

Studi Mengenai Perlakuan Agregat Berukuran 2,38 mm - 4,75 mm sebagai Agregat Kasar dalam Campuran Beton

AHMAD RAMDANI, PRIYANTO SAELAN

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: ahmadramdani434@gmail.com

ABSTRAK

Batu pecah berukuran 2,38 mm – 4,75 mm tidak digunakan dalam campuran beton. Jika campuran beton dirancang menggunakan batu pecah ini sebagai agregat kasar, maka campuran beton yang dihasilkan diduga tidak akan mengalami segregasi untuk semua kelecakan, lebih homogen, dan jika diberi bahan tambahan superplasticizer diduga dapat dengan mudah berperilaku sebagai campuran beton memadat mandiri. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan dugaan tersebut. Penelitian dilakukan dengan kuat tekan rencana 30 MPa, slump 40 mm dan 100 mm, tanpa dan dengan bahan tambahan superplasticizer dengan dosis 1% dan 1,5%. Perancangan campuran beton dengan cara Dreux menggunakan faktor granular 0,40; 0,45; 0,50; dan 0,55. Pengujian kuat tekan pada benda uji silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm membuktikan bahwa dugaan tersebut adalah benar, dan perancangan campuran beton dengan memperlakukan batu pecah berukuran 2,38 mm – 4,75 mm sebagai agregat kasar dapat dilakukan untuk faktor granular 0,40 – 0,50.

Kata kunci: batu pecah berukuran 2,38 mm – 4,75 mm, agregat kasar, superplasticizer

ABSTRACT

2.38 mm – 4.75 mm crushed aggregate size is not used in concrete mix. If this crushed aggregate is used as coarse aggregate, the resulting concrete mix is assumed will not segregate in all workability, more homogeneous, and it will behave easily as self-compacting concrete by adding superplasticizer. This research was conducted to prove these assumption. Concrete mix with compressive strength of 30 MPa, 40 mm and 100 mm slump is made using Dreux method with granular factor 0.40; 0.45; 0.50; and 0.55. The doses of superplasticizer is 1% and 1.5% by cement weight. Compressive strength tests of 10 cm diameter and 20 cm height cylinder diameter showed these assumption is true, and concrete mix can be designed using granular factor 0.40 – 0.50.

Keywords: 2,38 mm – 4,75 mm crushed aggregate size, coarse aggregate, superplasticizer

1. PENDAHULUAN

Secara umum agregat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat halus dan agregat kasar. SNI 03-2834-2000 mendefinisikan bahwa agregat halus adalah butiran yang mempunyai ukuran 0,15 mm – 4,75 mm, sedangkan agregat kasar adalah butiran yang mempunyai ukuran antara 4,75 mm – 40 mm. Jika beton dibuat dengan ukuran maksimum butiran agregat kasar berdekatan dengan ukuran maksimum butiran agregat halus maka untuk semua tingkat kelecakan campuran beton segar, peluang terjadinya segregasi dapat dicegah. Penelitian dari Davey (1954) dalam Neville, A. M. (1981) yang menggunakan agregat kasar berukuran maksimum 20 mm, telah membuktikan bahwa jika campuran beton dibuat dengan faktor air-semen yang sama, serta permukaan spesifik total yang sama, akan menghasilkan kuat tekan yang sama. Yang menarik dari penelitian Davey (1954) adalah salah satu campurannya menggunakan pasir bergradasi seragam dengan ukuran 150 μm – 300 μm , yang merupakan ukuran terkecil dari butiran pasir, serta menggunakan agregat kasar dengan gradasi seragam berukuran 10 mm – 20 mm. Berdasarkan campuran dari penelitian Davey ini, jika ukuran agregat kasar diperkecil ukuran minimumnya menjadi butiran berukuran 2,38 mm – 4,75 mm, maka patut diduga agregat berukuran ini masih berperilaku sebagai agregat kasar. Dengan demikian ukuran agregat kasar dapat didefinisi ulang sebagai agregat yang berukuran lebih besar dari 2,38 mm, tidak lagi agregat yang berukuran lebih besar dari 4,75 mm. Agregat berukuran 2,38 mm – 4,75 mm diperlakukan sebagai agregat kasar. Jika campuran beton dirancang menggunakan agregat kasar berukuran 2,38 mm – 4,75 mm, maka campuran beton yang dihasilkan diduga tidak akan mengalami segregasi untuk semua kelecakan, lebih homogen, dan jika diberi bahan tambahan *superplasticizer* diduga dapat dengan mudah berperilaku sebagai campuran beton memadat mandiri (*self-compacting concrete*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton

Penelitian mengenai pengaruh gradasi agregat dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton telah dilakukan oleh Davey (1954) dalam Neville, A. M. (1981) yang hasilnya tertera pada **Tabel 1**. Dalam penelitian tersebut gradasi agregat dinyatakan sebagai permukaan spesifik total yaitu luas permukaan total agregat per satuan massa agregat.

Tabel 1. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton

Ukuran Butiran	Gradasi Agregat [%]							<i>Specific Surface</i> [m ² /kg]	Rasio Air / Semen	Kuat Tekan 28 Hari [MPa]
	300–150 μm	600–300 μm	1,20 mm–600 μm	2,40–1,20 mm	4,76–2,40 mm	9,52–4,76 mm	19,05–9,52 mm			
ASTM	50–100	30–50	16–30	8–16	3/16–8	3/8–3/16	3/4–3/8			
A	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	22,0	22,0	3,2	0,575	32,9
B	12,9	12,9	12,9	0	0	30,6	30,7	3,2	0,575	32,3
C	15,4	15,4	0	0	0	34,6	34,6	3,2	0,575	32,8
D	25,4	0	0	0	0	0	74,6	3,2	0,575	32,1

(Sumber: Neville, A. M., 1981)

Berdasarkan hasil penelitian pada **Tabel 1**, Davey (1954) dalam Neville, A. M. (1981) membuktikan bahwa gradasi agregat yang berbeda pada masing-masing campuran beton tidak berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur beton 28 hari selama nilai permukaan spesifik agregat dan faktor air-semen yang digunakan tetap. Hal ini juga berlaku untuk campuran beton yang memiliki gradasi ekstrim, menggunakan pasir bergradasi seragam berukuran 150 μm – 300 μm dan agregat kasar bergradasi seragam berukuran 10

mm – 20 mm seperti yang terlihat pada campuran beton D. Penelitian terhadap pengaruh permukaan spesifik agregat terhadap kelecakan campuran beton segar pernah dilakukan juga oleh Newman dan Teychenne (1954) dalam Neville, A. M. (1981) yang hasilnya tertera pada **Tabel 2**. Kelecakan campuran beton segar dinyatakan dalam faktor kepadatan. Pada **Tabel 2** dapat diketahui bahwa pada campuran beton dengan berbagai zona gradasi pasir yang berbeda, dengan nilai permukaan spesifik agregat yang sama, dan faktor air-semen yang sama akan menghasilkan kuat tekan beton yang tidak jauh berbeda dan kelecakan beton segar yang sangat berdekatan. Ditinjau dari permukaan spesifik yang tidak berubah, hasil penelitian Newman dan Teychenne (1954) ini memperlihatkan pola yang sama dengan penelitian Davey (1954) mengenai kedekatan hasil kuat tekan yang dihasilkan dari berbagai campuran yang digunakan. Dari kedua penelitian ini dapat disimpulkan bahwa berbagai gradasi agregat tidak akan berpengaruh terhadap kuat tekan beton dan kelecakan campuran beton segar selama permukaan spesifik total agregatnya sama.

Tabel 2. Pengaruh Permukaan Spesifik terhadap Kelecakan Campuran Beton Segar

Sifat-Sifat Beton	Zona Gradasi Pasir			
	1	2	3	4
Permukaan spesifik [m ² /kg]	2,55	2,55	2,55	2,55
Persen agregat lolos saringan 4,76 mm	46	36	29	24
Proporsi volume campuran	1 : 2 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$	1 : 2 : 4	1 : 1 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$	1 : 1 $\frac{1}{4}$: 4 $\frac{1}{4}$
Air/semen [dalam berat]	0,60	0,60	0,60	0,60
Faktor kepadatan	0,92	0,93	0,93	0,94
Kuat tekan 28 hari [MPa]	27,1	28,1	29,2	29,0

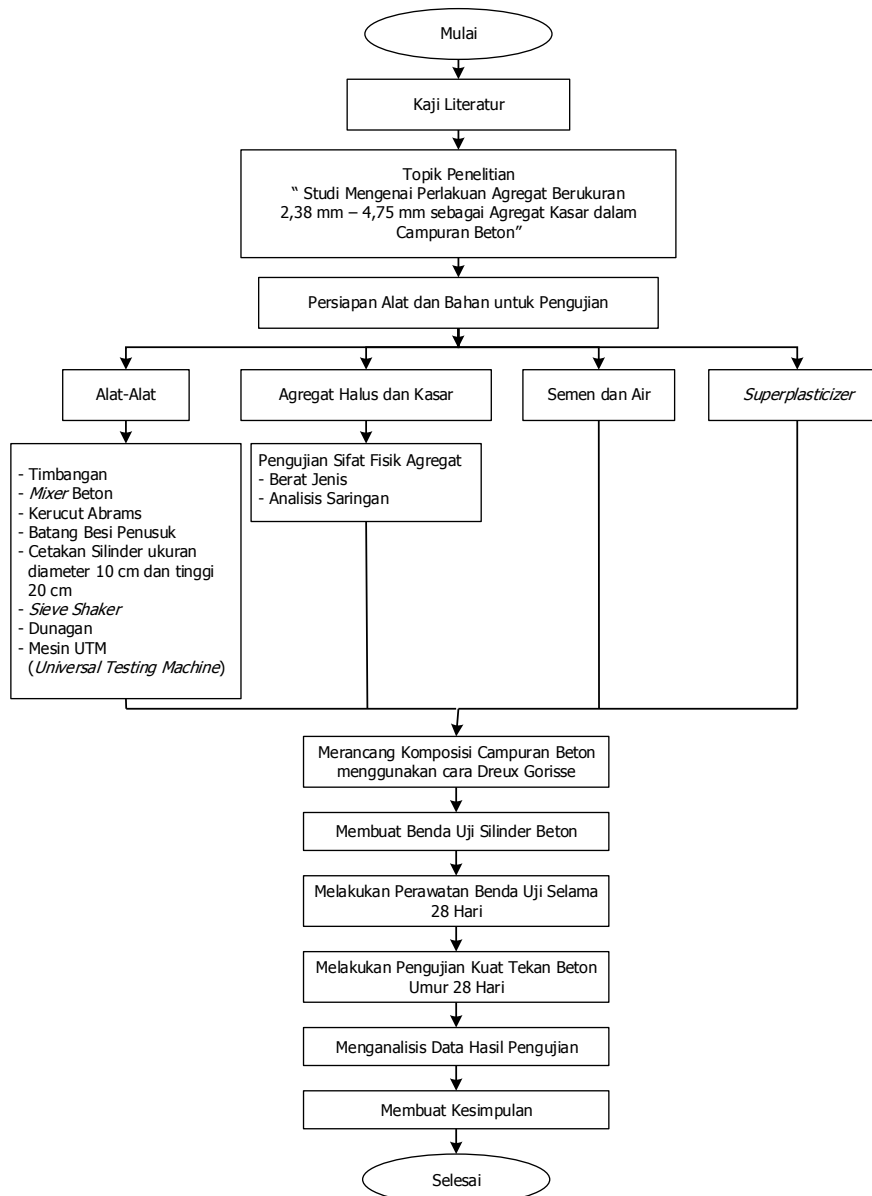
(Sumber: Neville, A. M., 1981)

Jika pada **Tabel 2** dikembangkan campuran E dengan cara memodifikasi ukuran butiran agregat kasar pada campuran D tetapi menggunakan agregat kasar berukuran 2,38 mm – 4,75 mm maka permukaan spesifik total agregat menjadi lebih besar dari 3,2 m²/kg. Agar permukaan spesifik agregat tetap 3,2 m²/kg maka secara teoritis butiran ukuran 150 μ m – 300 μ m harus dikurangi dan disebar pada ukuran lebih besar dari 150 μ m – 300 μ m sedemikian rupa sehingga permukaan spesifik total agregatnya tetap 3,2 m²/kg. Dengan demikian maka kuat tekan beton yang dihasilkan pada campuran E diharapkan akan berdekatan dengan campuran A, B, C, dan D sebelum dimodifikasi. Campuran E ini merupakan campuran beton berbutir halus dimana butiran agregat berukuran 2,38 mm – 4,75 mm diperlakukan sebagai agregat kasar. Jika campuran beton dirancang menggunakan agregat kasar berukuran 2,38 mm – 4,75 mm, maka campuran beton yang dihasilkan diduga tidak akan mengalami segregasi untuk semua kelecakan, lebih homogen, dan jika diberi bahan tambahan *superplasticizer* diduga dapat dengan mudah berperilaku sebagai campuran beton memadat mandiri (*self-compacting concrete*). Hal ini disebabkan karena ukuran butiran agregat kasar tidak berbeda jauh dengan ukuran maksimum agregat halus.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan metoda yang tertera pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan terdiri dari data hasil pengujian sifat fisik agregat dan data komposisi campuran beton. Data hasil pengujian sifat fisik agregat meliputi berat jenis, dan modulus kehalusan seperti yang tertera pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Parameter		Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus
Berat jenis kondisi SSD	[kg/m ³]	3.150	2.500	2.667
Berat jenis kondisi kering udara	[kg/m ³]	-	2.373	2.595
Modulus Kehalusan	[FM]	-	-	2,316

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari:

- (1) nilai *slump* sebesar 40 mm dan 100 mm;
- (2) faktor granular *G* (0,40; 0,45; 0,50; dan 0,55);

(3) campuran beton dirancang 2 macam yaitu tanpa bahan *superplasticizer* dan dengan *superplasticizer* dengan dosis 1%–1,5% dari berat semen.

3.4 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian dilakukan dengan cara membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara kuat tekan rencana terhadap faktor granular (G) berdasarkan tabel komposisi campuran.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil-hasil penelitian ditunjukkan pada **Tabel 4 sampai dengan Tabel 9**, dan **Gambar 2 sampai dengan Gambar 4**.

Tabel 4. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1 m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, Slump Rencana 40 mm, Tanpa SP

Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai G Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	553,5	492	467,4	430,5	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	592,1	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	842,5	715	637,5	587,5	
Air	Semula	244,89	237,9	244,59	241,45
	Tambahan	14,35	15,15	15,26	15,67
<i>Superplasticizer</i> [SP]	-	-	-	-	
<i>Slump</i> aktual [cm]	2	0,5	1,5	0	
Umur pengujian [hari]	14	14	14	14	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	26,43	22,72	25,48	19,11	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	30,04	25,82	28,95	21,71	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

Tabel 5. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, Slump rencana 40 mm, dengan SP = 1 % Berat Semen

Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai G Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	553,5	492	467,4	430,5	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	592,1	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	842,5	715	637,5	587,5	
Air	Semula	244,89	237,9	244,59	241,45
	Tambahan	14,35	15,15	15,26	15,67
Superplasticizer [SP]	2,77	2,46	2,34	2,15	
Slumpslow aktual [cm]	61	50	58	49	
Umur pengujian [hari]	14	14	19	18	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	26,11	21,66	17,52	15,29	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	29,68	24,61	18,83	16,62	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

Tabel 6. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, Slump rencana 40 mm, dengan SP = 1,5 % Berat Semen

Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai G Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	553,5	492	467,4	430,5	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	592,1	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	842,5	715	637,5	587,5	
Air	Semula	244,89	237,9	244,59	241,45
	Tambahan	14,35	15,15	15,26	15,67
Superplasticizer [SP]	5,54	4,92	4,67	4,3	
Slumpflow aktual [cm]	66	52	55	50	
Umur pengujian [hari]	14	14	19	18	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	23,25	21,66	17,52	12,74	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	26,42	24,61	18,83	13,85	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

Tabel 7. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, Slump rencana 100 mm, Tanpa SP

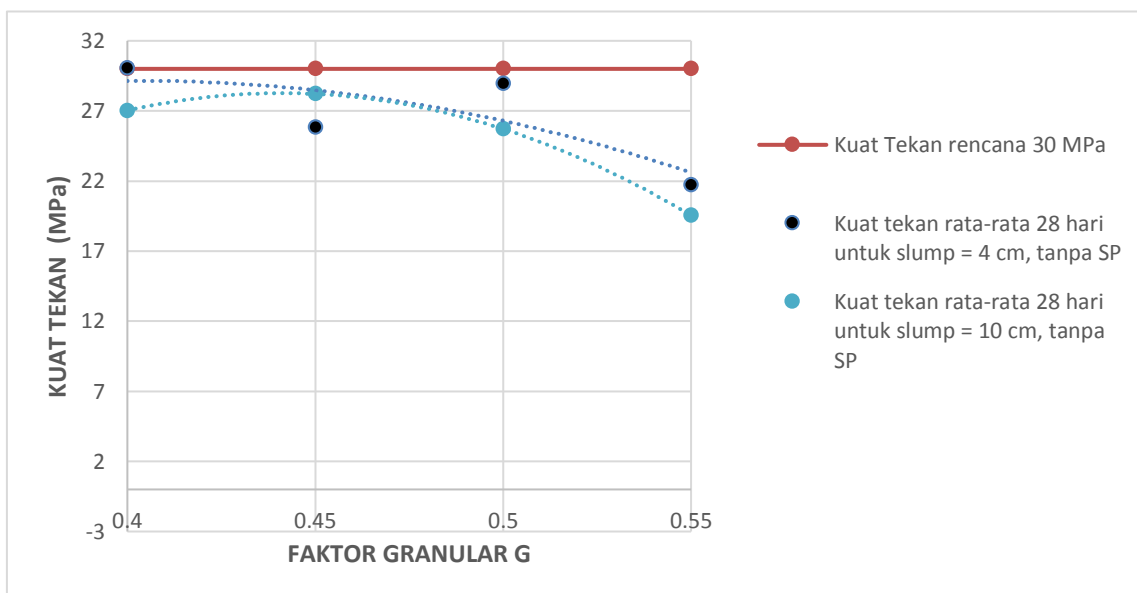
Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai G Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	602,7	541,2	504,3	467,4	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	711,29	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	638,25	615	557,5	507,5	
Air	Semula	266,67	261,71	263,88	262,14
	Tambahan	26,99	28,30	28,91	29,73
Superplasticizer [SP]	-	-	-	-	
Slump aktual [cm]	3	5,5	4,7	4	
Umur pengujian [hari]	14	14	14	14	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	23,78	24,84	22,61	17,20	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	27,02	28,23	25,69	19,54	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

Tabel 8. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, Slump rencana 100 mm, dengan SP = 1 % Berat Semen

Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai G Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	602,7	541,2	504,3	467,4	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	711,29	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	638,25	615	557,5	507,5	
Air	Semula	266,67	261,71	263,88	262,14
	Tambahan	26,99	28,30	28,91	29,73
Superplasticizer [SP]	3,01	2,71	2,52	2,34	
Slumpflow aktual [cm]	78,5	66,5	51	50	
Umur pengujian [hari]	16	15	12	11	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	27,71	27,81	22,61	22,08	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	30,79	31,25	27,77	28,26	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

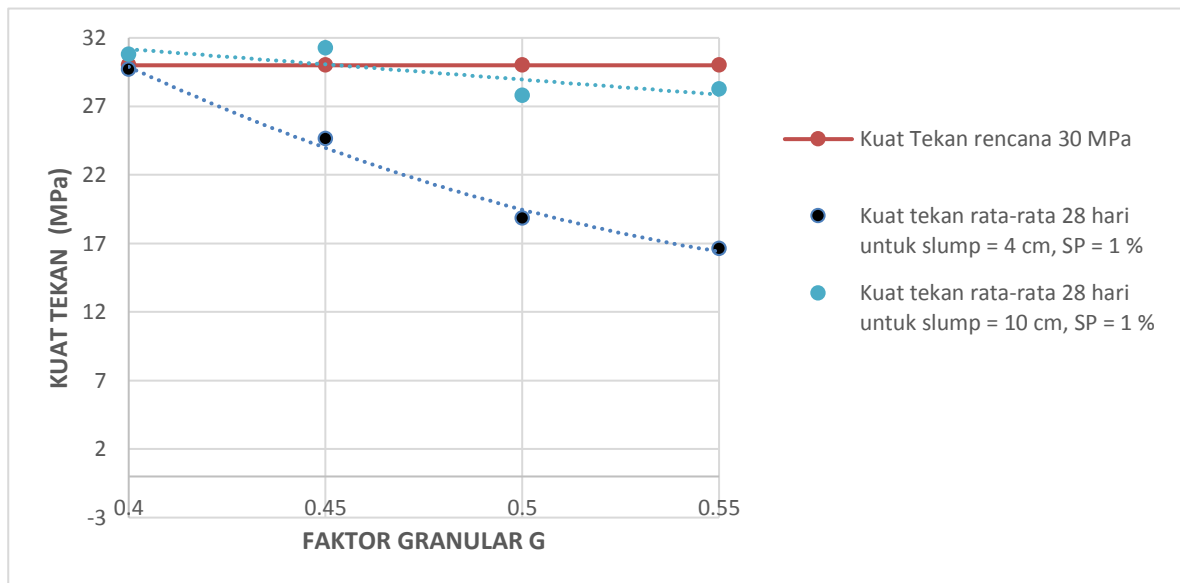
Tabel 9. Hasil Pengujian untuk Komposisi 1m³ Campuran Beton $f'_c = 30$ MPa, *Slump* rencana 100 mm, dengan SP = 1,5 % Berat Semen

Bahan	Jumlah Bahan untuk Nilai <i>G</i> Tertentu [kg]				
	0,40	0,45	0,50	0,55	
Semen	602,7	541,2	504,3	467,4	
Pasir 0,15 mm – 2,38 mm	711,29	800,1	888,11	978,79	
Batu Pecah 2,38 mm – 4,75 mm	638,25	615	557,5	507,5	
Air	Semula	266,67	261,71	263,88	262,14
	Tambahan	26,99	28,30	28,91	29,73
<i>Superplasticizer</i> [SP]	6,03	5,41	5,04	4,67	
<i>Slumpflow</i> aktual [cm]	74	75	55	52	
Umur pengujian [hari]	16	15	12	11	
f'_c rata-rata pengujian [MPa]	21,23	22,08	20,38	20,06	
f'_c rata-rata 28 hari dari umur pengujian [MPa]	23,59	27,12	25,03	25,68	
Fenomena segregasi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	Tidak terjadi	

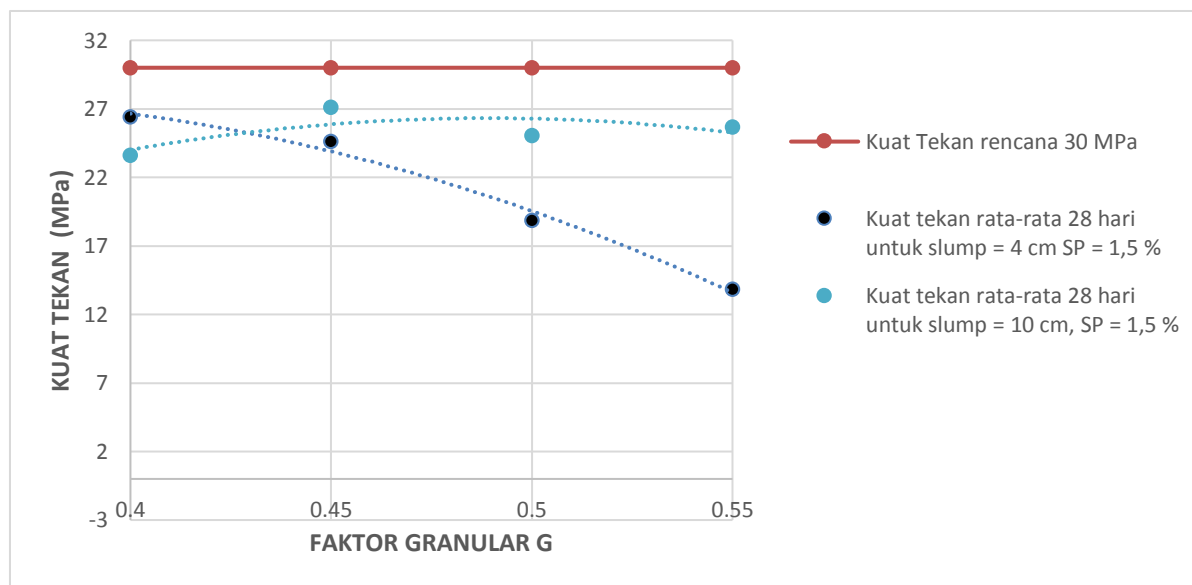


Gambar 2. Hubungan antara kuat tekan rata-rata terhadap faktor granular untuk *slump* rencana 4 cm dan *slump* rencana 10 cm tanpa SP

Studi Mengenai Perlakuan Agregat Berukuran 2,38 mm – 4,75 mm sebagai Agregat Kasar dalam Campuran Beton



Gambar 3. Hubungan antara kuat tekan rata-rata terhadap faktor granular untuk *slump* rencana 4 cm dan *slump* rencana 10 cm dengan SP = 1 % berat semen



Gambar 4. Hubungan antara kuat tekan rata-rata terhadap faktor granular untuk *slump* rencana 4 cm dan *slump* rencana 10 cm dengan SP = 1,5 % berat semen

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel komposisi campuran dan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata 28 hari terhadap faktor granular diketahui bahwa:

- (1) dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Gambar 2. yaitu untuk campuran beton tanpa SP, kuat tekan uji yang cenderung mendekati kuat tekan rencana terjadi pada faktor granular 0,40 – 0,50 dan dengan nilai *slump* 40 mm. Oleh karena itu dengan faktor granular 0,40 – 0,50 masih dapat diupayakan ketercapaian kuat tekan yang direncanakan. Terjadi penurunan kuat tekan uji sehingga tidak mencapai kuat tekan prediksi. Penelusuran penyebab fenomena ini dilakukan dengan memperhatikan komposisi campuran. Berdasarkan penelusuran ini tidak didapatkan penyebab yang jelas terjadinya penurunan

kuat tekan. Oleh karena itu penyebab terjadinya hal ini diduga berasal dari kondisi benda uji yang kurang baik akurasi bentuknya.

- (2) hasil pengujian yang disajikan pada Gambar 3. juga memperlihatkan kecenderungan hasil yang sama dengan hasil pada campuran yang tanpa SP, yaitu pada faktor granular 0,40 kuat tekan pengujian sangat berdekatan dengan kuat tekan rencana. Hal ini juga terjadi jika berat pasir tidak melebihi berat agregat kasar;
- (3) sesuai dengan dugaan bahwa campuran beton tidak akan mengalami segregasi jika ukuran maksimum agregat kasar mendekati ukuran maksimum pasir, maka dugaan ini terbukti adanya dan homogenitas beton secara visual terlihat sangat baik;
- (4) penambahan SP dalam campuran beton menyebabkan campuran beton bersifat memadat mandiri dengan nilai *slumpflow* 490 mm – 785 mm;
- (5) pemadatan campuran beton dengan menggunakan ukuran maksimum agregat kasar yang berdekatan dengan ukuran maksimum agregat halus lebih mudah jika dibandingkan dengan ukuran maksimum agregat kasar yang berjauhan dengan ukuran maksimum agregat halus.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

- (1) agregat berukuran 2,38 mm – 4,75 mm dapat diperlakukan sebagai agregat kasar dalam campuran beton;
- (2) cara perancangan campuran beton untuk ukuran agregat berukuran 4,75 mm – 40 mm dapat digunakan untuk agregat berukuran seragam 2,38 mm – 4,75 mm;
- (3) jika perancangan campuran beton menggunakan cara Dreux, maka faktor granular yang digunakan yaitu 0,40 – 0,50;
- (4) campuran beton dengan menggunakan 2,38 mm – 4,75 mm dapat dengan mudah memadat mandiri jika diberi SP dengan dosis 1% dan 1,5%.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Neville, A. M. (1981). *Properties of Concrete* (3rd ed.). England: Pearson Education Limited.