

BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, untuk bahan yang diperiksa adalah agregat kasar dan agregat halus sedangkan Semen Portland hanya dilakukan pengujian secara visual dengan melihat apakah semen tersebut terdapat semen yang memadat atau membeku. Dari hasil pemeriksaan bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut:

1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Merapi)

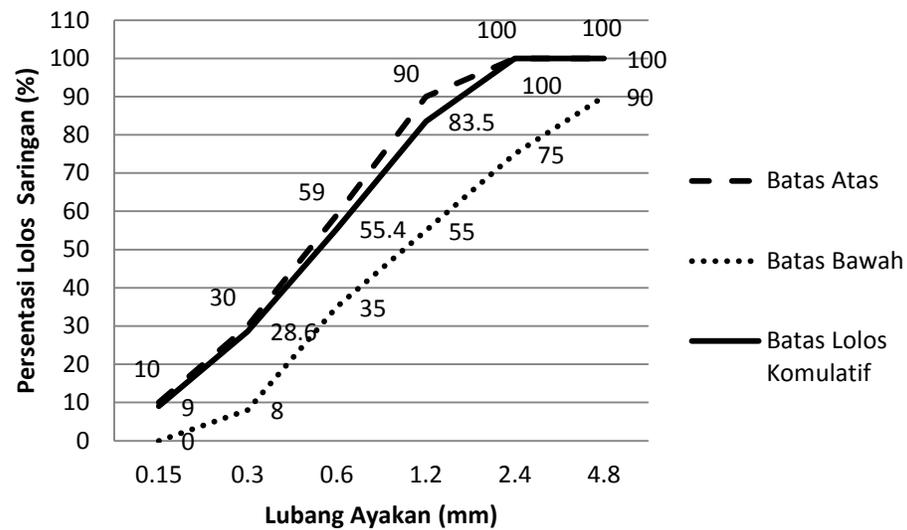
a. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Pasir Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,235 %, untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada Tabel 3.9. Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 5.1, Gambar 5.1 dan perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 5. 1 Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Ukuran	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4 (4,8 mm)	0	0	0	100
No.8 (2,4 mm)	0	0	0	100
No.16 (1,2 mm)	165	16,5	16,5	83,5
No.30 (0,6 mm)	281	28,1	44,6	55,4
No.50 (0,3mm)	268	26,8	71,4	28,6
No.100 (0,15 mm)	196	19,6	91	9
Pan	90	9	100	0
Total	1000	100 %	223,7	Daerah 2

Sumber : Hasil penelitian, 2016



Gambar 5.1 Hasil gradasi butiran

b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada tabel 5.2 dan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II. Pada hasil penelitian berat jenis pasir jenuh kering muka didapat nilai 2.62 sehingga pasir ini dapat digolongkan menjadi agregat normal karena hasilnya terletak diantara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodinuljo, 2007).

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,66
2.	Berat jenis curah	2,59
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,62
4.	Penyerapan air agregat halus	1,816 %

Sumber : Hasil penelitian, 2016

c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pengujian kadar air pasir di dapat nilai rata-rata sebesar 3.66 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan pasir tepat penuh air karena butir-butir agregat mengandung air sama banyak dengan volume porinya namun permukaan butirnya kering (Tjokrodumuljo, 2007), sehingga sebelumnya dilakukan penjemuran hingga keadaan kering udara guna mengurangi kadar air pada pasir hasil selengkapnya pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran III.

d. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus

Dari hasil pengujian Berat satuan pasir didapat $1,565 \text{ gr/cm}^3$, dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena berada di antara 1,50 – 1,80 (Tjokrodumuljo, 2007). Untuk Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran IV.

e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 4,176 % , lebih kecil dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan selengkapnya tentang kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran V.

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,63 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodumuljo, 2007). Untuk hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.4. dan hasil selengkapnya dengan analisis hitungan dapat dilihat pada Lampiran VI.

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,69
2.	Berat jenis curah	2,58
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,63
4.	Penyerapan air agregat kasar	1,42 %

Sumber : Penelitian, 2016

b. Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar

Hasil pengujian kadar air kerikil di dapat nilai rata-rata sebesar 0.549 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan kerikil kering udara karena butir-butir agregat mengandung sedikit air (tidak penuh) di dalam porinya dan permukaan butirannya kering (Tjokrodumuljo, 2007). Untuk hasil selengkapnya pengujian kadar air Agregat Kasar kerikil dapat dilihat pada Lampiran VII.

c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 1.75 % , lebih kecil dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1%. Karena lebih dari dari 1%, agregat kasar dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pencampuran beton. Untuk hasil pengujian dan analisis hitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran VIII.

d. Pemeriksaan Berat Satuan agregat Kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar 1,55 g/cm³. dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena berada di antara 1,50 – 1,80 (Tjokrodumuljo, 2007). Untuk Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran IX.

e. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 21,360 % lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu, bahwa kekerasan

atau kekuatan agregat kasar untuk beton normal tidak boleh lebih dari 40 % apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodinuljo, 2007) untuk lebih jelas nilai maksimum keausan agregat kasar bila di uji dengan bejana Rudeloff atau Mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada Tabel 3.3. Untuk Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran X.

B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perhitungan dari Perancangan campuran adukan beton dengan metode SK SNI : 03-2834-2002, rencana untuk kebutuhan bahan adukan beton dapat dilihat pada Tabel 5.4. dan Tabel 5.5. untuk analisis hitungngan perancangan campuran beton dengan nilai fas 0,5 dapat dilihat pada lampiran XI

Tabel 5.4. Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 m³ adukan beton normal

Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan	Satuan
Air	205	liter/m ³
Semen	275	kg/m ³
Agregat halus	708	kg/m ³
Agregat kasar	1062	kg/m ³

Sumber : Hasil penelitian, 2016

Tabel 5.5. Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 silinder adukan beton normal

Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan	Satuan
Air	1,08	Liter
Semen	2,17	Kg
Agregat halus	3,75	Kg
Agregat kasar	5,63	Kg

Sumber : Hasil penelitian, 2016

C. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian slump dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai *slump* di Tabel 5.6 :

Tabel 5.6. hasil pengujian slump

No	Semen	Umur (Hari)	Uji Slimp 1 (cm)	Uji slump 2 (cm)	Rata-rata (cm)
1	Bima	7	12	14	13
		14	13,5	14,5	14
		28	13	15	14
2	Holcim	7	14	15	14,5
		14	15	15	15
		28	14	16	15

Sumber : Hasil penelitian, 2016

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dengan benda uji slinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5.7.

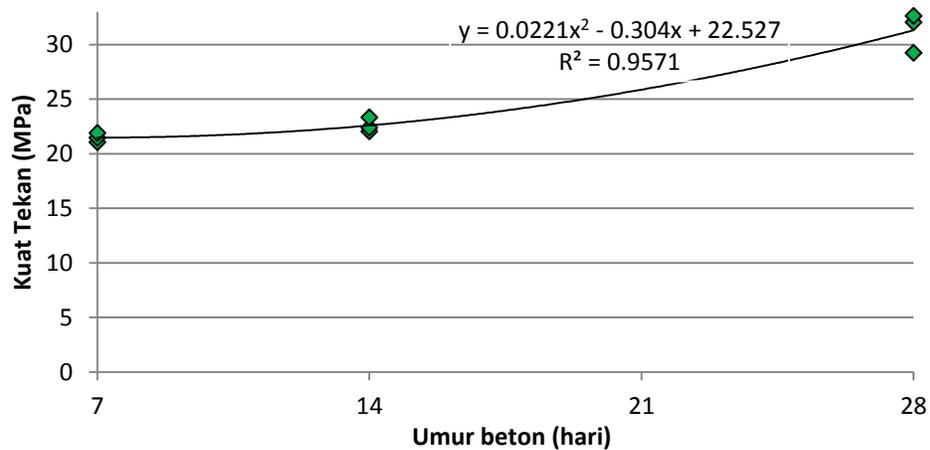
Tabel 5.7. Hasil uji kuat tekan beton

Semen	Umur Beton (Hari)	Benda Uji I (MPa)	Benda Uji II (MPa)	Benda Uji III (MPa)	Rata-rata (MPa)
Bima	7 hari	21,46	21,91	21,07	21,48
	14 hari	22,05	23,35	22,39	22,59
	28 hari	29,26	32,65	32,05	31,32
Holcim	7 hari	17,93	18,19	16,42	17,51
	14 hari	21,56	18,28	20,98	20,27
	28 hari	19,86	21,18	21,54	20,86

Sumber : Hasil penelitian, 2016

E. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

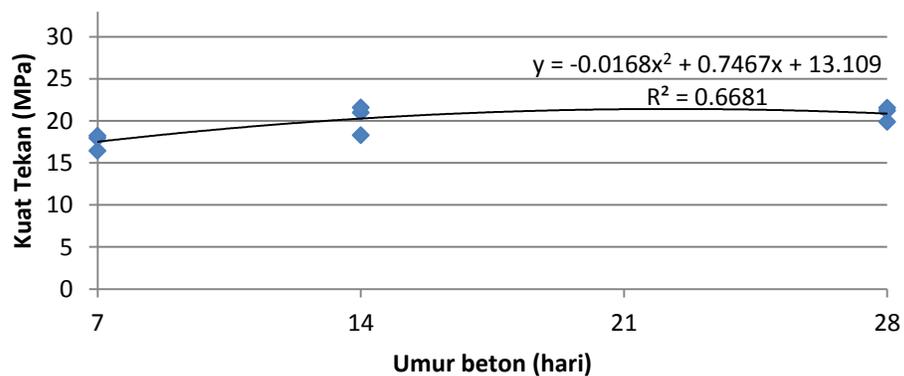
Berdasarkan Tabel 5.7 didapatkan grafik hasil uji kuat tekan beton untuk semen Bima pada variasi umur seperti terlihat pada Gambar 5.2.



Sumber : Hasil penelitian, 2016

Gambar 5.2. Hubungan kuat tekan beton dan umur pada semen Bima

Berdasarkan Tabel 5.7 di dapatkan grafik hasil uji kuat tekan beton untuk semen Holcim pada variasi umur seperti terlihat pada Gambar 5.3.



Sumber : Hasil penelitian, 2016

Gambar 5.3. Hubungan kuat tekan beton dan umur pada semen Holcim

Berdasarkan Tabel 5.7 hasil uji kuat tekan beton didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut untuk semen Bima adalah 21,48 MPa; 22,59 MPa; 31,32 MPa dan untuk semen Holcim 17,51 MPa, 20,27 MPa, 20,86 MPa. Hasil ini menunjukkan kuat tekan beton mengalami kenaikan seiring bertambahnya hari sampai umur 28, Menurut (Mulyono 2004) Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil.

Berdasarkan analisis hasil pada grafik di atas untuk semen Bima diperoleh persamaan $y = 0,0221x^2 - 0,304x + 22,527$. Sehingga didapatkan nilai kuat tekan optimum untuk masing-masing variasi adalah :

1. Umur 7 hari = $0,0221(7)^2 - 0,304(7) + 22,527 = 21,48$ MPa
2. Umur 14 hari = $0,0221(14)^2 - 0,304(14) + 22,527 = 22,60$ MPa
3. Umur 28 hari = $0,0221(28)^2 - 0,304(28) + 22,527 = 31,34$ MPa

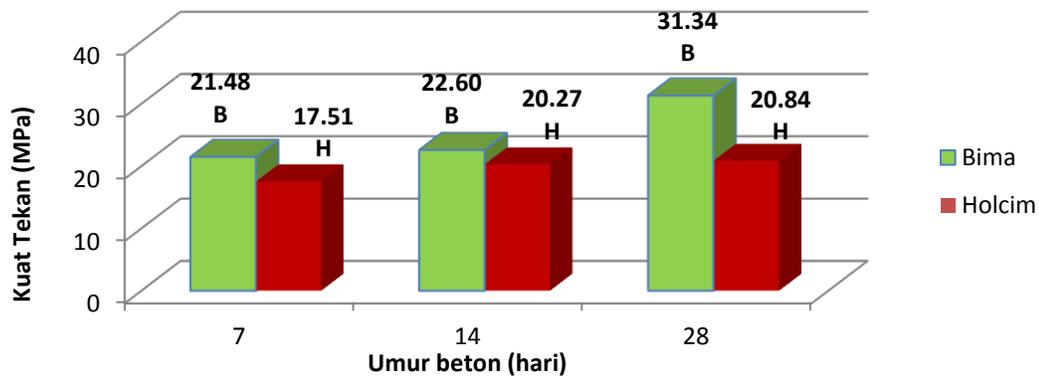
Untuk semen Holcim diperoleh persamaan $y = -0,0168x^2 + 0,7467x + 13,109$. Sehingga didapatkan nilai kuat tekan optimum untuk masing-masing variasi adalah :

1. Umur 7 hari = $-0,0168(7)^2 + 0,7467(7) + 13,109 = 17,51$ MPa
2. Umur 14 hari = $-0,0168(14)^2 + 0,7467(14) + 13,109 = 20,27$ MPa
3. Umur 28 hari = $-0,0168(28)^2 + 0,7467(28) + 13,109 = 20,84$ MPa

Jika dilihat dari hasil persamaan, bahwa variasi umur sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Beton dengan semen Bima di dapatkan kuat tekan optimum 31,34 MPa pada 28 hari, berbeda dengan semen Holcim. di dapatkan nilai optimum 21,84 MPa pada 28 hari.

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur, laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : jenis semen portland, suhu sekeliling beton, faktor air semen, dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Setelah didapat hasil untuk uji kuat tekan beton dari persamaan diatas. bisa dilihat perbandingan nilai kuat tekan pada Gambar 5.4 dan persentase selisih antara semen Bima dengan semen Holcim pada Tabel 5.8:



Sumber : Hasil penelitian 2016

Gambar 5.4. Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton

Tabel 5.8. Selisih nilai kuat tekan antara semen Bima dengan semen Holcim.

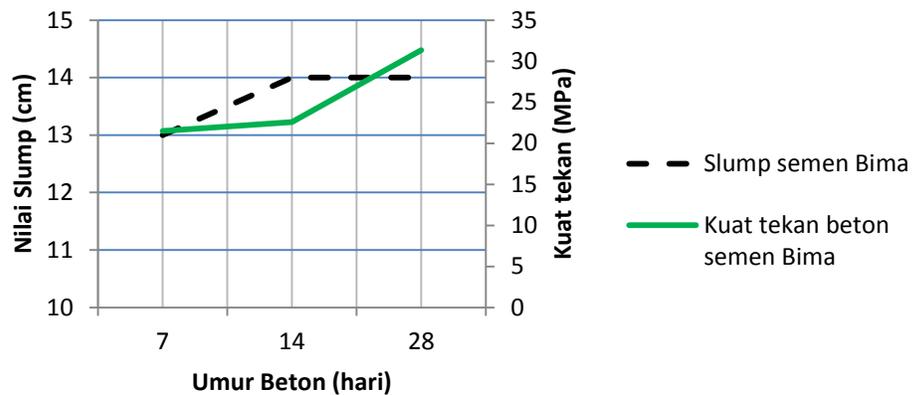
Umur Beton (Hari)	Semen Bima (MPa)	Semen Holcim (MPa)	Selisih nilai kuat tekan (%)
7	21,48	17,51	18,49
14	22,60	20,27	10,30
28	31,34	20,84	33,50

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari Tabel 5.8. didapat nilai selisih antara nilai kuat tekan beton pada semen Bima dengan semen Holcim pada umur 7 hari sebesar 18,49%, umur 14 hari sebesar 10,30%, dan nilai selisih tertinggi adalah pada umur 28 hari sebesar 33,50%.

F. Hubungan Nilai Slump dan Kuat Takan Beton

Berdasarkan Tabel 5.6. didapat nilai Slump menggunakan semen Bima dan pengaruh nilai *Slump* pada kuat tekan beton bisa dilihat pada Gambar 5.5.

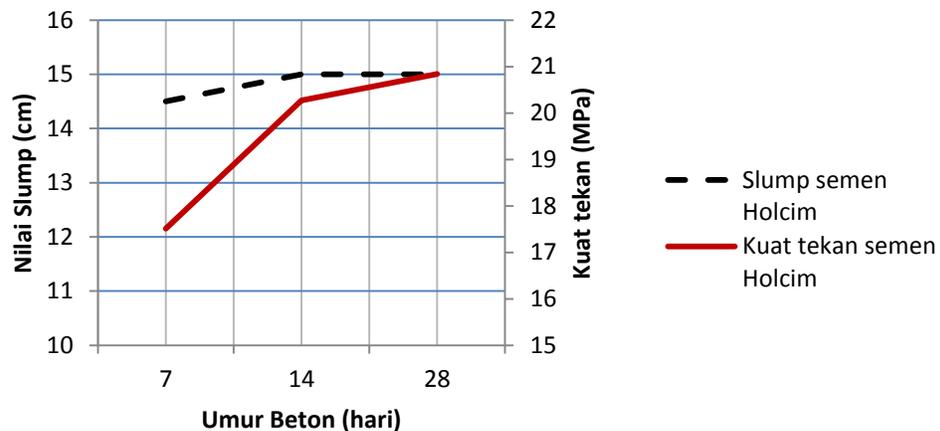


Sumber : Hasil penelitian 2016

Gambar 5.5. Hubungan nilai *Slump* dan kuat tekan beton pada semen Bima

Pada Gambar 5.5. didapat nilai *Slump* semen Bima pada umur 7 hari sebesar 13 cm dengan nilai kuat tekan 21,48 MPa, umur 14 hari sebesar 14 cm dengan nilai kuat tekan 22,60 MPa, dan umur 28 hari sebesar 14 cm dengan nilai kuat tekan 31,34 MPa.

Berdasarkan Tabel 5.6. didapat nilai *Slump* menggunakan semen Holcim dan pengaruh nilai *Slump* pada kuat tekan beton bisa dilihat pada Gambar 5.6.



Sumber : Hasil penelitian 2016

Gambar 5.6. Hubungan nilai *Slump* dan kuat tekan beton pada semen Holcim

Pada Gambar 5.6. didapat nilai *Slump* semen Holcim pada umur 7 hari sebesar 14,5 cm dengan nilai kuat tekan 17,51 MPa, umur 14 hari sebesar 15 cm dengan nilai kuat tekan 20,27 MPa, dan umur 28 hari sebesar 15 cm dengan nilai kuat tekan 20,84 MPa.

G. Pembahasan Tentang Rasio dan Faktor Pengali

Kuat tekan beton berdasarkan hasil uji kuat tekan beton dengan agregat kasar bata ringan diperoleh rasio kuat tekan beton dan faktor pengali pada umur 28 hari yang tercantum pada Tabel 5.9. rasio merupakan perbandingan kuat tekan beton pada hari ke 7, 14, terhadap kuat tekan pada hari ke 28. Berikut adalah rasio kuat tekan pada semen Bima dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 7 hari}}{\text{Kuat tekan 28 hari}}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{21,48}{31,84}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = 0,67$$

Sedangkan untuk rasio kuat tekan pada semen Holcim dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 7 hari}}{\text{Kuat tekan 28 hari}}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{17,51}{20,84}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = 0,84$$

Semakin bertambah umur beton nilai rasio pada kuat tekan semakin besar selaras dengan nilai kuat tekan yang semakin naik dan maksimal pada umur 28 hari. Faktor pengali diperoleh dari perbandingan antara rasio umur beton terhadap rasio umur beton pada 28 hari atau perbandingan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari terhadap umur 7 hari dan 14 hari. Berikut adalah faktor pengali kuat tekan pada semen Bima dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 28 hari}}{\text{Kuat tekan 7 hari}}$$

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{31,84}{21,48}$$

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = 1,48$$

Sedangkan untuk faktor pengali kuat tekan pada semen Holcim dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 28 hari}}{\text{Kuat tekan 7 hari}}$$

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{20,84}{17,51}$$

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = 1,20$$

Berdasarkan nilai faktor pengali diatas semakin bertambah umur beton maka semakin turun mendekati nilai optimum pada umur 28 hari. Hasil rasio kuat tekan beton dan faktor pengali Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Rasio kuat tekan beton dan faktor pengali

No	Semen	Umur (hari)	Rasio	Faktor pengali
1	Bima	7	0,67	1,48
		14	0,72	1,38
		28	1	1
2	Holcim	7	0,84	1,20
		14	0,97	1,02
		28	1	1

Sumber : Penelitian 2016

Nilai faktor pengali dan rasio berfungsi untuk mengetahui kekuatan beton pada umur tertentu. Nilai faktor pengali dalam dunia konstruksi secara umum digunakan untuk mengetahui mutu beton yang disyaratkan. Misalkan sebuah proyek konstruksi tahap awal pasti diadakan pengambilan beton sebelum dilakukan pengecoran, dari sampel kemudian diuji pada umur 7 hari dikalikan dengan faktor pengali apakah memenuhi syarat yang diperlukan atau tidak.