PENGARUH AGREGAT SERAGAM PADA BERBAGAI UKURAN TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON

Wawan Kuswaya, Rizky Epriyanda Saputra
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275
Email : wawankuswaya@istn.ac.id, rizkyepriyandasaputra@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan material beton dengan kualitas yang lebih baik untuk rancangan bangunan yang semakin tinggi dan bentang yang semakin panjang memerlukan struktur yang kokoh dan efisien. Kualitas material beton merupakan hal yang penting dalam menentukan kekuatan dan ketahanan kinerja beton dalam proyek konstruksi. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas material beton adalah campuran beton. Campuran struktur beton mengacu pada kombinasi bahan-bahan yang digunakan untuk membuat beton yang kuat dan tahan lama. Campuran ini terdiri dari tiga bahan utama: semen, agregat halus dan kasar, dan air. Gradasi agregat juga merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan campuran beton, karena akan berpengaruh terhadap sifat-sifat workabilitas adukan tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar seragam dan agregat kasar normal dengan ukuran agregat kasar seragam 12,5 mm, 19,0 mm, 25,4 mm dan di dapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata dengan umur rencana beton 28 hari, 12,5 mm (326,28 Kg/cm2), 19,0 mm (368,38 Kg/cm2), 25,4 mm (331,73 Kg/Cm2). sebagai perbandingan dengan agreggat normal mendapatkan hasil yang memenuhi syarat kuat tekan beton, dengan nilai kuat tekan beton rata-rata (355,05 Kg/Cm2).

Penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran butir agregat mempengaruhi kuat tekan beton. Pada penelitian ini didapatkan bahwa variasi ukuran butir agregat kasar seragam 19,0 mm menghasilkan performa yang lebih baik dari ukuran agregat seragam yang lain.
Kata Kunci: Beton, Kuat Tekan Beton

Abstract

The demand for concrete materials with higher quality for the design of increasingly tall and long-span structures requires sturdy and efficient structures. The quality of concrete material is crucial in determining the strength and durability performance of concrete in construction projects. One of the factors influencing the quality of concrete material is the concrete mix. The concrete mix refers to the combination of materials used to create strong and durable concrete. This mix consists of three main materials: cement, fine and coarse aggregates, and water. Aggregate gradation is also a factor that must be considered in making concrete mixes, as it will affect the workability properties of the mix. The results obtained from this research include the compressive strength values of concrete using uniform coarse aggregates and normal coarse aggregates with aggregate sizes of 12.5 mm, 19.0 mm, 25.4 mm. The average compressive strength values of concrete at the planned age of 28 days are as follows: 12.5 mm (326.28 Kg/cm2), 19.0 mm (368.38 Kg/cm2), 25.4 mm (331.73 Kg/Cm2). For comparison, concrete with normal aggregates meets the required compressive strength standards, with an average compressive strength of (355.05 Kg/Cm2).

This research indicates that the grain size of the aggregate influences the compressive strength of concrete. The study reveals that the uniform coarse aggregate size of 19.0 mm performs better than other uniform aggregate sizes.
Keywords:Concrete, Compressive Strength of Concrete

PENDAHULUAN

Kebutuhan material beton dengan kualitas yang lebih baik untuk rancangan bangunan yang semakin tinggi dan bentang yang semakin panjang memerlukan struktur yang ramping dan efisien. Penggunaan material reaktif dengan butiran yang lebih halus seperti mikrosilica (silica fume) dan superplasticizer yang lebih baik memungkinkan diperolehnya beton yang lebih padat dengan faktor air semen yang rendah sehingga mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Pada dasarnya agregat kasar yang bergradasi baik sekalipun dirasakan tidak dapat menunjang diperolehnya kekuatan beton yang lebih besar. Agregat yang lebih kecil dijadikan alternatif penambahan kekuatan beton membentuk beton berkinerja tinggi Beton dengan kinerja yang tinggi adalah dengan pembuatan beton ekstra padat yang menggunakan pengisi berupa partikel yang berukuran mikro. Gradasi agregat seragam dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton serta menentukan mutu beton ini.

Dalam penelitian ini mengkaji informasi dari penelitian terdahulu sebagai bahan perbandingan serta menemukan inspirasi pada penelitian ini. Pada penelitian ini di cantumkan hasil penelitian terdahulu yang terkait penelitian yang hendak dilakukan berikut merupakan penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini.

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Marthin D. J. Sumajouw, Servie O. Dapas, Reky S. Windah (2014) dalam penelitianya yang berjudul "Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi" jenis penelitian ini merupakan perencanaan komposisi campuran *(mixdesign)* beton yang tepat serta melakukan campuran percobaan *(trial mix)* dalam bentuk kubus ukuran 15x15x15 cm, untuk mendapatkan komposisi campuran beton mutu tinggi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian sifat mekanik dari material pembentuk beton mutu tinggi terutama agregat kasar dan agregat halus. Hasil penelitian ini adalah grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. Trend menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kuat tekan beton ukuran seragam atas ukuran 12,5 mm, 19,0 mm, 25,4 mm.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan kuat tekan beton seragam terhadap beton normal.
3. Untuk mencapai mutu beton lebih dari atau sama dengan mutu beton K-300.

Penelitian dilakukan dengan mengadakan eksperimen di laboratorium. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari semen Portland tipe I dan agregat kasar (kerikil alami). Agregat kasar yang digunakan bergradasi seragam dengan ukuran butir 12,5 mm, 19,0 mm, 25,4 mm.

METODOLOGI PENELITIAN

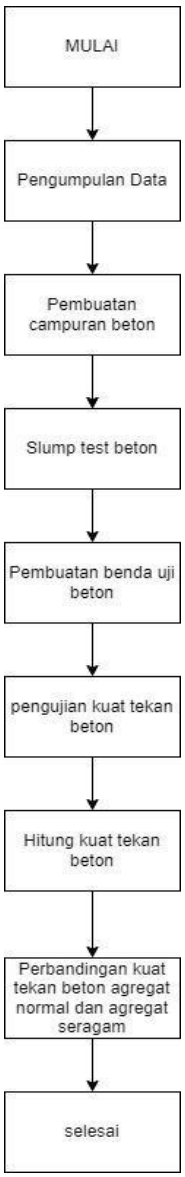
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pengerjaan pengumpulan data dan sample berada di lab beton Institut Sains dan Teknologi Nasional.

Metode Pengumpulan Data

Persiapan bahan dalam penelitian merupakan langkah awal dalam memulai suatu percobaan yang akan dilakukan. pemilihan dan pengambilan material agregat kasar dan halus yang diambil dari toko bahan bangunan sebagai bahan pembuat beton. dimana bahan material yang diambil memenuhi pertimbangkan berdasarkan standar mutu yang baik.

1. Semen yang digunakan adalah semen portland tipe-I (merk tiga roda). Air yang digunakan dalam proses pencampuran beton adalah air dari lab beton ISTN.
2. Agregat kasar adalah batu pecah yang digunakan dengan ukuran bervariasi.
3. Agregat halus adalah pasir yang berasal dari binjei, pasir binjei yang diguSnakan adalah yang lolos saringan no. 4.



Gambar 1 Bagan Alir

Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung seperti jurnal-jurnal peneitian terdahulu yang memiliki tema pembahasan yang sama.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara mengambil data di lab yang akan diolah ke dalam formulir agar memudahkan untuk melakukan pengolahan data, data yang perlu diolah adalah:

1. Menganalisa kadar air, kadar lumpur, zona lolos agregat halus dan kasar.
2. Membuat Mix Design rencana K300.
3. Membuat sampel beton normal dan beton variasi ukuran agregat kasar 12,5 mm, 19,0 mm, 25,4 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis

Pengujian Fisik Penentuan Kadar Air Agregat Halus

Tabel 1 Kadar Air Agregat Halus

Berat container	127,5 gr
Berat contoh bahan alami : A	500 gr
Berat contoh kering oven : B	486,5 gr
KADAR AIR (%)	2,774 %
Suhu ruangan	34

Kadar Air $= \frac{A-B}{B} x\ 100\%$ $= \frac{500-486,5}{486,5} x\ 100\%$ = 2,774%

Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Tabel 2 Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan	
Suhu ruangan	33°
Berat benda uji kering permukaan jenuh/SSD (gr)	400 gr
Berat benda uji kering oven (Bk) (gr)	560 gr
Berat piknometer & isi air (B) (gr)	668 gr
Berat piknometer + benda uji Air (Bt) (gr)	940 gr
Berat wadah	158 gr

Bulk Sp. GR $= \frac{BK}{B+500-Bt} = \frac{560}{668+500-940} = 2,456$

Bulk SSP SP. GR $= \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500}{668+500-940} = 2,192$

App. SP. GR $= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{560}{668+560-940} = 1,94$

Penyerapan $= \frac{500-Bk}{Bk} x\ 100\% = \frac{500-560}{560} x\ 100\% = 0,107\%$

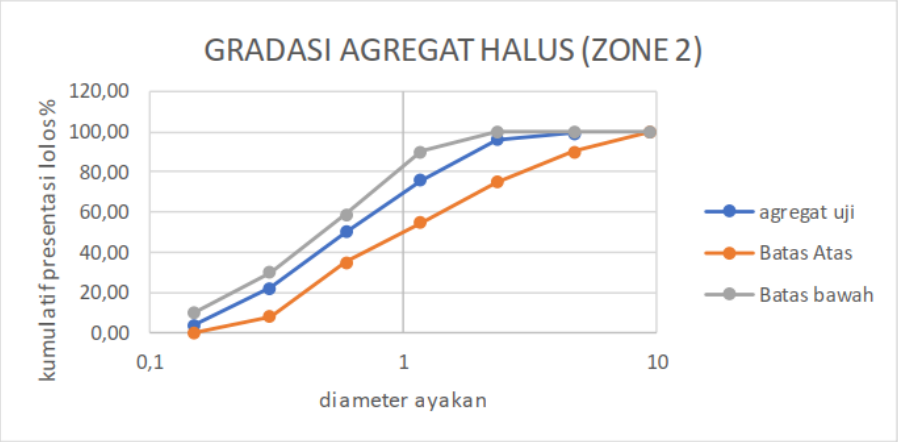
Tabel 3 Data Ayakan Agregat Halus

Ayakan		Uji I	Uji II	Rata-rata	yang tertinggal		Yang Lolos		% Kumulatif Yang tertinggal	% Kumulatif Yang lolos
No/mm	Berat (gr)	Gr	Gr		gr	%	gr	%		
4/4,75	420	430	422	426	6	0,479042	1246,5	28,62	0,48	99,52
8/2,36	350	390	400	395	45	3,592814	1201,5	27,58	4,07	95,93
16/1,18	415	727	598	662,5	247,5	19,76048	954	21,90	23,83	76,17
30/0,6	310	698	575	636,5	326,5	26,06786	627,5	14,41	49,90	50,10
50/0,3	300	720	580	650	350	27,94411	277,5	6,37	77,84	22,16
100/0,15	300	577	480	528,5	228,5	18,24351	49	1,12	96,09	3,91
Container	352	407	395	401	49	3,912176	0	0,00	100,00	0,00
Jumlah	2447	3949	3450	3699,5	1252,5	100	4356	100,00		

Tabel 4 Penentuan Ayakan Agregat Halus

Tabel Penentuan ayakan									% Kumulatif Yang lolos
	ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		
No/mm	KASAR		SEDANG		AGAK HALUS		HALUS		
	batas atas	batas baw	batas atas	atas bawa	batas atas	atas bawa	batas atas	atas bawa	
9,5	100	100	100	100	100	100	100	100	99,52
4,75	90	100	90	100	90	100	95	100	95,93
2,36	60	95	75	100	85	100	95	100	76,17
1,18	30	70	55	90	75	100	90	100	50,10
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100	22,16
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50	3,91
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15	0,00

Berikut dari hasil table di atas ini bisa dilihat untuk grafik zona pasir yang ada di bawah ini.



Gambar 2 Grafik Gradasi Zona 2 Pasir
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Data Percobaan Analisa Ayak Kadar Lumpur Pada Agregat Kasar

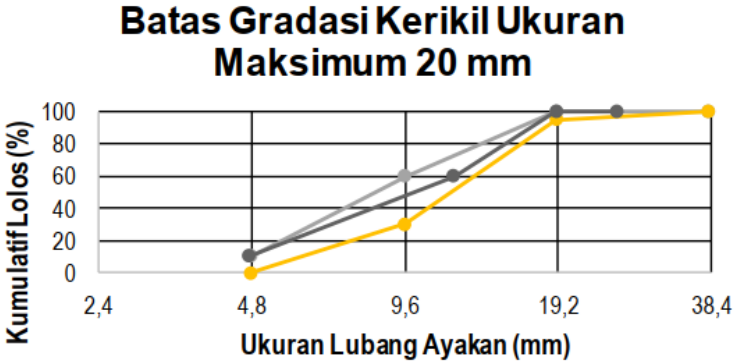
Tabel 5 Ayakan Agregat Kasar

Ayakan		Uji I	Uji II	Rata-rata	yang tertinggal		Yang Lolos		% Kumulatif Yang tertinggal
mm	Berat (gr	Gr	Gr		gr	%	gr	%	
38,1	515	515	515	515	0	0	2485	31,88	0,00
25	510	580	565	573	70	2,816901	2415	30,98	2,82
19	485	860	870	865	375	15,09054	2040	26,17	17,91
12,5	545	2060	2145	2102,5	1515	60,96579	525	6,74	78,87
9,5	480	785	740	763	305	12,27364	220	2,82	91,15
4,75	490	600	595	597,5	110	4,426559	110	1,41	95,57
Container	270	380	375	377,5	110	4,426559	0	0,00	100,00
Jumlah					2485	100	7795	100,00	
Ukuran max. Agregat kasar yaitu 20 mm									

Tabel 6 Lolos Ayakan Agregat Kasar

MAX 10 MM		MAX 20 MM		MAX 40 MM		AYAKAN	% LOLOS
0	10	0	10	0	5	4,75	0
50	85	30	60	10	40	12	30
100	100	95	100	35	70	19	70
		100	100	95	100	25	90
				100	100	38	100
BAWAH	ATAS	BAWAH	ATAS	BAWAH	ATAS		

Berikut dari hasil table di atas ini bisa di lihat untuk grafik batas gradasi yang ada di bawah ini.



Gambar 3 Grafik Lubang Ayakan Krikil 20mm

Dari percobaan di lab hasil yang digunakan 20mm.

Data Percobaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar Normal

Tabel 7 Berat Jenis Agregat Kasar

Item		Data
berat tempat (keranjang)	(gr)	627
berat sample kering oven (BK)	(gr)	5000
berat sample kering permukaan jenuh + tempat	(gr)	5529
berat sample kering permukaan jenuh = Bj	(gr)	5137
berat sample kering permukaan jenuh dlm air =Ba	(gr)	3074
berat keranjang dalam air	(gr)	

Bulk Sp. GR $= \frac{BK}{BJ-BA} = \frac{5000}{5137-3074} = 2{,}423$

Bulk SSP SP. GR $= \frac{BJ}{BJ-BA} = \frac{5137}{5137-3074} = 2{,}49$

App. SP. GR $= \frac{Bk}{BK-BA} = \frac{5000}{5000-3074} = 2{,}596$

Persentase Absorption $= \frac{BJ-BK}{BK} x\ 100\% = \frac{5137-5000}{5000}\ x\ 100\% = 2{,}74\%$

Data Percobaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar 19 mm"

Tabel 8 Berat Jenis Agregat Kasar 19mm

item		Data
berat tempat (keranjang)	(gr)	627
berat sample kering oven (BK)	(gr)	5000
berat sample kering permukaan jenuh + tempat	(gr)	5529
berat sample kering permukaan jenuh = Bj(3/4")	(gr)	5098
berat sample kering permukaan jenuh dlm air =Ba	(gr)	3058
berat keranjang dalam air	(gr)	

Bulk Sp. GR $= \frac{BK}{BJ-BA} = \frac{5000}{5098-3058} = 2{,}450$

Bulk SSP SP. GR $= \frac{BJ}{BJ-BA} = \frac{5098}{5098-3058} = 2{,}499$

App. SP. GR $= \frac{Bk}{BK-BA} = \frac{5000}{5000-3058} = 2{,}574$

Persentase Absorption $= \frac{BJ-BK}{BK} x\ 100\% = \frac{5098-5000}{5000}\ x\ 100\% = 1{,}96\%$

Data Percobaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar 12,5 mm"

Tabel 9 Berat Jenis Agregat Kasar 12,5mm

item		Data
berat tempat (keranjang)	(gr)	627
berat sample kering oven (BK)	(gr)	5000
berat sample kering permukaan jenuh + tempat	(gr)	5529
berat sample kering permukaan jenuh = Bj(1/2")	(gr)	5100
berat sample kering permukaan jenuh dlm air =Ba	(gr)	3047
berat keranjang dalam air	(gr)	

Bulk Sp. GR $= \frac{BK}{BJ-BA} = \frac{5000}{5100-3047} = 2{,}435$

Bulk SSP SP. GR $= \frac{BJ}{BJ-BA} = \frac{5100}{5100-3047} = 2{,}484$

App. SP. GR $= \frac{Bk}{BK-BA} = \frac{5000}{5000-3047} = 2{,}560$

Persentase Absorption $= \frac{BJ-BK}{BK} x\ 100\% = \frac{5100-5000}{5000}\ x\ 100\% = 2\%$

Data Percobaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar 25,4 mm"

Tabel 10 Berat Jenis Agregat Kasar 25,4mm

item		Data
berat tempat (keranjang)	(gr)	627
berat sample kering oven (BK)	(gr)	5000
berat sample kering permukaan jenuh + tempat	(gr)	5529
berat sample kering permukaan jenuh = Bj(1")	(gr)	5069
berat sample kering permukaan jenuh dlm air =Ba	(gr)	3109
berat keranjang dalam air	(gr)	

Bulk Sp. GR $= \frac{BK}{BJ-BA} = \frac{5000}{5069-3109} = 2{,}551$

Bulk SSP SP. GR $= \frac{BJ}{BJ-BA} = \frac{5069}{5069-3209} = 2{,}586$

App. SP. GR $= \frac{Bk}{BK-BA} = \frac{5000}{5000-3209} = 2{,}644$

Persentase Absorption $= \frac{BJ-BK}{BK} x\ 100\% = \frac{5069-5000}{5000}\ x\ 100\% = 1{,}38\%$

Data Percobaan Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angelles

Tabel 11 Los Angelles

gradasi periksaan		Jumlah Putaran = 500 putaran	
Ukuran saringan		I	
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (b)
76,2 (3'')	63,5 (2 1/2")		
63,5 (2 1/2")	50,8 (2')		
50,8 (2')	36,1 (1 1/2'')		
36,1 (1 1/2'')	25,4 (1'')		
25,4 (1'')	19,0 (3/4'')		
19,0 (3/4'')	12,5 (1/2'')	2500	
12,5 (1/2'')	9,52 (3/8'')	2500	3703
9,52 (3/8'')	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (no. 4)		
4,75 (no. 4)	2,36 (no. 8)		
Jumlah Berat		5000	3703
Berat tertahan saringan No. 12			
Keausan (%)		25,40%	

A = 5000
B = 3703

$$\text{Keausan I} = \frac{A-B}{A} x100\% = \frac{5000-3703}{5000}\ x\ 100\% = 25{,}94\%$$

Data Percobaan Mix Design Metode D.O.E
(28 hari agregat kasar normal)

Daftar isian perencaan campuran beton:

1. Kekuatan Karakteristik

Kuat beton yang diisyaratkan 25MPa, dengan proporsi cacat 5% → k = 1,64

2. Deviasi Standar = 7MPa

Tabel 12 Nilai Deviasi Standar

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Nilai Deiviasi Standar, s (MPa)
Sangat Memuaskan	2,8
Memuaskan	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,0
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

3. Kekuatan Tambahan (k = 1,64 x s)

Tabel 13 Faktor Pengali Deviasi Standar

Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

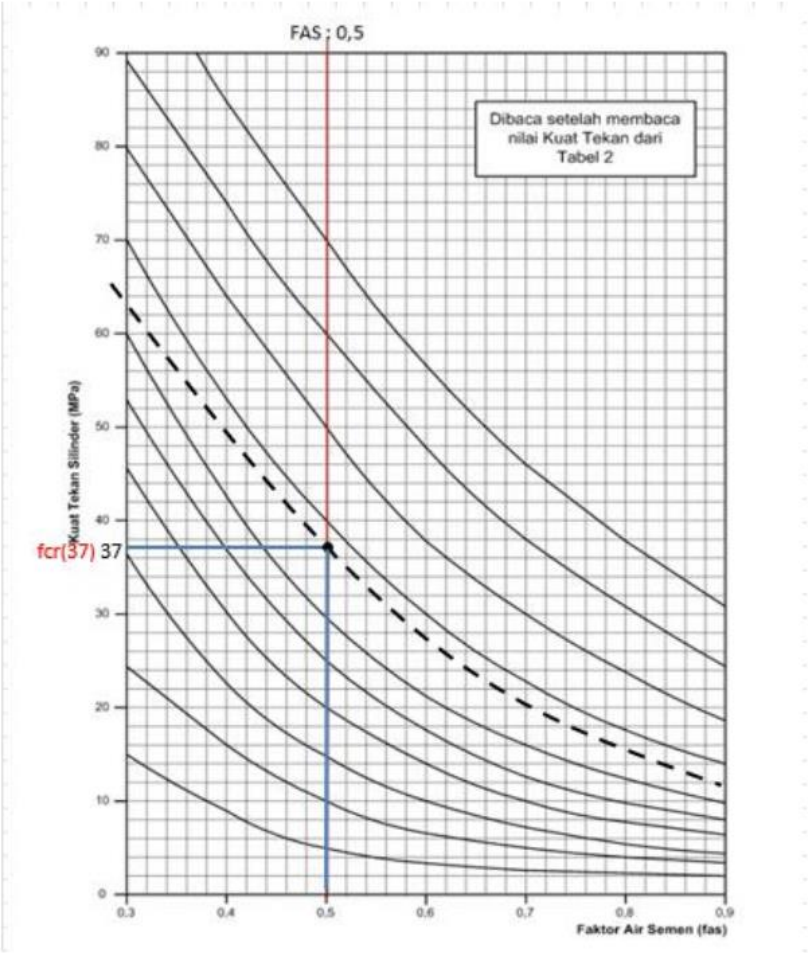
Benda yang dibuat atau diuji < 15, maka dapat langsung ditetapkan nilai margin/nilai tambah adalah 12MPa. Apabila dihitung menurut rumus, M = 1,64 x s = 1,64 x 7 = 11,48 MPa = 12 MPa

4. Target kekuatan rata-rata = f'cr = f'c + M = 25 + 12 = 37 MPa
5. Type semen = Semen Portland I
6. Tipe agregat = kasar
7. F.a.s

Tabel 14 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton

Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan
Factor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis semen … …	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 4 F.A.S

Karena nilai target kekuatan rata-rata (F'cr = 37) maka didapat nilai FAS pada grafik di atas yaitu 0,5.

8. F.a.s yang digunakan 0,5 karena diambil F.a.s terkecil (0,5 < 0,6)

Tabel 15 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Jumlah Semen Maksimum untuk Berbagi Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Lokasi ---	**Jumlah Semen minimum Per m^3 beton (kg)**	**Nilai Faktor Air-Semen Maksimum**
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

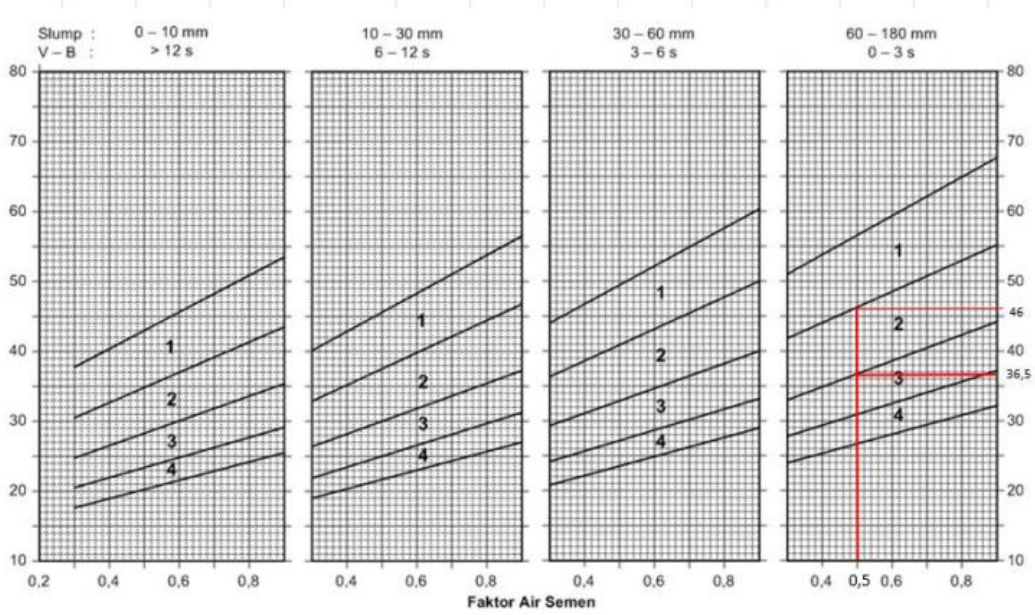
9. Slump atau VB = E10cm (60mm – 180mm)

Ukuran butiran MAX = 20mm (hasil dari pengujian agregat properties)
Kadar air bebas = 205 kg/cm^3
Catatan: bila tipe agregat kasar dan halus berbeda maka perkiraan kadar air dihitung.

Tabel 16 Slump Test

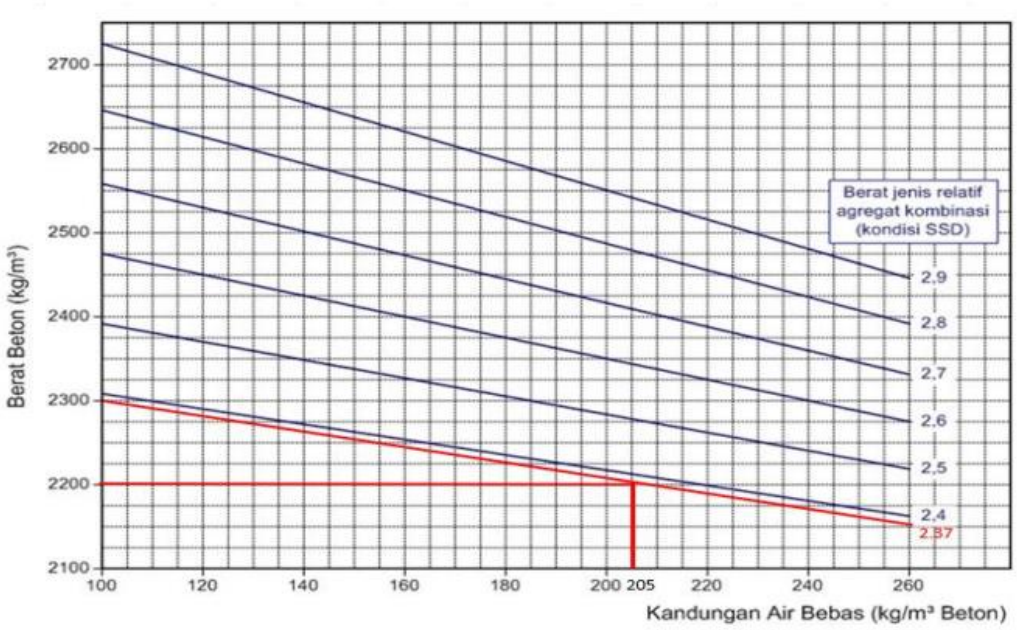
Slump (mm)		0– 10	10–30	30–60	60-180	Keterangan
V. B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 - 3	
Ukuran maks agregat (mm)	Jenis agregate	Kadar air bebas dalam (kg/m^3) beton				
	Alami	150	180	205	225	Wf
10	Batu pecah	180	205	230	250	Wc
	Alami	135	160	180	195	Wf
20	Batu pecah	170	190	210	225	Wc
	Alami	115	140	160	175	Wf
40	Batu pecah	155	175	190	205	Wc

10. Kadar semen
    a. Kadar air bebas/FAS = 410 kg/cm^3
    b. Kadar semen max ketentuan = - kg/m^3
    c. Kadar semen min ketentuan = 275 kg/m^3
    d. Kadar semen digunakan kadar semen paling besar yaitu 410kg/cm^3
    e. Faktor air semen disesuaikan hanya dihitung jika ada perubahan. Kadar semen dari hasil perhitungan menjadi kadar semen maksimum atau minimum maka pada mix design ini Modifikasi F.A.S tidak ada modifikasi karena kadar semen yang dihitung melebihi kadar semen minimal.
11. Susunan besar butir agregat halus: agregat yang digunakan berada pada daerah graadasi 2 (zona).
12. Berat jenis agregat halus = 2,192
    Berat jenis agregat kasar normal = 2,490



Gambar 5 Grafik Faktor Air Semen

Persen agregat halus = (36,5% + 46%)/2 = 41,25%
13. Berat jenis agregat gabungan = (41,25% x 2,192) + ((100% - 41,25%) x 2,49) = 2,367



Gambar 6 Kandungan Air Bebas

14. Kadar agregat gabungan = berat isi beton – kadar semen – kadar air bebas
    = 2200 – 410 – 205 = 1585 kg/m^3
15. Kadar agregat halus = persen agregat halus x kadar agregat gabungan
    = 41,25% x 1585 = 653,8 kg/m^3
16. Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan – kadar agregat halus
    = 1585 – 653,8 = 932,2 kg/m^3
17. Proporsi teoritis
    Sampel benda uji agregat kasar normal = 3 buah
    Angka penyusutan campuaran (10-20%)
    Diketahui:
    Kadar air = 205
    Kadar semen = 410
    Kadar pasir = 653,8 kg/m^3
    Kadar split = 931,2 kg/m^3

    Sampel untuk 3 silinder
    Kemungkinan yang terbuang: 15%
    Diketahui:
    D = 15cm = 150mm = 0,15m
    t = 30cm = 300mm = 0,30m
    V = $3\ x \frac{1}{4}\ x\ \pi$ x d$^2 x\ t$
    = $3\ x \frac{1}{4} x\ 3{,}14\ x\ 0{,}15^2 x\ 0{,}30$
    = 0,0159m^3 + 15% x 0,0159
    = 0,0182m^3

    Di atas merupakan contoh perhitungan mix design agregat normal pada umur 28 hari. Untuk perhitungan mix design pada variasi dan umur hari yang lain, penulis telah mengelompokkan pada table di bawah ini untuk mempermudah melihat perbandingan yang terjadi pada mix design agregat normal dan agregat ukuran seragam.

Tabel 17 Mix Design

No	Variasi	Hari	Fas	Kadar Semen	Bj Agregat Kasar	Bj Agregat Halus	Agregat Kasar	Agregat Halus
1	Normal	28	0,5	410Kg/m3	2,49	2,192	16,947	7,462
2	Normal	14	0,44	465,90Kg/m3	2,49	2,192	16,627	8,479
3	Normal	7	0,42	488Kg/m3	2,49	2,192	16,525	8,881
4	Normal	3	0,34	602,94 Kg/cm3	2,49	2,192	15,619	10,973
5	25,4mm	28	0,5	410Kg/m3	2,586	2,192	15,039	6,519
6	25,4mm	14	0,44	465,90Kg/m3	2,586	2,192	14,52	7,4078
7	25,4mm	7	0,42	488Kg/m3	2,586	2,192	14,724	7,7592
8	25,4mm	3	0,34	602,94 Kg/cm3	2,586	2,192	12,378	9,5867
9	19,0mm	28	0,5	410Kg/m3	2,5	2,192	16,947	7,462
10	19,0mm	14	0,44	465,90Kg/m3	2,5	2,192	17,409	8,479
11	19,0mm	7	0,42	488Kg/m3	2,5	2,192	16,662	8,881
12	19,0mm	3	0,34	602,94 Kg/cm3	2,5	2,192	15,721	10,973
13	12,5mm	28	0,5	410Kg/m3	2,484	2,192	14,689	6,519
14	12,5mm	14	0,44	465,90Kg/m3	2,484	2,192	14,525	7,4078
15	12,5mm	7	0,42	488Kg/m3	2,484	2,192	14,437	7,7592
16	12,5mm	3	0,34	602,94 Kg/cm3	2,484	2,192	13,611	9,5867

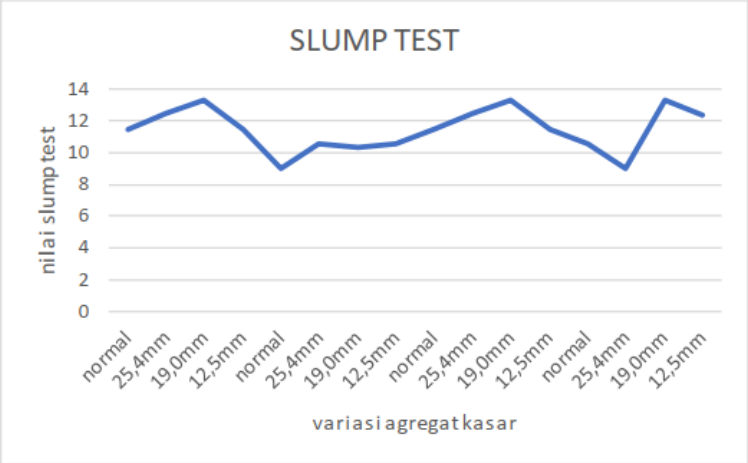
Pembahasan

Dalam penelitian yang dilakukan, terdapat 4 variasi agregat kasar yang berbeda yang dikelompokkan menurut persentase. Hasil slump test yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 18 Hasil Slump Test

Agregat kasar	Hari	Slump Test (Cm)
normal	3	11,5
25,4mm	3	12,5
19,0mm	3	13,3
12,5mm	3	11,4
normal	7	9
25,4mm	7	10,5
19,0mm	7	10,3
12,5mm	7	10,6
normal	14	11,5
25,4mm	14	12,5
19,0mm	14	13,3
12,5mm	14	11,4
normal	28	10,5
25,4mm	28	9
19,0mm	28	13,3
12,5mm	28	12,4

Dari data hasil pengujian slump pada tabel di atas, di mana hasil bervariasi mulai dari yang terendah 9 cm dan yang tertinggi 13,3cm, maka dibuatkan diagram untuk masing-masing variasi campulan beton. Berikut grafik hasil pengujian slump di bawah ini:



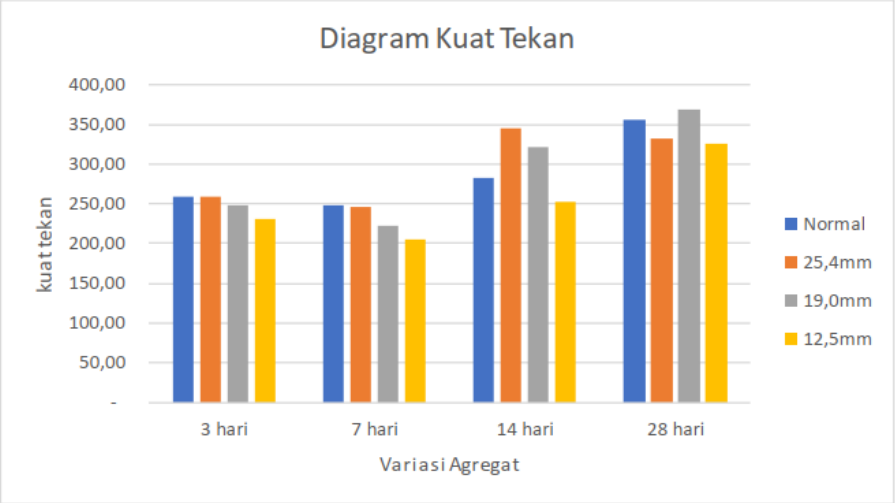
Gambar 7 Grafik *Slump Test*

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

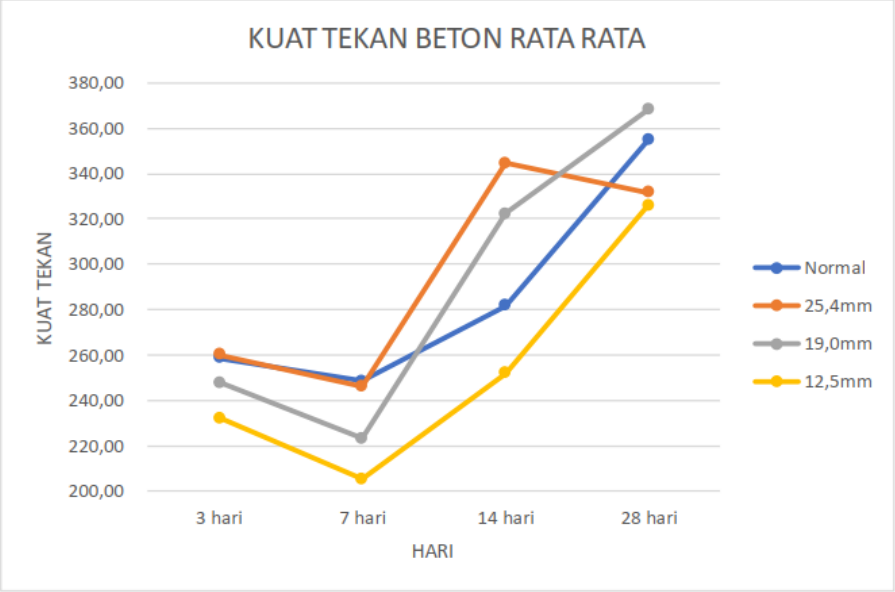
Pada penelitian ini terdapat 4 variasi ukuran agregat kasar yang berbeda, maka akan dikelompokan berdasarkan variasi agregat dan umur beton tersebut, maka akan di lakukan perhitungan rata rata dari masing-masing sample. Hasil kuat tekan masing-masing dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

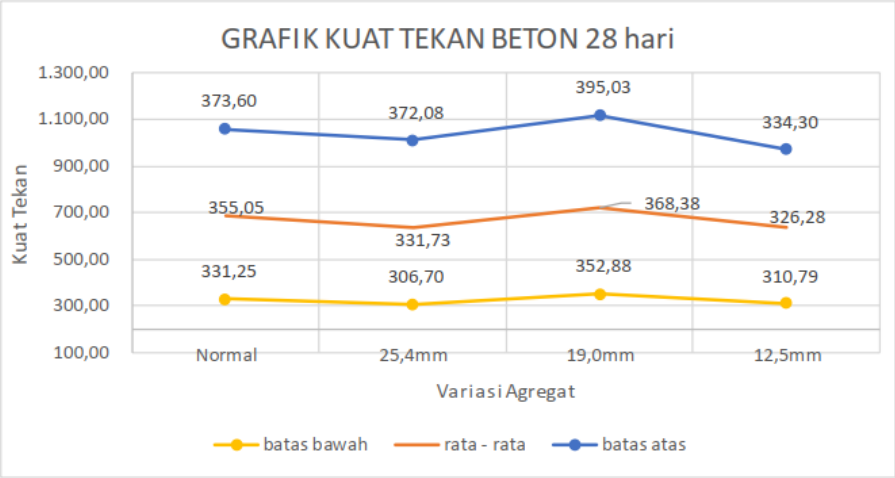
Kuat Tekan beton Rata -Rata (kg/cm²)				
Variasi	**3 hari**	**7 hari**	**14 hari**	**28 hari**
Normal	258,52	248,61	281,72	355,05
25,4mm	260,12	246,07	344,76	331,73
19,0mm	247,68	223,23	322,30	368,38
12,5mm	232,04	205,28	251,96	326,28



Gambar 8 Grafik Diagram Kuat Tekan Beton



Gambar 9 Grafik Kuat Tekan Rata-Rata



Gambar 10 Grafik Kuat Tekan Rata-Rata 28 Hari

Dari diagram 4.12 dan grafik 4.14 diatas menunjukan peningkatan beton mutu dengan mutu beton rencana K300. Maka dapat dilihat dari grafik diatas beton yang menggunakan agregat dengan ukuran butir 19,0 mm memiliki peningkatan kuat tekan yang signifikan dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat berukuran 12,5 mm dan 25,4 mm.

Hal ini menunjukan bahwa pada beton mutu K300 untuk di beton 19,0 mm, beton normal memiliki kuat tekan lebih tinggi di bandingkan dengan beton 12,5 mm dan 25,4 mm.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian, dihasilkan diagram kuat tekan beton dan grafik kuat tekan beton rata-rata hubungan antara umur hari beton terhadap nilai kuat tekan beton. Dapat disimpulkan dari grafik tersebut bahwa beton yang menggunakan agregat dengan ukuran butir 19,0 mm memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat berukuran 12,5 mm dan 25,4 mm. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran butir agregat memengaruhi kuat tekan beton, dengan ukuran butir 19,0 mm menghasilkan performa yang lebih baik dalam hal kuat tekan dibandingkan dengan ukuran butir yang lebih kecil (12,5 mm) atau lebih besar (25,4 mm). Oleh karena itu, untuk mencapai kuat tekan yang optimal, pemilihan ukuran butir agregat menjadi faktor penting dalam desain campuran beton.
2. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton, hasil perbandingan agregat ukuran seragam dan agregat normal menunjukkan bahwa pada kuat tekan beton umur 28 hari beton agregat ukuran seragam divariasi ukuran 19 mm menunjukkan nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan beton agregat normal. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan agregat seragam pada ukuran tertentu memberikan hasil yang lebih baik dalam kuat tekan beton.
3. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton agregat seragam dan beton normal berumur 3, 7 14 dan 28 hari dengan mutu beton minimal yang dihasilkan dari perkalian faktor konversi umur beton dengan rencana mutu beton maka didapatkan hasil kuat tekan beton yang memenuhi mutu beton minimal dan beberapa yang tidak memenuhi.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai pengaruh durasi waktu dan urutan pencampuran agregat agar bisa mendapatkan hasil kuat tekan yang lebih baik lagi mutunya.
2. Untuk penelitian selanjutnya, selalu perhatikan pada tahap perojokan (pemadatan), karena pada tahan ini kepadatan beton sangat berpengaruh dalam menentukan suatu hasil dari kekuatan tekan beton.

3. Cetakan silinder beton sebaiknya diberi oli secukupnya, jangan terlalu banyak karena dapat membuat beton berongga dan tidak rata menjadi licin saat di pegang. Selain itu juga dapat menyebabkan beton segar menjadi lama pengeringannya sebelum dilakukan pengujian. Dan jangan pula terlalu sedikit karena dapat menyebabkan beton menjadi sulit atau tidak dapat dikeluarkan.
4. Harus diperhatikan tempat peletakan benda uji, harus terlidungi dari tetesanair genangan air, jangan terlalu lembab karena dapat berpengaruh dalam kekuatan tekannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (1989). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. SKSNI M-14-1989-F*. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.

Departemen Pekerjaan Umum. 1990a. *Metode Pengujian tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI 03-1968-1990)*. Bandung.

Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton.Yogyakarta*: Penerbit Andi.

Murdock, L.J.,L.M.Brock, dan Stephanus Hendarko., *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga, 1991.

Nugraha, Paul. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Obla, K., Kim, H., dan Lobo, C. 2007. *Effect of Continuous (Well Graded) Combined Aggregate Grading of Concrete Performance*.

SNI. 03-1749-1990, *Besar Butir Agregat Untuk Aduk Dan Beton. Dewan Standarisasi Nasional - Dsn, Departemen Perindustrian.*

SNI 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa.* Badan Standarisasi Nasional.

SK SNI T-28-1991-03. *Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton Departemen Pekerjaan Umum.* Bandung: Yayasan LPMB.

Standar SK SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Yayasan LPMB. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung: 1991.

SNI 1974:2011; *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Sumajouw, Marthin D. J, Servie, Reky S. *Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi*, Jurnal Ilmiah Media Engineering (2014)