

KUAT TEKAN BETON BERDASARKAN SNI-DT-91-0008-2007 PADA BERBAGAI VARIASI KADAR AIR AGREGAT

¹Arusmalem Ginting
²Aji Nurhendra Satriyajati

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta
²Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax . (0274) 543676
agintingm@yahooo.com

ABSTRACT

On the Procedure for Calculation of Unit Price Work Concrete Construction Building and Housing (SNI DT-91-0008-2007) was available for a variety of quality mix proportions of concrete that can be directly used. Aggregate conditions used in this procedure is not be mentioned so that the intended is the ideal condition i.e. saturated surface dry (SSD). If the condition of the aggregate that used is such as on site project namely wet or dry air, the result obtained may be different. Based on these issues it is necessary to study the compressive strength of concrete based SNI DT-91-0008-2007 with the aggregate moisture content varies. The samples used in this research were concretes cylinder 150 mm x 300 mm. Fine aggregate used was sand and coarse aggregate used was crushed stone/split. Mix proportions used SNI DT-91-0008-2007. There were three specimens of each variation and the total of specimens were 45. Concrete compressive strength testing was carried out at 28 days concrete age.

From the results of this research, it can be concluded that the slump values of fresh concrete that using air dry aggregates is lower than that using saturated surface dry (SSD) aggregates, and the slump values of fresh concrete that using saturated surface dry (SSD) aggregates was lower than that using wet aggregates. Compressive strength of concrete that using air dry aggregates and saturated surface dry (SSD) is higher than the compressive strength based SNI DT-91-0008-2007. Compressive strength of concrete that using wet aggregates is lower than the compressive strength based SNI DT-91-0008-2007. Compressive strength of concrete that using air dry aggregates is higher than that using saturated surface dry (SSD) aggregates, and compressive strength of concrete that using wet aggregates is lower than that using saturated surface dry (SSD) aggregates.

Keywords: *water content, slump value, compressive strength.*

PENDAHULUAN

Beton pada dasarnya merupakan campuran dari dua komponen yaitu agregat dan pasta. Pasta terdiri dari semen Portland dan air, yang mengikat agregat (pasir dan kerikil atau batu pecah) menjadi seperti batuan massa dari pasta yang mengeras karena reaksi kimia dari semen dan air (Kosmatka dkk, 2003).

Kekuatan beton umumnya dianggap sebagai sifat yang paling penting, meskipun dalam prakteknya karakteristik lainnya seperti daya tahan dan impermeabilitas malah mungkin lebih penting. Namun demikian, kekuatan biasanya memberikan gambaran keseluruhan dari kualitas beton (Neville, 1981).

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur

bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Untuk mendapatkan kekuatan beton sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dilakukan perancangan campuran beton (*mix design*). Perancangan campuran dapat didefinisikan sebagai proses dari pemilihan bahan yang cocok untuk beton dan menentukan jumlah relatif bahan dengan tujuan dapat menghasilkan beton yang ekonomis dan sifat minimum tertentu, terutama konsistensi, kekuatan, dan daya tahan (Neville, 1981).

Menurut SNI 03-2834-1993, perencanaan campuran beton perlu dilakukan untuk menghasilkan proporsi campuran beton yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan,

pemadatan, dan perataan), dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen)

- b. keawetan
- c. kuat tekan
- d. ekonomis

Perancangan campuran adukan beton dapat dilakukan dengan bermacam-macam metode seperti: *Road Note No.4, American Concrete Institute (ACI), The British Mix Design Method*, Standar Nasional Indonesia (SNI), cara coba-coba (*trial and error method of mix design*) dan lain-lain (Tjokrodinuljo, 1996).

Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan campuran beton adalah kadar air agregat. Kadar air agregat dapat mempengaruhi jumlah air bebas dalam campuran sehingga faktor air semen (fas) berubah. Perubahan faktor air semen akan berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

Berdasarkan SNI 03-1971-1990, kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen.

Menurut Kosmatka dkk (2003), kondisi kadar air agregat adalah sebagai berikut:

- a. kering oven: sepenuhnya menyerap air
- b. kering udara: kering pada permukaan partikel tetapi mengandung sejumlah air di dalamnya, sehingga masih menyerap air
- c. jenuh kering muka (SSD): tidak menyerap air atau tidak berkontribusi terhadap air pada campuran beton
- d. basah: mengandung kelebihan air pada permukaan (air bebas)

Air total pada campuran beton terdiri dari air yang diserap oleh agregat untuk membuatnya menjadi kondisi jenuh kering muka, dan air bebas yang tersedia untuk hidrasi semen dan untuk kemudahan pengerjaan dari beton segar. Dalam prakteknya agregat sering dalam kondisi basah dan mengandung air yang diserap dan air bebas di permukaan sehingga air yang perlu ditambahkan pada campuran kurang dari air bebas yang dibutuhkan. Kemudahan pengerjaan beton tergantung pada kadar air bebas, jika total

kadar air bebas yang sama digunakan pada agregat kering yang memiliki serapan yang berbeda, maka kemudahan pengerjaan beton juga akan berbeda. Demikian juga kekuatan beton berhubungan dengan perbandingan air bebas/semen, atas dasar ini kekuatan beton tidak tergantung pada karakteristik penyerapan agregat. Perbandingan air/semen yang dimaksud disini adalah perbandingan massa air bebas terhadap semen dalam campuran, dan agregat pada kondisi jenuh kering muka (Teychenné, 1997).

Yang sering dipakai sebagai dasar hitungan adalah kering tungku dan jenuh kering muka, karena konstan untuk suatu agregat tertentu. Kering udara dan basah merupakan keadaan sebenarnya agregat di lapangan kondisinya sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh lingkungan. Keadaan jenuh kering muka (SSD) lebih disukai sebagai standar, karena:

1. merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah atau mengurangi air dari pastanya.
2. kadar air di lapangan lebih banyak yang mendekati keadaan SSD daripada kering tungku.

Pada kebutuhan air untuk adukan beton, agregat dianggap dalam keadaan jenuh kering muka, sehingga jika keadaan agregat di lapangan kering udara maka dalam adukan beton akan menyerap air, dan jika agregat di lapangan dalam keadaan basah maka akan menambah air (Tjokrodinuljo, 1996).

Marar dan Eren (2011) meneliti pengaruh kandungan semen dan faktor air semen terhadap sifat beton segar dengan nilai *slump* antara 90 sampai 110 mm. Percobaan dilakukan pada kondisi laboratorium terhadap delapan variasi campuran beton yang berbeda menggunakan semen Portland biasa (kandungan semen 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 dan 650 kg/m³) dan *limestone* yang dipecah sebagai agregat kasar dan halus. Dari hasil penelitian didapat bahwa peningkatan kandungan semen menyebabkan peningkatan kuat tekan, nilai *slump* dan berat satuan beton segar.

Pada Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan (SNI DT-91-0008-

2007) sudah tersedia proporsi campuran untuk berbagai mutu beton sehingga dapat langsung digunakan. Kondisi agregat yang digunakan pada tata cara ini tidak disebutkan sehingga yang dimaksudkan mestinya adalah kondisi ideal yaitu jenuh kering muka (SSD). Jika digunakan kondisi agregat apa adanya yang ada di lapangan seperti basah atau kering udara maka hasil yang didapat kemungkinan berbeda.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai kuat tekan beton berdasarkan SNI DT-91-0008-2007 pada berbagai variasi kadar air agregat.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: semen, agregat halus (pasir) dari Merapi yang merupakan pasir agak kasar (daerah II), dan agregat kasar (*split*) dengan ukuran maksimum 40 mm dari Clereng. Kadar air agregat halus dan agregat kasar dibuat dengan tiga kondisi yaitu: kering udara, jenuh kering muka (*saturated surface dry*, SSD), dan basah.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah: pengujian kadar air agregat, pengujian nilai *slump* beton segar, dan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Penelitian ini menggunakan alat-alat utama sebagai berikut: beton molen digunakan

untuk mencampur dan mengaduk beton, *compression machine* digunakan untuk menguji kuat tekan beton.

Benda uji pada penelitian mengacu pada SNI 03-1974-1990. Cetakan benda uji berupa silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm. Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata, setelah itu permukaan beton diratakan dan ditutup dengan bahan kedap air. Setelah 24 jam cetakan dibuka dan benda uji dikeluarkan lalu direndam dalam bak perendam berisi air pada temperatur 25° C.

Perbandingan berat campuran mengacu pada SNI DT-91-0008-2007. Jumlah benda uji setiap variasi campuran sebanyak 3 buah, dengan jumlah total benda uji 45 buah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut ini.

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990. Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

- Benda uji diletakkan sentris pada mesin tekan.
- Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.
- Beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- Kuat tekan beton dihitung dari besarnya beban persatuan luas.

Tabel 1. Kadar air agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*)

No.	Kondisi	Kadar air (%)	
		Pasir	<i>Split</i>
1	Kering udara	0,89	0,30
2	SSD	2,78	0,98
3	Basah	4,18	2,73

Tabel 2. Benda uji silinder beton

Mutu Beton Rencana	Proporsi campuran				Jumlah benda uji		
	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	<i>Split</i> (kg)	Kering Udara	SSD	Basah
7,4 MPa (K100)	215	247	869	999	3	3	3
9,8 MPa (K125)	215	276	828	1012	3	3	3
14,5 MPa (K175)	215	326	760	1029	3	3	3
19,3 MPa (K225)	215	371	698	1047	3	3	3
24,0 MPa (K275)	215	406	684	1026	3	3	3
Jumlah benda uji					15	15	15

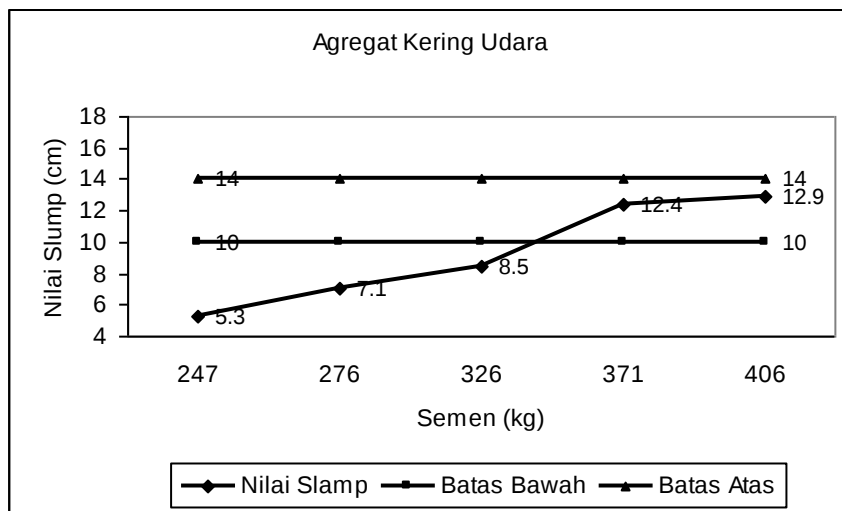
HASIL DAN PEMBAHASAN

seperti pada Tabel 3 dan Gambar 1 berikut ini.

Nilai *slump* campuran beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* kering udara adalah

Tabel 3. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat kering udara

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Nilai Slump (cm)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	5,3
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	7,1
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	8,5
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	12,4
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	12,9



Gambar 1. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat kering udara

Dari Tabel 3 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada kondisi kadar air agregat kering udara, nilai *slump* campuran beton mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Hal ini diakibatkan peningkatan proporsi semen diikuti dengan penurunan proporsi agregat untuk mempertahankan berat campuran tetap dan mengakibatkan peningkatan kelecakan. Pengurangan proporsi campuran dilakukan dengan cara mengurangi proporsi pasir dan meningkatkan proporsi kerikil sehingga dihasilkan campuran beton yang kasar, mudah dikerjakan, cocok untuk faktor air semen rendah, dan meningkatkan nilai *slump*.

Pada proporsi semen 247 kg, 276 kg, dan 326 kg, nilai *slump* yang didapat pada kondisi agregat kering udara sebesar 5,3, 7,1, dan 8,5 kg. Nilai ini masih dibawah batas bawah nilai

slump yang direncanakan yaitu sebesar 10 cm.

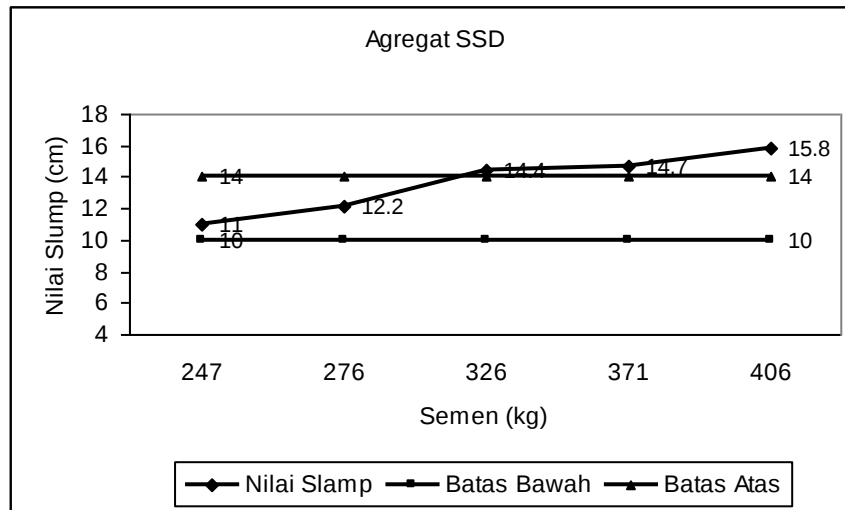
Pada proporsi semen 371 kg dan 406 kg nilai *slump* yang didapat sebesar 12,4 dan 12,9 cm. Nilai ini berada diantara batas bawah dan batas atas nilai *slump* yang direncanakan yaitu 10 cm dan 14 cm.

Dari nilai *slump* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perancangan campuran beton berdasarkan SNI DT-91-0008-2007 menggunakan agregat kering udara, nilai *slump* yang didapat tidak semuanya memenuhi nilai *slump* yang direncanakan.

Nilai *slump* campuran beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* jenuh kering muka (SSD) adalah seperti pada Tabel 4 dan Gambar 2 berikut ini.

Tabel 4. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD)

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	11
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	12,2
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	14,4
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	14,7
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	15,8

**Gambar 2. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD)**

Dari Tabel 4 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD), nilai *slump* campuran beton mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Hal ini diakibatkan peningkatan proporsi semen diikuti dengan penurunan proporsi agregat untuk mempertahankan berat campuran tetap dan mengakibatkan peningkatan kelecakan. Pengurangan proporsi campuran dilakukan dengan cara mengurangi proporsi pasir dan meningkatkan proporsi kerikil sehingga dihasilkan campuran beton yang kasar, mudah dikerjakan, cocok untuk faktor air semen rendah, dan meningkatkan nilai *slump*.

Pada proporsi semen 247 kg dan 276 kg, nilai *slump* yang didapat pada kondisi jenuh kering muka (SSD) sebesar 11 cm dan 12,2 cm.. Nilai ini berada diantara batas bawah dan batas atas nilai *slump* yang direncanakan yaitu 10 cm dan 14 cm. Pada proporsi semen 326 kg, 371 kg, dan 406 kg, nilai *slump* yang didapat sebesar 14,4 cm, 14,7 cm dan 15,8 cm. Nilai ini berada diatas batas atas nilai *slump* yang direncanakan yaitu 14 cm.

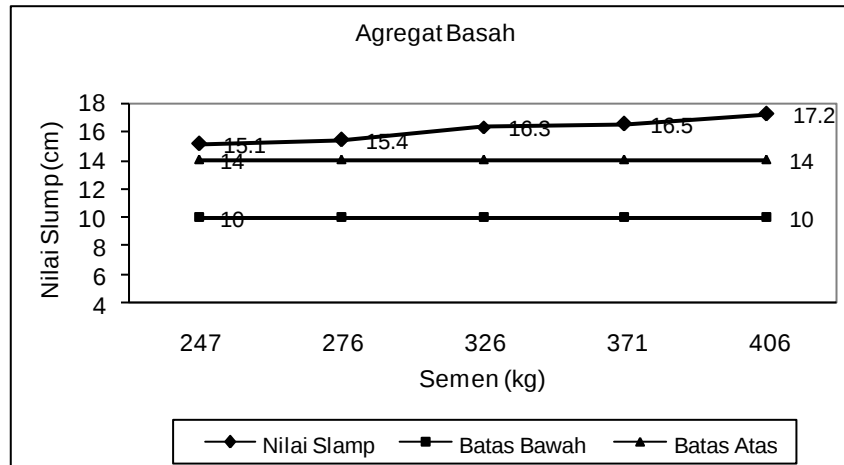
Dari nilai *slump* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perancangan campuran beton berdasarkan SNI DT-91-0008-2007 menggunakan agregat jenuh kering muka (SSD), nilai *slump* yang didapat semuanya memenuhi nilai *slump* yang direncanakan.

Nilai *slump* campuran beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* basah adalah seperti pada Tabel 5 dan Gambar 3 berikut ini.

Dari Tabel 5 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada kondisi kadar air agregat basah, nilai *slump* campuran beton mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Hal ini diakibatkan peningkatan proporsi semen diikuti dengan penurunan proporsi agregat untuk mempertahankan berat campuran tetap dan mengakibatkan peningkatan kelecakan. Pengurangan proporsi campuran dilakukan dengan cara mengurangi proporsi pasir dan meningkatkan proporsi kerikil sehingga dihasilkan campuran beton yang kasar, mudah dikerjakan, cocok untuk faktor air semen rendah, dan meningkatkan nilai *slump*.

Tabel 5. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat basah

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	15,1
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	15,4
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	16,3
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	16,5
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	17,2

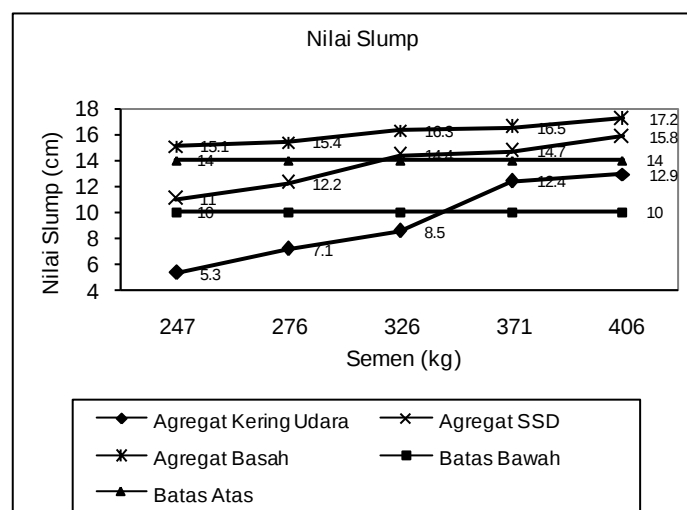
**Gambar 3. Nilai slump campuran beton pada kondisi kadar air agregat basah**

Pada semua proporsi semen, nilai *slump* yang didapat pada kondisi basah lebih besar dari batas atas nilai *slump* yang direncanakan yaitu 14 cm.

Dari nilai *slump* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perancangan campuran beton berdasarkan SNI DT-91-0008-2007

menggunakan agregat basah, nilai *slump* yang didapat semuanya berada diatas batas atas nilai *slump* yang direncanakan.

Perbandingan nilai *slump* campuran beton yang menggunakan agregat kering udara, jenuh kering muka (SSD), dan basah adalah seperti pada Gambar 4 berikut ini.

**Gambar 4. Perbandingan nilai slump campuran beton**

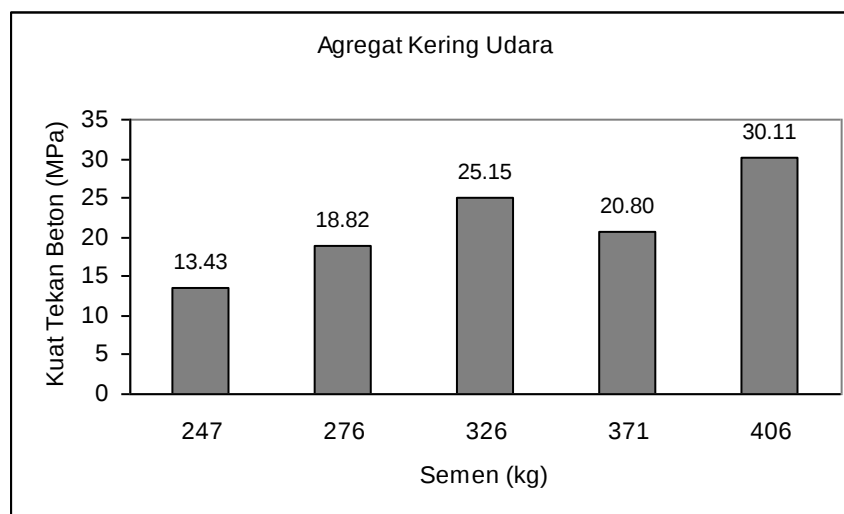
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai *slump* campuran beton dengan kondisi agregat kering udara lebih kecil dari kondisi jenuh kering muka (SSD), dan nilai *slump* campuran beton dengan kondisi agregat

jenuh kering muka (SSD) lebih kecil dari kondisi basah.

Kuat tekan beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* kering udara adalah seperti pada Tabel 6 dan Gambar 5 berikut ini.

Tabel 6. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat kering udara

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Kuat tekan beton (MPa)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	13,43
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	18,82
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	25,15
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	20,80
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	30,11



Gambar 5. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat kering udara

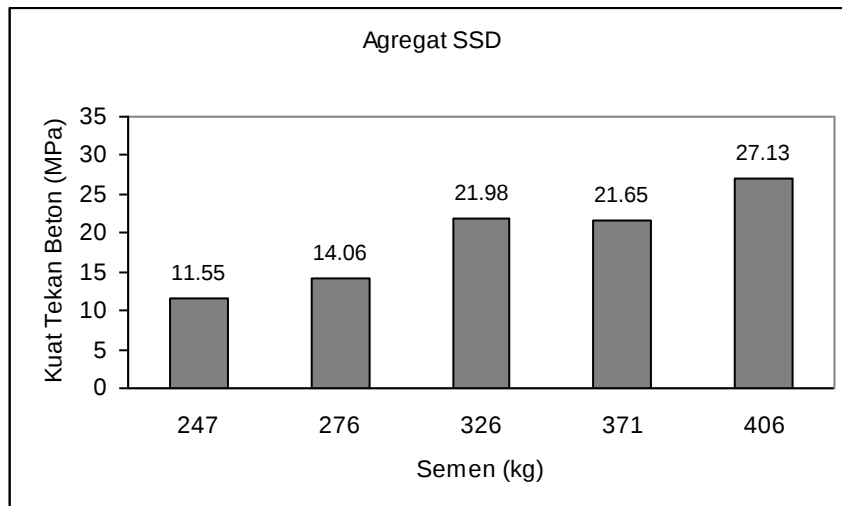
Dari Tabel 6 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada kondisi agregat kering udara mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Peningkatan proporsi semen mengakibatkan penurunan faktor air semen dan meningkatkan kuat tekan beton. Kuat

tekan beton pada semua proporsi semen lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana.

Kuat tekan beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* kering udara adalah seperti pada Tabel 7 dan Gambar 6 berikut ini.

Tabel 7. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD)

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Kuat tekan beton (MPa)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	11,55
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	14,06
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	21,98
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	21,65
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	27,13



Gambar 6. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD)

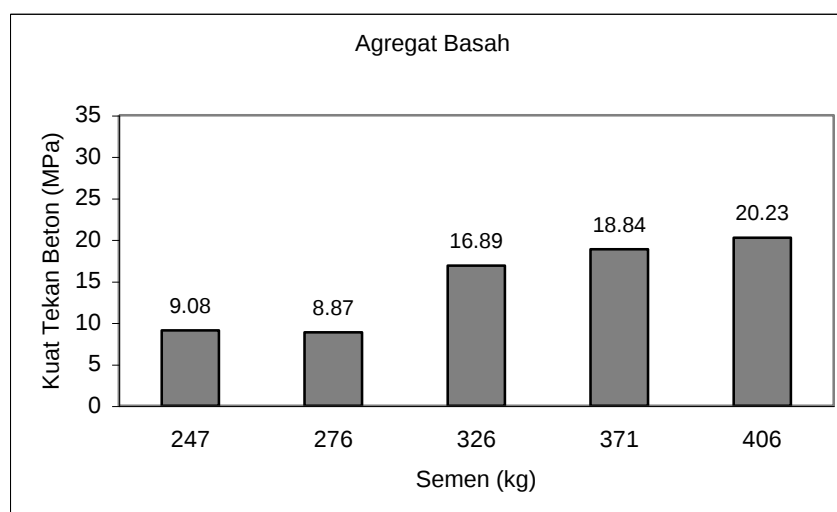
Dari Tabel 7 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada kondisi agregat jenuh kering muka (SSD) mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Peningkatan proporsi semen mengakibatkan penurunan faktor air semen dan meningkatkan kuat

tekan beton. Kuat tekan beton pada semua proporsi semen lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana.

Kuat tekan beton pada kondisi kadar air pasir dan *split* basah adalah seperti pada Tabel 8 dan Gambar 7 berikut ini.

Tabel 8. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat basah

Mutu Beton Rencana	Air (liter)	Semen (kg)	Fas	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)	Kuat tekan beton (MPa)
7,4 MPa (K100)	215	247	0,87	869	999	9,08
9,8 MPa (K125)	215	276	0,78	828	1012	8,87
14,5 MPa (K175)	215	326	0,66	760	1029	16,89
19,3 MPa (K225)	215	371	0,58	698	1047	18,84
24,0 MPa (K275)	215	406	0,53	684	1026	20,23

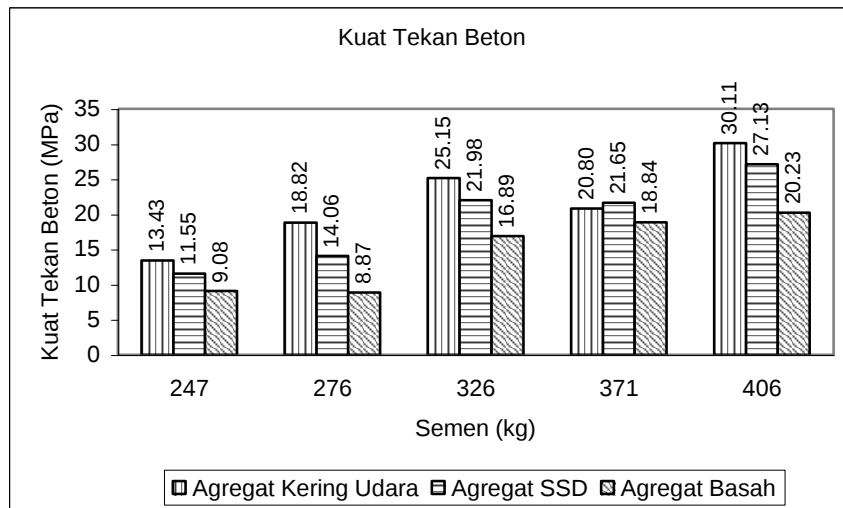


Gambar 7. Kuat tekan beton rata-rata pada kondisi kadar air agregat basah

Dari Tabel 8 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada kondisi agregat basah mengalami peningkatan dengan meningkatnya proporsi semen dalam campuran. Peningkatan proporsi semen mengakibatkan penurunan faktor air semen dan meningkatkan kuat tekan beton. Kuat

tekan beton pada semua proporsi semen lebih rendah dari kuat tekan beton rencana, kecuali pada proporsi semen 247 kg.

Perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan agregat kering udara, jenuh kering muka (SSD), dan basah adalah seperti pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Perbandingan kuat tekan beton

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada kondisi agregat kering udara lebih tinggi dari kuat tekan beton pada kondisi jenuh kering muka (SSD). Hal ini diakibatkan karena pada kondisi agregat kering udara menyerap air bebas dari campuran sehingga faktor air semen sebenarnya lebih kecil dari kondisi agregat SSD pada variasi yang sama. Kuat tekan beton pada kondisi agregat basah lebih rendah dari kuat tekan beton pada kondisi jenuh kering muka (SSD). Hal ini diakibatkan karena pada kondisi agregat basah menambah air bebas kedalam campuran sehingga faktor air semen sebenarnya lebih besar dari kondisi agregat SSD pada variasi yang sama.

KESIMPULAN

1. Pada kondisi kadar air agregat kering udara nilai *slump* yang didapat tidak semuanya memenuhi nilai *slump* yang direncanakan.
2. Pada kondisi kadar air agregat jenuh kering muka (SSD) nilai *slump* yang didapat semuanya memenuhi nilai *slump* yang direncanakan.

3. Pada kondisi kadar air agregat basah nilai *slump* yang didapat semuanya berada diatas batas atas nilai *slump* yang direncanakan.
4. Nilai *slump* campuran beton dengan kondisi agregat kering udara lebih kecil dari kondisi jenuh kering muka (SSD), dan nilai *slump* campuran beton dengan kondisi agregat jenuh kering muka (SSD) lebih kecil dari kondisi basah.
5. Pada kondisi kadar air agregat kering udara kuat tekan beton lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana.
6. Pada kondisi agregat jenuh kering muka (SSD) kuat tekan beton lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana.
7. Pada kondisi agregat basah kuat tekan beton lebih rendah dari kuat tekan beton rencana.
8. Kuat tekan beton pada kondisi agregat kering udara lebih tinggi dari kuat tekan beton pada kondisi jenuh kering muka (SSD), dan kuat tekan beton pada kondisi agregat basah lebih rendah dari kuat tekan beton pada kondisi jenuh kering muka (SSD)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, SNI 03-2834-1993, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, SNI DT-91-0008-2007, *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Dan Perumahan*, Badan Litbang, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kosmatka, S.H., Kerkhoff, B., Panarese, W.C., 2003, *Design and Control of Concrete Mixtures*, Fourteenth Edition, PCA (Portland Cement Association), Skokie, Illinois, USA.
- Marar, K., Eren, Ö., 2011, *Effect Of Cement Content And Water/Cement Ratio On Fresh Concrete Properties Without Admixtures*, International Journal of The Physical Sciences Vol. 6(24), pp. 5752-5765, <http://www.academicjournals.org/IJPS>.
- Neville, A.M., 1981, *Properties of Concrete*, Third Edition, Longman Scientific & Technical, Essex, England.
- Teychenné, D.C., Franklin, R. E., Erntroy, H.C., 1997, *Design of Normal Concrete Mixes*, Second Edition, Building Research Establishment (BRE), Watford, UK.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.