

KAJIAN TEORITIS KETERCAPAIAN KUAT TEKAN BETON YANG DIRANCANG DENGAN CARA ACI MENGGUNAKAN SEMEN PCC INDONESIA

MUHAMMAD RIDWAN¹, PRIYANTO SAELAN¹

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: mridwan795@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah semen PCC Indonesia dapat digunakan dalam perancangan beton cara American Concrete Institute (ACI). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan semen PCC tipe 1 produksi Indonesia. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data sekunder dari beberapa penelitian yang berbeda dengan menggunakan ukuran butir maksimum agregat kasar 20 mm dan 25 mm. Peluang ketercapaian kuat tekan beton cara ACI dilakukan dengan analisis nilai faktor granular (G) dengan cara Dreux. Perancangan campuran beton cara ACI menggunakan semen PCC tipe 1 produksi Indonesia dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan apabila volume gembur agregat kasar campuran sama dengan atau lebih besar dari yang disyaratkan ACI dan nilai faktor granular campuran sama dengan atau lebih besar dari faktor granular pada kurva kuat tekan terhadap faktor air-semen.

Kata kunci: semen PCC tipe 1 Indonesia, ACI, kuat tekan, faktor granular

ABSTRACT

This research was conducted to determine whether Indonesian PCC cement can be used in the design of concrete using the American Concrete Institute (ACI) method. This research was conducted using PCC cement type 1 produced by Indonesia. The study was conducted using secondary data from several different studies using a maximum grain size of 20 mm and 25 mm of coarse aggregate. The probability of achieving the compressive strength of the concrete using the ACI method was analyzed by the value of the granular factor (G) using the Dreux method. The design of concrete mixtures using the ACI method using PCC cement type 1 produced by Indonesia can achieve the planned compressive strength if the volume of a loose coarse aggregate of the mixture is equal to or greater than that required by ACI and the value of the granular factor of the concrete mixture is equal to or greater than the granular factor on the curve of compressive strength to w/c ratio.

Keywords: PCC cement type 1 produced by Indonesia, ACI, compressive strength, granular factor

1. PENDAHULUAN

Perancangan campuran beton cara American Concrete Institute (ACI) merupakan hasil serangkaian pengujian yang telah dilakukan di Amerika menggunakan semen produksi negara Amerika. Cara ACI ini dapat digunakan dalam perancangan beton dengan kadar udara (menggunakan *Air Entrainment Admixture*) maupun beton tanpa kadar udara. Konsep dasar cara ACI tidak berbeda dengan cara yang lain seperti DoE, SNI, FCA yaitu faktor utama yang menentukan kuat tekan beton adalah faktor air-semen (FAS).

Berdasarkan kualitas semen produksi Indonesia yang mendekati semen produksi Amerika maka perancangan campuran beton cara ACI dapat menggunakan semen PCC produksi Indonesia. Namun demikian komposisi bahan yang dihitung dengan cara ACI ini perlu ditinjau secara teoritis ketercapaian kuat tekan betonnya jika menggunakan semen PCC Indonesia.

Kajian ketercapaian kuat tekan beton yang dirancang dengan cara ACI dilakukan dengan menggunakan metode Dreux (1979).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Campuran Beton Cara American Concrete Institute (ACI)

Adapun langkah-langkah yang dilakukan di dalam perhitungan komposisi campuran dengan metode ACI yaitu:

1. Menghitung kuat tekan target yang ditargetkan berdasarkan hasil kuat tekan beton yang direncanakan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai kuat tekan target

Kuat Tekan Rencana (f'_c) [MPa]	Kuat Tekan Target (f'_{cr}) [Mpa]
< 21	$f'_c + 7.0$
21 - 35	$f'_c + 8.3$
> 35	$1.1f'_c + 5.0$

(Sumber: ACI 318.11)

2. Menentukan nilai *slump* dari **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai *slump* yang disyaratkan

Jenis Konstruksi	<i>Slump</i> [mm]	
	Maksimum	Minimum
Dinding penahan tanah dan pondasi	75	25
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding struktur	75	25
Balok dan dinding beton	100	25
Kolom struktural	100	25
Perkerasan dan slab	75	25
Beton massal	75	25

(Sumber: ACI 211.1-91)

3. Menentukan ukuran maksimum agregat kasar.
4. Menentukan rencana jumlah air dalam adukan persatuan kubik beton dan menentukan persentase udara yang terperangkap menggunakan **Tabel 3**.

Tabel 3. Perkiraan kebutuhan air dari *slump* yang berbeda dan ukuran maksimum agregat kasar yang berbeda

<i>Slump</i> [mm]	Jumlah air, [kg/m ³] beton untuk ukuran besar maksimum agregat kasar							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	70	150
Beton tanpa kadar udara								
30-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-180	243	228	216	202	190	178	160	-
Perkiraan kadar udara terjebak [%]	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton dengan kadar udara (menggunakan AEA)								
30-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-180	216	205	197	184	174	166	154	-
Rata-rata jumlah udara yang disarankan, % untuk tingkat paparan								
paparan ringan	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
paparan sedang	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
paparan tinggi	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

(Sumber: ACI 211.1-91)

- Menentukan faktor air-semen (FAS) dari kuat tekan yang direncanakan untuk mengetahui perbandingan antara berat air dengan berat semen yang akan digunakan dari **Tabel 4**.

Tabel 4. Hubungan antara w/c dan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Kuat tekan beton pada umur 28 hari [MPa]	W/C	
	Beton tanpa kadar udara	Beton dengan kadar udara (menggunakan AEA)
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

(Sumber: ACI 211.1-91)

- Menentukan jumlah semen yang akan digunakan.
- Menentukan jumlah agregat kasar dari **Tabel 5**.

Tabel 5. Volume gembur agregat kasar untuk 1m³ beton

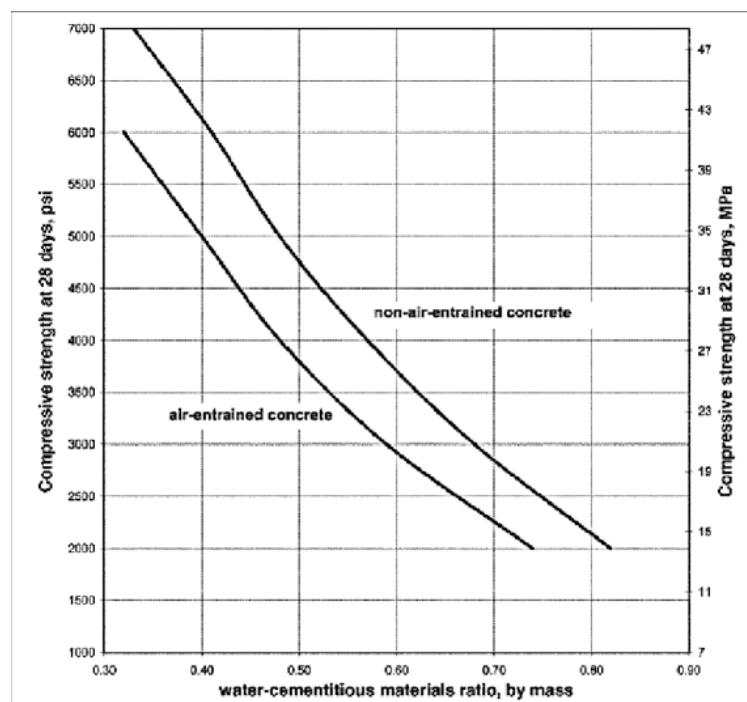
Ukuran maksimum agregat [mm]	Volume gembur [m ³] agregat kasar kering persatuan volume, untuk modulus halus agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

(Sumber: ACI 211.1-91)

8. Menentukan jumlah agregat halus.
9. Proporsi campuran diuji dan proporsi campuran dikoreksi untuk mendapatkan proporsi campuran akhir.

2.2 Kajian Teoritis Mengenai Hubungan Kuat Tekan dan Faktor Air Semen Pada Cara ACI

Hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen pada cara ACI ditampilkan pada **Gambar 1**. Grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air semen merupakan hasil serangkaian pengujian yang telah dilakukan di Amerika menggunakan semen produksi negara Amerika. Apabila cara ACI diterapkan di Indonesia, maka harus diketahui terlebih dahulu perbandingan kualitas semen PCC Amerika dan PCC Indonesia. Dalam hal ini yang disebut kualitas adalah parameter kuat tekan, apabila kuat tekan semen PCC Indonesia mendekati atau sama dengan kuat semen PCC Amerika, maka **Gambar 1** dapat langsung digunakan. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas semen PCC Indonesia dan semen PCC Amerika **Gambar 1** harus dimodifikasi terlebih dahulu.

**Gambar 1. Hubungan kuat tekan beton umur 28 hari dan faktor air-semen**

(Sumber: Amhudo, R. L., Tavio, T., & Raka, I. G. P., 2018)

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Bhatti dan Tennis (2004), menjelaskan kualitas sifat fisika semen, yaitu kekuatan mortar semen PCC produksi pada umur 7 hari dan 28 hari yang ditampilkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kekuatan semen produksi Amerika

Negara Produksi	Jenis Semen	Kekuatan Mortar Semen (MPa)	
		7 hari	28 hari
Amerika	PCC Tipe I	33	41,3
	PCC Tipe II	32,4	42,9
	PCC Tipe III	41,2	49,3
	PCC Tipe V	30,9	43,6

(Sumber: U.S. and Canadian Cement Characteristics:2004)

Sementara data yang didapatkan dari beberapa Produsen semen dan hasil penelitian Pusjatan untuk kekuatan semen mortar jenis PCC dan OPC di Indonesia pada umur 7 hari dan 28 hari yang ditampilkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Kekuatan semen produksi Indonesia

Nama Semen	Jenis Semen	Kekuatan Mortar Semen (MPa)	
		7 hari	28 hari
Tiga Roda	OPC	28 - 32	38 - 42
	PCC	25 - 32	35 - 41
Semen Padang	OPC	≥ 24,2	≥ 35
	PCC	≥ 26	≥ 34,5
Semen Gresik	OPC	32	41
	PCC	29	38,5
Tonasa	OPC	30,5	39
	PCC	26,3	41
Garuda	OPC	≥ 26	≥ 40
	PCC	≥ 25	≥ 35
Serang	OPC	≥ 26	≥ 40
	PCC	≥ 26	≥ 40
Hasil Penelitian Semen oleh Pusjatan	PCC	30,2	42

(Sumber: Saelan, 2020)

Berdasarkan kualitas semen produksi Indonesia yang mendekati semen produksi Amerika maka perancangan campuran beton cara ACI dapat digunakan langsung tanpa memodifikasi terlebih dahulu kurva hubungan kuat tekan beton dan faktor air-semen.

2.3 Kaji Teoritis Ketercapaian Perancangan Campuran Beton Cara American Concrete Institute Menggunakan Semen PCC Indonesia

Kajian ketercapaian kuat tekan beton yang dirancang dengan cara ACI dilakukan menggunakan metode Dreux (1979). Kuat tekan beton pada metode Dreux ditentukan oleh faktor granular, kuat mortar, dan rasio air-semen. Perumusan kuat tekan beton diberikan pada **Persamaan 1**:

$$f_c = G f_{pc} \left(\frac{c}{w} - 0,50 \right) \dots\dots\dots(1)$$

yang mana:

f_c = kuat tekan silinder beton umur 28 hari [MPa],

G = faktor granular,

f_{pc} = kekuatan mortar semen umur 28 hari [MPa],

$\frac{c}{w}$ = rasio berat semen terhadap berat air,

Formulasi empirik faktor granular dari Thesia dan Saelan (2013) adalah:

$$G = k \cdot V_s \dots\dots\dots(2)$$

V_s = volume mutlak pasir untuk 1 [m³] beton

k = koefisien yang bergantung pada kadar volume mutlak pasir dalam volume mutlak agregat gabungan untuk 1 m³ beton. Besarnya koefisien k ditampilkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Nilai koefisien k

Kadar volume mutlak pasir dalam volume mutlak agregat gabungan (volume pasir/volume agregat gabungan) [%]	k
20 – 24	3,25
25 – 26	3,00
27 – 30	2,75
31 – 34	2,50
35 – 37	2,25
38 – 43	2,00
44 – 49	1,75
50 – 58	1,50
59 – 60	1,25
61 – 65	1,00

(Sumber: Thesia dan Saelan, 2013)

Untuk mengkaji secara teoritis ketercapaian perancangan campuran beton dengan cara ACI, maka dilakukan analisis faktor granular (G) pada komposisi campuran. Faktor granular (G) pada komposisi campuran selanjutnya dibandingkan dengan faktor granular (G) pada kurva kuat tekan terhadap FAS menggunakan semen dengan kekuatan sebesar 41 MPa (semen tipe I produksi Amerika). Faktor granular pada komposisi dihitung berdasarkan berat jenis agregat halus sebesar 2,5 t/m³, berat jenis agregat kasar sebesar 2,65 t/m³, dan berat isi agregat kasar sebesar 1500 kg/m³.

Dengan membandingkan nilai faktor granular pada komposisi ACI dan nilai faktor granular pada kurva ACI. Ketercapaian perancangan campuran beton menggunakan cara ACI dapat diketahui dan hasilnya adalah sebagai berikut:

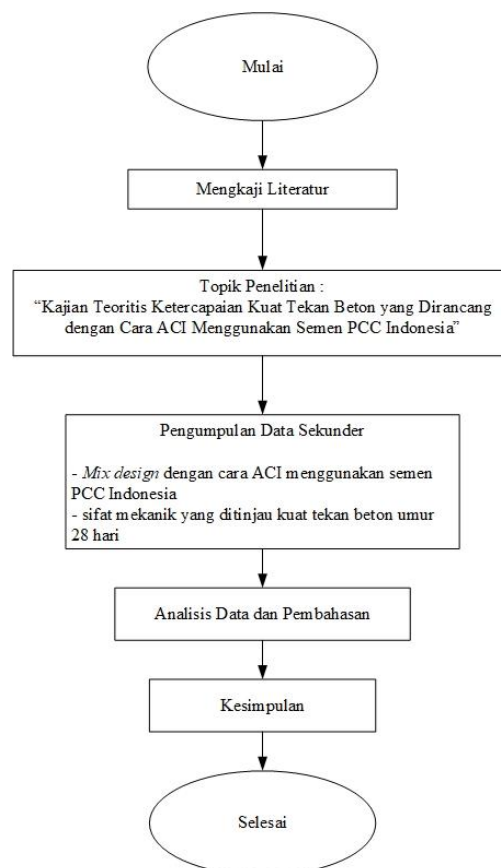
1. Kaji teoritis menunjukkan bahwa untuk ukuran butir maksimum 20 mm dan 37,5 mm ketercapaian kuat tekan akan mencapai 100% untuk seluruh nilai FAS.
2. Sedangkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm ketercapaian kuat tekan akan mencapai 100% untuk nilai FAS 0,3. Untuk nilai FAS yang lebih besar dari 0,3, ketercapaian kuat tekan 100% didapatkan dengan menggunakan:

- (a) modulus kehalusan pasir 2,4 dan 2,6;
- (b) modulus kehalusan pasir 2,8 dengan volume mutlak gabungan 0,6 m³ sampai 0,65 m³;
- (c) modulus kehalusan pasir 3,0 dengan volume mutlak gabungan 0,6 m³ sampai 0,625 m³.

3. METODOLOGI

3.1 Analisis Data

Penelitian ini dapat dijelaskan melalui diagram alir pada **Gambar 2**



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang merupakan data yang didapat dari hasil penelitian sebelumnya. Data sekunder yang digunakan berasal dari hasil penelitian berikut ini:

1. Penelitian oleh Yuddhy Setyanto (2011) dengan judul "Studi Banding Metode Rancang Campur Beton SK SNI-1990-03 dan ACI 318" dari Universitas Sebelas Maret. Kebutuhan bahan pada pengujian yang dilakukan Setyanto (2011) ditampilkan pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

Tabel 9. Hasil penelitian agregat Yuddhy Setyanto (2011)

No	Jenis Pengujian Agregat		Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Modulus Halus Butir	-	2,6713	-
2	Ukuran Butir Maksimum	[mm]	-	20
3	Berat Jenis	[t/m ³]	2,823	2,565
4	Berat Isi	[kg/m ³]	1611	1486

Tabel 10. Komposisi campuran untuk 1 m³ beton

Material		Proporsi		
		f'c 22,5 MPa	f'c 25 MPa	f'c 27,5 MPa
Pasir	[kg]	835,912	810,560	781,906
Air	[kg]	171,092	172,185	173,420
Semen	[kg]	396,153	420,408	447,826
Batu Pecah	[kg]	951,846	951,846	951,846
Slump	[mm]	75 – 100	75 – 100	75 – 100

2. Penelitian oleh Azmi Firnanda (2014) dengan judul "Kuat Tekan Beton dan Waktu Ikut Semen Portland Komposit" dari Universitas Riau. Hasil pengujian agregat dan kebutuhan bahan pada pengujian yang dilakukan Firnanda (2014) ditampilkan pada **Tabel 11** dan **Tabel 12**.

Tabel 11. Hasil penelitian agregat Azmi Firnanda (2014)

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Modulus Halus Butir	-	3,14	7,06
2	Ukuran Butir Maksimum	[mm]	-	25
3	Berat Jenis	[t/m ³]	2,590	2,600
4	Berat Isi	[kg/m ³]	-	1410

Tabel 12. Komposisi campuran untuk 1 m³ beton

Material	Proporsi
Pasir [kg]	739,85
Air [kg]	187,77
Semen [kg]	396,08
Batu Pecah [kg]	937,19
Slump [mm]	75 – 100

3. Penelitian oleh Rachmi Yanita (2020) dengan judul "Semen PCC Sebagai Material *Green Construction* dan Kinerja Beton yang Dihasilkan" dari Institut Teknologi Indonesia. Kebutuhan bahan pada pengujian yang dilakukan Yanita (2020) ditampilkan pada **Tabel 13** dan **Tabel 14**.

Tabel 13. Hasil penelitian agregat Rachmi Yanita (2020)

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Modulus Halus Butir	-	2,432	-
2	Ukuran butir maksimum	[mm]	-	20
3	Berat Jenis	[t/m ³]	2,591	2,431
4	Berat Isi	[kg/m ³]	-	1384

Tabel 14. Komposisi campuran untuk 1 m³ beton

Material		Proporsi	
		Campuran 1	Campuran 2
Pasir	[kg]	746,886	742,331
Air	[kg]	201,900	201,900
Semen	[kg]	425,053	425,053
Batu Pecah	[kg]	909,288	909,288
Slump	[mm]	75 – 100	75 – 100

3.3 Analisis Data

Setelah terkumpul seluruh data yang dapat digunakan, selanjutnya dilakukan analisis data. Adapun analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis komposisi campuran.
2. Menghitung kadar air aktual berdasarkan *slump* aktual.
3. Menghitung nilai kuat tekan prediksi berdasarkan FAS aktual.
4. Membandingkan nilai kuat tekan prediksi dengan kuat tekan hasil uji.
5. Menyimpulkan hasil penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian dimuat pada **Tabel 15** sampai dengan **Tabel 17**.

Tabel 15. Hasil Penelitian penelitian Yuddhy Setyanto (2011)

Uraian	Campuran		
	1	2	3
Semen [kg]	396,153	420,408	447,826
Pasir [kg]	835,912	810,560	781,906
Batu pecah maksimum 20 mm [kg]	951,846	951,846	951,846
Air [kg]	171,092	172,185	173,420
Slump rencana [mm]	75 – 100	75 – 100	75 – 100
Slump yang terjadi [mm]	98	87	80
Analisis Komposisi Campuran berdasarkan cara ACI	Sesuai cara ACI	Sesuai cara ACI	Sesuai cara ACI
Faktor G campuran	0,53	0,58	0,56
Air aktual sesuai <i>slump</i> yang terjadi [kg]	205	205	205
FAS aktual	0,52	0,49	0,46
Faktor G ACI	0,532	0,529	0,526
f'c prediksi [MPa]	32	34	36
f'c hasil uji [MPa]	30	32	35

Tabel 16. Hasil Penelitian Azmi Firnanda (2014)

Uraian	Campuran 1
Semen [kg]	396,08
Pasir [kg]	739,85
Batu pecah maksimum 25 mm [kg]	937,19
Air [kg]	187,77
<i>Slump</i> rencana [mm]	75 - 100
<i>Slump</i> yang terjadi [mm]	90
Analisis Komposisi Campuran berdasarkan cara ACI	Sesuai cara ACI
Faktor G campuran	0,51
Air aktual sesuai <i>slump</i> yang terjadi [kg]	193
FAS aktual	0,49
Faktor G ACI	0,529
f'_c prediksi [MPa]	34
f'_c hasil uji [MPa]	32

Tabel 17. Hasil penelitian Rachmi Yanita (2020)

Uraian	Campuran 1	Campuran 2
Semen [kg]	425,053	425,053
Pasir [kg]	746,886	742,331
Batu pecah maksimum 20 mm [kg]	909,288	909,288
Air [kg]	201,900	201,900
<i>Slump</i> rencana [mm]	75 - 100	75 - 100
Analisis Komposisi Campuran berdasarkan cara ACI	Sesuai cara ACI	Sesuai cara ACI
Faktor G campuran	0,58	0,58
Air aktual sesuai <i>slump</i> yang terjadi [kg]	205	205
FAS aktual	0,48	0,48
Faktor G ACI	0,528	0,528
f'_c prediksi [MPa]	35	35
f'_c hasil uji [MPa]	35	35

4.2 Pembahasan

Pembahasan didahului dengan analisis data sekunder sebagai berikut:

1. Menganalisis komposisi campuran

Analisis komposisi campuran dilakukan untuk mengetahui kesesuaiannya dengan ketentuan ACI, yaitu:

- Menganalisis kesesuaian volume gembur agregat kasar campuran dan volume gembur agregat kasar yang disyaratkan ACI berdasarkan modulus kehalusan pasir
- Menganalisis kesesuaian faktor granular campuran dengan faktor granular yang terdapat pada kurva kuat tekan dengan FAS cara ACI

Sebagai contoh, analisis campuran pada campuran 1 **Tabel 15** adalah:

Dengan ukuran maksimum agregat kasar sebesar 20 mm dan modulus halus pasir sebesar 2,6713 berdasarkan Tabel 2.4 dilakukan interpolasi linear diperoleh volume gembur agregat sebesar 0,6328 m³

$$\text{Vol. gembur agregat kasar campuran 1} = \frac{\text{Berat mutlak agregat kasar}}{\text{Berat isi agregat kasar}}$$

$$\text{Vol. gembur agregat kasar campuran 1} = \frac{951,846 \text{ kg}}{1486 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. gembur agregat kasar campuran 1} = 0,64 \text{ m}^3$$

Dapat disimpulkan bahwa campuran 1 **Tabel 15** sudah memenuhi cara ACI.

2. Menghitung FAS aktual berdasarkan *slump* aktual.

Pada campuran 1 **Tabel 15** *slump* yang terjadi adalah 98 mm. Berdasarkan **Tabel 3** dengan *slump* yang terjadi adalah 98 mm dan ukuran butir maksimum agregat kasar 20 mm maka jumlah air campuran adalah 205 kg/m³

$$\text{Nilai FAS aktual campuran 1 Tabel 4.1} = \frac{\text{jumlah air campuran}}{\text{jumlah semen campuran}}$$

$$\text{Nilai FAS aktual campuran 1 Tabel 4.1} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{396,153 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Nilai FAS aktual campuran 1 Tabel 4.1} = 0,52$$

3. Menghitung nilai faktor granular (G) campuran

Sebagai contoh, menghitung faktir granular pada campuran 1 **Tabel 15** adalah:

$$\text{Volume pasir} = \frac{835,912 \text{ kg}}{2823 \text{ kg/m}^3} = 0,30 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume batu pecah} = \frac{951,846 \text{ kg}}{2565 \text{ kg/m}^3} = 0,37 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat gabungan} = \text{volume pasir} + \text{volume batu pecah}$$

$$\text{Volume agregat gabungan} = 0,30 \text{ m}^3 + 0,37 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat gabungan} = 0,67 \text{ m}^3$$

$$\frac{\text{Volume pasir}}{\text{Volume agregat gabungan}} = \frac{0,30 \text{ m}^3}{0,67 \text{ m}^3} = 0,447$$

$$k = 1,75$$

$$G = k \times V_s$$

$$G = 1,75 \times 0,30$$

$$G = 0,53$$

Hasil perhitungan nilai faktor granular seluruh campuran ditampilkan pada **Tabel 15** sampai dengan **Tabel 17**.

Jika dianalisis kesesuaian faktor granular (G) yang terdapat pada campuran 1 **Tabel 15** sampai dengan Tabel 4.3, maka faktor granular campuran yang terjadi adalah 0,51 sampai dengan 0,58.

4. Analisis kuat tekan prediksi berdasarkan FAS aktual dapat dilihat dari **Gambar 1** yang menunjukkan hubungan nilai FAS dengan kuat tekan beton. Berdasarkan FAS aktual pada campuran 1 **Tabel 15** sebesar 0,52, maka dengan kurva pada **Gambar 1** didapatkan kuat tekan prediksi sebesar 32 MPa. Hasil kuat tekan prediksi campuran yang lainnya ditampilkan pada **Tabel 15** sampai dengan **Tabel 17**.

5. Hasil analisis kuat tekan prediksi menunjukkan bahwa nilai kuat tekan hasil uji berdekatan dengan nilai kuat tekan prediksi dengan demikian ketercapaian kuat tekan beton yang dirancang menggunakan cara ACI menggunakan semen PCC Indonesia dapat tercapai.

Analisis yang sama juga dilakukan pada campuran lainnya yang tertera pada **Tabel 15** sampai dengan **Tabel 17**. Dari hasil analisis campuran tersebut didapatkan hasil bahwa semua campuran telah memenuhi cara ACI.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data sekunder penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan campuran beton cara ACI menggunakan semen PCC produksi Indonesia secara teoritis dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan.

2. Hasil uji kuat tekan menunjukkan hasil yang sangat berdekatan dengan kuat tekan prediksi. Hal ini memperkuat kajian teoritis tentang ketercapaian kuat tekan beton yang dirancang menggunakan cara ACI.
3. Perancangan komposisi campuran beton menggunakan cara ACI dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan jika memenuhi dua syarat, yaitu:
 - a. Volume gembur agregat kasar campuran sama dengan volume gembur agregat kasar yang disyaratkan ACI, apabila terdapat perbedaan volume gembur maka faktor granular campuran harus diperiksa
 - b. Nilai faktor granular (G) campuran lebih besar atau sama dengan nilai faktor granular pada kurva kuat tekan terhadap FAS

6. SARAN

Karena penelitian ini menggunakan data sekunder dengan ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dan 25 mm, disarankan penelitian dilanjutkan untuk ukuran maksimum agregat kasar 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportion for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete ACI 211.1-91*, USA: American Concrete Institute.
- ACI. (2011). *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-11*, USA: American Concrete Institute.
- Amhudo, R. L., Tavio, T., & Raka, I. G. P. (2018). *Comparison of Compressive and Tensile Strength of Dry-Cast Concrete with Ordinary Portland and Pozzolan Cement*. Civil Engineering Journal, 4(8), 1760-1771
- Bhatty, J. I. and Tennis, P. D. (2008). *U.S. and Canadian Cement Characteristics:2004*, USA: Portland Cement Association.
- Firnanda, A., (2014). *Kuat Tekan Beton dan Waktu Ikat Semen Portland Komposit (PCC)*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil. Riau: Univeritas Riau
- Gambhir, L. M., (1986), *Concrete Technology*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company.
- Saelan, P. (2020). *Perancangan Campuran Beton Cara SNI Termodifikasi (Modified SNI Method)*. Bandung: Institut Teknologi Nasional
- Setyanto, Y., (2011). *Studi Banding Metode Rancang Campur Beton SK. SNI-1990-03 dan ACI 318*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil. Surakarta: Univeritas Sebelas Maret
- Thesia, Z. (2013). *Studi Mengenai Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrisse – ITENAS*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil. Bandung: Institut Teknologi Nasional
- Yanita, R. (2020). *Semen PCC Sebagai Material Green Construction dan Kinerja Beton yang Dihasilkan*. Jurnal Sains dan Teknologi 19 (1), 13 - 18.