

STUDI PERBANDINGAN NILAI KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTIS BETON YANG MENGGUNAKAN PASIR MERAPI DAN PASIR LUMAJANG

Eka Susanti

Program Studi S1 Teknik Sipil FTSP ITATS, Surabaya

Email: ekasusanti2012@yahoo.com

ABSTRAK

Letusan Gunung Merapi banyak meninggalkan pasir hasil erupsi. Pasir yang terkandung dalam material vulkanik yang dimuntahkan gunung Merapi, merupakan pasir kualitas terbaik untuk bahan bangunan dengan kandungan silika (SiO) yang tinggi, kandungan besi (FeO) yang belum mengalami pelapukan dan memiliki kandungan lempung yang sangat sedikit. Selain membuat beton semakin kuat, sedikitnya lempung juga akan meningkatkan daya tahan beton dan membuat tingkat kekeroposan beton lebih rendah. (Jakarta, KOMPAS.COM, 8 Nov 2010).

Pasir Lumajang banyak digunakan sebagai bahan bangunan yang ada di Jawa Timur. Karena Pasir Lumajang merupakan agregat halus dengan kualitas terbaik. Menurut Toha (2009), pasir Lumajang berasal dari campuran muntahan gunung semeru dengan kandungan zat besi yang tinggi.

Parameter utama mutu beton adalah nilai kuat tekan dan modulus elastis. Kuat tekan beton adalah nilai test tekan beton silinder pada umur 28 hari dan modulus elastis adalah nilai rasio tegangan terhadap regangan. Kedua nilai ini berkaitan erat, dimana nilai modulus elastis berbanding lurus terhadap nilai kuat tekan.

Pada penelitian ini dilakukan studi perbandingan nilai kuat tekan dan modulus elastis beton yang menggunakan pasir Merapi dan pasir Lumajang. Hasil studi menunjukkan bahwa hasil uji beton dengan pasir Merapi memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar 8%, dan nilai modulus elastis lebih besar 4% terhadap beton dengan pasir Lumajang.

Kata kunci: Pasir Merapi, Pasir Lumajang, kuat tekan dan modulus elastis.

1. Pendahuluan

. Pasir Lumajang adalah pasir yang banyak digunakan sebagai bahan bangunan yang ada di Jawa Timur. Karena Pasir Lumajang merupakan agregat halus dengan kualitas terbaik. Letusan gunung Merapi, membuat perubahan permintaan akan pasir sebagai bahan bangunan. Pasir Merapi lebih banyak dicari sebagai bahan bangunan karena mengandung silika (SiO) yang tinggi, memiliki kandungan besi (FeO) yang belum mengalami pelapukan dan memiliki kandungan lempung yang

sangat sedikit. Hal tersebut membuat beton semakin kuat, meningkatkan daya tahan beton dan membuat tingkat kekeroposan beton lebih rendah. (Jakarta, KOMPAS.COM, 8 Nov 2010).

Parameter utama mutu beton adalah nilai kuat tekan dan modulus elastis. Nilai kuat tekan beton adalah nilai test tekan beton silinder pada umur 28 hari dan nilai modulus elastis adalah nilai rasio tegangan terhadap regangan. Kedua nilai ini berkaitan erat, dimana nilai modulus elastis berbanding lurus terhadap nilai kuat tekan.

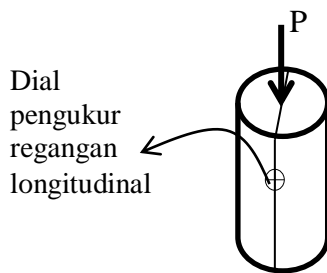
Pada penelitian ini dilakukan studi perbandingan nilai kuat tekan dan modulus elastis beton yang menggunakan pasir Merapi dan pasir Lumajang

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu parameter dari kekuatan struktur. Semakin kuat struktur yang diinginkan semakin besar kuat tekan beton yang diperlukan.

Kuat tekan beton diperoleh dari uji tekan beberapa benda uji berbentuk silinder pada umur 28 hari. Benda uji silinder dengan ukuran 15x30 cm diberi beban tekan P yang terus menerus ditingkatkan nilainya hingga mencapai tingkat keruntuhan beton. Mekanisme uji tekan beton dapat dilihat pada gambar sbb.



Kuat tekan beton dinotasikan sebagai berikut :

f'_c = kekuatan tekan beton yang disyaratkan (Mpa). Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dengan :

P = Beban maksimum (kg).

A = Luas penampang benda uji (cm^2).

f'_c = Kuat tekan beton karakteristik (kg/cm^2)

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton.

Kuat tekan beton dianggap mencapai 100 % setelah beton berumur 28 hari. Menurut SNI T-15-1991, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PC type 1 berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Perkiraan Kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (hr)	3	7	14	21	28
Kuat tekan beton (%)	0,46	0,70	0,88	0,96	1

2.2. Modulus Elastis

Modulus elastis merupakan rasio tegangan terhadap regangan yang dirumuskan sbb:

$$E = \frac{fc'}{A}$$

Dengan :

E = Modulus elastis (kg/cm^2).

A = Luas penampang benda uji (cm^2).

f'_c = Kuat tekan beton karakteristik (kg/cm^2)

Modulus Elastisitas longitudinal disebut juga dengan Modulus Young.

Nilai modulus elastisitas secara eksperimen didapat dengan cara melakukan uji kuat tekan beton pada benda uji berbentuk silinder pada umur 28 hari. Data yang di ukur adalah nilai gaya tekan P dan nilai regangan longitudinal. Untuk mendapatkan nilai regangan longitudinal, benda uji silinder diberi sabuk dengan dial pengukur regangan longitudinal.

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara melakukan penekanan benda uji pada mesin uji tekan

dengan kecepatan 1,25 mm/menit Pada saat regangan longitudinal ϵ_1 mencapai 5 % (bacaan pada *dial gauge* menunjukkan 1 div) beban P_1 dicatat untuk menghitung tegangan S_1 dan regangan transversal (dial *LVDT* pada *data logger*, ϵ_1) juga dicatat. Pembebanan dilanjutkan sampai

mencapai beban P2 (40 % P mak), regangan longitudinal pada *dial gauge* (ϵ_2) dan regangan transversal pada LVDT (ϵt_2) dicatat.

Modulus elastisitas beton dihitung dengan rumus :

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

dimana :

E = Modulus elastisitas beton (N/mm²)

S₂ = Tegangan yang terjadi saat beban 40 % P maksimum, $S_2 = \frac{P_2}{A}$

P₂ = Beban pada saat 40 % P_{mak}

S₁ = Tegangan yang terjadi saat regangan longitudinal mencapai

$$0,000050, S_1 = \frac{P_1}{A}$$

P₁ = Beban pada saat regangan mencapai 0,00005.

ϵ_2 = Regangan longitudinal pada saat beban mencapai 40 % P_{mak} (P₂).

Nilai modulus elastis juga dapat ditentukan secara empiris, yaitu dari nilai kuat tekan beton. Semakin besar kuat tekan beton, semakin besar pula nilai modulus elastisnya. Hubungan modulus elastis terhadap kuat tekan beton menurut pasal 10.5 SNI-03-2847 (2002) adalah sbb:

$$E = 4700\sqrt{f_c'}$$

3. Metode Penelitian

Metode penelitian secara eksperimen dengan proses sbb:

- Melakukan uji material pasir, kerikil dan semen.
- Membuat mix disain berdasarkan hasil uji material.
- Membuat benda uji silinder 15x30cm sebanyak 18 benda uji untuk masing-masing jenis pasir. 18 benda uji tersebut terbagi menjadi 6 benda uji dengan FAS 0,4 ; 6 benda uji dengan FAS 0,5 dan 6 benda uji dengan FAS 0,6.

- Melakukan uji tekan
- Nilai modulus elastis didapat dengan perumusan SNI-03-2847-2002.
- Melakukan analisa data
- Kesimpulan

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian Karakteristik Pasir dan Kerikil

Tabel 2. Hasil uji karakteristik pasir

	Pasir Lumajang	Pasir Merapi	Standart ASTM
Grading zone	4	2	Pasir Lumajang lebih halus
Berat jenis	2,38	2,5	ASTM C 128 - 93 yaitu 1,6-3,30
Resapan	4,71	4,71	ASTM C 128 - 93 (maksimal 4,0%).
Kadar lumpur	2,6%	2,8%	ASTM C 117 - 95 (maksimal 5,0%)

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil uji agregat halus pada uji berat jenis dan kadar lumpur memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh ASTM C. Kecuali uji resapan yang tidak memenuhi persyaratan ASTM.

Tabel 3. Hasil Penelitian karakteristik Kerikil

	Grad zone	Brt jenis	Resapan	Kdr lumpur
Kerikil	1	2,84	8,45%	2%
ASTM		1,60 - 3,20	Max 4%	Max 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji agregat kasar pada uji berat jenis dan

kadar lumpur memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh ASTM C. Kecuali uji resapan yang tidak memenuhi persyaratan ASTM.

4.2. Komposisi Campuran

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik material, dibuat mix disain beton untuk $f_c' = 25$ Mpa dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Komposisi Campuran

FAS	PC kg/m ³	Pasir Merapi kg/m ³	Kerikil kg/m ³	Air kg/m ³
0.4	32.53	32.533	55.275	13.013
Perb. vol	1	1	2	
0.5	26.55	49.834	58.502	13.013
Perb. vol	1	2	2	
0.6	21.68	52.074	61.131	13.013
Perb. vol	1	2	3	
FAS	PC kg/m ³	Pasir Lumaja ng kg/m ³	Kerikil kg/m ³	Air kg/m ³
0.4	32.53	26.539	80.817	13.013
Perb. vol	1	1	2	
0.5	26.43	28.432	85.259	13.013
Perb. vol	1	1	3	
0.6	21.68	29.645	88.935	13.013
Perb. vol	1	1	4	

Hasil mix disain menunjukkan kebutuhan jumlah pasir Merapi yang lebih tinggi dibanding pasir Lumajang. Semakin banyak pasir yang digunakan, terjadi pengurangan jumlah kerikil.

4.3. Uji Slump

Uji slump pada campuran beton yang akan dicetak menunjukkan hasil slump tes pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji slump

FAS Merapi	Tinggi Slump (mm)
0.4	94
0.5	92
0.6	90
FAS Lumajang	Tinggi Slump (mm)
0.4	87
0.5	85
0.6	83

Hasil uji slump pada tabel 5 memperlihatkan nilai slump campuran beton yang menggunakan pasir Merapi lebih tinggi dibanding pasir Lumajang. Bila dihubungkan dengan tabel 6 yang merupakan hubungan antara slump test terhadap tingkat workabilitas pembuatan campuran beton:

Tabel 6. Hubungan tingkat workabilitas, nilai slump dan tingkat kepadatan adukan.

Tingkat Workabilitas	Nilai Slump	Faktor Kepadatan
Sangat rendah	0 – 25	0.8 – 0.87
Rendah s/d sedang	25 – 50	0.87 – 0.93
Sedang sampai tinggi	50 – 100	0.93 – 0.95
Tinggi	100 – 175	> 0.95

Maka dapat diketahui bahwa ketiga campuran dengan nilai FAS berbeda memiliki tingkat workabilitas yang sama, yaitu sedang sampai tinggi.

4.4. Kuat Tekan

Pada pembuatan mix disain digunakan kuat tekan rencana 25 Mpa. Dengan menggunakan analisis statistik untuk 1 sampel dengan $n < 30$, maka dihitung nilai simpangan baku (s). Sehingga dapat diketahui kemungkinan

adanya kekuatan yang tidak memenuhi syarat $f_c' = f_c$ rencana - s dimana s adalah deviasi standar.

Hasil uji tekan berupa data gaya tekan (P) pada saat benda uji hancur. Data tersebut dirubah menjadi tegangan, dimana:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

$$\text{Nilai } A = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} (3,14)(150)^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$$

Tabel 7 Analisis statistik kontrol kekuatan

No	P (N)	f_c' (Mpa)	$ x_i - \bar{x} $	$ x_i - \bar{x} ^2$
1	580000	32,83793	0,94369	0,89042
2	560000	31,70559	0,188724	0,03562
3	560000	31,70559	0,188724	0,03562
4	560000	31,70559	0,188724	0,03562
5	560000	31,70559	0,188724	0,03562
6	560000	31,70559	0,188724	0,03562
	$\Sigma =$	191,3659	1,887238	1,0685

Contoh perhitungan analisis kekuatan untuk mengetahui adanya kemungkinan kekuatan yang tidak memenuhi syarat: Digunakan hasil uji tekan campuran beton yang menggunakan pasir Merapi (1:1:2) dengan FAS 0,4 dan jumlah benda uji (n) = 6 bh . Hasil uji tekannya ada pada tabel 7 kolom 2.

Nilai kuat tekan rata-rata (\bar{x}):

$$\bar{x} = \frac{\Sigma f_c}{n} = \frac{191,3659}{6} = 31,89431$$

Nilai deviasi standar (s) :

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma |x_i - \bar{x}|^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1,0685}{6 - 1}} = 0,462277$$

Nilai f_c' hasil uji kuat tekan tidak boleh berada dibawah nilai

$$= f_c \text{ rencana} - s = 25 - 0,462277 = 24,5377 \text{ Mpa}$$

Hasil uji tekan tabel 7 kolom 3, memperlihatkan semua nilai $f_c' > 24,5377$

Mpa. Artinya, semua hasil tes uji tekan memenuhi syarat kekuatan tekan beton rencana.

Hal sama dilakukan juga untuk data yang lain, dan didapat kesimpulan semua data uji tekan memenuhi syarat kekuatan.

Tabel 8. Hasil uji kuat tekan rata-rata

	FAS		
	0,4	0,5	0,6
Merapi (f_c' Mpa)	31,894	31,894	30,573
Lumajang (f_c' Mpa)	30,856	30,007	26,044
Peningkatan f_c' Merapi thd Lumajang (%)	3,255	5,917	14,814
Peningkatan rata-rata (%)	7,995		

Untuk analisa selanjutnya, hasil kuat tekan rata-rata campuran beton yang menggunakan pasir Merapi terhadap pasir Lumajang, ditabelkan pada tabel 8. Tabel tersebut menunjukkan bahwa:

- Semakin besar nilai FAS, makin kecil nilai kuat tekannya.
- Penggunaan pasir Merapi terhadap pasir Lumajang ternyata dapat menaikkan kuat tekan beton 3,255% untuk FAS 0,4 ; 5,917% untuk FAS 0,5% dan 14,814 untuk FAS 0,6.
- Dapat dikatakan, penggunaan pasir Merapi sebagai campuran beton, rata-rata dapat menaikkan nilai f_c' sebesar 7,995% \approx 8%.

Kuat tekan beton dengan pasir Merapi lebih baik karena pasir Merapi :

- Memiliki butiran agregat yang lebih kasar, sehingga menghasilkan komposisi campuran yang lebih baik. Komposisi pasir dan kerikil lebih berimbang dan saling mengisi.
- Memiliki berat jenis yang lebih besar, sehingga

- c. Memiliki kadar lempung yang kecil, sehingga beton tidak mudah keropos dan awet.

4.5. Modulus Elastis

Modulus Elastis beton (E) tidak dicari dengan eksperimental, tapi dicari berdasarkan perumusan pasal 10.5 SNI 03-2847-2002. $E = 4700\sqrt{f_c'}$
Hasil perhitungan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai Modulus Elastis (E), berdasarkan f_c' rata-rata

	FAS		
	0,4	0,5	0,6
Merapi (E Mpa)	26543,27	26543,27	25987,75
Lumajang (E Mpa)	26107,78	25746	23985,61
Peningkatan nilai E Merapi thd Lumajang (%)	1,64	3,00	7,70
Peningkatan rata-rata (%)	4,12		

Hasil perhitungan nilai modulus elastis (E) pada tabel 9 menunjukkan :

- Nilai E semakin mengecil pada nilai FAS yang semakin membesar.
- Nilai E campuran beton dengan pasir Merapi lebih besar dibanding pasir Lumajang. Pada FAS 0,4 terdapat kenaikan nilai E sebesar 1,64%; FAS 0,5 nilai E naik 3% dan FAS 0,6 nilai E naik 7,7%.
- Dapat dikatakan, penggunaan pasir Merapi sebagai campuran beton rata-rata dapat menaikkan nilai E sebesar $4,12\% \approx 4\%$.

Modulus elastisitas beton meningkat seiring dengan peningkatan kuat tekan beton.

5. Kesimpulan

Studi perbandingan kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang menggunakan pasir Merapi dan pasir Lumajang memberikan hasil :

- Nilai f_c' campuran beton dengan pasir Merapi lebih tinggi 8% dan
- Nilai Modulus Elastis campuran beton dengan pasir Merapi lebih tinggi 4%.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa karakteristik beton dengan campuran pasir Merapi lebih baik dari pada pasir Lumajang.

Daftar Pustaka

- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nawy, EG, 1985, "Beton Bertulang Suatu pendekatan dasar" Printice – Hall, Inc, New jersey, USA.
- Purwono, Rachmat dkk. 2007. SNI 03 – 2847 – 2002 & S – 2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Surabaya: ITSPRESS.