixture composition of 5% addition of white brick waste which reached the value of 18,20 Mpa at age 28 day. While the mixture composition of 10% decreased the compressive strength of concrete by 16.07%.

Keyword : *Concrete, Waste Powder Of White Brick, Compressive Strength.*

1. PENDAHULUAN

Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut suatu kualitas beton yang memadai. Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik. Beton merupakan unsur yang sangat penting, mengingat fungsinya sebagai salah satu pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Pemakaian beton sebagai material struktur pada perencanaan berbagai macam konstruksi bangunan merupakan alternatif yang banyak digunakan, hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan antara lain memiliki kuat tekan tinggi, perawatannya murah, tahan terhadap kebakaran, tahan cuaca dan dapat direncanakan kualitas mutu betonnya sesuai yang dikehendaki. Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan bahan tambah atau tanpa bahan tambah. Kualitas beton bergantung pada bahan-bahan penyusunnya. Semen merupakan

salah satu bahan penyusun beton yang bersifat sebagai pengikat agregat pada campuran beton.

Seiring dengan melambungnya harga semen sebagai bahan utama pembuatan beton, maka biaya pembuatan beton menjadi mahal. Mahalnya biaya pembuatan beton merupakan suatu permasalahan yang perlu dipecahkan guna perkembangan teknologi di bidang konstruksi, khususnya pada biaya pembuatan suatu struktur bangunan. Untuk itu perlu adanya bahan pengganti semen dalam pembuatan beton atau sekedar bahan tambah untuk mengurangi jumlah semen yang diperlukan dalam pembuatan beton, tetapi tidak mengurangi kualitas mutu beton sehingga tetap memenuhi syarat dalam pekerjaan konstruksi.

Salah satu alternatif pemecahan permasalahan di atas adalah dengan penggunaan serbuk limbah batu kumbang sebagai bahan tambah atau pengganti semen yang dapat mengurangi ketergantungan pemakaian semen portland dalam campuran beton.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah serbuk limbah batu

kumbang bisa digunakan dalam campuran bahan beton dan melihat pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.

2. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data adalah sesuatu yang belum memiliki arti bagi penerimanya dan masih membutuhkan adanya suatu pengolahan.

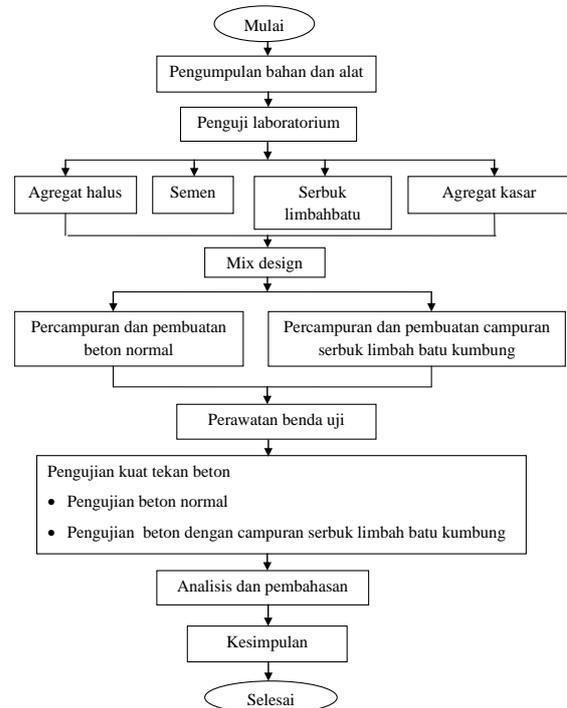
Analisa Data

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa data dan bahan-bahan yang telah terkumpul, berikut adalah tahap analisa data yang nanti akan dilakukan dalam penelitian :

1. Alat Penelitian
 - Satu Set Saringan ASTM
 - Timbangan Analistis
 - Oven
 - Picnometer 100 cc
 - Pan
 - Keranjang Sampel
 - Molen (*Concrete mixer*)
 - Gerobak Dorong
 - Satu Set Alat Test Slump
 - Cetakan silinder
 - Mesin Uji Kuat Tekan (Hidrolis)
2. Bahan Penelitian
 - Agregat Kasar
 - Agregat Halus
 - Semen
 - Bahan Tambah (Serbuk Limbah Batu Kumbang)
3. Pelaksanaan penelitian
 - Penyelidikan Bahan Semen
 - Percobaan Konsistensi Normal Semen Portland
 - Percobaan Waktu Mengikat dan Mengeras Semen
 - Percobaan Menentukan Berat Jenis Semen
 - Penyelidikan Bahan Pasir
 - Percobaan Analisa Saringan Pasir
 - Pengujian Kadar Air Agregat
 - Percobaan Berat Jenis Pasir
 - Percobaan Air Resapan Pasir
 - Percobaan Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Pasir
 - Penyelidikan Bahan Batu Pecah
 - Percobaan Kelembapan Batu Pecah

- Percobaan Berat Jenis Batu Pecah
- Percobaan Air Resapan Batu Pecah
- Percobaan Berat Volume Batu Pecah
- Percobaan Analisa Saringan Batu Pecah
- Penyelidikan Bahan Tambah di Serbuk Limbah Batu Kumbang
 - Percobaan Konsistensi Normal Semen Portland di Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang
 - Percobaan Waktu Mengikat dan Mengeras Semendi Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang
 - Percobaan Menentukan Berat Jenis Semendi Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang
- Pelaksanaan Campuran Beton
 - Pembuatan Campuran Beton
 - Slump Test
 - Percobaan Mencetak Silinder Beton
 - Proses Perawatan Beton
- Tes Kekuatan Tekan Hancur

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan (Unisla), untuk bahan yang diperiksa adalah semen portland,

agregat kasar, agregat halus dan Bahan Tambah. Dari hasil pemeriksaan bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut:

Analisa Bahan Semen

Terdiri dari tiga jenis pengujian :

Tabel 1 Uji Semen

No.	Karakteristik	Teori / Kajian	Hasil Penelitian	syarat
1.	Penurunan Konsistensi Normal Semen Portland	ASTM C 187 – 86	28%	26%-29%
2.	Berat Jenis Semen	ASTM C 188 – 95	2,3	3,0 – 3,2

Sumber : Hasil Penelitian

1. Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland

Dari hasil pengujian konsistensi normal semen portland didapat kondisi kebasahan pasta yang standart sebesar 28% dan menurut ASTM C-187-86 *Normal Consistency of Hydraulic Cement* konsistensi semen berkisar antara 26% - 29%.

2. Pengujian Berat Jenis Semen

Dari hasil pengujian berat jenis semen yang didapat yaitu 2,329. Berdasarkan ASTM C 188-95, Berat jenis semen Portland mempunyai kisaran 3,0 – 3,2.

Analisa Bahan Agregat Halus (Pasir)

Hasil uji agregat halus yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan (Unisla) terdiri dari :

Tabel 2 Uji Agregat Halus

No.	Karakteristik	Teori / Kajian	Hasil Penelitian	Syarat
1.	Test Kondisi Pasir	SK SNI S – 04 – 1989 – F	2,705 %	1,5% - 3,8%
2.	Pengujian Kelembaban Agregat halus	ASTM C 566 – 89	5,605%	< 0,1%
3.	Pengujian Berat Jenis Agregat halus	ASTM C 128 – 78	2,62 gr/dm ³	2,4 – 2,7 gr/dm ³
4.	Pengujian Air Resapan Agregat Halus	ASTM C 128 – 93	4,07%	1-4%.
5.	Pengujian Berat Volume Agregat Halus	ASTM C 29 M – 91	1,359 gr/lt	1,2 gr/lt

Sumber : Hasil Penelitian

1. Pengujian Analisa Saringan Distribusi Ukuran Butir / Gradasi Pasir

Dari hasil pengujian didapat hasil rata - rata sebesar 2,705%, berdasarkan ASTM C 33 – 78 nilai yang disyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 2,2 – 3,1, jadi berat agregat memenuhi syarat untuk digunakan.

2. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Dari hasil uji kelembaban agregat halus didapat nilai rata-rata 5,605 % nilai ini lebih besar dari ketentuan ASTM C 566 – 89 yang diperbolehkan kelembaban pasir sebesar < 0,1% maka dapat dikatakan bahwa agregat halus tersebut tidak memenuhi persyaratan.

3. Percobaan Berat Jenis Pasir

Dari hasil uji berat jenis pasir didapat rata-rata 2,62 gr/lt, Berdasarkan ASTM C 128-78 berat jenis pasir yang diisyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 1,6 - 2,7, Jadi pasir memenuhi syarat untuk digunakan.

4. Percobaan Air Resapan Pasir

Dari hasil uji kadar air resapan didapat rata-rata 4.07 %, berdasarkan ASTM C 128 – 93 nilai yang disyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 1 – 4%, jadi kadar air resapan memenuhi syarat.

5. Hasil Penujian Berat Volume Agregat Halus

Didapat berat isi rata - rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,359 gr/lt, berdasarkan ASTM C 29 M – 91 nilai yang disyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 1,25 – 1,59, jadi berat volume pasir memenuhi persyaratan.

Analisa Bahan Agregat Kasar (Kerikil)

Hasil uji agregat kasar yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan (Unisla) terdiri dari lima jenis pengujian :

Tabel 3 Uji Agregat Pecah

No.	Karakteristik	Teori / Kajian	Hasil Penelitian	Syarat
1.	Analisa Ayakan Batu Pecah	ASTM C 33 – 03	4,458	6 - 7 %
2.	Pengujian Kelembaban Batu Pecah	ASTM C 556 – 89	1,265 %	0 – 3 %.

3.	Pengujian Berat Jenis Kerikil	ASTM C 128-78	2,37 gr/dm ³	2,2 - 2,7 gr/dm ³
4.	Pengujian Air Resapan Batu Pecah	ASTM C 127 - 88	1,88%	4%
5.	Pengujian Berat Volume Batu Pecah	ASTM C 29 - 91	1,432	1,4-1,7

Sumber : Hasil Penelitian

1. Percobaan Analisa Saringan Batu Pecah

Hasil pengujian Analisa saringan didapat hasil rata-rata sebesar 4,458 %. Nilai ini kurang dari batas yang diijinkan ASTM C 33 - 03, yaitu 6 - 7 % sehingga gradasi agregat tersebut tidak memenuhi persyaratan.

2. Pengujian Kelembapan Batu Pecah

Hasil dari uji kelembapan agregat kasar didapat nilai rata-rata 1,265 %, Berdasarkan ASTM C 556 - 89 nilai yang disyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 0 - 3 %. Jadi agregat memenuhi persyaratan.

3. Percobaan Berat Jenis Kerikil

Dari hasil pengujian berat jenis batu pecah pada kondisi SSD didapatkan rata - rata 2,37 gr/dm³, berdasarkan ASTM C 128-78 berat jenis kerikil yang diisyaratkan adalah yang berada dalam batas antara 2,2 sampai dengan 2,7 gr/dm³, Jadi batu pecah memenuhi syarat untuk digunakan.

4. Percobaan Air Resapan Batu Pecah

Dari hasil uji kadar air resapan batu pecah didapatkan 1,88% kadar air. Berdasarkan ASTM C 127 - 88 batas kadar air tidak diperbolehkan melebihi 4%. Jadi batu pecah memenuhi syarat untuk digunakan.

5. Percobaan Berat Volume Batu Pecah

Berat volume rata-rata dari percobaan diatas yaitu 1,432. Syarat berat volume menurut ASTM C 29 - 91 yaitu antar 1,4 sampai 1,7. Jadi 1,432 masih dalam range 1,4-1,7 artinya batu pecah tersebut memenuhi syarat.

Analisa Bahan Tambah Semen (Serbuk Limbah Batu Kumbang)

Konsistensi Semen Portland dan Serbuk Limbah Batu kumbang

Tabel 4 Uji Konsistensi Bahan Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang

No.	Karakteristik	Teori / Kajian	Hasil Penelitian	Syarat
1.	konsistensi dengan serbuk limbah batu kumbang 5%	ASTM C 187 - 86	29%	26% - 29%
2.	konsistensi dengan serbuk limbah batu kumbang 10%	ASTM C 187 - 86	31%	26% - 29%
3.	konsistensi dengan serbuk limbah batu kumbang 15%	ASTM C 187 - 86	32%	26% - 29%

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil pengujian analisa bahan tambah, dari hasil pengujian konsistensi semen Portland yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan sebagai berikut :

1. Hasil penurunan konsistensi dengan serbuk limbah batu kumbang 5% didapat kondisi kebasahan pasta yang standart 29%. Memenuhi syarat standart (ASTM C 187 - 86) semen berkisar antara 26% - 29%.
2. Hasil penurunan konsistensi dengan serbuk limbah batu kumbang 10% didapat kondisi kebasahan pasta yang standart 31%. Belum memenuhi syarat standart (ASTM C 187 - 86) semen berkisar antara 26% - 29%.

Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen di Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang

Hasil Pengujian waktu pengikat dan pengerasan semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang, yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan sebagai berikut :

1. Pengujian waktu pengikat dan pengerasan semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 5% membutuhkan waktu 90 menit untuk standart, hasil ini untuk mengetahui waktu yang di butuhkan oleh semen selama terjadinya proses pengikatan.
2. Pengujian waktu pengikat dan pengerasan semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 10% membutuhkan waktu 105 menit untuk standart, hasil ini untuk mengetahui waktu yang di butuhkan oleh semen selama terjadinya proses pengikatan.

Pengujian Berat Jenis Semen di Tambah Serbuk Limbah Batu Kumbang

Tabel 5 Pengujian Berat Jenis Semen Dengan Campuran Bahan Tambah

No.	Karakteristik	Teori / Kajian	Hasil Penelitian	syarat
1.	pengujian berat jenis semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 5%	ASTM C 188 – 95	1,495	3.0 -3,2
2.	pengujian berat jenis semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 10%	ASTM C 188 – 95	1,48	3.0 -3,2

Sumber : Hasil Penelitian

1. Dari percobaan pengujian berat jenis semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 5% di peroleh nilai rata – rata 1,495 gr. Berdasarkan (ASTM C 188 – 95). Berat jenis semen portland mempunyai kisaran 3.0 -3,2. Maka pengujian berat jenis semen belum memenuhi persyaratan.
2. Dari percobaan pengujian berat jenis semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 10% di peroleh nilai rata – rata

1,48 gr. Berdasarkan (ASTM C 188 – 95). Berat jenis semen portland mempunyai kisaran 3.0 -3,2. Maka pengujian berat jenis semen belum memenuhi persyaratan.

3. Dari percobaan pengujian berat jenis semen dengan campuran serbuk limbah batu kumbang 15% di peroleh nilai rata – rata 1,36 gr. Berdasarkan (ASTM C 188 – 95). Berat jenis semen portland mempunyai kisaran 3.0 -3,2. Maka pengujian berat jenis semen belum memenuhi persyaratan.

Analisa Pengujian Slump Test

Tabel 6 Hasil Pengujian Slump

Percobaan	Normal	5%	10%
Harga Slump	9	11	12

Sumber : Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian slump didapat nilai rata-rata sebesar 12 cm, berarti memenuhi nilai slump rencana 10 + - 2 cm, sehingga kekentalan memenuhi syarat.

Hasil Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton di lakukan agar dapat mengetahui komposisi penambahan serbuk limbah batu kumbang yang sesuai untuk campuran beton.

Tabel 7. Kuat Tekan Beton

Kode Beton	Luas Penampang (cm ²)	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume Cilinder Beton (m ³)	BJ Beton (kg/m ³)	Tekanan Hancur (kg)	Hasil Uji Tekans b'I (kg/cm ²)	Tegangan Hancur (Mpa)	Rata-rata
Beton Normal	176.625	7	12.598	0.0053	23.77	30000	169.85	13.83	
Beton Normal	176.625	7	12.49	0.0053	23.57	29000	164.19	13.37	13.369
Beton Normal	176.625	7	12.55	0.0053	23.68	28000	158.53	12.91	
B 5	176.625	7	12.566	0.0053	23.71	26000	147.20	11.99	
B 5	176.625	7	12.398	0.0053	23.39	26000	147.20	11.99	11.832
B 5	176.625	7	12.332	0.0053	23.27	25000	141.54	11.52	
B 10	176.625	7	12.561	0.0053	23.70	24000	135.88	11.06	
B 10	176.625	7	12.436	0.0053	23.46	22000	124.56	10.14	10.449
B 10	176.625	7	12.341	0.0053	23.28	22000	124.56	10.14	

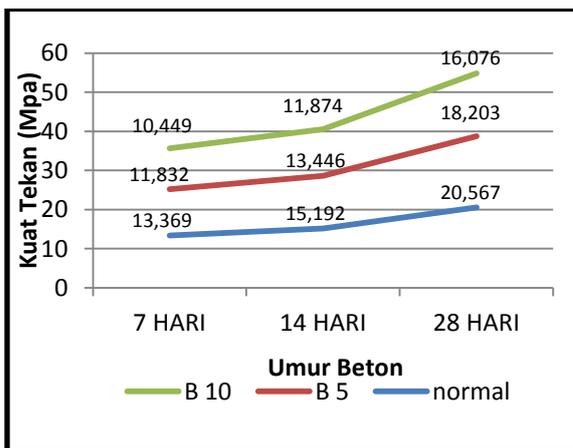
Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Umur 28 Hari (Dikorelasi)

Kode Beton	Umur	Nilai Korelasi	Tegangan Hancur (kg/cm ²)	Teg. 28 hari (kg/cm ²)	Faktor koreksi dimensi	Teg. Hancur 28 hari (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
Normal	7 hari	0.65	169.85	261.310	1.000	21.277	20.567
Normal	7 hari	0.65	164.19	252.599	1.000	20.567	
Normal	7 hari	0.65	158.53	243.889	1.000	19.858	
B 5	7 hari	0.65	147.20	226.469	1.000	18.440	18.203
B 5	7 hari	0.65	147.20	226.469	1.000	18.440	
B 5	7 hari	0.65	141.54	217.758	1.000	17.731	
B 10	7 hari	0.65	135.88	209.048	1.000	17.021	16.076
B 10	7 hari	0.65	124.56	191.627	1.000	15.603	
B 10	7 hari	0.65	124.56	191.627	1.000	15.603	

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari yang kemudian dikonversikan umur 28 hari. Dari tabel di atas diketahui nilai kuat tekan beton pada penambahan serbuk limbah batu kumbang menunjukkan penurunan kuat tekan dibanding beton normal. Penurunan terbesar yaitu pada penambahan 10% sebesar 14, 89 Mpa, dengan prosentase penurunan 16,07% dibanding beton normal.



Gambar 2 Grafik Perbandingan Kuat Tekan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan dari hasil pengujian yaitu :

1. Pada persentase penambahan serbuk limbah batu kumbang sebesar 5% kuat tekan mengalami kenaikan paling

optimum. Sedangkan pada penambahan serbuk limbah batu kumbang sebesar 10% kuat tekan menjadi menurun. Hal ini terjadi karena pengikatan semen menjadi berkurang akibat terlalu banyak penambahan serbuk limbah batu kumbang dan bahan tambah memiliki ketentuan optimum untuk dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan rata-rata tertinggi terdapat pada prosentase penambahan 5% serbuk limbah batu kumbang sebesar 18,20 Mpa pada umur 28 hari, dengan kuat tekan rencana sebesar f_c' 14,53 Mpa.

Beton	7 Hari (Mpa)	14 hari (Mpa)	28 Hari (Mpa)	Syarat (Mpa)
Normal	13.369	15.192	20.567	14.53
5%	11.832	13.446	18.203	14.53
10%	10.449	11.874	16.076	14.53

2. Dari penelitian yang dilakukan penambahan serbuk limbah batu kumbang dengan persentase 5% bisa digunakan untuk beton non-struktural, sedangkan dengan penambahan 10% tidak disarankan untuk digunakan dalam beton struktural maupun non struktural.

Saran

Beberapa saran terkait dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan yaitu :

1. Untuk penelitian lanjutan, sebaiknya penulis menambahkan serbuk limbah batu kumbang

- di buat lebih variatif dengan prosentase yang lebih kecil seperti 2%, 3,5%, 5% ,8%.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan benda uji seperti paving block, batako, genteng beton dan lain – lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 29 – 91, *Berat Volume Batu Pecah*.
- ASTM C 29 M – 91, *Pengujian Berat Volume Agregat Halus*.
- ASTM C 33 – 03, *Analisa Ayakan Batu Pecah*.
- ASTM C 33 – 78, *Pengujian Kondisi Ayakan Pasir*.
- ASTM C 127 88-93 *Pengujian Kadar Air Resapan Kerikil*.
- ASTM C 128-78, *Pengujian Berat Jenis Agregat Halus*.
- ASTM C 128 – 2001, *Pengujian Air Resapan Agregat Halus*.
- ASTM C 128-78, *Pengujian Berat Jenis Kerikil*.
- ASTM C 187 – 86, *Konsistensi Normal Semen Portland*.
- ASTM C 188 – 95, *Pengujian Berat Jenis Semen*.
- ASTM 523-75, *Data Kuat Tekan Hancur*.
- ASTM C 556 – 89, *Pengujian Kelembaban Kerikil*.
- ASTM C 566 – 89, *Pengujian Kelembaban Agregat Halus*.
- Hartono, 2013. *Studi Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Dari Batu Kapur*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Irwan, 2017, *Pengaruh Pemasakan Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan K 175*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Medan.
- Lisantono, Ade, 2010. *Pengaruh Penambahan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton*, Konferensi Nasional Teknik Sipil 4, Sanur, Bali
- Maulana, Ishaq, 2012. *Pengaruh Variasi Dolomit Material Lokal Kabupaten Bangkalan Sebagai Substitusi Agregat Dalam Pembuatan batako Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi*, Jurnal Sipil, Universitas Brawijaya, Malang.
- Muntaha, 2007. *Identifikasi Kekuatan Batu Kumpang (Batu Putih) Sebagai Salah Satu Alternatif Bahan Bahan Bangunan*, Jurnal Aplikasi, Teknik Sipil, ITS, Surabaya.
- Nurjanah, 2013. *Pemodelan Estimasi Potensi Tambang batu Kapur Dari Hasil Analisa Data Citra Satelit Landsat 7ETM+1*, Jurnal Teknik Pomits, ITS, Surabaya.
- SNI 7394:2008, *Syarat Mix Design K – 175*.
- Suprayitno, 2016. *Buku Petunjuk Praktikum Struktur Beton*, Buku Praktikum, Universitas Narotama, Surabaya.
- Sutrisno, Aris. *Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Structural Agregat Pumice*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tarmuji, 2008. *Pemanfaatan Batu Kumpang dari Tuban Sebagai Bahan Pengganti Batu Bata Untuk Pasangan Dinding di Tinjau dari Sifat Kuat Tekannya*, Skripsi, Universitas Negeri Malang, Malang.
- <http://nourelhay.blogspot.co.id/2014/07/desa-pucangan-kec-palang-kab-tuban.html> (di Akses Tanggal 02 Juli 2017)

Halaman ini sengaja dikosongkan