

**Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregate Kasar dan Halus
Terhadap Kuat Tekan Beton
(Studi Kasus Pada Beton Mutu K-225)**

Yusuf Amran

Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari dan menganalisa perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar produksi Sukadana Lampung Timur dan Tanjungan Lampung Selatan serta agregate halus produksi Gunung Sugih Lampung Tengah dengan produksi Pasir Sakti Lampung Timur. Penelitian ini menggunakan sampel Uji Silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan saat umur 7, 14, 21, dan 28 hari dan setiap umur terdiri dari 5 benda uji. Sehingga dibutuhkan 25 benda uji untuk masing-masing variasi komposisi sumber agregat halus dan kasar. Dengan 5 variasi komposisi yaitu Agregat Gunung Sugih – Tanjungan, Gunung Sugih - Sukadana, Pasir Sakti – Tanjungan dan Pasir Sakti – Sukadana didapat total benda uji 80 unit benda uji.

Dari hasil penelitian di laboratorium didapatkan analisa sebagai berikut ;

Dengan bertambahnya umur beton, maka bertambah pula kuat tekan betonnya. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 dan 4.2 (grafik pengujian gradasi agregat halus), pasir yang berasal dari Gunung Sugih dan Pasir Sakti berdasarkan penyebaran butirannya masih dapat dikategorikan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton hal ini karena tingkat penyebarannya masih di dalam batas minimum dan maksimum agregat berdasarkan ASTM. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3 dan 4.4 (grafik pengujian gradasi agregat kasar), split yang berasal dari Tanjungan dan Sukadana berdasarkan penyebaran butirannya masih dapat dikategorikan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton hal ini karena tingkat penyebarannya masih di dalam batas minimum dan maksimum agregat berdasarkan ASTM. Berdasarkan pengujian *slump* di laboratorium terhadap semua campuran beton (Tabel 4.17 dan Grafik 4.1) maka dapat di analisa bahwa tingkat kebersihan agregat dan bentuk fisik serta ukuran butiran/agregat kasar tersebut sangat berpengaruh terhadap kekentalan campuran beton (pada fas dan volume campuran yang sama). Dari Tabel 4.6. untuk penggunaan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungan memiliki kuat tekan beton paling tinggi di dibandingkan sampel beton pada komposisi yang lain pada umur 28 hari yaitu sebesar 246,85 kg/cm², hal ini mengindikasikan tingkat kebersihan, kekerasan agregat dan bentuk tekstur permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang direncanakan.

I. Pendahuluan

Beton dipakai secara luas sebagai bahan bangunan dalam dunia konstruksi di seluruh dunia, terutama karena nilai ekonominya yang baik. Begitupun di Indonesia, seiring dengan laju pembangunan yang pesat dibutuhkan bahan-bahan material konstruksi, salah satunya material penyusun beton yang berkualitas baik. Sebagai salah satu material utama dalam konstruksi, beton senantiasa dikembangkan, mulai dari penelitian dan percobaan-percobaan yang telah dilakukan.

Di Provinsi Lampung sendiri ada banyak daerah penghasil material alam yang digunakan sebagai bahan penyusun beton berupa agregat halus maupun agregat kasar. Hal inilah yang melatarbelakangi peneliti melakukan penelitian untuk membandingkan kuat tekan beton antara beton yang menggunakan material alam yang berasal dari daerah yang satu dengan daerah yang lainnya.

Dalam penelitian ini peneliti membandingkan bahan material penyusun beton berupa agregat kasar yang berasal dari daerah Sukadana Lampung Timur dan dari daerah Tanjungan Lampung Selatan sedangkan untuk agregate halusnya menggunakan agregate halus yang berasal dari Gunung Sugih Lampung Tengah dan agregate halus yang berasal dari daerah Labuhan Maringgai Lampung Timur. Hal ini dikarenakan secara fisik memang bentuk agregate kasar yang berasal dari Sukadana mempunyai tekstur fisik yang lebih kasar dan lubang pori yang lebih besar dari agregate kasar yang berasal dari Tanjungan hal ini dapat disebabkan karena faktor kondisi alam dan pembentukan/sedimentasi batuan yang berbeda di setiap daerah, dengan mengesampingkan faktor jumlah produksi dan jarak tempuh lokasi produksi, bahan material aegat kasar yang berasal dari produksi Tanjungan faktanya lebih sering digunakan dari pada agregat kasar

yang berasal dari Sukadana. Meskipun sampai saat ini belum ada penelitian yang menyatakan bahwa kualitas agregat kasar produksi Tanjungan lebih baik dari daerah Sukadana dan agregate halus yang berasal dari Gunung Sugih lebih direkomendasikan dari pada pasir yang berasal dari daerah lain di Lampung, hal ini salah satu penyebabnya adalah kualitas butiran dan kebersihan/kandungan lumpurnya lebih baik dibandingkan dari daerah lain, namun ada satu hal juga yang harus diperhitungkan juga, yaitu masalah lokasi *quary*/sumber pengambilan agregate halus tersebut dengan lokasi pelaksanaan pekerjaan, mobilisasi dan perhitungan faktor ekonomis pelaksanaan pekerjaan.

1.1. Maksud dan Tujuan.

Maksud dari penyusunan penelitian ini adalah untuk mempelajari dan menganalisa perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar produksi Sukadana Lampung Timur dan Tanjungan Lampung Selatan serta agregate halus produksi Gunung Sugih Lampung Tengah dengan produksi Pasir Sakti Lampung Timur.

Tujuan penelitian secara teknis adalah :

1. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh bentuk fisik dan jenis / ukuran agregat kasar dan halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton dari produksi Tanjungan dan Sukadana serta daerah Gunung Sugih dengan Pasir Sakti terhadap kuat tekan beton mutu K-225 pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.
2. Untuk mengetahui sampai sejauh mana perbandingan kuat tekan beton mutu K-225 menggunakan agregat kasar produksi Sukadana Lampung Timur dengan Tanjungan Lampung Selatan serta agregate halus produksi daerah Gunung Sugih dengan Pasir Sakti untuk menahan kuat tekan beton secara maksimum.

1.6. Waktu dan Tempat Penelitian

1.6.1 Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian dilakukan selama 2 bulan, berlangsung dari Bulan April sampai dengan Bulan Mei 2013.

1.6.2 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus II Universitas Muhammadiyah Metro.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Beton

Pengertian beton menurut Pedoman Pengerjaan Beton berdasarkan (SKSNI T-15-1991-03) "Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat". Sedangkan menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, beton adalah bahan yang di peroleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen *Portland*, dan air.

2.2. Bahan Penyusun Beton

Beton tersusun dari bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan biasanya dipakai bahan tambahan (*admixture*). Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 8%, pasta semen (semen air) sekitar 7% - 15%, agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 80%, dan air sekitar 14% - 21%. Untuk mendapatkan hasil yang baik dari kekuatan, sifat, dan karakteristik dari masing-masing penyusun tersebut perlu dipelajari.

2.5.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen berfungsi sebagai perekat agregat dan juga sebagai bahan pengisi. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrorik. Semen non-hidrolik yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, contohnya kapur. Sedangkan semen hidrolik yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air, contohnya: semen *pozollan*, semen terak, semen *portland*, semen putih, dan lain-lain.

a. Syarat mutu semen:

- SNI 15-2049-1994. *Semen portland*.
- "Spesifikasi semen blended hidrolis" (ASTM C 595). kecuali tipe S dan

SA yang tidak diperuntukkan sebagai unsur pengikat utama struktur beton.

- "Spesifikasi semen hidrolis ekspansif" (ASTM C 845).
- Semen yang digunakan pada pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan semen yang digunakan pada perancangan proporsi campuran.

2.5.2 Air

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton, senyawa yang terkandung dalam air akan mempengaruhi kualitas beton. Untuk itu diperlukan standard yang baik untuk kualitas air. Selain itu air dan semen akan terjadi reaksi kimia maka diperlukan perbandingan atau faktor air semen (FAS) yang baik yang akan menghasilkan kualitas beton yang baik. Air tersebut dapat bersumber dari air yang terdapa di udara, air hujan, air tanah, air permukaan dan air laut.

1. Syarat umum air

- 1) Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- 2) Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah membahayakan.

2. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor Air Semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan beton. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, maka semakin rendah mutu/kekuatan beton. Nilai FAS yang rendah ditambah dengan kekuatan agregat yang baik dipercaya dapat meningkatkan mutu beton. Tapi nilai FAS yang terlalu rendah dapat

mengurangi kemudahan pekerjaan pada beton itu sendiri.

2.5.3 Agregat

Agregat adalah material granular seperti pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai secara bersama-sama dengan suatu media pengikat semen hidrolis untuk membentuk beton.

Agregat dalam fungsinya hanya sebagai pengisi akan tetapi hal ini justru sangat penting karena agregat akan menentukan sifat suatu beton. Sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Sifat yang paling penting dari agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, porositas dan karakteristik penyerapan air dan gradasi agregat atau susunan butiran agregat.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Penyediaan Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

Semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah semen *portland* merek Holcim.

2. Air

Air yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari air sumur yang berada di Kampus II Universitas Muhammadiyah Metro.

3. Agregat Halus

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan agregat halus/ pasir yang berasal dari Gunung Sugih dan Pasir Sakti. Pemilihan pasir yang berasal dari Gunung Sugih dan Pasir Sakti dikarenakan pasir ini pada umumnya telah banyak digunakan dalam berbagai proyek pembangunan di provinsi Lampung terutama di daerah Lampung Tengah dan Lampung Timur sekitarnya.

4. Agregat Kasar

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua macam agregat kasar dari lokasi yang berbeda guna membandingkan kuat tekan beton mana yang lebih baik. Agregat kasar yang digunakan berasal dari produksi Sukadana dan Tanjungan.

5. Bahan Tambahan

Tidak ada bahan tambahan yang akan digunakan pada penelitian ini.

3.2 Pemeriksaan Bahan Penelitian

Pemeriksaan bahan dalam penelitian ini dilakukan pada pemeriksaan agregat kasar dan halus. Pemeriksaan agregat kasar tersebut meliputi :

1. Analisa saringan / gradasi agregat kasar (split)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (split)
3. Kadar air agregat kasar (split)

Sedangkan pemeriksaan agregate halus meliputi :

- a. Analisa saringan/gradasi agregate halus (pasir)
- b. Berat Jenis dan Penyerapan agregate halus (pasir)
- c. Kadar Lumpur/Sand Equivalent agregate halus (pasir)
- d. Kadar Air agregate halus (pasir)
- e. Kandungan Bahan Organik agregate halus (pasir)

3.5 Pengujian benda uji

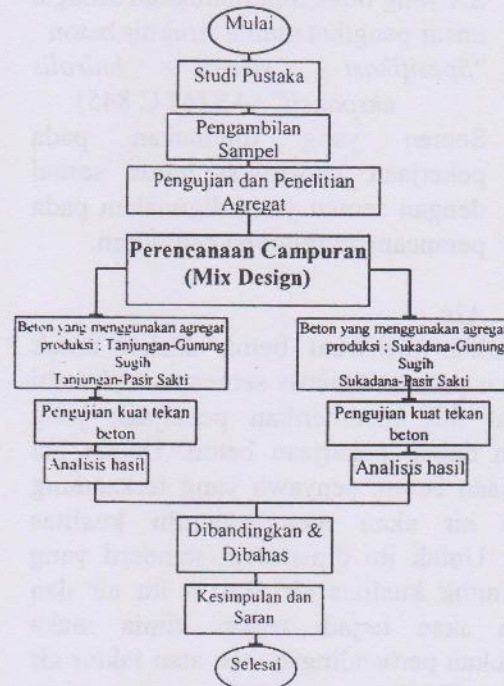
Pengujian benda uji dilakukan pada umur beton 7,14,21 dan 28 hari dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara melibatkan benda uji silinder beton tegak (berdiri) pada pelat bawah, beban maksimum dicatat, yang diperoleh setelah benda uji pecah atau hancur (ASTM C 39).

3.6 Analisa hasil penelitian

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisa yang berupa :

- a. Data hasil pengujian *slump* untuk masing-masing tipe campuran ditabelkan.
- b. Data hasil pengujian kuat tekan beton.
- c. Menghitung besarnya perbedaan kuat tekan beton dengan menggunakan jenis/ukuran agregat kasar kemudian ditabelkan.

Dalam penelitian ini, tahapan penelitian digambarkan dalam gambar diagram alir langkah-langkah penelitian di bawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian-pengujian yang telah dilakukan, baik pengujian terhadap agregat maupun pengujian terhadap beton, maka diperoleh data-data pengamatan hasil pengujian. Data-data tersebut kemudian dianalisa dan akan diambil suatu kesimpulan.

4.1 Karakteristik Material Pembentuk Beton (Agregat)

Pengujian sifat fisik agregat halus disimpulkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus asal Gunung Sugih

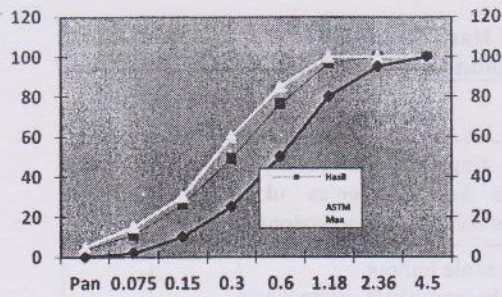
Diameter Saringan (mm)	Tertahan Saringan		Tertahan Kumulatif		Hrg Ls	ASTM
	Gram	%	Gram	%		
4.5	0	0	0	0	100	100
7.5	0,10	0,02	0,10	0,02	99,98	95-100
15	15,85	3,17	15,95	3,19	96,81	80-100
30	96,60	20,52	112,55	23,71	76,29	50-85
60	135,15	27,23	247,70	50,94	49,06	25-60
125	112,75	22,91	360,45	73,85	26,15	10-30
250	75,50	15,10	435,95	88,95	11,05	2-15
500	52,25	8,45	488,20	97,40	3,60	0-5
Jumlah				308,06		FM = 2,3-3,5

Modulus Kehalusan (FM) = $308,06/100 = 3,08$

Pasir ini memenuhi standar ASTM C 33 – 93

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Gradasi agregat halus Gunung Sugih dapat dilihat dalam bentuk grafik di gambar 4.1



Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus asal GS

Nomor Pemeriksaan	1	2
Berat contoh (W1 gram)	500	500
Berat contoh kering (Wd gram)	499	498,28
Berat picnometer + air (Wa gram)	686,1	649,5
Berat picno + air + contoh (Wp gram)	978,7	942
Berat jenis SSD = $W1 / (Wa + 500 - Wp)$	2,411	2,411
Berat jenis rata-rata (gr/mm ³)	2,411	
Penyerapan = $(W1 - Wd) / Wd \times 100\%$	0,2%	0,35%
Penyerapan rata-rata	0,28%	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Terhadap Kotoran Organik Agregat Halus asal GS

Nomor Pemeriksaan	1	2
Kapasitas gelas ukur (cc)	250	250
Volume pasir dalam gelas ukur (cc)	125	125
Volume pasir dan cairan larutan 3% sodium hidroksida (cc)	200	200
Lama pengendapan setelah dikocok (jam)	24	24
Warna cairan dalam gelas ukur	Kuning muda	Kuning muda
Warna pembanding	Coklat	Coklat
Kesimpulan dari hasil test	Lebih muda	Lebih muda

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus asal Gunung Sugih

Nomor Pemeriksaan	1	2
Berat contoh awal (Ws gram)	500	500
Berat contoh kering (Wd gram)	493,4	493,8
Kadar air = $(W1 - Wd) / Wd \times 100\%$	1,338	1,256
Kadar air rata-rata (%)	1,30	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Keterangan :

Bila warna cairan dari contoh lebih tua dibandingkan dengan warna pembanding

maka contoh tersebut banyak mengandung bahan organik dan sebaliknya.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

No.	Uraian	No. Contoh :	
		I	II
1.	Tera tinggi tangki petunjuk beban ke dala gelas ukur (gelas dalam keadaan kosong).	15"	15"
2.	Baca skala lumpur (Pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur)	0,095"	0,075"
3.	Tinggi skala pasir pada gelas ukur	4,075"	3,925"
4.	Nilai sand equivalent (kadar lumpur) $\frac{\text{Skala Lumpur} \times 100\%}{\text{Skala Pasir}}$	2,33%	1,91%
5.	Rata-rata nilai sand equivalent	2,12%	

Nilai Kadar Lumpur maksimum yang diizinkan : 5 %

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Adapun hasil pengujian agregat halus asal Pasir Sakti dapat di jelaskan pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

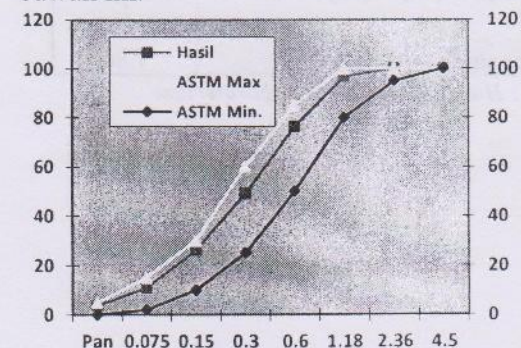
Diameter Saringan (mm)	Tertahan Saringan		Tertahan Kumulatif		Harga Lolos (%)	ASTM
	Gram	%	Gram	%		
4,5	0	0	0	0	100	100
2,36	0,10	0,02	0,10	0,02	99,98	95-100
1,18	13,65	2,17	14,65	2,19	97,81	80-100
0,60	98,80	21,52	113,45	23,71	76,29	50-85
0,30	115,15	26,23	228,60	49,94	50,06	25-60
0,15	132,75	23,91	361,35	73,85	26,15	10-30
0,075	72,60	13,10	433,95	86,95	13,05	2-15
Pan	55,15	10,45	489,10	97,40	2,60	0-5
Jumlah				334,06		FM = 2,3-3,5

Modulus Kehalusan (FM) = $308,06/100 = 3,34$

Pasir ini memenuhi standar ASTM C 33 - 93

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Gradasi agregat halus Pasir Sakti dapat dilihat dalam bentuk grafik di gambar 4.2 di bawah ini.



Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus asal PS

Nomor Pemeriksaan	1	2
Berat contoh (W1 gram)	500	500
Berat contoh kering (Wd gram)	495	494,33
Berat picnometer + air (Wa gram)	680,5	659,5
Berat picno + air + contoh (Wp gram)	975,2	966
Berat jenis SSD = $W1 / (Wa + 500 - Wp)$	2,435	2,584
Berat jenis rata-rata (gr/mm^3)	2,509	
Penyerapan = $(W1 - Wd) / Wd \times 100\%$	0,38%	0,45%
Penyerapan rata-rata	0,41%	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Terhadap Kotoran Organik Agregat Halus asal PS

Nomor Pemeriksaan	1	2
Kapasitas gelas ukur (cc)	250	250
Volume pasir dalam gelas ukur	125	125
Volume pasir dan cairan larutan 3% sodium hidroksida (cc)	200	200
Lama pengendapan setelah dikocok (jam)	24	24
Warna cairan dalam gelas ukur	Kuning muda	Kuning muda
Warna pembanding	Coklat	Coklat
Kesimpulan dari hasil test	Lebih muda	Lebih muda

Keterangan :

Bila warna cairan dari contoh lebih tua dibandingkan dengan warna pembanding maka contoh tersebut banyak mengandung bahan organik dan sebaliknya.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus asal Pasir Sakti

Nomor Pemeriksaan	1	2
1. Berat contoh awal (W1 gram)	500	500
2. Berat contoh kering (Wd gram)	490	491,8
3. Kadar air = $(W1 - Wd) / Wd \times 100\%$	2,04	1,67
4. Kadar air rata-rata (%)	1,86	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus asal Pasir Sakti

No.	Uraian	No. Contoh	
		I	II
1.	Tera tinggi tangki petunjuk beban ke dala gelas ukur (gelas dalam keadaan kosong).	15"	15"
2.	Baca skala lumpur (Pembacaan skala permukaan lumpur lihat pada dinding gelas ukur)	0,308"	0,295"
3.	Tinggi skala pasir pada gelas ukur	5,775"	5,925"
4.	Nilai sand equivalent (kadar lumpur) Skala Lumpur $\times 100\%$ Skala Pasir	5,33%	4,98%
5.	Rata-rata nilai sand equivalent	5,15%	

Nilai Kadar Lumpur maksimum yang diizinkan : 5 %

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Agregat kasar asal Tanjungan :

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Nomor Pemeriksaan	1	2
1. Berat contoh kering udara (A)	3023,7	3005
2. Berat contoh dalam air (B)	1955,5	1915,3
3. Berat setelah dikeringkan (C)	2957,6	2921,6
4. Berat jenis SSD $\left(\frac{A}{A - B} \right)$	2,831	2,757
5. Berat jenis rata-rata (gr/mm^3)	2,794	
6. Penyerapan $\left(\frac{A - C}{C} \right) \times 100\%$	2,24%	2,85%
7. Penyerapan rata-rata	2,54%	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Nomor Pemeriksaan	1	2
1. Berat contoh awal (W1 gram)	500	500
2. Berat contoh kering (Wd gram)	498,5	497,2
3. Kadar air = $(W1 - Wd) / Wd \times 100\%$	1,563	1,738
4. Kadar air rata-rata (%)	1,650	

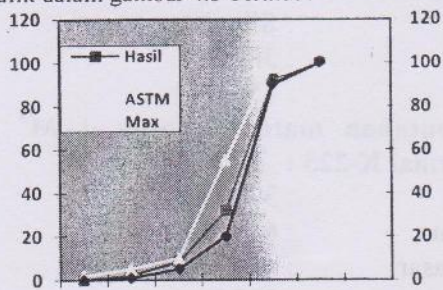
Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Tertahan Saringan		Tertahan Kumulatif		Harga Lolos	ASTM
	Gram	%	Gram	%	%	
25	0	0	0	0	100	100
19	231,4	7,25	231,4	7,25	92,75	90-100
9,5	1822,5	60,81	2053,9	68,06	31,94	20-55
4,75	699,3	22,74	2753,2	90,80	9,20	0-10
2,36	188,4	6,65	2931,3	97,45	2,55	0-5
Pan	68,7	2,55	3000	100,00	0	0-2
Jumlah				325,16		

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Gradasi agregat kasar dapat dilihat dalam bentuk grafik dalam gambar 4.3 berikut :



Agregat Kasar asal Sukadana :

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Nomor Pemeriksaan	1	2
Berat contoh kering udara (A)	3023.7	3005
Berat contoh dalam air (B)	1763.3	1755.5
Berat setelah dikeringkan (C)	2839.6	2811.6
Berat jenis SSD $\left(\frac{A}{A-B}\right)$	2,399	2,314
Berat jenis rata-rata (gr/mm ³)	2,356	
Penyerapan $\left(\frac{A-C}{C}\right) \times 100\%$	6,48%	6,88%
Penyerapan rata-rata	6,68%	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Nomor Pemeriksaan	1	2
Berat contoh awal (W1 gram)	500	500
Berat contoh kering (Wd gram)	495.7	495.9
Kadar air = $(W1 / Wd) / Wd \times 100\%$	2,035	2,033
Kadar air rata-rata (%)	2,034	

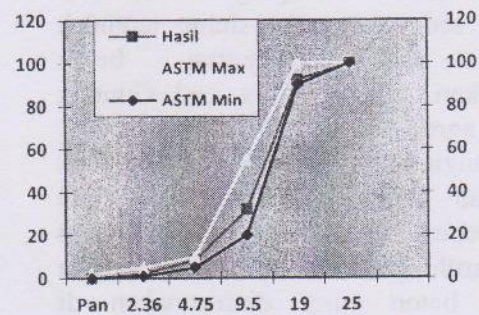
Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Tertahan Saringan		Tertahan Kumulatif		Harga Lolos	ASTM
	Gram	%	Gram	%	%	
25	0	0	0	0	100	100
19	232,5	7,75	232,5	7,75	92,25	90-100
9,5	1812,3	60,41	2044,8	68,16	31,84	20-55
4,75	700,2	23,34	2745,0	91,50	8,50	0-10
2,36	187,5	6,25	2932,5	97,75	2,25	0-5
Pan	67,5	2,25	3000	100,00	0	0-2
Jumlah				325,16		

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Gradasi agregat kasar dapat dilihat dalam bentuk grafik dalam gambar 4.4 berikut :



4.2 Keleccakan Adukan Beton

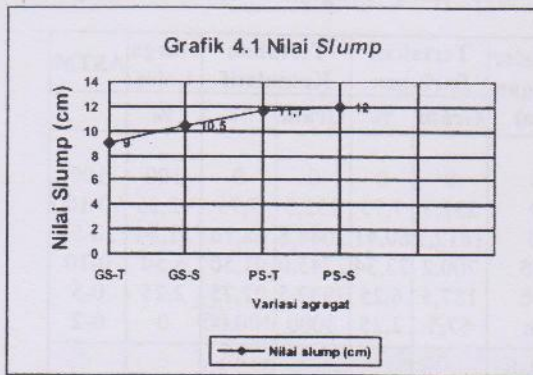
Percobaan slump adalah suatu cara untuk mengukur keleccakan adukan (*workability*). Campuran beton dikatakan mudah pengerjaannya bila campuran tersebut mudah dalam pengecoran, pengangkutannya, penempatannya dan pematatannya.

Agar mudah pengerjaannya campuran beton harus cukup encer sehingga mudah dilakukan pengecoran dan pematatannya, setelah dilakukan pengujian terhadap adukan beton menggunakan alat slump test didapatkan hasil seperti yang tersaji dalam tabel. 4.1.

Tabel 4.17 Nilai Pengujian Slump

Variasi Penggunaan Agregat (Halus - Kasar)	Nilai Slump (cm)
Gunung Sugih - Tanjungan (GS-T)	9,0
Gunung Sugih - Sukadana (GS-S)	10,5
Pasir Sakti - Tanjungan (PS-T)	11,7
Pasir Sakti - Sukadana (PS-S)	12,0

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium



Dari tabel 4.17 dan grafik 4.1 terlihat bahwa nilai slump tertinggi diperoleh pada campuran beton menggunakan agregat halus asal Pasir Sakti dan agregat kasar asal Sukadana, sedangkan nilai slump terendah diperoleh pada campuran beton menggunakan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungan.

Hal ini mengindikasikan bahwa bentuk fisik dan ukuran butiran/gradasi butiran serta tingkat kebersihan agregat juga sangat mempengaruhi pada kental atau enceranya campuran beton yang direncanakan di samping volume zat cair yang digunakan pada campuran yang biasa dikenal dengan istilah faktor air semen (fas), hasil pengujian agregat kasar dan halus *Terlampir*.

4.3 Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perancangan campuran beton dalam penelitian ini adalah dengan Metode SNI (Standar Nasional Indonesia), dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.18 Rangkuman Komposisi Berat Semen, Pasir dan Agr. Kasar serta Volume Air yang dibutuhkan Untuk Membuat 1 M³ Beton dengan Mutu Tertentu

Mutu Beton	Semen (kg)	Pasir Beton (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (liter)	Fas=w/c ratio
K-100	247	869	999	215	0,87
K-125	276	828	1012	215	0,78
K-150	299	799	1017	215	0,72
K-175	326	760	1029	215	0,66
K-200	352	731	1031	215	0,61
K-225	371	698	1047	215	0,58
K-250	384	692	1039	215	0,56
K-275	406	684	1026	215	0,53
K-300	413	681	1021	215	0,52
K-325	439	670	1006	215	0,49
K-350	448	667	1000	215	0,48

Sumber : SNI DT-91-0008-2007

Mengacu kepada tabel di atas, dikarenakan jumlah material yang tercantum dalam tabel merupakan kebutuhan material untuk 1 M³ Beton maka haruslah dicari kebutuhan material/komposisi campuran untuk satu sampel beton/benda uji di laboratorium dengan benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk masing-masing *design* beton yang direncanakan. Perhitungan kebutuhan bahan/material per benda uji untuk *design* beton K-225 adalah sebagai berikut :

Data mold/cetakan benda Uji :

Benda uji : Silinder
Tinggi : 30 cm
Diameter : 15 cm

Data kebutuhan material untuk 1 M³ Beton normal K-225 :

Semen : 371 kg
Pasir beton : 698 kg
Agregat kasar : 1047 kg
Air : 215 liter
Fas (w/c) : 0,58

Perhitungan kebutuhan bahan per benda uji :

Luas Silinder (A) : $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
: 0,25 . 3,14 . (150 mm
x 150 mm) : 17662,5 mm²
Volume Silinder (V) : A . h
: 17662,5 mm² . 300
mm : 5298750 mm³
: 0,005298 m³

Berarti jumlah sampel dalam 1 m³ beton adalah : $1 \text{ m}^3 / 0,005298 \text{ m}^3 = 188,751 \text{ ---- } 189$

unit sampel

Maka kebutuhan bahan/material untuk masing-masing komposisi campuran untuk satu unit sampel beton normal adalah (mengacu kepada tabel 4. 18) :

Semen : 371 kg / 189 = 1,96 kg
per benda uji

Pasir beton : 698 kg / 189 = 3,69 kg
per benda uji

Agregat kasar : 1047 kg / 189 = 5,55 kg
per benda uji

Air : 215 liter / 189 = 1,13 liter
per benda uji

Fas : 0,58

4.4 Kuat Tekan Beton

Setelah nilai *slump* didapat, dilakukan pengecoran beton yang dimasukkan ke dalam cetakan silinder. Kemudian setelah beberapa hari yang ditentukan didapatkan kuat tekan beton yang dapat dilihat dengan alat kuat hancur beton (*compression test*). (Data hasil pengujian, terlampir).

Dari tabel data hasil pengujian (lampiran), pengujian kuat tekan beton dilakukan saat umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Jumlah benda uji untuk masing-masing umur pengujian adalah 5 buah. Sehingga total keseluruhan benda uji adalah 80 sampel beton silinder. Dari hasil pengujian benda uji silinder terlihat bahwa beton yang mencapai kuat tekan rencana adalah pada penggunaan agregat dengan komposisi GS - T yaitu pada penggunaan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungan pada umur 28 hari yaitu mencapai 246.85 kg/cm² sedangkan nilai hasil pengujian kuat tekan terendah terdapat pada sampel beton yang menggunakan agregat halus asal Pasir Sakti dan agregat kasar asal Sukadana pada umur 28 hari yaitu mencapai 204.81 kg/cm². Menurut ASTM C39-86 tentang standar metode pengujian kuat tekan sampel silinder beton, kuat tekan beton dihitung dengan cara membagi beban maksimum selama pengujian dengan luas permukaan silinder beton. Dari pengujian kuat tekan beton terhadap benda uji silinder beton didapat beban tekan maksimum (P), yang kemudian dianalisa dengan menggunakan persamaan : $\sigma = P/A$

dimana : σ = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P =Beban tekan maksimum (kn)

A =Luas penampang tertekan (cm²)

Contoh perhitungan pengujian umur 7 hari pada penggunaan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungar :

$$1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg cm}^2$$

$$P = 220.000 \text{ kg}$$

$$A = 17662.5 \text{ mm}^2, \text{ maka :}$$

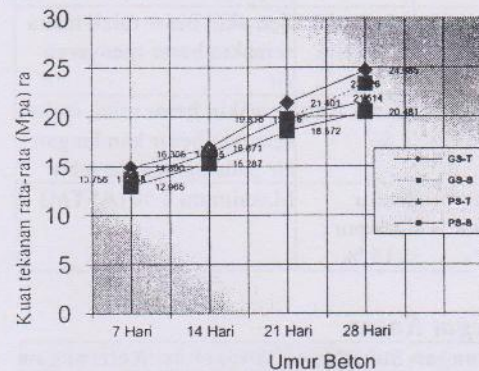
$$220.000 / 17662.5 = 12,456 \text{ Mpa} = 124,56 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 4.19. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata

Variasi Agregat (Halus-Kasar)	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)				Keterangan
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari	
GS-T	148,90	168,71	214,01	246,85	
GS-S	137,58	163,05	198,16	233,36	
PS-T	137,56	163,05	198,16	215,14	Di bawah mutu rencana
PS-S	129,65	152,87	185,72	204,81	Di bawah

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan di Laboratorium

Grafik 4.2. Hub.



kuat tekan beton dengan umur beton pada penggunaan variasi agregat

Dari semua hasil penelitian dan pengujian dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Dengan bertambahnya umur beton, maka bertambah pula kuat tekan betonnya.
2. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 dan 4.2 (grafik pengujian gradasi agregat halus), pasir yang berasal dari Gunung Sugih dan Pasir Sakti berdasarkan penyebaran butirannya masih dapat dikategorikan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton hal ini karena tingkat penyebarannya masih di dalam batas minimum dan maksimum agregat berdasarkan ASTM.
3. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3 dan 4.4 (grafik pengujian gradasi agregat kasar), split yang berasal dari Tanjungan dan Sukadana berdasarkan penyebaran butirannya masih dapat dikategorikan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton hal ini karena tingkat penyebarannya masih di dalam batas minimum dan maksimum agregat berdasarkan ASTM.

4. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium maka spesifikasi agregat halus dan agregat kasar yang berasal dari beberapa *quarry* tersebut dapat direkapitulasi sebagai berikut :

Agregat Halus

Gunung Sugih	Pasir Sakti	Standarisasi/Keterangan
MHB ; 3,08	MHB ; 3,34	Grafik ASTM
BJ ; 2,411	BJ ; 2,509	Semakin besar nilai, maka semakin keras agregat tersebut
Penyerapan ; 0,28 %	Penyerapan ; 0,411 %	Semakin besar nilai, maka semakin besar menyerap air
Kadar Air ; 1,30	Kadar Air ; 1,86	Semakin besar nilai, maka semakin besar kandungan air pada agregat tersebut
Kadar Lumpur ; 2,12 %	Kadar Lumpur ; 5,15 %	Maksimum 5 % (ASTM)

Agregat Kasar

Tanjungan	Sukadana	Standarisasi/Keterangan
MHB ; -	MHB ; -	Grafik ASTM
BJ ; 2,794	BJ ; 2,356	Semakin besar nilai, maka semakin keras agregat tersebut
Penyerapan ; 2,540 %	Penyerapan ; 6,680 %	Semakin besar nilai, maka semakin besar menyerap air
Kadar Air ; 1,650	Kadar Air ; 2,034	Semakin besar nilai, maka semakin besar kandungan air pada agregat tersebut
Kadar Lumpur ; -	Kadar Lumpur ; -	

5. Berdasarkan pengujian *slump* di laboratorium terhadap semua campuran beton (Tabel 4.17 dan Grafik 4.1) maka dapat di analisa bahwa tingkat kebersihan agregat dan bentuk fisik serta ukuran butiran/agregat kasar tersebut sangat berpengaruh terhadap kekentalan campuran beton (pada fas dan volume campuran yang sama).

6. Dari Tabel 4.6. untuk penggunaan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungan memiliki kuat tekan beton paling tinggi di bandingkan sampel beton pada komposisi yang lain pada umur 28 hari yaitu sebesar 246,85 kg/cm², hal ini mengindikasikan tingkat kebersihan, kekerasan agregat dan bentuk tekstur

permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang direncanakan.

V.PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Dari hasil pengujian yang dilakukan, sampel beton yang menggunakan agregat halus asal Gunung Sugih dan agregat kasar asal Tanjungan memiliki kuat tekan beton paling tinggi di bandingkan sampel beton pada komposisi yang lain pada umur 28 hari, yaitu sebesar 246,85 Kg/cm², hasil ini melewati dari kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 225 Kg/cm². hal ini mengindikasikan tingkat kebersihan, kekerasan agregat dan bentuk tekstur permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang direncanakan.
- Tingkat kebersihan, kekerasan agregat dan bentuk tekstur permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang direncanakan, hal ini disebabkan pada saat proses hidrasi dan *setting time* campuran, keadaan material menjadi salah satu penentu sempurna atau tidaknya proses tersebut di atas.
- Kuat tekan beton akan tetap bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Pada saat umur beton mencapai 28 hari masih terdapat peningkatan.
- Walaupun ada beberapa komposisi campuran beton yang kuat tekan betonnya belum sesuai dengan mutu yang direncanakan, namun bukan berarti agregat tersebut tidak dapat/tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton, hal ini lebih dipertimbangkan ke arah ekonomisasi pelaksanaan kegiatan konstruksi (jarak antara lokasi *quarry* dengan lokasi pekerjaan) tetapi tetap harus diperhatikan metode pelaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrinsyah Nasution, 2003. *Struktur Beton I*. Erlangga : Jakarta.
- Annual Book of ASTM Standarts. 1994. *Concrete and Agregates*. Volume 04.02.

- Annual Book of ACI Standarts. *American Concrete Institute*.
- Anonim, *Standar Nasional Indonesia Tentang Perencanaan Beton*.
- Anonim, *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*. ITB. 1999
- Buku Petunjuk Pelaksanaan Beton. 1990. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Bina Marga. Jakarta.
- Kandiyono Tjokrodinuljo, 1996. *Standar SKSNI T-15-1990-03 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Murdock. LJ dan K.M. Brooks. 1991. *Concrete Material and Practice*. Terjemahan Stephanus Hendarko, 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga : Jakarta.
- R. Sagel, P. Kole dan H. Kusuma. 1993. *Pedoman Pengajaran Beton Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Triono Budi Astanto. 2001. *Konstruksi beton Bertulang*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Universitas Muhammadiyah Metro. 2007. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah (Penelitian, Artikel, dan Makalah)*. Lampung.