

PENGARUH PENAMBAHAN BATU KAPUR PADAT SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA KUAT TEKAN BETON NORMAL

Oleh :
Armeyn¹⁾, Rifan Gusrianto²⁾

¹⁾Dosen Teknik Sipil
²⁾Mahasiswa Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Padang

Abstrak

Beton pada umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambahan (admixture) dapat ditambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton tersebut. Untuk mendapatkan produk beton yang bermutu diperlukan kualitas dan mutu agregat yang digunakan untuk campuran beton. Agregat yang baik berpengaruh terhadap mutu beton. Batu kapur padat merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri ataupun konstruksi dan pertanian, antara lain untuk bahan bangunan, batu bangunan bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk pertanian dan lain-lain. Oleh karena itu, saat ini perlu dicoba batu kapur padat tersebut sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton yang nantinya diharapkan menjadi beton yang memiliki mutu baik namun tidak mengurangi nilai kekuatan beton. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh batu kapur padat sebagai penambah agregat halus terhadap kekuatan tekan beton normal (f_c '25 MPa). Penambahan batu kapur padat sebagai agregat halus dapat mengurangi nilai kuat tekan beton, persentase nilai kuat tekan beton dengan batu kapur padat 5%, 10%, 15% pada umur 7 hari berturut-turut sebesar 202,16 kg/cm², 143,25 kg/cm², dan 118,06 kg/cm² terhadap kuat tekan beton normal 87,53 kg/cm², sedangkan pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 241,36 kg/cm², 197,03 kg/cm², dan 219,30 kg/cm² terhadap kuat tekan beton normal 226,84 kg/cm².

Kata Kunci : Pengaruh Agregat, Halus, Batu Kapur Padat

1. Pendahuluan

Beton dengan kualitas baik sangat mendukung struktur bangunan teknik sipil, karena penggunaan beton dengan kualitas baik dapat menghasilkan bangunan yang lebih kokoh dan dari segi keamanan struktur lebih menjamin untuk keamanan, pada saat ini penggunaan beton dengan mutu tinggi sangat diperlukan dalam pembangunan struktur gedung, maka dari itu penggunaan beton ini diteliti dengan menambahkan batu kapur padat sebagai agregat halus pada kuat tekan beton normal. Ditinjau sudut estetika, beton membutuhkan sedikit pemeliharaan. Banyak hal yang kegunaan beton dalam bangunan, contohnya dalam struktur beton yang terdiri dari balok, kolom, pondasi dan pelat.

Jadi, beton digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk mempermudah pekerjaan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi, karena dengan bahan tambah diharapkan bisa sebagai pengganti sebagian bahan utama dalam campuran beton. Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sumbernya, yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Secara umum bahan tambah untuk beton dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (chemical admixture) dan bahan tambah yang bersifat mineral (additive). Berdasarkan tersebut, maka penelitian ini dengan maksud untuk mengetahui kuat tekan beton normal pada umur pengujian 28 hari.

Permasalahan yang ingin dipecahkan pada penelitian ini adalah :

- a. Mencari kuat tekan beton normal dengan variasi persentase batu kapur padat pada umur pengujian 28 hari.
- b. Pengaruh penambahan batu kapur padat sebagai agregat halus pada kuat tekan beton normal.

2. Tinjauan Pustaka

Kapur telah dikenal sejak zaman dahulu digunakan dalam berbagai keperluan yang dalam bidang bangunan digunakan sebagai bahan adukan untuk pasangan dinding maupun plesteran, pembuatan kapur ribuan tahun yang lalu dilakukan dengan cara pembakaran melalui tungku sederhana kemudian hasil pembakarannya dicampur dengan bahan air sehingga tercipta bahan perekat bangunan, perkembangan penggunaan kapur saat ini adalah dalam bidang pertanian, industri pembuatan kertas, industri semen dan lain sebagainya. Batu kapur padat yaitu jenis batu kapur yang mengandung bermacam-macam unsur senyawa kimia lain yang telah mengalami metamorf atau perubahan sehingga mempunyai warna dan texture bermacam-macam, batu kapur padat ini mempunyai bentuk Kristal berdeda-beda dalam keadaan padat dan keras.

Kelebihan :

- a. Bahan alami batu kapur memberikan motif yang beragam dan tidak sama pada setiap potongannya.
- b. Memberikan kesan mewah
- c. Daya tahan terhadap beban relatif tinggi sehingga lebih tahan lama

Kekurangan :

- a. Harganya relatif mahal
- b. Proses pemasangannya membutuhkan keahlian khusus dan memakan waktu.
- c. Memberikan kesan dingin pada ruangan.
- d. Memiliki pori-pori sehingga noda susah dihilangkan jika tidak diberi lapisan pelindung.
- e. Akan membekas jika tergores.

3. Bahan-bahan Beton

3.1. Semen Portland

Mutu beton dipengaruhi dengan semen yang digunakan, ukuran dan mutu agregat, cara dan lama pengadukan, cara dan waktu pemadatan, faktor air semen, serta cara dan suhu perawatan. Oleh karena itu untuk mencapai mutu beton yang baik perlu digunakan material pembentukan beton dengan potensial yang tinggi serta proses pencampuran yang benar sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan. Semen portland ditemukan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824. Semen portland (PC) adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen sebagai pengikat hidrolis (bahan yang mengeras setelah bersenyawa dengan air) mengikat agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat pada beton serta mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Spesifikasi pemakaian semen mengacu pada SNI 03 -2847 - 2013.

Semen merupakan bahan ikat yang paling penting dan banyak yang digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah dengan air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortal yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). Semen portland yang digunakan pada struktur yang kualitas / mutu yang telah direncanakan agar dapat berfungsi dengan baik dan efektif. Kualitas semen harus sesuai dengan beberapa jenis atau tipe semen agar dalam pemakaiannya sesuai dengan tujuan penggunaannya.

3.2. Agregat

Agregat yang baik sangat mempengaruhi terhadap mutu beton, karena semakin tinggi kualitas dari agregat maka semakin tinggi pula *durability* beton yang dihasilkan. Peningkatan mutu beton disebabkan oleh meningkatnya tegangan letak pada tiap permukaan agregat (Cordon dan Gillespie, 1963). Agregat adalah bahan campuran beton yang saling diikat oleh pengikat semen yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus pada umumnya terdiri pasir atau partikel yang lewat saringan no. 4 atau 5 mm. Ukuran maksimum agregat kasar dalam struktur beton diatur dalam peraturan. Agregat yang umum digunakan adalah pasir dan koral.

Berdasarkan berat jenis agregat kasar dapat dibedakan atas tiga golongan sebagai berikut :

- Agregat normal
Berat jenis antara 2,5 – 2,7. Biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa. Adapun beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar $2,3 \text{ gr/cm}^3$.
- Agregat berat
Berat jenisnya lebih dari 2,8, misalnya magnetik (Fe_3C_4), barytes (Ba SO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan dari jenis agregat ini memiliki berat jenis tinggi sampai dengan 5 gr/cm^3 , biasanya digunakan untuk dinding pelindung radiasi.
- Agregat ringan
Berat jenisnya kurang dari 2 gr/cm^3 yang biasanya dibuat sebagai beton ringan

Menurut peraturan Inggris yang juga dipakai di Indonesia kekasaran pasir dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Tabel 1. Klasifikasi daerah gradasi pasir

Lubang Ayakan	Persentase Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	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	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-100	80-100
0,3	5-20	8-30	12-100	15-15
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

- Daerah I, II : Pasir kasar dan agak kasar
 Daerah III : Pasir agak halus
 Daerah IV : Pasir halus

3.3. Air

Air digunakan agar terjadinya reaksi kimia pada proses hidrasi. Selain itu air juga berpengaruh pada kekuatan dari beton. Proporsi air yang sangat sedikit akan berpengaruh terhadap kekuatan yang lebih tinggi terhadap beton tetapi sulit dan pengerjaan. Sedangkan proporsi air yang sangat banyak akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan dalam pengecoran, tetapi kekuatan hancur beton jadi rendah. (Mulyono, 2003). Proporsi air ini dinyatakan dalam rasio air semen yaitu angka yang membandingkan antara berat air (kg) dengan berat semen (kg) dalam adukan beton tersebut. Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio air semen sebesar 0,45-0,65.

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk beton :

- Air tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, kadar organis atau bahan-bahan yang lain dapat merusak beton atau baja tulangan.

- b. Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan untuk diperiksa.
- c. Apabila pemeriksaan di lembaga tersebut tidak dapat dilakukan, maka air dapat dipakai asal campuran beton yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan tekan paling sedikit 90 % dari kekuatan beton yang memakai air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

4. Metodologi Penelitian

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini mengenai ekperiment penambahan batu kapur padat terhadap kuat tekan beton normal. Bahan penambahan batu kapur padat divariasikan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15 %.

4.2. Sample Penelitian

Pembuatan benda uji yang akan digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 150 x 150 x 150 mm sebanyak tiga (3) sampel tiap variasi campuran yang berbeda untuk setiap jenis campuran, seperti di tabel berikut :

Tabel 2. Jumlah Sample Benda Uji

Variasi Campuran Beton	Waktu Pengujian			Jumlah
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
0%	3	3	3	9
5%	3	3	3	9
10%	3	3	3	9
15%	3	3	3	9
Total Jumlah Sampel				36

4.3. Bahan Penelitian

- a. Semen PCC produksi PT Semen Padang
- b. Agregat kasar (kerikil dari lubuk minturun)
- c. Agregat halus (pasir sungai lubuk minturun padang)
- d. Air

4.4. Tempat Penelitian

Lokasi atau tempat penelitian yang akan dilakukan pada laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang.

4.5. Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan pengadaan material (agregat halus adalah pasir dan agregat kasar adalah kerikil). Setelah material didapat, dilakukan pengujian sifat dasarnya, yaitu:

- a. Pemeriksaan gradasi agregat
- b. Pemeriksaan kotoran agregat
- c. Pemeriksaan passing no. 200
- d. Pemeriksaan berat isi agregat
- e. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Benda uji yang digunakan yaitu kubus baja ukuran lebar 150 mm x panjang 150 mm x tinggi 150 mm. Selama umur rencana, benda uji dimasukan didalam bak perendam sebagai perawatan beton (*curing*). Jika umur rencana telah terpenuhi dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan *Universal Testing Machine (UTM)*. Berdasarkan data yang telah didapat melalui kuat tekan beton maka perkerjaan terakhir adalah menganalisis data untuk membuat kesimpulan.

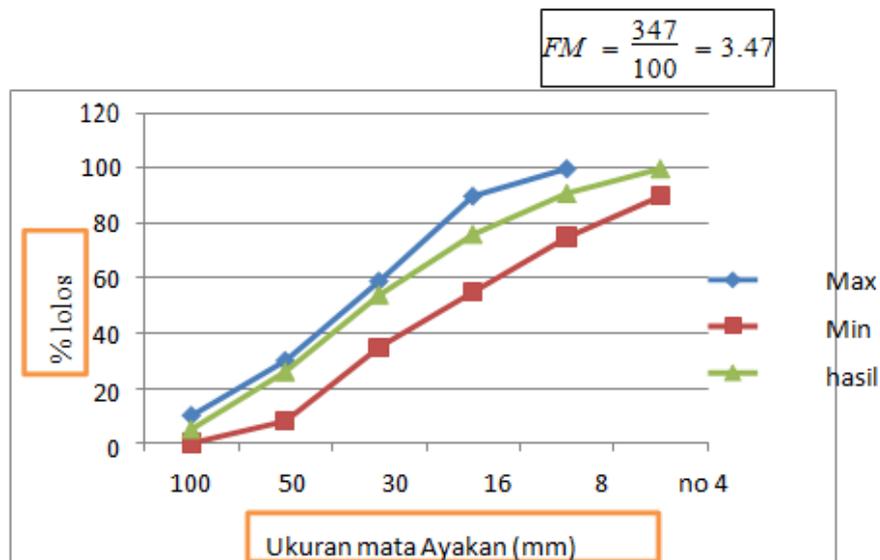
5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pemeriksaan agregat halus, diperoleh bahwa material agregat halus yang digunakan di penelitian ini memenuhi spesifikasi gradasi sesuai standar AASTHO T 27, masuk pada zona II (pasir kasar) dengan modulus kehalusan 3,47.

Tabel 3. Hasil Analisa Saringan Pasir Lubuk Minturun.

SIEVE SIZE		WEIGHT RETAINED (gr)	CUMULATIVE RETAINED (gr)	(%) RETAINED (gr)	PASSING (%)	SPEC PASSING (%)
STD (mm)	ALT (Inch)					
4.75	#4	0	0	0	100,00	100
2.36	#8	44	44	8.80	91.20	91
1.18	#16	76	120	24	76	76
0.6	#30	112	232	46.40	53.60	54
0.30	#50	136	368	73.60	26.40	26
0.15	#100	108	476	95.20	4.80	5
0.075	#200	20	496	99.20	0.80	1

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)



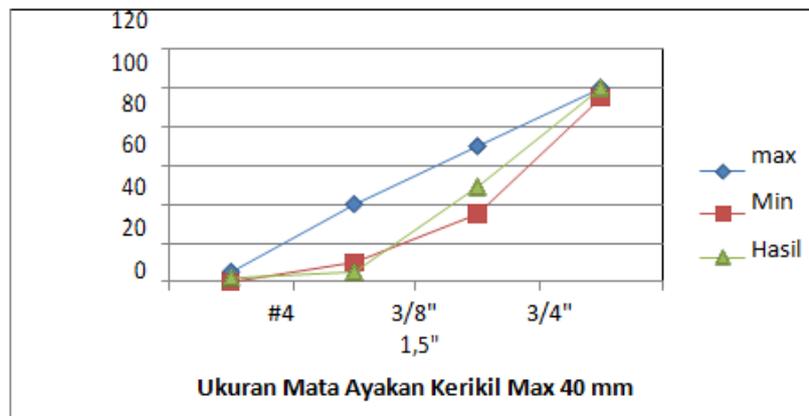
Gambar 1. Grafik Batas Gradasi Pasir Dalam Daerah Gradasi No. II

Tabel 4. Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar (Koral)

SIEVE SIZE		WEIGHT RETAINED (gr)	CUMULATIVE RETAINED (gr)	(%) RETAINED (gr)	PASSING (%)	SPEC PASSING (%)
STD (mm)	ALT (Inch)					
38.1	1,5"	-	-	-	100.00	100
19.05	3/4"	2781	2781	55.62	44.38	44
9.53	3/8"	1250	4031	80.62	19.38	19
4.75	#4	754	4785	95.70	4.30	4
2.36	#8	108	4893	97.86	2.14	2
1.18	#16	33	4926	98.10	0.90	1
0.6	#30	29	4979	99.58	0.42	0
0.30	#50	10	4989	99.78	0.22	0
0.15	#100	3	4992	99.84	0.16	0

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

$$FM = \frac{826}{100} = 8.27$$



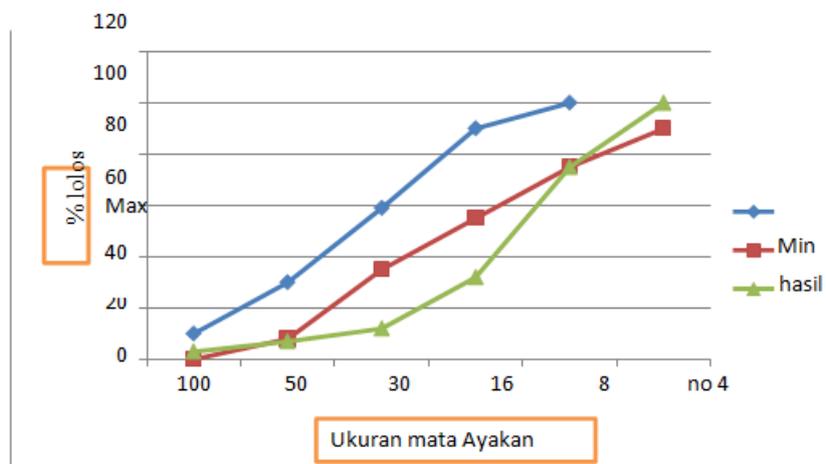
Gambar 2. Grafik Batas Gradasi Korala

Tabel 5. Hasil Analisa Saringan Batu Kapur.

SIEVE SIZE		WEIGHT RETAINED (gr)	CUMULATIVE RETAINED (gr)	(%) RETAINED (gr)	PASSING (%)	SPEC PASSING (%)
STD (mm)	ALT (Inch)					
4.75	#4	0	0	0	100,00	100
2.36	#8	126	126	25,2	74,8	75
1.18	#16	216	342	68,4	31,6	32
0.6	#30	439	439	87,8	12,2	12
0.30	#50	28	467	93,4	6,6	7
0.15	#100	16	483	96,6	3,4	3
0.075	#200	9	492	98,4	1,6	2

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

$$FM = \frac{347}{100} = 3.47$$



Gambar 3. Grafik Batas Gradasi Batu Kapur

Tabel 6. Rekapitulasi Rancangan Adukan Beton

NO	URAIAN	NILAI
1	Kuat tekan yang diisyaratkan pada umur 28 hari	225 kg/cm ²
2	Deviasi standar (s)	6 Mpa
3	Nilai tambah (m)	9,84 Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncana (Fcr)	234,84 kg/cm ²
5	Jenis semen	PCC
6	Penetapan jenis agregat	
	- Jenis agregat kasar	Koral
	- Jenis agregat halus	Pasir
	- Jenis agregat halus	Batu Kapur
7	Faktor air semen	0,5
8	Faktor air semen maksimum	0,6
	Dipakai faktor air semen yang maksimum	0,6
9	Nilai slump	60 mm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	20 mm
11	Kebutuhan air	210 kg/cm ²
12	Kebetuhan semen portland	316,5 kg
13	Kebutuhan semen portland minimum	300 kg
14	Nilai semen yang dipakai	360 kg
15	Fas yang disesuaikan	0,6
16	Daerah gradasi agregat halus	2
17	Persen bahan lebih halus dari 4–8 mm	34 %
18	Berat jenis rel agregat (kering permukaan)	2,56
19	Berat jenis beton	2335 kg/cm ³
20	Kadar agregat gabungan	1775 kg/cm ³
21	Kadar agregat halus	599,906 kg/cm ³
22	Kadar agregat kasar 1-2	1164,59 kg/cm ³

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

Rancangan campuran beton

Benda uji = kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm

Jumlah kubus = 3 buah

Dari data yang diperoleh, kemudian direncanakan campuran beton (daftar terlampir) dalam rancangan beton diperoleh perbandingan campuran :

- Semen : 333 Kg/m³
- Air : 203 Kg/m³
- Pasir : 610,24 kg/m³
- Koral Normal : 1296,76 kg/m³

Untuk perbandingan beton dengan agregat halus batu kapur 0,2% :

- Semen : 333 Kg/m³
- Air : 203 Kg/m³
- Pasir : 610,24 kg/m³
- Koral : 648,38 kg/cm³
- Batu Kapur : 0,29 kg/cm³

5.1. Koreksi perbandingan campuran beton

Rumus:

Semen = A

$$\text{Air} = B - (cm - ca) \times \frac{c}{100} - (dm - da) \times \frac{D_1}{100} - (dm - da)$$

$$\text{Pasir} = C + (cm - ca) \times \frac{c}{100}$$

$$\text{Koral} = D_1 + (dm - da) \times D_1 + (dm - da) \times \frac{D_1}{100}$$

5.2. Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan dilaboratorium, didapatkan nilai kuat tekan sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari

Persentase Campuran Batu Kapur	Tekanan (Ton)	Kekuatan Tekanan (Kg/Cm ²)	Rata-rata Kuat Tekan Beton umur 7 hari (Kg/Cm ²)
0%	22,163 17,371 19,547	98,50 77,20 86,88	87,53
Batu Kapur 5%	35,817 49,797 50,841	159,19 221,32 225,96	202,16
Batu Kapur 10%	37,049 29,958 29,689	164,66 133,15 131,95	143,25
Batu Kapur 15%	23,428 26,947 29,314	104,12 119,76 130,28	118,06

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari

Persentase Campuran Dolomit	Tekanan (Ton)	Kekuatan Tekanan (Kg/Cm ²)	Rata-rata Kuat Tekan Beton umur 14 hari (Kg/Cm ²)
0%	35,268	156,75	188,22
	47,405	210,69	
	44,376	197,23	
Batu Kapur 5%	47,842	212,63	198,23
	39,334	174,82	
	46,627	207,23	
Batu Kapur 10%	30,874	137,22	147,16
	28,825	128,11	
	39,637	176,16	
Batu Kapur 15%	34,907	155,14	166,18
	37,957	168,70	
	39,305	174,69	

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Persentase Campuran Dolomit	Tekanan (Ton)	Kekuatan Tekanan (Kg/Cm ²)	Rata-rata Kuat Tekan Beton umur 28 hari (Kg/Cm ²)
0%	51,029	226,80	226,84
	51,903	230,68	
	50,185	223,04	
Batu Kapur 5%	52,631	233,92	241,36
	59,792	265,74	
	50,495	224,42	
Batu Kapur 10%	51,105	227,13	197,03
	29,378	130,57	
	52,512	233,39	
Batu Kapur 15%	52,512	233,39	219,30
	43,617	193,85	
	51,896	230,65	

(Sumber Hasil Penelitian Labor. Teknik Sipil ITP)

Pada penelitian ini didapatkan kuat tekan pada umur 28 hari untuk beton normal (tanpa campuran batu kapur) sebesar 226,84 kg/cm² sedangkan beton campuran batu kapur 5% didapatkan kuat tekannya sebesar 241,36 kg/cm², campuran batu kapur 10% didapatkan kuat tekannya sebesar 197,03 kg/cm² dan campuran batu kapur 15% didapatkan kuat tekannya sebesar 219,30 kg/cm². Dengan demikian semakin banyak penambahan batu kapur hasil kuat tekan nya semakin menurun dari campuran yang normal. Nilai kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk campuran batu kapur 5%, 10% dan 15% terjadi penurunan yang signifikan, untuk umur 28 hari penurunan pada campuran 5% sebesar 14,52%, 10% sebesar 29,81% dan untuk campuran 15% sebesar 7,54%. Dari hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat didapatkan penyerapan sebesar 0,61% pada batu kapur, hal ini menyebabkan kurangnya daya ikat terhadap campuran beton itu sendiri karena penyerapan airnya sangat kecil.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan terhadap “*Pengaruh Penambahan Batu Kapur Padat Pada Kuat Tekan Beton Normal*” maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Beton yang dihasilkan dengan menggunakan batu kapur padat sebagai pengganti agregat halus tidak dapat mencapai mutu yang direncanakan K-225 (25 MPa) dan tidak dapat digunakan sebagai campuran adukan beton normal.
- b. Semakin banyak batu kapur padat sebagai pengganti agregat halus maka hasil kuat tekan betonnya semakin rendah dan terjadi penurunan.
- c. Persentase nilai kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk campuran batu kapur padat untuk 28 hari 5% terjadi peningkatan, sedangkan pada persentase 10% dan 15% terjadi penurunan yang signifikan, untuk umur 28 hari pada campuran 5% terjadi peningkatan sebesar 14,52%, sedangkan untuk umur 28 hari pada campuran 10% sebesar 29,81% dan untuk campuran 15% sebesar 7,54% terjadi penurunan.
- e. Jika kuat tekan beton di lihat dari umur pengujian, kuat tekan tertinggi terjadi pada umur 28 hari.
- f. Dilihat dari hasil penelitian bahwa batu kapur padat tidak bisa dipakai untuk struktur.

Daftar Pustaka

- A.S.T.M, 1969, *Concrete and Mineral Agregates*, Standar Specification for Concrete Aggregates, Part 10.
- M. Nazir, Ph.D, 1993. *Pencarian, Penyelidikan, Percobaan, dan Pengujian secara ilmiah*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- M. Nazir, Ph.D, 1993. *Observasi dibawah kondisi buatan*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Mulyono, 2003, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta
- SNI 03 - 2847 – 2013, *Spesifikasi Pemakaian Semen*. Jakarta
- SK SNI-T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta. (Cordon dan Gillespie, 1963), *Peningkatan Mutu Beton*. Bandung