

Tinjauan Ulang Mengenai Kadar Maksimum Pipih dan Memanjang Agregat Kasar dalam Campuran Beton Cara SNI

DECKA CHANIAGO SUKANLI, PRIYANTO SAELAN

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

ABSTRAK

Dalam campuran beton, agregat kasar memiliki 70% sampai 80% pengaruh terhadap kuat tekan beton. Agregat kasar memiliki bentuk yang berbeda seperti membulat, pipih, dan memanjang tergantung pada sumbernya. Dalam penelitian ini, dilakukan penyelidikan pada kadar maksimum bentuk pipih dan memanjang agregat kasar dalam campuran beton. Pada penelitian kadar bentuk pipih dan memanjang agregat kasar ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian dilakukan dengan uji slump dan uji kuat tekan beton yang mengacu pada SNI. Slump rencana yang digunakan yaitu (30-60) mm dan (60-180) mm dengan kuat tekan beton rencana yaitu 30 MPa usia 28 hari. Hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa kadar pipih dan memanjang agregat kasar melebihi 20% tidak berpengaruh terhadap kuat tekan beton selama kadar pipih dan memanjang agregat kasar tidak melebihi 45% dari total agregat batu pecah.

Kata kunci: bentuk pipih dan memanjang, agregat kasar, kuat tekan beton, uji slump

ABSTRACT

In concrete mixture, coarse aggregate has 70% to 80% influence on concrete compressive strength. The coarse aggregate have different shape like rounded, angular, flaky and elongated depending on the source. In this study, we investigated the maximum level of flat and elongated coarse aggregate in concrete mixture. In the study of the level of flat and elongated forms coarse aggregates using cylindrical specimen with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. Testing was conducted with slump and concrete compressive strength test which refers to SNI. The slump plan used is (30-60) mm and (60-180) mm with a 30 MPa concrete compressive strength of 28 days. The results of this test can be seen that the flat and elongated of coarse aggregates exceeding 20% does not effect compressive strength of the concrete as long as the flat and elongated of coarse aggregates not exceed at 45% of the total aggregates.

Keywords: flat and elongated shape, coarse aggregates, compressive strength, slump test

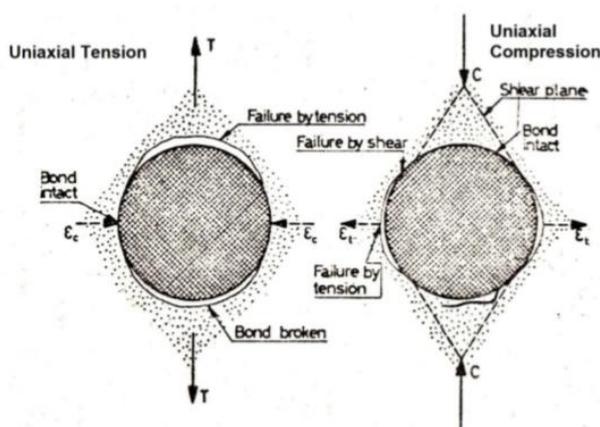
1. PENDAHULUAN

Keruntuhan beton merupakan keruntuhan mortar yang menyelimuti agregat kasar. Dengan pola keruntuhan ini maka fungsi agregat kasar dalam masa beton adalah sebagai tumpuan mortar. Sebagai tumpuan mortar maka agregat kasar menerima beban tekan yang diteruskan oleh mortar. Karena keruntuhan beton merupakan keruntuhan mortar maka agregat kasar harus lebih kuat dari mortar. Agar agregat kasar lebih kuat dari mortar maka bentuk agregat kasar harus membulat atau gemuk. Jika agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang maka agregat kasar sebagai tumpuan mortar akan mengalami tekanan yang lebih tinggi dibandingkan agregat kasar yang berbentuk membulat atau gemuk. Hal ini terjadi karena luas permukaan bidang tumpu agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang lebih kecil daripada agregat kasar berbentuk membulat atau gemuk. Ditinjau dari fungsi agregat kasar sebagai tumpuan maka keadaan ini diduga akan menyebabkan agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang lebih dulu runtuh dibandingkan dengan agregat kasar berbentuk membulat atau gemuk. Jika ditinjau dari bidang runtuh geser mortar, bentuk agregat kasar yang membulat diduga akan membentuk bidang geser mortar yang lebih besar daripada bidang geser yang dibentuk oleh mortar yang bertumpu pada agregat kasar yang berbentuk pipih, sehingga kuat tekan beton akan lebih besar. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah kadar maksimum pipih dan memanjang agregat kasar yang diduga berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mekanisme Pembentukan Kuat Tekan Beton

Beton dapat dibagi menjadi tiga fase material yang terdiri dari pasta semen, agregat, dan permukaan antara pasta semen dan agregat. Mekanisme transfer beban diantara fase ini bergantung pada jenis pasta semen, karakteristik permukaan agregat, dan lekatan atau ikatan adesi yang terjadi pada pasta semen dan karakteristik permukaan agregat. Mekanisme pembentukan kuat tekan beton dapat diketahui dari hasil pengujian oleh Newman, J. dan Choo, B.S. (2003), dimana terdapat bagian permukaan agregat kasar yang bebas dari mortar dan permukaan lainnya dimana mortar melekat. Bentuk mortar yang melekat pada permukaan agregat kasar ini berbentuk seperti kerucut. Mekanisme keruntuhan tekan beton berdasarkan serpihan beton yang dimodelkan oleh Avram dan rekan dalam Al-Attar, T.S. (2013) pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Mekanisme keruntuhan beton pada pengujian tekan dan tarik (Sumber: Al-Attar, T.S., 2013)

Pada Gambar 1 terlihat bahwa saat mortar memikul beban tekan, maka mortar pada permukaan agregat yang mengalami tegangan tarik akan terlepas lekatannya dengan permukaan agregat tersebut. Hal ini terjadi karena beton tidak kuat menahan tegangan tarik. Saat mortar terlepas dari permukaan agregat ini maka beban tekan yang bekerja akan dipikul oleh mortar yang bertumpu pada agregat kasar. Karena kekuatan agregat kasar lebih besar dari mortar, maka keruntuhan terjadi pada mortar berupa keruntuhan geser. Bidang runtuh geser mortar ini akan menyerupai bentuk kerucut. Dengan demikian maka kuat beton merupakan kuat geser mortar beton yang bertumpu pada agregat kasar.

2.2 Pengaruh Bentuk Pipih dan Memanjang Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton

Fungsi agregat kasar dalam massa beton adalah sebagai tumpuan mortar. Sebagai tumpuan mortar maka agregat kasar menerima beban tekan yang diteruskan oleh mortar. Karena keruntuhan beton merupakan keruntuhan mortar maka agregat kasar harus lebih kuat dari mortar. Agar agregat kasar lebih kuat dari mortar maka bentuk agregat kasar harus membulat atau gemuk. Jika agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang maka agregat kasar sebagai tumpuan mortar akan mengalami tekanan yang lebih tinggi dibandingkan agregat kasar yang berbentuk membulat atau gemuk. Hal ini terjadi karena luas penampang agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang lebih kecil daripada agregat kasar berbentuk membulat atau gemuk. Ditinjau dari fungsi agregat kasar sebagai tumpuan maka keadaan ini diduga akan menyebabkan agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang lebih dulu runtuh dibandingkan dengan agregat kasar berbentuk membulat atau gemuk. Sebaliknya jika ditinjau dari mortar yang mengikat agregat kasar maka jika agregat kasar berbentuk pipih atau memanjang, jumlah mortar yang menumpu pada permukaan agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang akan lebih kecil, sehingga luas bidang geser mortar menjadi kecil dan beban yang diperlukan untuk mengakibatkan runtuh geser ikut mengecil. Hal ini kuat tekan beton menjadi berkurang. Agregat kasar berbentuk pipih dan memanjang idealnya ditiadakan. Keberadaan bentuk pipih dan memanjang tidak bisa dihindari karena agregat kasar dihasilkan dari pemecahan batu besar menjadi ukuran butiran batu yang lebih kecil. Kadar agregat bentuk pipih dan memanjang diperlihatkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kadar Maksimum Agregat Pipih dan Memanjang Berbagai Standar

Standar	Kadar Maksimum bentuk Pipih dan Memanjang Agregat Kasar [%]
ASTM C33-86	15
RSNI T-01-2005	20

(Sumber: RSNI T-01-2005 dan ASTM C33-86)

2.3 Penelitian Tentang Pemakaian Bentuk Agregat Pipih dan Memanjang dalam Campuran Beton

Penelitian menurut Murthy, B.V.R., et al (2018) dalam *Flakyness Effect of Local Coarse Aggregate on Workability and Compressive Strength of Concrete*, bahwa pemakaian bentuk agregat pipih dan memanjang yang diterima yaitu 20% karena kuat tekan beton Mix-1 dengan rata-rata kuat tekan beton 36,43 MPa dalam 28 hari seperti terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari dan 28 Hari

S.NO	Cube Specimens	Flaky Aggregates [%]	Compressive Strength [N/mm ²]	
			7 days	28 days
1	Control Mix-1	with existing flaky aggregate	31,25	40,29
2	Control Mix-2	0	23,10	34,96

Tabel 2. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari dan 28 Hari lanjutan

S.NO	Cube Specimens	Flaky Aggregates [%]	Compressive Strength [N/mm ²]	
			7 days	28 days
3	Mix-1	20	31,69	36,43
4	Mix-2	25	26,51	32,33
5	Mix-3	20	35,55	43,10
6	Mix-4	25	28,58	34,66

(Sumber: Murthy, B.V.R., et al, 2018)

Penelitian selanjutnya dari Khan, S., et al. (2018) dalam *Effect of Flaky Aggregates on the Strength and Workability of Concrete* bahwa pemakaian 30% agregat pipih dan memanjang dengan kuat tekan beton 30,39 MPa (28 hari) terbilang masih aman untuk digunakan pada beton seperti terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton dengan Variasi Kadar Pipih Agregat

Mix Proportion	Flaky Aggregates [%]	w/c ratio	Compressive Strength [MPa]		
			7 days	14 days	28 days
M25 (1:1:2)	20	0,5	20,26	25,96	31,94
	30		19,65	24,55	30,39
	40		18,84	23,24	28,86
	50		17,72	21,84	26,54
	60		16,26	20,29	25,29
	70		14,86	18,84	24,13

(Sumber: Khan, S., et al, 2018)

Jadi dari kedua penelitian tersebut memiliki kadar pipih dengan hasil kuat tekan yang tidak seragam.

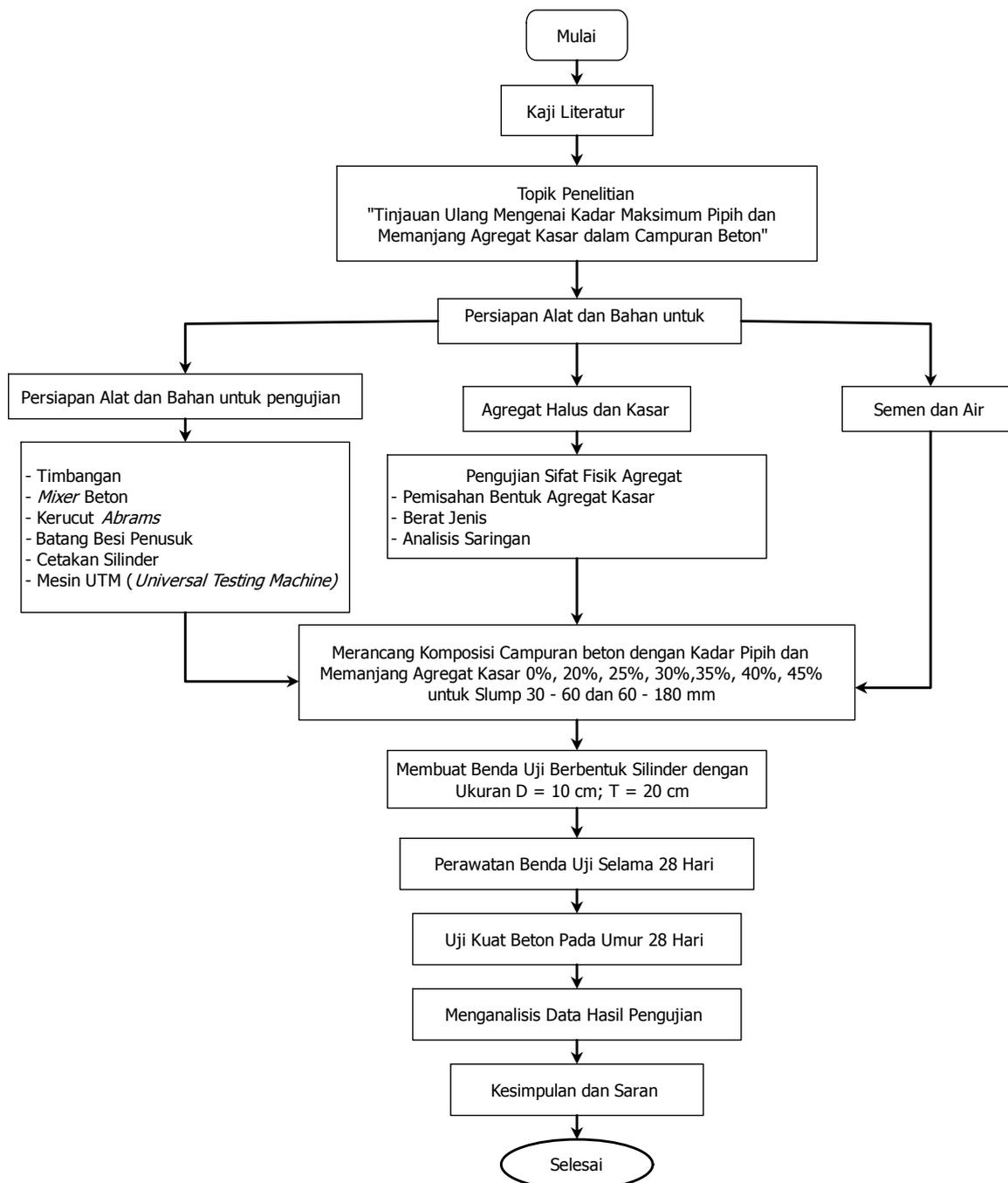
3. METODOLOGI PENELITIAN

Lingkup penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan kadar bentuk pipih dan memanjang 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, dan 45%.
2. Pengujian kuat tekan pada umur 28 hari sekitar 30 MPa.
3. Semen yang digunakan adalah Semen Tiga Roda.
4. Pengujian yang dilakukan adalah *slump test* dan kuat tekan beton pada benda uji berbentuk silinder ukuran $\varnothing = 10$ cm dan $t = 20$ cm.

Parameter untuk penelitian ini meliputi *slump test*, *slump* rencana, kuat tekan beton, kadar pipih dan memanjang agregat kasar. Variabel penelitian yaitu kadar pipih dan memanjang agregat kasar, serta nilai *slump* 30-60 mm dan 60-180 mm. Pengujian dilakukan pada beton segar dan beton keras. Kemudian dilakukan analisis dan pembahasan hasil penelitian dan terakhir kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang terkait.

Prosedur penelitian mengenai studi tinjauan ulang mengenai kadar maksimum pipih dan memanjang agregat kasar dalam campuran beton dilakukan dengan tahapan-tahapan yang tertera pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan alir metode penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

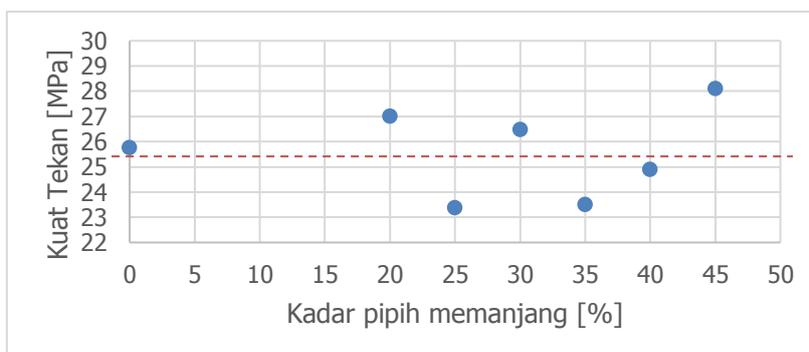
Hasil pengujian kuat tekan beton $f'_c = 30$ MPa yang tertera pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**, serta grafik sebaran kuat tekan beton dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

Tabel 4. Hasil Uji Tekan Beton *Slump* 30-60 mm

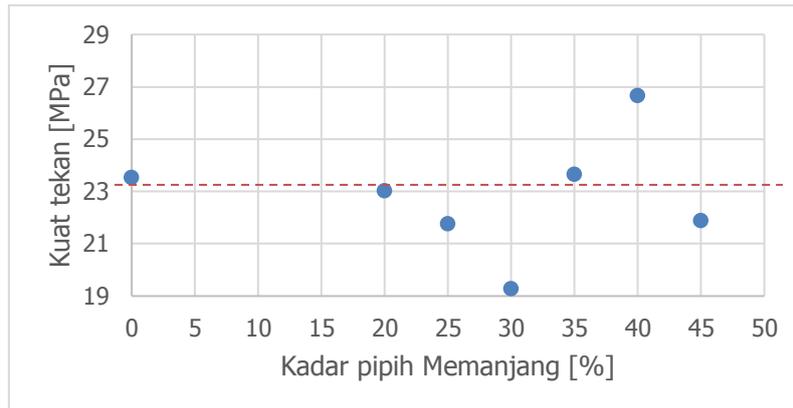
Bahan	Kadar Pipih dan Memanjang [%]						
	0	20	25	30	35	40	45
Semen [kg/m ³]	373,8	373,8	373,8	373,8	373,8	373,8	373,8
Pasir [kg/m ³]	771,65	771,65	771,65	771,65	771,65	771,65	771,65
Batu Pecah [kg]	Pipih [kg/m ³]	0	227,285	181,83	272,74	318,99	409,11
	Membulat [kg/m ³]	909,14	681,855	727,31	636,4	590,94	545,48
	Total	909,14	909,14	909,14	909,14	909,14	909,14
Air [kg/m ³]	210	210	210	210	210	210	210
<i>Slump</i> Aktual [mm]	50	35	30	36	50	35	30
Kuat Tekan Uji Rata-Rata 7 Hari [MPa]	16,74	17,55	15,19	17,21	15,26	16,17	18,26
Prediksi Kuat Tekan Rata-Rata 28 Hari [MPa]	25,75	27	23,37	26,48	23,48	24,88	28,09

Tabel 5. Hasil Uji Tekan Beton *Slump* 60-180 mm

Bahan	Kadar Pipih dan Memanjang [%]						
	0	20	25	30	35	40	45
Semen [kg/m ³]	420,08	420,08	420,08	420,08	420,08	420,08	420,08
Pasir [kg/m ³]	928,51	928,51	928,51	928,51	928,51	928,51	928,51
Batu Pecah [kg]	Pipih [kg/m ³]	0	127,86	159,82	191,785	223,75	255,71
	Membulat [kg/m ³]	639,28	511,42	479,46	447,5	415,53	383,57
	Total	639,28	639,28	639,28	639,28	639,28	639,28
Air [kg/m ³]	236	236	236	236	236	236	236
<i>Slump</i> Aktual [mm]	90	85	70	90	90	85	70
Kuat Tekan Uji Rata-Rata 7 Hari [MPa]	15,29	14,97	14,14	12,53	15,38	17,33	14,23
Prediksi Kuat Tekan Rata-Rata 28 Hari [MPa]	23,52	23,03	21,75	19,27	23,66	26,66	21,89



Gambar 3. Sebaran kuat tekan beton terhadap kadar pipih memanjang agregat kasar dengan nilai *slump* 30-60 mm



Gambar 4. Sebaran kuat tekan beton terhadap kadar pipih memanjang agregat kasar dengan nilai *slump* 60-180 mm

Kuat tekan beton pada umur 7 hari pada kondisi kadar pipih memanjang 0% mencapai 16,74 MPa untuk *slump* rencana (30-60) mm. Hasil uji ini tidak mencapai kuat tekan yang direncanakan, yaitu 19,5 MPa. Kuat tekan prediksi 28 hari sebesar 25,75 MPa. Berdasarkan pengamatan pola runtuh benda uji akibat tekan seperti pada **Gambar 5** diduga berkurangnya kuat tekan beton disebabkan oleh permukaan benda uji yang miring. Oleh karena itu kuat tekan prediksi 28 hari sebesar 25,75 MPa ini dijadikan acuan mengevaluasi kuat tekan pada kadar pipih dan memanjang 20% sampai dengan 45%. Sedangkan untuk *slump* rencana (60-180) mm digunakan kuat tekan prediksi 28 hari sebesar 23,52 MPa.



Gambar 5. Pola keruntuhan benda uji akibat tekan

Prediksi kuat tekan 28 hari menggunakan kuat tekan hasil uji 7 hari yang besarnya 65% dari kuat tekan 28 hari memiliki keakuratan yang sangat baik berdasarkan hasil penelitian dari Hermansah (2019). Hasil penelitian Hermansah ini diperlihatkan pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 6. Hasil Uji Tekan Beton dengan Kuat Tekan Target 27,38 MPa

Uraian	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5
Modulus Kehalusan Gabungan	4,001	4,242	4,408	4,575	4,742
Kuat tekan 7 hari [MPa]	19,87	18,09	18,25	18,66	19,11
Kuat tekan 28 hari [MPa]	29,1	29,4	29,4	28,8	29,8
	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5
Modulus Kehalusan Gabungan	4,001	4,001	4,001	4,001	4,001
Kuat tekan 7 hari [MPa]	18,32	19,31	18,85	17,92	17,12
Kuat tekan 28 hari [MPa]	28,6	28,9	28,7	27,8	27,1

(Sumber: Hermansyah, F., 2019)

Tabel 7. Hasil Uji Tekan Beton dengan Kuat Tekan Target 47,38 MPa

Uraian	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5
Modulus Kehalusan Gabungan	4,001	4,242	4,408	4,575	4,742
Kuat tekan 7 hari [MPa]	31,1	32,14	31,16	32,1	32,7
Kuat tekan 28 hari [MPa]	48,6	48,7	48,5	48,1	48,6
	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5
Modulus Kehalusan Gabungan	4,001	4,001	4,001	4,001	4,001
Kuat tekan 7 hari [MPa]	32,5	32,3	31,6	30,6	29,3
Kuat tekan 28 hari [MPa]	48,1	48,1	47,8	47,1	45,8

(Sumber: Hermansyah, F., 2019)

Penelitian Hermansyah, F. (2019) ini dapat diketahui bahwa kuat tekan 7 hari dan 28 hari memiliki keakuratan yang sangat baik dengan diperoleh persentase sebesar 65% dari kuat tekan 28 hari. Pada *slump* rencana 30-60 mm, kuat tekan pada kadar pipih dan memanjang melebihi 20% akan berfluktuasi naik turun disekitar 25,75 MPa. Kuat tekan paling kecil terjadi sebesar 23,37 MPa. Jadi kuat tekan mengalami penurunan yang relatif kecil. Dengan fenomena fluktuasi ini maka dapat dianggap kuat tekan beton tidak mengalami penurunan. Pada *slump* rencana 60-180 mm, fenomena juga terjadi seperti pada *slump* rencana 30-60 mm. Kuat tekan beton pada kadar agregat kasar pipih dan memanjang sampai dengan 45% dapat dianggap tidak akan menyebabkan terjadinya penurunan mutu beton.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kadar maksimum pipih dan memanjang agregat kasar dalam campuran beton diperoleh jika kuat tekan beton pada kadar pipih dan memanjang melebihi 20% dianggap tidak berpengaruh terhadap mutu beton selama kadar pipih dan memanjang agregat kasar tidak melebihi dari 45% dari total agregat batu pecah. Kadar maksimum pipih dan memanjang agregat kasar sampai dengan 45% cukup aman untuk digunakan.

6. SARAN

Dari penelitian ini perlu dilakukan kembali uji kuat tekan beton mengingat kuat tekan beton pada kadar pipih dan memanjang 0% tidak mencapai kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 30 MPa. Tidak tercapainya kuat tekan beton ini diduga adanya pemilihan bentuk pipih dan memanjang agregat kasar yang tidak sesuai dengan yang disyaratkan.

DAFTAR RUJUKAN

Al-Attar, T. (2013). A Quantitative Evaluation of Bond Strength Between Coarse Aggregate and Cement Mortar in Concrete. *European Scientific Journal*, 9(6), 46-61.

- ASTM International. (1986). *ASTM C933-86 Standard Specification for Concrete Aggregates*. West Conshohocken: ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *RSNI T-01-2005 tentang Cara Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk pipih, Lonjong, atau pipih dan lonjong*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Hermansyah, F. (2019). *Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC). Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional - Bandung.
- Khan, S. & Dhobale, S.B. (2018). Effect of Flaky Aggregates of the Strength and Workability of Concrete. *International research Journal of Engineering and Technology.*, 5(9), 1398-1402.
- Murthy, B.V.R., Kumar, K.A., Suresh, N.N.V., Gireesha, N. & Sandhya, G. (2018). Flakyness Effect of Local Coarse Aggregate on Workability and Compressive Strength of Concrete. *International Journal of Engineering Science Invention.*, 7(4), 47-50.
- Newman, J. & Choo, B.S. (2003). *Advanced Concrete Technology*. Oxford: Butterworth-Heinemann.