

Studi Lanjut Mengenai Faktor Granular Tinggi pada Perancangan Beton Cara Dreux Gorrise

EDWAN MUHAMMAD NURDIN, PRIYANTO SAELAN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional

Email: edwanmuhammad753@gmail.com

ABSTRAK

Kuat tekan beton oleh Dreux Gorrise dirumuskan berbanding lurus dengan rasio semen terhadap air (c/w), serta berbanding lurus pula dengan faktor granular (G). Besarnya faktor granular (G) oleh Dreux ditentukan pada rentang 0,35-0,65. Penelitian lebih lanjut oleh Saelan dan Thesia (2013) mengungkapkan bahwa formulasi yang diajukan dapat digunakan cukup akurat untuk perancangan komposisi campuran beton dengan nilai faktor granular 0,40-0,60. Semakin besar nilai G maka semakin hemat kadar semen dalam 1 m^3 beton. Penelitian mengenai faktor granular tinggi oleh Azka (2016) mengungkapkan bahwa faktor granular tinggi yaitu 0,65-0,70 dapat diformulasikan secara terukur menggunakan rumus $G = 0,26 k$ dengan volume pasir tetap sebesar 0,26 m^3 . Berdasarkan penelitian Azka dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meninjau kembali batasan-batasan faktor granular tinggi agar volume pasir tidak tetap sebesar 0,26 m^3 yaitu 0,24 m^3 dan 0,28 m^3 . Hasil penelitian mengungkapkan bahwa pada uji kuat tekan yang dilakukan tidak mencapai kuat tekan yang telah direncanakan.

Kata kunci: kuat tekan beton, faktor granular tinggi, Dreux Gorrise

ABSTRACT

Compressive strength of concrete formulated by Dreux Gorrise is linearly proportional to cement-water ratio (c/w), and granular factor G . The value of G suggested by Dreux is 0.35-0.65. Further research by Saelan and Thesia revealed that the formulation can be used quite accurately for designing composition of concrete with value of granular factor 0,40-0,60. The higher value of G the more efficient cement content in 1 m^3 concrete. Research on high granular factors by Azka revealed that the research can be used by using $G = 0.26 k$ with a fixed volume of 0.26 m^3 . Based on the result of Azka, the research is developed by using sand volume 0.24 m^3 and 0.28 m^3 . The result showed that concrete strength is reduced.

Keywords: compressive strength of concrete, high granular factor, Dreux Gorrise.

1. PENDAHULUAN

Kualitas utama beton berada pada kekuatannya. Kuat tekan beton oleh Dreux Gorrise dirumuskan berbanding lurus dengan rasio semen terhadap air (c/w), serta berbanding lurus pula dengan faktor granular (G). Besarnya faktor granular (G) oleh Dreux ditentukan pada rentang 0,35-0,65. Penelitian lebih lanjut oleh Saelan dan Thesia (2013) tentang faktor granular mengungkapkan bahwa formulasi yang diajukan dapat digunakan cukup akurat untuk perancangan komposisi campuran beton dengan nilai faktor granular 0,40-0,60. Jika ditinjau dari faktor granular yang disarankan oleh Dreux Gorrise yaitu pada rentang 0,35-0,65 maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi faktor granular yang digunakan, semakin rendah kadar semen dalam 1 m³ campuran beton.

Penelitian mengenai faktor granular tinggi dilakukan oleh Azka (2016) mengungkapkan bahwa faktor granular tinggi yaitu 0,65-0,70 dapat dicapai dengan menggunakan ukuran maksimum agregat kasar sebesar 20 mm. Azka merumuskan grafik yang menggambarkan hubungan antara nilai k dengan rasio volume pasir terhadap volume total agregat untuk volume pasir yang tetap sebesar 0,260 m³/1 m³ beton sehingga perlu dikembangkan penelitian mengenai nilai hubungan konstanta dan rasio volume pasir dengan volume agregat total agar diperoleh nilai volume pasir yang tidak sama dari pada 0,260 m³/1 m³ beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Perancangan Campuran Beton Cara Dreux

Bolemey merumuskan bahwa kuat tekan beton ditentukan oleh kekuatan mortar, rasio air-semen, dan jumlah agregat dalam campuran beton. Metode ini dikembangkan dan diteliti lebih lanjut pada tahun 1979 oleh Dreux Gorrise yang dapat dinyatakan dengan **persamaan 1**:

$$f_c = G \cdot f_{pc} \cdot \left(\frac{c}{w} - 0,5 \right) \quad \dots (1)$$

halmana:

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

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

G = faktor granular atau faktor kekompakan butiran,

c/w = rasio berat semen terhadap berat air.

Besarnya faktor granular oleh Dreux ditentukan seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai Faktor Granular (G)

Kualitas Agregat	Diameter Agregat Kasar (mm)		
	D < 16	25 < D < 40	D ≥ 63
Baik Sekali	0,55	0,6	0,65
Normal	0,45	0,5	0,55
Dapat Dipakai	0,35	0,4	0,45

2.2 Penelitian Mengenai Formulasi Faktor Granular (G)

Penelitian mengenai formulasi faktor granular (G) telah diteliti oleh Saelan dan Thesia (2013). Formulasi faktor granular (G) dirumuskan:

$$G = k * V_{pasir} \quad \dots (2)$$

halmana:

G = faktor granular,

k = konstanta yang nilainya diberikan pada **Tabel 2**,

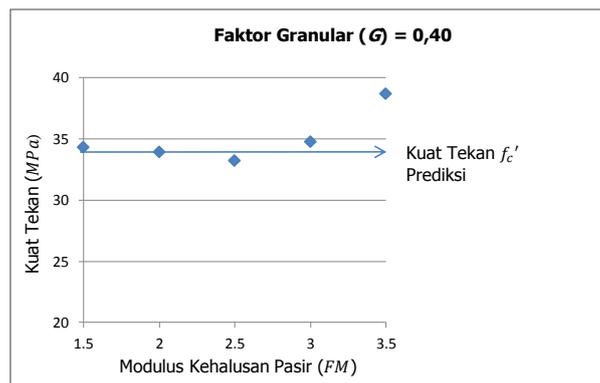
V_{pasir} = Volume pasir dalam 1 m³ beton.

Tabel 2. Nilai k untuk $0,4 < G < 0,6$

No	V_{pasir}/V_{total} Agregat	k
1	$\leq 0,26$	3
2	0,26 - 0,29	2
3	0,29 - 0,39	1.8
4	0,39 - 0,43	1.5
5	0,43 - 0,49	1.8
6	$\geq 0,5$	1.5

(Sumber: Thesia, Z., 2013)

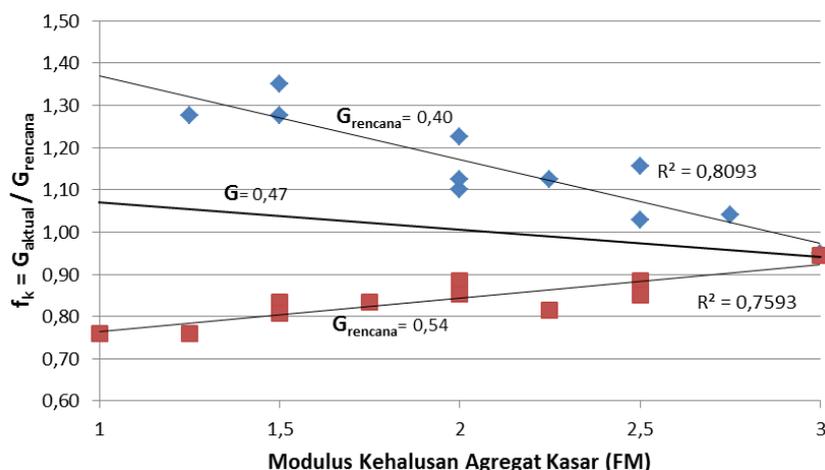
Pengaruh modulus kehalusan pasir terhadap kuat tekan beton telah diteliti oleh Dimalouw (2016). Hasil penelitiannya diperlihatkan pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata aktual berada disekitar kuat tekan prediksi untuk faktor granular (G) = 0,40 dengan perbandingan air semen yang sama.



Gambar 1. Pengaruh modulus kehalusan pasir FM terhadap kuat tekan beton prediksi $f_c = 33,90$ Mpa untuk $G = 0,40$
(Sumber: Dimalouw, B. G., 2016)

Sebaran kuat tekan aktual yang berada disekitar kuat tekan prediksi menunjukkan bahwa kuat tekan beton tidak dipengaruhi secara signifikan oleh modulus kehalusan pasir FM , terutama untuk modulus kehalusan pasir (FM) 1,5-3,5. Dengan demikian maka berdasarkan **persamaan 1** dapat disimpulkan bahwa faktor granular (G) tidak dipengaruhi oleh modulus kehalusan pasir (FM).

Selanjutnya Maryanti (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh perubahan gradasi agregat kasar terhadap faktor granular. Hasil penelitiannya diperlihatkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Relasi faktor koreksi (f_k) dengan modulus kehalusan agregat kasar (FM) (Sumber: Maryanti, S., 2014)

Gradasi agregat kasar sesuai dengan modulus kehalusan agregat kasar (FM) pada **Gambar 2** diperlihatkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Persentase Gradasi Agregat Kasar untuk $G = 0,40$ dan $G = 0,54$

Bahan	Ukuran Agregat (mm)	Persentase Gradasi Agregat Kasar Setiap Campuran (%)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Agregat Kasar	40-20	100	75	50	25	-	-	-	-	-	75	50	25	25
	20-10	-	25	50	75	100	75	50	25	-	-	-	-	50
	10-5	-	-	-	-	-	25	50	75	100	25	50	75	25
Modulus Kehalusan (FM) Agregat Kasar		3	2,75	2,5	2,25	2	1,75	1,5	1,25	1	2,5	2	1,5	2

(Sumber: Maryanti, S., 2014)

Berdasarkan penelitian Maryanti pada **Gambar 2** diketahui bahwa presentase gradasi agregat kasar untuk nilai G sebesar 0,40-0,54 terlihat bahwa faktor granular dipengaruhi oleh gradasi agregat kasar.

2.2 Formulasi Faktor Granular Tinggi pada Perancangan Beton Cara Dreux

Azka (2016) mengajukan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara nilai k dengan rasio volume pasir terhadap volume total agregat dari data sekunder hasil penelitian Thesis yang tertera pada **Tabel 4**, yang disajikan pada **Gambar 3**.

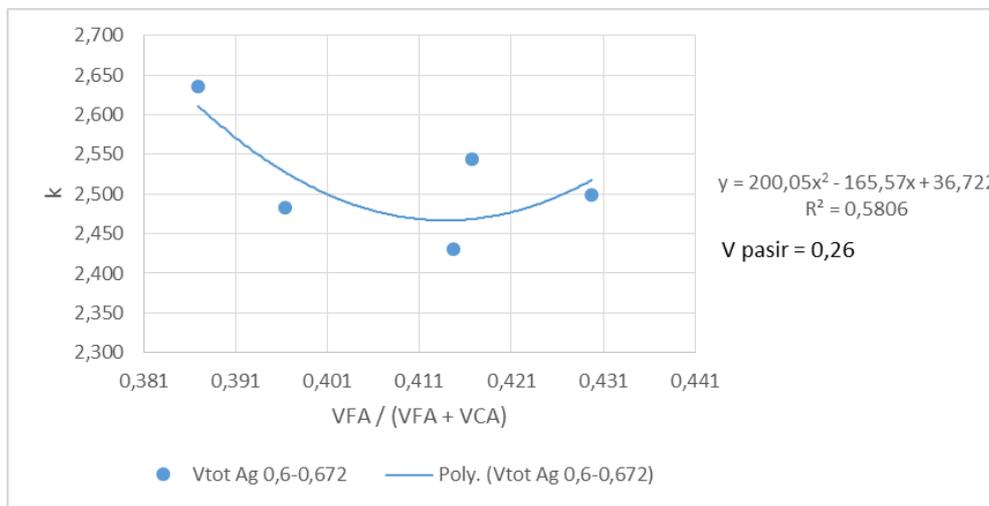
Tabel 4. Komposisi Campuran Beton dari Thesis (2013)

No	Mutu Semen	c/w	Agregat Kasar (CA) m^3	Agregat Halus (FA) m^3	V_t ($V_{CA} + V_{FA}$)	$\frac{V_{FA}}{V_t}$	f_c Aktual MPa	(G) Aktual
1	C 42,5	1,580	0,412	0,260	0,672	0,387	31,460	0,685
2	C 42,5	1,950	0,396	0,260	0,656	0,396	39,780	0,646
3	C 42,5	1,950	0,367	0,260	0,627	0,415	38,940	0,632
4	C 42,5	2,310	0,364	0,260	0,624	0,417	50,880	0,661
5	C 42,5	2,320	0,345	0,260	0,605	0,430	50,250	0,650

(Sumber: Thesis, Z., 2013)

halmana:

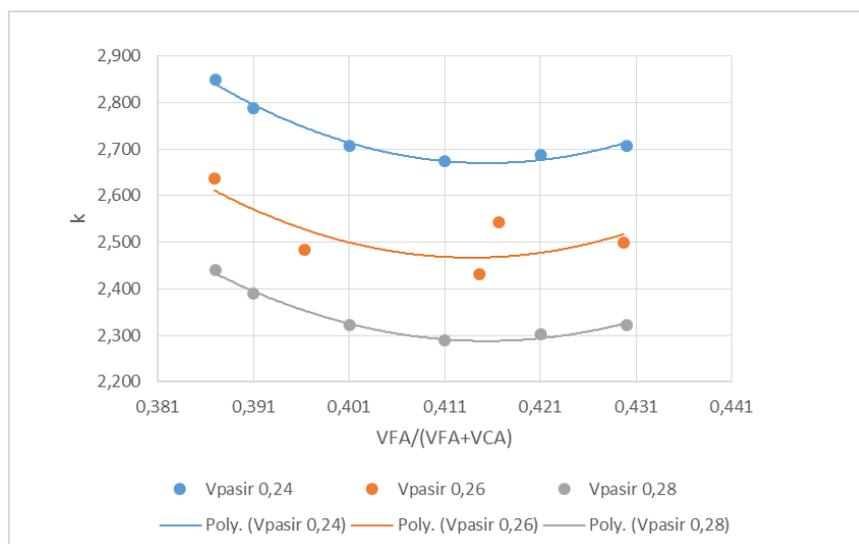
- V_{CA} = Volume agregat kasar dalam 1 m³,
- V_{FA} = Volume agregat halus dalam 1 m³,
- V_t = Volume agregat total dalam 1 m³.



Gambar 3. Hubungan antara k dengan $V_{FA} / (V_{CA} + V_{FA})$ untuk volume total agregat 0,60–0,672 m³ (Sumber: Azka, A., 2016)

Grafik pada **Gambar 3** berlaku untuk nilai $0,65 < G \leq 0,70$. Dari penelitian Azka (2016) disebutkan syarat penggunaan grafik pada **Gambar 3** yaitu volume total agregat 0,60-0,672 m³, sedangkan volume agregat halus pada grafik tersebut konstan pada 0,26 m³/1 m³ beton.

Berdasarkan penelitian Azka (2016) maka diduga dapat dikembangkan suatu grafik yang berlaku untuk volume pasir yang tidak sama dengan 0,26 m³/1 m³ beton, yang menghasilkan faktor granular tinggi, dengan persyaratan yang sama yaitu volume total agregat berkisar 0,60-0,672 m³. Grafik yang dikembangkan tertera pada **Gambar 4**.

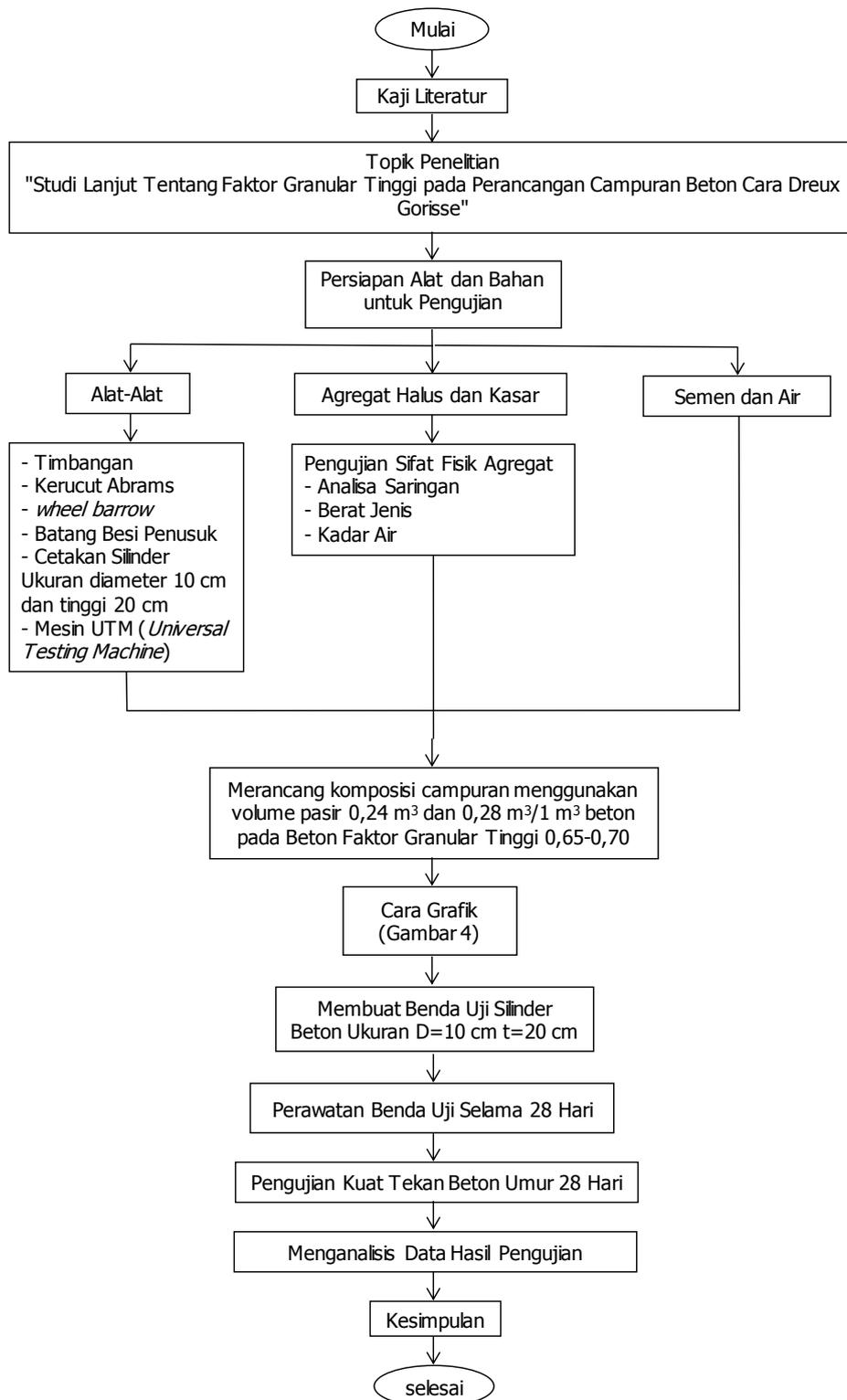


Gambar 4. Perbandingan nilai volume pasir antara k dengan $(V_{FA} / V_{CA} + V_{FA})$ untuk volume total agregat 0,60-0,672 m³

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan metode yang diperlihatkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Bagan alir metode penelitian

3.2 Data Penelitian

Data penelitian meliputi data sekunder dan primer. Data sekunder yang digunakan berasal dari hasil penelitian Azka (2016) seperti tertera pada **Tabel 4** dan **Gambar 3**. Sedangkan data primer terdiri dari data material yang digunakan seperti tertera pada **Tabel 5**, data komposisi campuran untuk membuat benda uji silinder beton tertera pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Parameter		Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus
Berat jenis kondisi SSD	(kg/m ³)	3.150	2.593	2.519
Berat jenis kondisi kering udara	(kg/m ³)		2.520	2.453
Modulus kehalusan	(FM)			2,809
Kadar air kondisi SSD	(%)		2,902	2,669
Kadar air kondisi kering udara	(%)		1,215	1,574

Tabel 6. Komposisi Campuran Beton $f_c' = 30$ MPa Hasil Rumusan Cara Grafik pada Gambar 4 untuk Volume Pasir 0,24 m³/1 m³ Beton

Faktor Granular (G)	Volume pasir 0,24 m ³				
	Semen [kg/m ³]	Pasir [kg/m ³]	Batu pecah [kg/m ³]	Air [kg/m ³]	Slump [cm]
0,669	381,251	604,560	969,291	245,157	16
0,650	402,427	604,560	929,600	253,742	17
0,642	420,153	604,560	891,841	262,677	20
0,645	433,944	604,560	855,875	272,169	22
0,650	445,006	604,560	824,936	280,589	26

Tabel 7. Komposisi Campuran Beton $f_c' = 30$ MPa Hasil Rumusan Cara Grafik pada Gambar 4 untuk Volume Pasir 0,28 m³/1 m³ Beton

Faktor Granular (G)	Volume pasir 0,28 m ³				
	Semen [kg/m ³]	Pasir [kg/m ³]	Batu pecah (kg/m ³)	Air [kg/m ³]	Slump [cm]
0,669	274,742	705,320	1.130,840	176,668	1
0,650	297,204	705,320	1.084,534	187,395	3
0,642	316,908	705,320	1.040,481	198,129	4
0,645	333,366	705,320	998,521	209,086	6
0,650	346,879	705,320	962,425	218,717	10

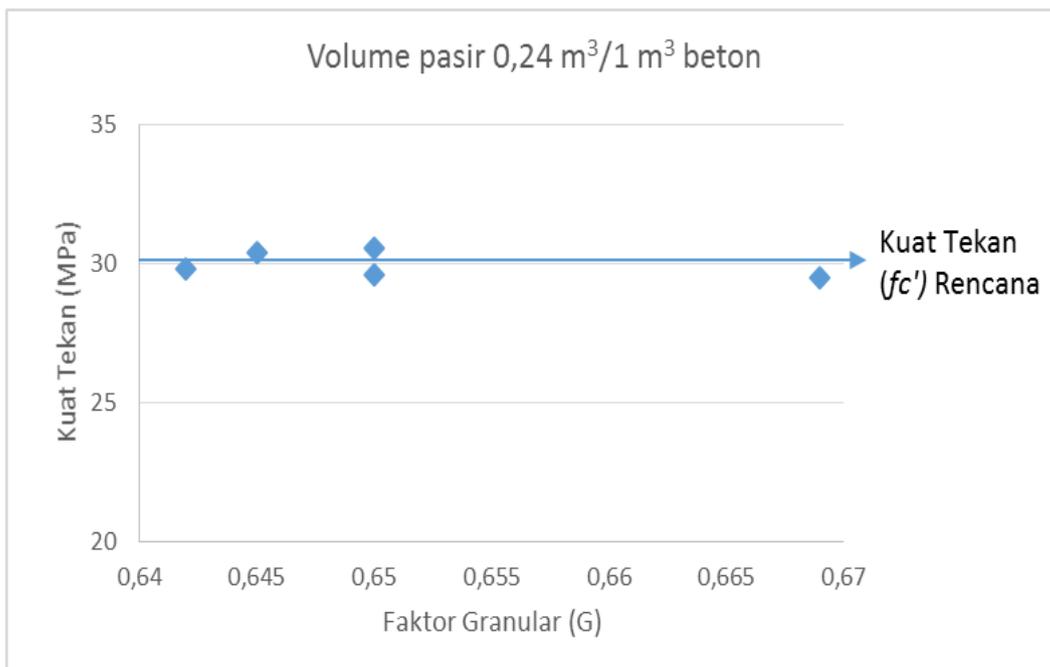
3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari:

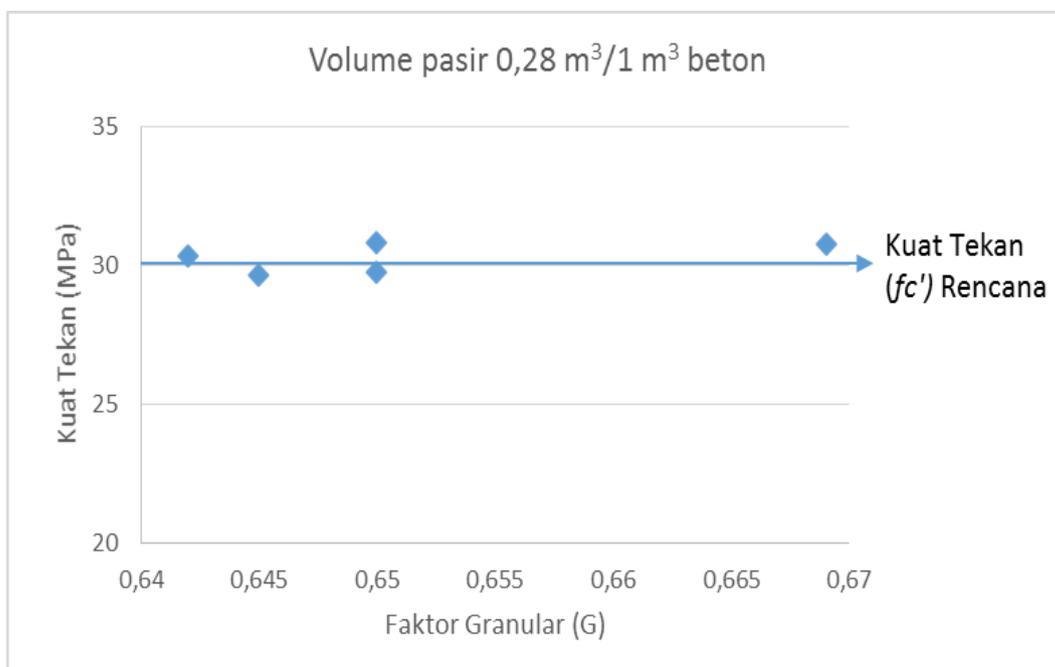
1. Volume pasir V_{FA} sebesar 0,24 dan 0,28 m³/1 m³ beton.
2. Rasio agregat halus terhadap agregat gabungan ($V_{FA}/V_{CA} + V_{FA}$).
3. Faktor granular G dari 0,63-0,7.

3.4 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian dilakukan dengan cara membuat grafik yang hasilnya diharapkan seperti yang tertera pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.



Gambar 6. Hubungan antara sebaran kuat tekan rata-rata aktual di sekitar kuat tekan rencana terhadap faktor granular (G) untuk volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton



Gambar 7. Hubungan antara sebaran kuat tekan rata-rata aktual di sekitar kuat tekan rencana terhadap faktor granular (G) untuk volume pasir $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian pengujian kuat tekan beton diperlihatkan pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**.

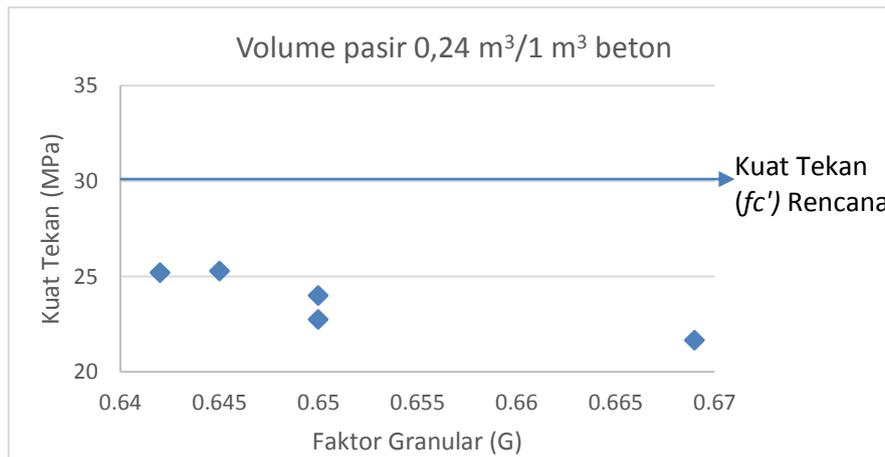
Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Cara Grafik Gambar 4 untuk Volume Pasir 0,24 m³/1 m³ Beton

Cara Grafik Gambar 4 untuk $V_p = 0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ Beton		Campuran Beton (kg/m ³)				
		1	2	3	4	5
Komposisi Campuran Beton (kg/m ³)	Semen	381,251	402,427	420,152	433,943	445,006
	Pasir	604,560	604,560	604,560	604,560	604,560
	Batu pecah	969,291	929,600	891,841	855,875	824,936
	Air	245,157	253,741	262,676	272,168	280,588
faktor granular (G) rencana		0,669	0,650	0,642	0,645	0,650
(G) Aktual		0,483	0,493	0,539	0,544	0,520
V_p/V_{tot}		0,391	0,401	0,411	0,421	0,430
Slump rencana (cm)		16	17	20	22	26
Slump Aktual (cm)		14,5	19	21	22	23
Umur Perawatan (hari)		14	14	14	14	14
Kuat Tekan Rencana (MPa)		30	30	30	30	30
Kuat Tekan Rata-Rata Aktual Umur 14 hari (MPa)		19,060	20,020	22,180	22,250	21,120
Kuat Tekan Rata-Rata Prediksi Umur 28 hari (MPa)		21,659	22,750	25,205	25,284	24,000

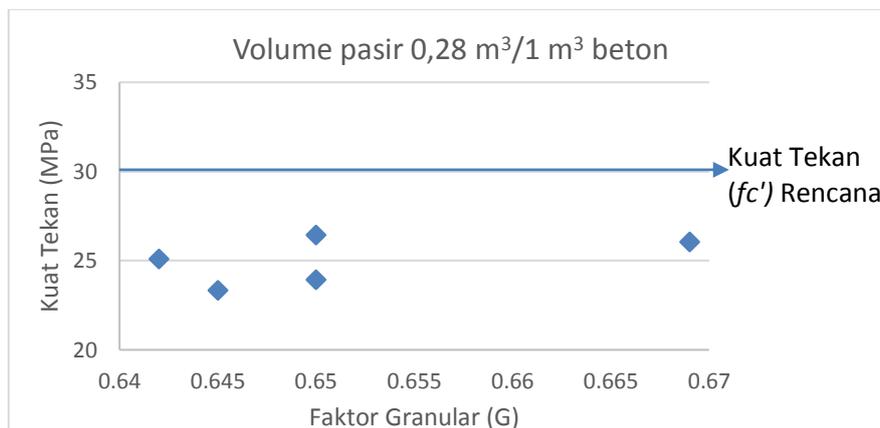
Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tekan Cara Grafik Gambar 4 untuk Volume Pasir 0,28 m³/1 m³ Beton

Cara Grafik Gambar 4 untuk $V_p = 0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ Beton		Campuran Beton (kg/m ³)				
		1	2	3	4	5
Komposisi Campuran Beton (kg/m ³)	Semen	274,741	297,203	316,908	333,365	346,879
	Pasir	705,320	705,320	705,320	705,320	705,320
	Batu pecah	1.130,840	1.084,534	1.040,481	998,521	962,425
	Air	176,667	187,395	198,129	209,086	218,716
faktor granular (G)		0,669	0,650	0,642	0,645	0,650
(G) Aktual		0,581	0,572	0,536	0,502	0,518
V_p/V_{tot}		0,391	0,401	0,411	0,421	0,430
Slump Rencana (cm)		1	3	4	6	10
Slump Aktual (cm)		4	4	5	7	14
Umur Perawatan (hari)		14	14	14	14	14
Kuat Tekan Rencana (MPa)		30	30	30	30	30
Kuat Tekan Rata-Rata Aktual Umur 14 hari (MPa)		22,920	23,250	22,060	20,530	21,040
Kuat Tekan Rata-Rata Prediksi Umur 28 hari (MPa)		26,045	26,420	25,068	23,330	23,909

Jika hasil pengujian kuat tekan beton pada **Tabel 8** dan **Tabel 9** disajikan dalam bentuk grafik, maka hasilnya dapat diperlihatkan pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.



Gambar 8. Sebaran kuat tekan rata-rata prediksi disekitar kuat tekan rencana untuk volume pasir 0,24 m³/1 m³ beton menggunakan cara grafik Gambar 4

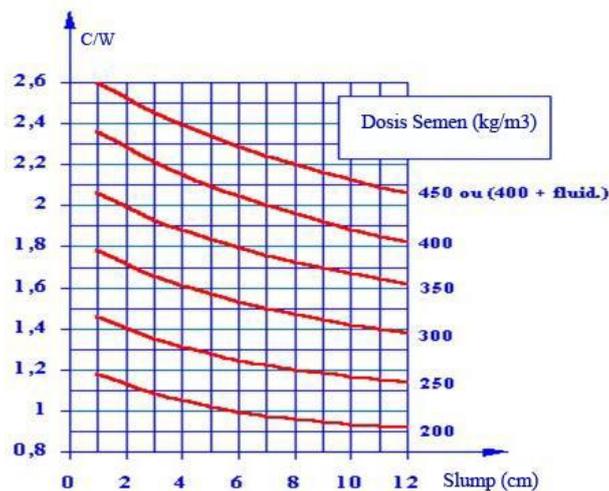


Gambar 9. Sebaran kuat tekan rata-rata prediksi disekitar kuat tekan rencana untuk volume pasir 0,28 m³/1 m³ beton menggunakan cara grafik Gambar 4

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil pengujian kuat tekan beton memperlihatkan:

1. Faktor granular tinggi dari campuran beton yang menggunakan volume pasir sebesar 0,24 m³/1 m³ beton tidak mencapai kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 30 MPa. Kuat tekan aktual yang dihasilkan maksimal sebesar 25,28 MPa dan minimal sebesar 21,66 MPa. Kuat tekan rata-rata dari seluruh pengujian sebesar 23,78 MPa. Dengan demikian maka grafik yang diusulkan untuk kandungan volume pasir sebesar 0,24 m³/1 m³ beton tidak dapat digunakan untuk merancang campuran beton dengan faktor granular tinggi.
2. Nilai *slump* pada campuran menggunakan volume pasir sebesar 0,24 m³/1 m³ beton menghasilkan nilai *slump* tinggi. Nilai *slump* yang dihasilkan untuk campuran beton dengan kandungan volume pasir 0,24 m³/1 m³ beton berada diatas 12 cm sesuai dengan **Tabel 8**. Hal ini terjadi karena grafik nilai *slump* diatas 12 cm cenderung landai seperti pada **Gambar 10**. Sedikit perubahan rasio air semen (*c/w*) pada nilai *slump* diatas 12 cm akan mempengaruhi pergeseran nilai *slump* secara signifikan.



Gambar 10. Hubungan (C/W) dengan nilai slump dan dosis semen

3. Ditinjau dari kelacakan campuran untuk kandungan volume pasir sebesar $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton dengan nilai *slump* tinggi tidak mengakibatkan terjadinya segregasi pada campuran beton segar seperti pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Campuran beton segar yang mewakili nilai slump tinggi untuk volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton

4. Faktor granular tinggi dari campuran beton yang menggunakan volume pasir sebesar $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton tidak mencapai kuat tekan beton yang di rencanakan yaitu 30 MPa. Kuat tekan aktual yang dihasilkan maksimal sebesar 26,42 MPa dan minimal sebesar 23,33 MPa. Kuat tekan rata-rata dari seluruh pengujian sebesar 24,96 MPa. Dengan demikian maka grafik yang diusulkan untuk kandungan volume pasir $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton tidak dapat digunakan untuk merancang campuran beton dengan faktor granular tinggi.
5. Nilai *slump* pada campuran menggunakan volume pasir sebesar $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton menghasilkan rata-rata nilai *slump* rendah. Nilai *slump* yang dihasilkan untuk campuran beton dengan kandungan volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton berada diantara 1-6 cm dan 10 cm pada campran nomor 5 sesuai dengan **Tabel 9**. Jika ditinjau dari kelacakan campuran beton segar tidak mengakibatkan terjadinya segregasi seperti pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Campuran beton segar yang mewakili nilai slump rata-rata rendah untuk volume pasir $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton

6. Nilai G aktual untuk volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton berada pada rentang $0,483-0,520$, sedangkan untuk volume pasir $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton berada pada rentang $0,502-0,581$ seperti pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**. Mengingat nilai G aktual berada dibawah rentang yang telah disyaratkan yaitu sebesar $0,65-0,70$. Maka grafik yang diusulkan tidak berlaku untuk merancang campuran beton dengan faktor granular tinggi.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan:

1. Faktor granular tinggi $0,65-0,70$ pada perancangan beton cara Dreux hanya dapat berlaku untuk volume pasir yang tetap yaitu sebesar $0,26 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton. Jika menggunakan volume pasir yang kurang atau lebih yaitu sebesar $0,24 \text{ m}^3$ dan $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton, maka akan rentan mengalami penurunan kuat tekan.
2. Kelecekan campuran yang terjadi pada volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton yang menunjukkan nilai slump tinggi dan volume pasir $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton yang menunjukkan nilai slump rendah tidak mengakibatkan segregasi pada campuran beton segar, sehingga faktor granular tinggi dapat digunakan untuk perancangan campuran beton.
3. Grafik yang diusulkan untuk volume pasir $0,24 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ dan $0,28 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ beton pada penelitian ini tidak dapat diberlakukan untuk nilai faktor granular tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- Azka, A. (2016). *Studi Tentang Faktor Granular Tinggi pada Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrise. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Dimalouw, B. G. (2016). *Tinjauan Kembali Mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Maryanti, S. (2014). *Studi Mengenai Pengaruh Gradasi Agregat Kasar terhadap Faktor Granular dalam Campuran Beton. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Thesia, Z. (2013). *Studi Mengenai Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrise – ITENAS. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.