

KAJIAN KUAT TEKAN BETON METODE KEPADATAN MAKSIMUM DENGAN VARIASI UKURAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Novlia Aneta¹⁾, H. M. Shalahuddin²⁾, H. Gussyafri²⁾
¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
Email : anetanovlia@yahoo.com

ABSTRACT

Concrete as a construction material is very important to continue to develop, increase the strength of concrete is one of the main factors of concrete technology development, to increase the strength of concrete can be done by several methods. This study aimed to compare the strength of concrete methods SNI with maximum density method with fine aggregate size variations. The conclusion is the compressive strength of the concrete method of maximum density without the 0.075 mm sieve fraction larger, ie 35.02 MPa compressive strength of concrete while the ISO method is 31.16 MPa, the compressive strength of the concrete method of maximum density fractions of 27.11 MPa complete, robust The maximum density of concrete methods without the 0.25 mm sieve fractions of 30.48 MPa, and the method of maximum density without the 0.15 mm sieve fraction that is equal to 34.49 MPa.

Keywords: Aggregates, Concrete Compressive Strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar, bahan perekat semen portland dan air dengan atau tanpa bahan tambahan sesuai dengan kebutuhan. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jalan, jembatan, dll. Beton dapat dibentuk sesuai dengan keinginan, mudah dalam perawatannya, mampu menerima gaya tekan dengan baik, dan beton juga bernilai ekonomis.

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat

inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan. Metode variasi gradasi kepadatan maksimum adalah pengembangan dari metode variasi gradasi SNI. Pada metode variasi gradasi kepadatan maksimum, agregat tidak dibedakan menjadi agregat kasar dan halus, melainkan membedakan sesuai dengan ukuran butirannya sehingga terciptalah gradasi yang padat. Dulu dianggap bahwa gradasi terbaik adalah yang tersusun sepadat mungkin, dengan rongga udara mendekati nol. Asumsinya adalah bahwa gradasi yang semakin padat akan menghasilkan beton yang lebih baik dan ekonomis, akan tetapi gradasi yang padat tersebut belum tentu

gradasi yang ideal juga (Paul Nugraha dan Antoni,2007).

Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian terhadap pengaruh variasi gradasi metode kepadatan maksimum dengan memvariasi gradasi lengkap, variasi gradasi tanpa agregat lolos saringan 0,25 mm, variasi gradasi tanpa agregat lolos saringan 0,15 mm dan variasi gradasi tanpa agregat lolos saringan 0,075 mm.

BATASAN MASALAH

Masalah yang akan diteliti adalah pengaruh keberadaan material halus (lolos saringan 0,25 mm atau lolos saringan 0,15 mm atau lolos saringan 0,075 mm) pada campuran beton maka perlu dilakukan kajian disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan dan tanpa menggunakan material halus.

Sedangkan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tinjauan aspek *workability* beton dengan meninjau nilai *slump*-nya.
2. Tinjauan karakteristik beton (berat volume beton basah dan berat volume beton kering)
3. Uji kuat tekan beton pada umur 28 hari
4. Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan adalah 0,4

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai kuat beton tanpa penambahan kadar semen tetapi melalui variasi gradasi dengan dan tanpa menggunakan material halus, melalui :

1. Membuat disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan gradasi sempurna,
2. membuat disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan gradasi tanpa material lolos saringan 0,250 mm,
3. membuat disain campuran beton metode kepadatan maksimum

dengan gradasi tanpa material lolos saringan 0,150 mm,

4. membuat disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan gradasi tanpa material lolos saringan 0,075 mm, dan
5. membuat disain campuran beton metode SNI-03-2834-2000 sebagai pembanding.

MANFAAT PENELITIAN

Sedangkan Manfaat dari Penelitian ini adalah :

1. Dapat memahami dan menerapkan hasil dari penelitian ini dalam dunia luar.
2. Dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian beton yang lebih lanjut.

LANDASAN TEORI

Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847-2002).

Material Penyusun Beton

- Semen Portland
- Agregat
 - Agregat Kasar
 - Agregat Halus
- Air

Keuntungan Dan Kerugian Beton

Keuntungan Beton

1. Mudah Dicitak,
2. Ekonomis,
3. Awet Dan Tahan Lama,
4. Tahan Api,
5. Energi Efisien,
6. Dapat Dicor Di Tempat, dan
7. Bentuknya Indah

Kerugian Beton

1. Mempunyai Kuat Tarik Yang Rendah,

2. Beton Segar Mengerut Saat Pengerinan, Beton Keras Mengembang Jika Basah,
3. Sulit Untuk Kedap Air Secara Sempurna, dan
4. Bersifat Getas

Sifat-Sifat Beton

1. Rangkak (*Creep*),
2. Susut (*shrinkage*),
3. Kekuatan Tekan,
4. Kekuatan Tarik,
5. Kekuatan Geser,
6. Kemudahan Pengerjaan (*workability*),
7. Pemisahan Kerikil (*Segregation*), dan
8. *Bleeding*

Pengujian Beton

1. Uji Slump, dan
2. Uji Kuat Tekan

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan Campuran Beton Metode SNI-03-2834-2000

Adapun untuk menentukan proposi bahan baku menurut SNI-03-2834-2000 adalah sebagai berikut :

- Langkah 1 : Menentukan kuat tekan karakteristik rencana pada umur 28 hari
- Langkah 2 : Menentukan nilai deviasi standar

Tabel 1.1 Mutu Pelaksanaan diukur dengan deviasi standar.

Isi Pekerjaan	Deviasi standar MPa			
	Volume beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < s < 5,5	5,5 < s < 6,5	6,5 < s < 8,5
Sedang	1000-3000	3,5 < s < 4,5	4,5 < s < 5,5	6,5 < s < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < s < 3,5	3,5 < s < 4,5	4,5 < s < 5,5

Tabel 1.2 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersisa kurang dari 30 buah.

Jumlah Pengujian Kurang Dari 15	Fanktor Pengali Deviasi Standar Liat Butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00

Tabel 1.3 Kuat tekan rata-rata perlu, Jika tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Persyaratan Kuat Tekan MPa	Kuat tekan rata-rata perlu MPa
Kurang dari 21	Fc + 7.0
21 sampai dengan 35	Fc + 8.5
Lebih dari 35	Fc + 10.0

Sumber: SNI-03-2834-1993

- Langkah 3 : Menentukan kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai.
- Langkah 4 : Menentukan Jenis semen yang digunakan
- Langkah 5 : menentukan jenis agregat kasar dan halus
- Langkah 6 : Menentukan faktor air semen (FAS).
- Langkah 7 : Menentukan perbandingan air semen maksimum
- Langkah 8: Menentukan nilai slump

Tabel 1.4 Nilai Slump Untuk Berbagai Pekerjaan Beton.

Pekerjaan konstruksi	Nilai slump (cm)	
	Maksi mum	Mini mum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Sumber: PBI-1971

- Langkah 9 : Menentukan kadar air bebas

Tabel 1.5 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan

Ukuran maksimum agregat	Jenis agregat kasar	Berat Air (kg/m^3) untuk			
		Nilai Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10 mm	Tidak dipecah	150	180	205	225
	Dipecah	180	205	230	250
20 mm	Tidak dipecah	135	160	180	195
	Dipecah	170	190	210	225
40 mm	Tidak dipecah	115	140	160	175
	Dipecah	155	175	190	205

- Langkah 10 : Menentukan kadar semen
- Langkah 11: Menentukan kadar air semen maksimum
- Langkah 12 : Menentukan kadar air semen minimum

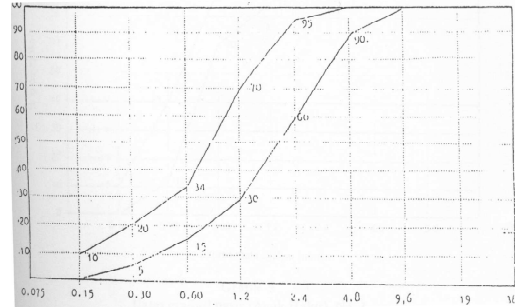
Penentuan kadar semen minimum ini bila tidak ditetapkan, dapat diperoleh pada Tabel 1.6

Tabel 1.6 Penentuan kadar semen minimum ini bila tidak ditetapkan

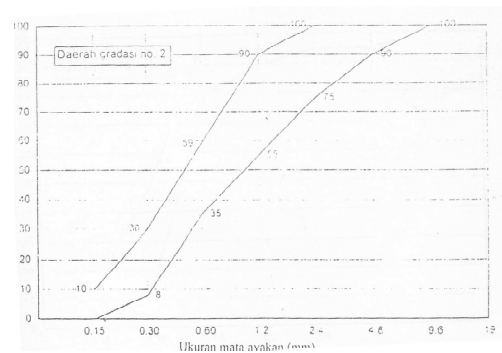
lokasi	Jumlah semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan berganti - ganti	325	0,55

- Langkah 13 : Menentukan faktor air semen yang disesuaikan

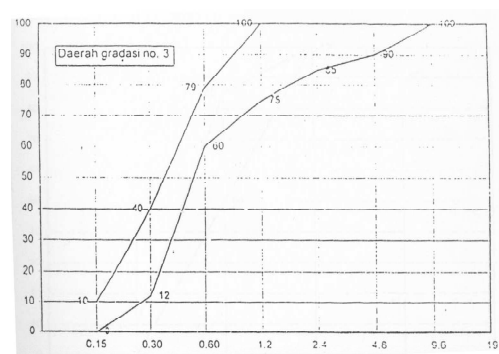
- Langkah 14 : Menentukan zona susunan gradasi agregat halus.



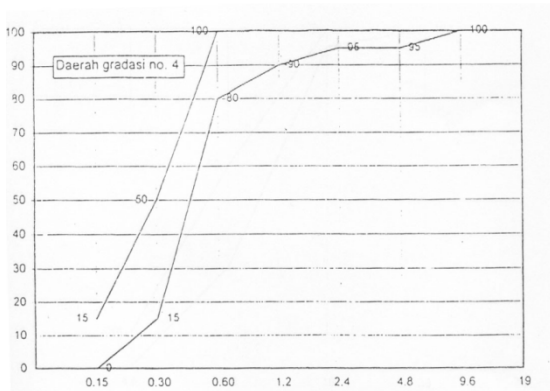
Gambar 1.1 susunan gradasi butiran pasir zona 1



Gambar 1.2 susunan gradasi butiran pasir zona 2



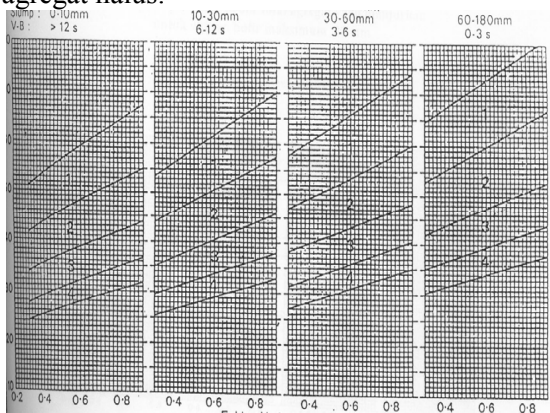
Gambar 1.3 susunan gradasi butiran pasir zona 3



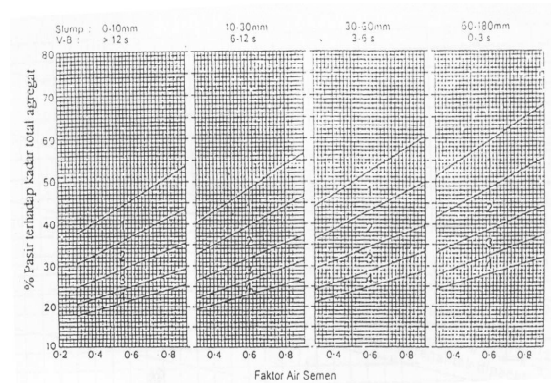
Gambar 1.4 susunan gradasi butiran pasir zona 4

- Langkah 15 : Menentukan persentase fraksi pasir halus.

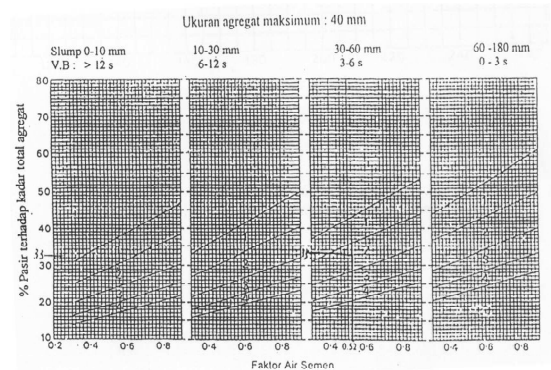
Penentuan prosentase kebutuhan agregat halus dapat digunakan grafik pada Gambar 1.5 s/d 1.7 Untuk dapat membaca grafik tersebut dan memperoleh prosentase kebutuhan pasir, maka diperlukan data ukuran agregat maksimum, faktor air semen, nilai slump, dan daerah susunan butir agregat halus.



Gambar 1.5 gambar Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butiran Maksimum 10 mm.



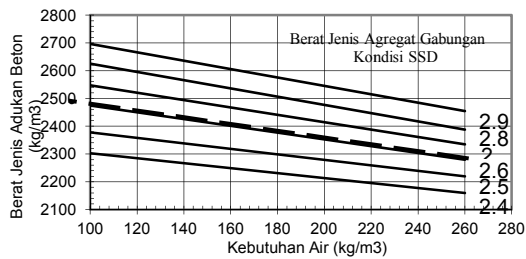
Gambar 1.6 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butiran Maksimum 20 mm.



Gambar 1.7 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butiran Maksimum 40 mm

- Langkah 16 : Menentukan berat jenis relatif agregat.
- Langkah 17 : Menentukan berat jenis beton.

Perkiraan berat jenis beton data diperoleh dengan menggunakan grafik dari Gambar 1.8 dan disesuaikan dengan kadar air bebas dan berat jenis relatif gabungan.



Gambar 1.8 Perkiraan Berat Jenis Beton Basah Yang Dimampatkan Secara Penuh.

- Langkah 18 : Menentukan kandungan agregat gabungan
- Langkah 19 : menentukan kandungan agregat halus.
- Langkah 20 : menentukan kandungan agregat kasar

Perencanaan Campuran Beton Metode Kepadatan Maksimum

Menurut Abrahm (1918) dalam buku Gurcharan Singh 1978 Theory and Design On R.R.C Structures , hubungan kekuatan beton hanya atas perbandingan air dengan semen (*w/c ratio*) yang hal ini juga mempengaruhi kemudahan kerja (*workable*) Pencampuran beton dengan *maximum density method*, dalam metoda ini agregat kasar dan agregat halus diasumsikan sebagai kubus yang mengisi suatu volume (Mr. Abrahm). Abrahm memberikan formula untuk memperoleh gradasi menerus yang akan memberikan kepadatan tinggi.

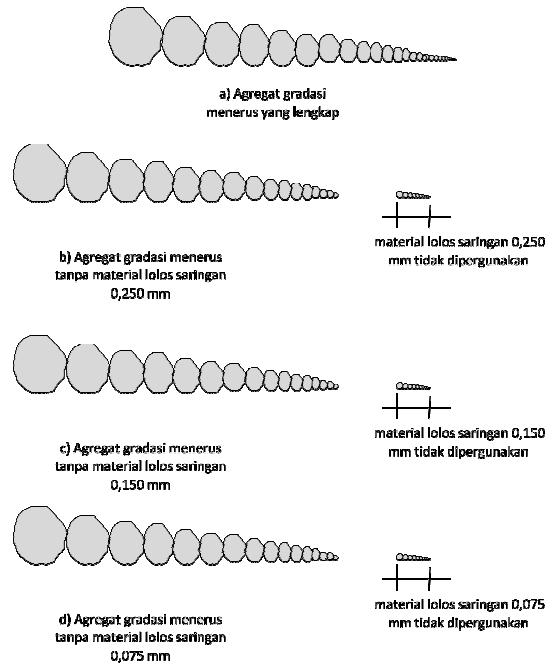
$$M = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^{1/2}$$

dimana :

d = ukuran agregat yang ditinjau (mm)

D = ukuran maksimum agregat kasar (mm)

M = persentase lolos.



Gambar 1.9 Ilustrasi agregat yang dipergunakan

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau.

Bahan Penelitian

1. Air
2. Semen
3. Agregat Halus, dan
4. Agregat Kasar

Peralatan

1. Ayakan
2. Timbangan
3. Gelas Ukur
4. Piknometer

5. Jangka sorong
6. *Mould*
7. Oven
8. Mesin Aduk Beton
9. Kerucut Abrams
10. Cetakan Beton
11. Mesin Uji Tekan

Pemeriksaan Agregat Halus dan Agregat Kasar

1. Berat Volume
2. Analisa Saringan
3. Kadar Air
4. Analisa *Spesific Grafity* dan Penyerapan

Perencanaan Campuran

1. Perencanaan Campuran Beton Metode SNI
2. Perencanaan Campuran Beton Metode Kepadatan Maksimum

Pengadukan Beton

Pengadukan beton adalah proses pencampuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, pasir, kerikil, dan air dalam perbandingan yang telah ditentukan. Pengadukan dilakukan dengan metode SNI dan metode kepadatan Maksimum dengan menggunakan *concrete mixer*.

Pemeriksaan Slump Beton

Menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton basah/segar.

Persiapan Dan Pembuatan Benda Uji

Tujuan: Membuat benda uji untuk pemeriksaan kekuatan beton.

Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Tujuan: Mencegah Pengeringan Yang Bisa Menyebabkan Kehilangan Air Yang Dibutuhkan Untuk Pengerasan Beton.

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Tujuan: Menentukan Kekuatan Tekan Beton Berbentuk Kubus Yang Dibuat Dan Dirawat Di Laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Campuran Beton Normal (*Mix Design*) menggunakan metode SNI.

Adapun perhitungan rencana campuran beton normal disajikan pada Tabel 1.7

Tabel 1.7 Perencanaan Campuran Beton Dengan Metode SNI

PENETAPAN VARIABEL PERENCANAAN			
1	Standardevisi (s)	7	MPa
2	Nilaitambah (k = 1.64)	11.48	MPa
3	Kuattekan rata-rata yang ditargetkan	25	MPa
4	Jenis semen	PCC	
5	Jenis Kerikil	Batualami	
6	Jenis pasir	Pasiralami	
7	Faktor Air semen bebas	0.40	
8	faktor Air semen maksimum	0.60	
9	Nilai Slump	60-180	mm
10	Ukuranmaksimumbutiranagregat	25	mm
11	Kadar air bebas	190	kg
12	Kadar Semen	475	kg
13	Kadar semen maksimum		kg
14	Kadar semen minimum	275	kg
15	Gradasi FA	Zone 3	
16	Persentase FA	32.38	%
17	Beratjenis relative (ssd) agr.(gab)	2.63	
18	BeratJenisBeton	2385	kg/m ³
19	Kadar AgregatGabungan	1720	kg/m ³
20	Kadar FA	556.936	kg/m ³
21	Kadar CA	1163.06	kg/m ³
KOREKSI BERAT BAHAN			
22	Kadar air FA terhadapkondisissd	1.22	%
23	Kadar air CA terhadapkondisissd	-0.64	%
24	Kelebihan/kekurangan air dalam FA	6.79	kg
25	Kelebihan/kekurangan air dalam CA	-7.48	kg
KOMPOSISI AKHIR UNTUK 1M3 BETON			
34	Semen	475	kg
35	Air	190.69	kg
36	FA	563.72	kg
37	CA	1155.59	kg
KOMPOSISI BETON UNTUK KUBUS 15X15X15 CM			
34	kubus 15x15x15 cm	5.000	bh
35	volume kubus	0.0034	
36	total volume	0.0203	
37	dilebihkan 30 %	0.0219	

Dari Tabel 1.7 perencanaan campuran beton metode SNI maka didapatlah kebutuhan akhir benda uji, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{komposisi semen untuk } 1 \text{ m}^3 \times \\ &\text{volume kubus setelah dilebihkan} \\ &30\% \\ &= 475 \text{ kg} \times 0.0219 = 10.42 \text{ kg} \end{aligned}$$

Air = komposisi air untuk 1 m³ x volume kubus setelah dilebihkan 30% = 190.69 kg x 0.0219 = 4.18 kg

FA = komposisi FA untuk 1 m³ x volume kubus setelah dilebihkan 30% = 563.72 kg/M³ x 0.0219 = 25.35 kg

CA = komposisi CA untuk 1 m³ x volume kubus setelah dilebihkan 30% = 1155.59 kg/M³ x 0.0219 = 52.32 kg

Untuk hasil perhitungan kebutuhan benda uji dapat di lihat pada Tabel 1.8

Tabel 1.8 Kebutuhan Benda Uji

NO	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Semen	10.42	kg
2	Air	4.18	kg
3	FA	12.37	kg
4	CA	25.35	kg
Jumlah		52.32	kg

Perencanaan Campuran Beton Normal (Mix Design) menggunakan metode kepadatan Maksimum.

Untuk kebutuhan benda uji pada metode kepadatan maksimum menggunakan agregat benda uji metode SNI yang tidak dikoreksi dapat dilihat pada Tabel 4.3 bagian penetapan variabel perencanaan , perhitungan kebutuhan benda uji pada metode kepadatan maksimum sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Agregat} &= (\text{Kadar FA} + \text{kadar CA}) \times \text{volume kubus setelah dilebihkan 30\%} \\ &= (556.936 \text{ kg/M}^3 + 1163.06) \\ &\text{kg/M}^3 \times 0.0219 \\ &= 37.73 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan perencanaan campuran metode kepadatan maksimum dapat di lihat pada Tabel 1.9

Tabel 1.9 Perencanaan Campuran Metode Kepadatan Maksimum

NO	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Semen	10.42	kg
2	Air	4.18	kg
3	Agregat	37.73	kg
Jumlah		52.32	kg

Pada metode kepadatan maksimum agregat tidak dibedakan menjadi agregat kasar dan halus, melainkan membedakan sesuai ukuran butirnya, adapun cara menentukan persentase kumulatif lolos saringan yaitu menggunakan rumus :

$$M = 100 \left[\frac{d}{D} \right]^{1/2}$$

Dimana :

d = ukuran agregat yang ditinjau (mm)

D = ukuran maksimum agregat kasar (mm)

M = persentase lolos

Contoh perhitungan:

Saringan 25.4 mm:

$$M = 100 \left[\frac{25.4}{25.4} \right]^{1/2} = 100 \%$$

Saringan 19.5 mm:

$$M = 100 \left[\frac{19.5}{25.4} \right]^{1/2} = 87.62 \%$$

Saringan 16mm:

$$M = 100 \left[\frac{12.5}{25.4} \right]^{1/2} = 70.15 \%$$

Untuk hasil perhitungan persentase saringan yang lengkap digunakan saringan dengan nomor saringan yang lengkap yaitu mulai dari saringan no. 1” sampai dengan no. 200”, sedangkan untuk persentase saringan tanpa lolos saringan 0,25 mm nomor saringan no. 60” sampai no. 200” tidak digunakan, untuk persentase saringan tanpa lolos saringan 0,15 mm nomor saringan no. 100” dan no. 200” tidak digunakan, sedangkan untuk persentase tanpa lolos saringan 0,075 mm tidak menggunakan no saringan 200”, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.20

Tabel 1.20 Gradasi Agregat Lolos Saringan

Saringan	Persentase lolos yang lengkap	Persentase lolos tanpa lolos saringan 0,25 mm	Persentase lolos tanpa lolos saringan 0,15 mm	Persentase lolos tanpa lolos saringan 0,075 mm
1"	25.4	100.00	100.00	100.00
3/4 "	19.5	87.62	87.62	87.62
1/2 "	12.5	70.15	70.15	70.15
3/8 "	9.5	61.16	61.16	61.16
1/4 "	6.25	49.60	49.60	49.60
no. 4	4.75	43.24	43.24	43.24
no. 8	2.36	30.48	30.48	30.48
no. 16	1.18	21.55	21.55	21.55
no. 30	0.59	15.24	15.24	15.24
no. 60	0.25	9.92	9.92	9.92
no. 100	0.15	7.68		7.68
no. 200	0.075	5.43		

Dari Tabel 1.20 telah didapat persentase lolos dari setiap saringan, selanjutnya untuk menentukan persentase agregat tertahan setiap saringan, menghitung agregat tertahan dengan selisih kumulatif dari setiap ukuran agregatnya.

Contoh perhitungan :

- Saringan 25.4mm: $100 - 100 = 0 \%$
- Saringan 19.5mm : $100 - 87.62 = 12.38 \%$
- Saringan 16mm : $87.62 - 70,15 = 17,47 \%$

Untuk perhitungan persentase tertahan saringan lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.21:

Tabel 1.21 Gradasi Agregat Tertahan Saringan

Saringan	Persentase Fraksi Tertahan Saringan Lengkap (%)	Persentase Fraksi Tertahan Saringan 0,25 mm (%)	Persentase Fraksi Tertahan Saringan 0,15 mm (%)	Persentase Fraksi Tertahan Saringan 0,075 mm (%)
1"	25.4	0.00	0.00	0,00
3/4"	19.5	12.38	12.38	12,38
1/2"	12.5	17.47	17.47	17,47
3/8"	9.5	8.99	8.99	8,99
1/4"	6.25	11.55	11.55	11,55
No. 4	4.75	6.36	6.36	6,36
No. 8	2.36	12.76	12.76	12,76
No. 16	1.18	8.93	8.93	8,93
No. 30	0.590	6.31	6.31	6,31
No. 60	0.25	5.32		5,32
No. 100	0.15	2.24		2,24
No. 200	0.075	2.25		
Pan	0	5.43		
Total		100.00	84.76	90,08
				92,31

agar persentasenya menjadi 100 % maka :

1. Agregat tanpa fraksi lolos saringan 0,25 mm

$$\frac{100}{\text{total agregat tertahan}} = \frac{100}{84,76} = 1,18$$
2. Agregat tanpa fraksi lolos saringan 0,15 mm

$$\frac{100}{\text{total agregat tertahan}} = \frac{100}{90,08} = 1,11$$
3. Agregat tanpa fraksi lolos saringan 0,075 mm

$$\frac{100}{\text{total agregat tertahan}} = \frac{100}{92,32} = 1,08$$

Nilai 1,18 menjadi faktor pengali untuk persentase tertahan saringan tanpa fraksi lolos saringan 0,25 mm, nilai 1,11 menjadi faktor pengali untuk persentase tertahan saringan tanpa fraksi 0,15 mm, sedangkan nilai 1,08 menjadi faktor pengali untuk persentase tertahan saringan tanpa fraksi 0,075 mm.

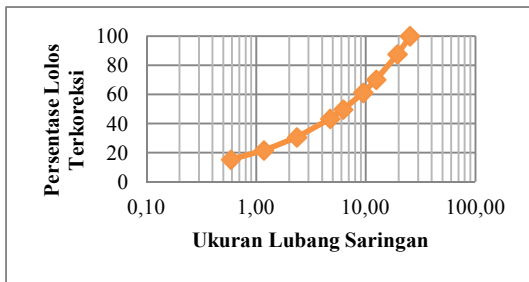
Contoh perhitungan :

1. Saringan 19,5 mm : $1,18 \times 12,38 = 14,61$
2. Saringan 16 mm : $1,18 \times 17,47 = 20,61$

Untuk hasil dari koreksi persentase tertahan saringan lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.22

Tabel 1.22 Gradasi Agregat Tertahan Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0.25 mm (Terkoreksi)

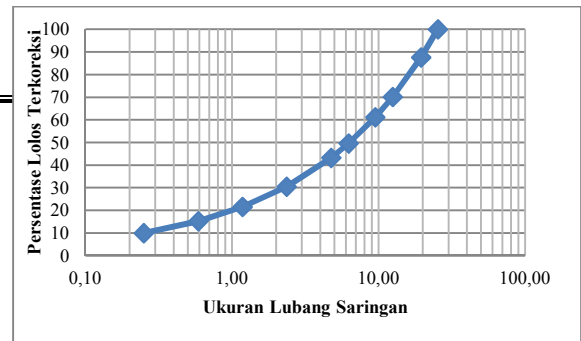
Saringan	Persentase tertahan saringan			Persentase Kumulatif
	No	Ukuran lubang (mm)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,25 (%)	
1"	25.4	0.00	0.00	0,00
3/4"	19.5	12.38	14.61	14,61
1/2"	12,5	17,47	20,61	35,22
3/8"	9,5	8,99	10,61	45,83
1/4"	6,25	11,55	13,63	59,46
No. 4	4,75	6,36	7,50	66,96
No. 8	2,36	12,76	15,06	82,02
No. 16	1,18	8,93	10,53	92,55
No. 30	0,59	6,31	7,45	100
No. 60	0,25			
No. 100	0,15			
No. 200	0,075			
Pan	0			
Total		84,76	100,00	



Gambar 1.10 Grafik Persentase lolos terkoreksi tanpa fraksi Lolos Saringan 0,25 mm

Tabel 1.23 Gradasi Agregat Tertahan Saringan Tanpa Fraksi 0,15 mm (Terkoreksi)

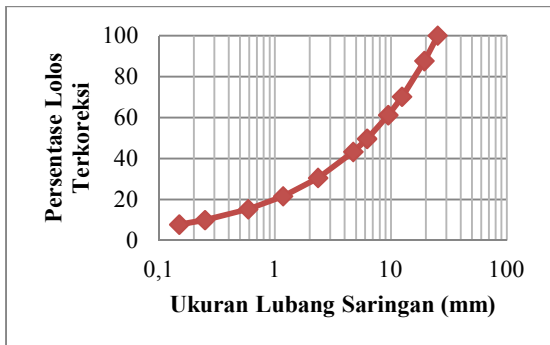
Saringan	Persentase tertahan saringan			Persentase Kumulatif	Persentase lolos terkoreksi
	No	Ukuran lubang (mm)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 (%)		
1"	25.4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,5	12,38	13,74	13,74	87,62
1/2"	12,5	17,47	19,39	33,13	70,15
3/8"	9,5	8,99	9,99	43,12	61,16
1/4"	6,25	11,55	12,82	55,94	49,60
No. 4	4,75	6,36	7,06	63	43,24
No. 8	2,36	12,76	14,17	77,17	30,48
No. 16	1,18	8,93	9,91	87,08	21,55
No. 30	0,59	6,31	7,01	94,09	15,24
No. 60	0,25	5,32	5,91	100	9,92
No. 100	0,15	90,08	100,00		



Gambar 1.11 Grafik Persentase lolos terkoreksi tanpa fraksi lolos saringan 0,15 mm

Tabel 1.24 Gradasi Agregat Tertahan Saringan Tanpa Fraksi 0,075 mm (Terkoreksi)

No	Ukuran lubang (mm)	Persentase tertahan saringan		Persentase Kumulatif	Persentase lolos terkoreksi (%)
		Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075m m (%)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075 mm terkoreksi (%)		
1"	25.4	0,00	0,00	0,00	100.0
3/4"	19.5	12,38	13,41	13,41	87.62
1/2"	12.5	17,47	18,92	32,33	70.15
3/8"	9,5	8,99	9,74	42,07	61.16
1/4"	6.25	11,55	12,51	54,58	49.60
No. 4	4.75	6,36	6,89	61,47	43.24
No. 8	2.36	12,76	13,83	75,3	30.48
No. 16	1.18	8,93	9,67	84,97	21.55
No. 30	0.59	6,31	6,84	91,81	15.24
No. 60	0.25	5,32	5,76	97,57	9.92
No. 100	0.15	2,24	2,42	100	7.68
Total		92,32	100		



Gambar 1.12 Grafik Persentase lolos terkoreksi tanpa fraksi lolos saringan 0,075 mm

Langkah selanjutnya mendapatkan berapa agregat yang akan dibutuhkan dengan cara nilai persentase agregat tertahan dikali dengan jumlah agregat gabungan pada Tabel 4.5, sehingga didapatlah jumlah agregat sesuai dengan gradasi dalam bentuk kilogram (kg). Contoh perhitungan untuk metode kepadatan maksimum gradasi lengkap untuk 5 sampel kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm

$$\text{Saringan } 19.5 \text{ mm: } \frac{12.38}{100} \times 37.73 \text{ kg} = 4.67 \text{ kg}$$

$$\text{Saringan } 16 \text{ mm: } \frac{17.47}{100} \times 37.73 \text{ kg} = 6.59 \text{ kg}$$

Hasil dari perhitungan kebutuhan agregat gradasi lengkap lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.25

Tabel 1.25 Kebutuhan Agregat Kepadatan Maksimum Gradasi Lengkap

Saringan	Ukuran lubang (mm)	Persentase Tertahan Saringan Lengkap (%)	Fraksi Lengkap	Kebutuhan agregat fraksi lengkap (kg)
1"	25.4	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.5	12.38	12.38	4.67
1/2"	12.5	17.47	17.47	6.59
3/8"	9.5	8.99	8.99	3.39
1/4"	6.25	11.55	11.55	4.36
No. 4	4.75	6.36	6.36	2.40
No. 8	2.36	12.76	12.76	4.82
No. 16	1.18	8.93	8.93	3.37
No. 30	0.590	6.31	6.31	2.38
No. 60	0.25	5.32	5.32	2.01
No. 100	0.15	2.24	2.24	0.84
No. 200	0.075	2.25	2.25	0.85
pan	0	5.43	5.43	2.05
total		100.00	100.00	37.73

Tabel 1.26 Kebutuhan Agregat Kepadatan Maksimum Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0.25 mm.

Saringan	Ukuran lubang (mm)	Persentase Tertahan Lolos (%)	Fraksi Tanpa Saringan	Kebutuhan agregat fraksi Tanpa Lolos Saringan 0,25 (kg)
1"	25.4	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.5	14.61	14.61	5.51
1/2"	12.5	20.61	20.61	7.78
3/8"	9.5	10.61	10.61	4.00
1/4"	6.25	13.63	13.63	5.14
No. 4	4.75	7.50	7.50	2.83
No. 8	2.36	15.06	15.06	5.68
No. 16	1.18	10.53	10.53	3.97
No. 30	0.590	7.45	7.45	2.81
No. 60	0.25			
No. 100	0.15			
No. 200	0.075			
pan	0			
total		100.00	100.00	37.73

Tabel 1.27 Kebutuhan Agregat Kepadatan Maksimum Gradasi Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 mm.

Saringan		Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 mm	
No	Ukuran lubang (mm)	Persentase Fraksi Saringan terkoreksi (%)	Kebutuhan agregat Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 terkoreksi (kg)
1"	25.4	0,00	0,00
3/4"	19.5	13,74	5,18
1/2"	12.5	19.39	7.31
3/8"	9.5	9.99	3.77
1/4"	6.25	12.82	4.84
No. 4	4.75	7,06	2,66
No. 8	2.36	14,17	5,35
No. 16	1.18	9,91	3,74
No. 30	0.59	7,01	2,64
No. 60	0.25	5,91	2,23
total		100,00	37,73

Tabel 1.28 Kebutuhan Agregat Kepadatan Maksimum Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075 mm.

Saringan		Tanpa fraksi lolos saringan 0,075mm	
No	Ukuran lubang (mm)	Persentase Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075mm terkoreksi (%)	Kebutuhan agregat Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075mm terkoreksi (kg)
1"	25.4	0,00	0,00
3/4"	19.5	13,41	5,06
1/2"	12.5	18,92	7,14
3/8"	9.5	9,74	3,67
1/4"	6.25	12,51	4,72
No. 4	4.75	6,89	2,60
No. 8	2.36	13,83	5,22
No. 16	1.18	9,67	3,65
No. 30	0.59	6,84	2,58
No. 60	0.25	5,76	2,17
No. 100	0.15	2,42	0,91
total		100,00	37,73

Perbandingan Analisa Saringan

Faktor pengali untuk mencari persentase lolos saringan agregat gabungan metode SNI yaitu untuk pasir 0.3238 dan krikil 0.6762.

Contoh perhitungan untuk saringan 25.4 pasir dan krikil

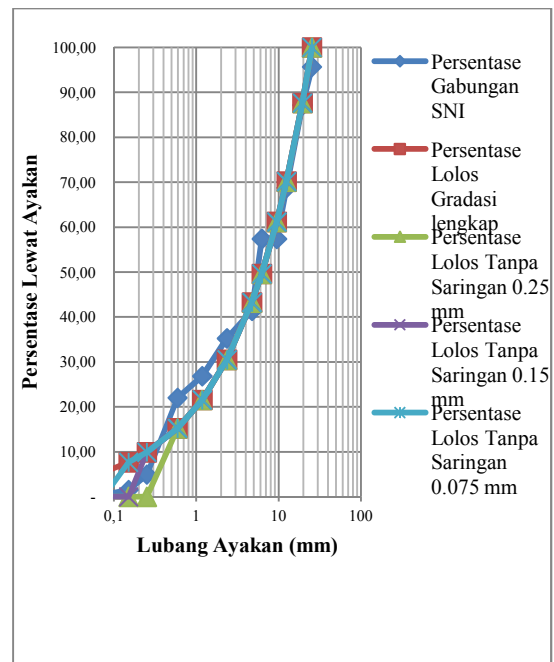
- Saringan 25.4 mm pasir = $100 \times 0.3238 = 32.38$
- Saringan 25.4 mm krikil = $93.59 \times 0.6762 = 63.29$

- Jumlah persentase gabungan saringan 25.4 mm = $32.38 + 63.29 = 95.67$

Untuk hasil perhitungan persentase saringan lainnya pada metode SNI dan metode kepadatan maksimum dapat dilihat pada Tabel 1.29 dan Gambar 1.13

Tabel 1.29 Tabel Persentase Lolos Saringan

No Saringan	Persentase Gabungan SNI	Persentase Lolos Gradasi lengkap	Persentase Lolos Tanpa Saringan n 0.25 mm	Persentase Lolos Tanpa Saringan n 0.15 mm	Persentase Lolos Tanpa Saringan 0.075 mm
25,4	95,67	100	100	100	100
19,5	87,16	87,62	87,62	87,62	87,62
12,5	68,76	70,15	70,15	70,15	70,15
9,5	57,39	61,16	61,16	61,16	61,16
6,25	57,39	49,6	49,6	49,6	49,6
4,75	41,36	43,24	43,24	43,24	43,24
2,36	35,25	30,48	30,48	30,48	30,48
1,18	26,85	21,55	21,55	21,55	21,55
0,59	22,03	15,24	15,24	15,24	15,24
0,25	4,95	9,92	0	9,92	9,92
0,15	1,53	7,68	0	0	7,68
0,075	0,44	5,43	0	0	0



Gambar 1.13 Perbandingan Gradasi Agregat Gabungan Metode SNI Dengan Metode Kepadatan Maksimum

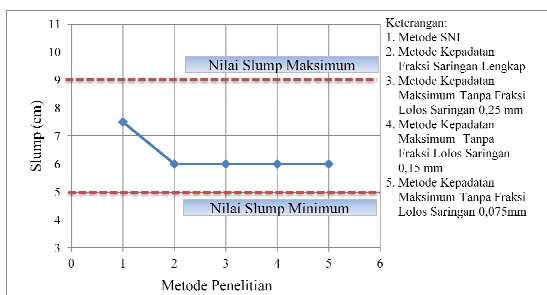
Dari Tabel 1.29 dan Gambar 4.6 bahwa agregat pada metode SNI lebih halus dibandingkan dengan metode kepadatan maksimum.

Perbandingan Nilai Slump

Hasil pengujian slump pada benda uji dapat dilihat di Tabel 1.30 dan Gambar 4.7.

Tabel 1.30 Nilai slump

Diskripsi	Beton Benda Uji
Metode SNI	7,5
Metode Kepadatan Maksimum Gradasi Lengkap	6
Metode Kepadatan Maksimum Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,25 mm	6
Metode kepadatan Maksimum Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 mm	6
Metode kepadatan Maksimum Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,75 mm	6



Gambar 1.14 Grafik Perbandingan Nilai Slump Beton

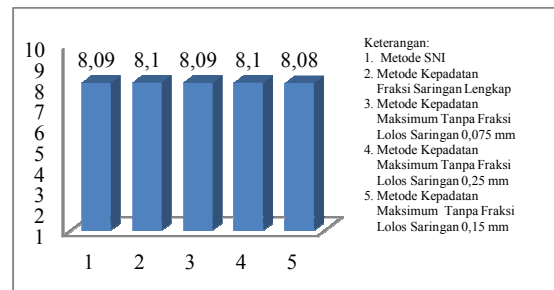
Dari Tabel 1.30 dan Gambar 1.14 dapat dilihat bahwa nilai slump metode SNI dan metode maksimum berada diantara nilai slump minimum yaitu 5 cm, dan nilai slump maksimum 7,5 cm dan tingkat *workability* dari metode SNI lebih baik dari metode kepadatan maksimum yaitu sebesar 7,5 cm.

Berat Sampel Benda Uji

Adapun berat sampel benda uji yang telah direndam selama 28 hari dapat dilihat pada Tabel 1.31 dan Gambar 1.15

Tabel 1.31 Perbandingan Berat Sampel Benda Uji

Sampel	Metode SNI	Fraksi Saringan Lengkap (kg)	Metode Kepadatan Maksimum		
			Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075 mm (kg)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,15 mm (kg)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,25 mm (kg)
1	8,30	8,10	8,00	8,20	8,00
2	8,00	8,05	8,15	8,05	8,10
3	8,05	8,10	8,05	8,15	8,05
4	8,00	8,15	8,15	8,00	8,15
5	8,10	8,20	8,10	8,10	8,10
Rata-rata	8,09	8,10	8,09	8,10	8,08



Gambar 1.15 Grafik Perbandingan Berat Sampel Benda Uji

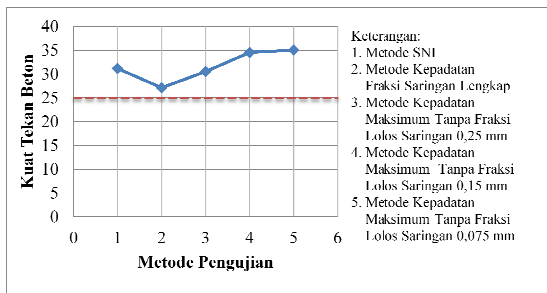
Dari Tabel 1.31 dan Gambar 1.15 dapat dilihat bahwa berat benda uji metode SNI sama dengan metode Kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0,075 mm, dan metode kepadatan maksimum fraksi saringan lengkap sama dengan metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0,15 mm.

Analisis Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Hasil dari pengujian kuat tekan beton benda uji dengan kubus 15cm x 15cm x 15cm dengan luas penampang kubusnya sebesar 22500 mm² dapat dilihat pada Tabel 1.32 dan Gambar 1.16

Tabel 1.32 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Sampel	Metode Kepadatan Maksimum				
	Metode SNI (MPa)	Fraksi Saringan Lengkap (MPa)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,25 mm (MPa)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,150 mm (Mpa)	Tanpa Fraksi Lolos Saringan 0,075 mm (Mpa)
1	32.67	25.78	31.11	33,78	34,67
2	31.11	26.67	30.22	35,56	33,78
3	32.00	27.56	30.22	34,67	34,67
4	29.78	27.56	30.67	34,67	36,44
5	30.22	28	3022	33,78	35,56
Rata-rata	31.16	27.11	30.48	34,49	35,02



Gambar 1.16 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Benda Uji

Dari Tabel 1.32 dan Gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0,075 mm lebih besar dari metode SNI, metode kepadatan maksimum fraksi lengkap, metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0,25 mm, dan metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0,15 mm yaitu sebesar 35,02 Mpa.

Hasil pengujian yang terlihat pada tabel 1.30 s/d 1.32 dan grafik pada gambar 1.14 s/d 1.16 bahwa nilai uji slump metode SNI lebih besar dibandingkan dengan metode kepadatan maksimum, berarti tingkat workability dari metode SNI lebih baik dibandingkan metode kepadatan maksimum. Tetapi untuk berat benda uji metode kepadatan maksimum fraksi saringan lengkap, dan metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0.15 mm lebih besar. Dan untuk uji kuat tekan metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0.075

mm lebih besar dibandingkan metode SNI, metode kepadatan maksimum fraksi saringan lengkap, metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0.25 mm, dan metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0.15 mm

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil uji beton metode kepadatan maksimum gradasi lengkap pada umur 28 hari, nilai slump 6 cm, berat benda uji 8.10 kg dan kuat tekan 27.11 MPa,
2. Hasil uji beton metode kepadatan maksimum tanpa fraksi lolos saringan 0.25 mm pada umur 28 hari, nilai slump 6 cm, berat benda uji 8.08 kg dan kuat tekan 30.48 MPa.
3. Hasil dari disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan gradasi tanpa material lolos saringan 0,15 mm adalah berat rata-rata benda uji 8,10 kg, nilai slumpnya 6 cm, dan hasil uji kuat tekan rata-ratanya sebesar 34,49 Mpa.
4. Hasil dari disain campuran beton metode kepadatan maksimum dengan gradasi tanpa material lolos saringan 0,075 mm adalah berat rata-rata benda uji 8,09 kg, nilai slumpnya 6 cm, dan hasil uji kuat tekan rata-ratanya sebesar 35,02 Mpa.
5. Hasil uji beton metode SNI pada umur 28 hari, nilai slump 7.5 cm, berat benda uji 8.09 kg dan kuat tekan 31.16 MPa.

Saran

1. Untuk penelitian metode kepadatan maksimum selanjutnya agar menggunakan material batu pecah.
2. Pengujian beton pada penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton saja, untuk itu pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian serapan, rembesan, kuat tarik belah beton, modulus elastisitas dan pengujian *poisson ratio* nya.

DAFTAR PUSTAKA

Sjafei, Amri 2005. Teknologi Beton A-Z, Jakarta, UI-Press

Sri, Djuniati dkk. 2007. *Pedoman Penulisan Proposal dan Laporan Tugas Akhir Serta Laporan Praktek Kerja Lapangan*, Penerbit Program Studi Teknik Sipil Diploma III Fakultas Teknik UNRI.

Pengadilan, 2012. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Antara Campuran Metode Standar SNI Dengan Metode Kepadatan Maksimum, Tugas Akhir Diploma, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Riau

Singh, Gurcharan, 1978, *Theory and Design On R.R.C Structures*, Nai Sarak, Delhi

Tim Praktikum Bahan Bangunan FT UR. 2009. *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Bahan Bangunan*. Universitas Riau : Pekanbaru.

<http://sisni.bsn.go.id>, 2014

<http://syaiful-beton.blogspot.com/> , 2011

<http://e-journal.uajy.ac.id/300/4/3TTS13397.pdf> , 2013