

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta meliputi pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Adapun hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

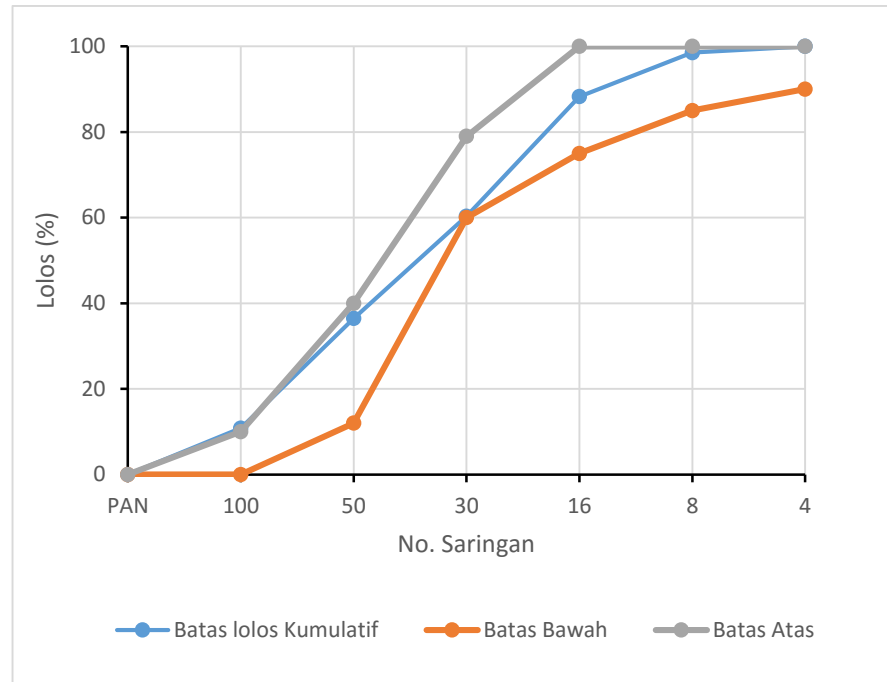
#### 1. Agregat Halus

##### a. Gradasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no.3, yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butir sebesar 3,056 % memenuhi persyaratan SK SNI S-04-1989-F dengan nilai modulus halus butir antara 1,50–3,80, untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada Tabel 3.1. Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 5.1. Gambar 5.1 dan perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 5.1 Hasil rata-rata pemeriksaan gradasi pasir

Ukuran	Berat Tertahan (Gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4	0	0	0	100
No.8	14,6	1,46	1,46	98,54
No.16	102,73	10,27	11,73	88,27
No.30	279,4	27,94	39,67	60,33
No.50	238,77	23,88	63,55	36,45
No.100	256,27	25,63	89,18	10,82
Pan	108,23	10,83	100	0
Total	1000	100		



Gambar 5.1 Hubungan ukuran saringan dan persen lolos saringan agregat halus

b. Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Halus

Hasil pengujian berat jenis pasir kering jenuh muka diperoleh 2,52. Penyerapan air yang didapat dari hasil pengujian sebesar 4,02%. Berdasarkan Tabel 3.2, dapat dilihat bahwa agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat halus yang berasal dari Merapi termasuk ke dalam agregat normal. Wijaya (2016) menguji berat jenis dan penyerapan air agregat halus yang berasal dari Merapi, nilai berat jenis dan penyerapan air yang didapat adalah 2,66 dan 11,11%. Nilai berat jenis yang didapat tidak terlalu jauh dari nilai berat jenis dan penyerapan air yang di uji oleh Wijaya. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Berat Satuan Agregat Halus

Berat satuan pasir *SSD* didapat sebesar 1,65 gram/cm<sup>3</sup>. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya *porous* maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Berat satuan yang dimiliki agregat normal adalah 1,50-1,80. Dari hasil yang di dapat agregat halus berasal dari Merapi tidak termasuk dalam agregat normal. Wijaya (2016) melakukan pengujian berat satuan pasir dari Merapi, berat satuan yang di peroleh sebesar 1,425 gram/cm<sup>3</sup>. Selisih berat satuan yang didapat pada penelitian ini dengan yang di peroleh Wijaya sebesar 0,225 gram/cm<sup>3</sup>. Analisis dari pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 2.

d. Kadar lumpur Agregat Halus

Agregat yang baik seharusnya mengandung kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal ini dapat mempengaruhi kekuatan beton. Berdasarkan Tabel 3.3, hasil pengujian yang dilakukan kadar lumpur yang diperoleh sebesar 5,64%, agregat halus di klasifikasikan sebagai agregat dengan kadar lumpur kotor yaitu 5%-7%. Wijaya (2016) melakukan pengujian kadar lumpur agregat halus yang berasal dari Merapi, nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 2,73%. Selisih kadar lumpur yang didapat dengan penelitian Wijaya adalah 2.91%. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

e. Kadar air Agregat Halus

Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 1,81%. Kadar air yang didapat termasuk ke dalam kondisi basah. Wijaya (2016) melakukan pengujian kadar air agregat halus berasal dari Merapi, nilai kadar air yang diperoleh adalah 2,53%. Kadar air yang di peroleh memiliki selisih yang tidak terlalu jauh yaitu 0.72% dari kadar air yang di peroleh Fadli. Hasil dapat dilihat pada Table 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi Butiran	-	3
2	Modulus Halus Butir	-	3,056
3	Kadar Air	%	1,81
4	Berat jenis	-	2,52
5	Penyerapan Air	%	4,02
6	Berat Satuan	Gram/cm <sup>3</sup>	1,65
7	Kadar Lumpur	%	5,64

## 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

### a. Berat jenis dan penyerapan air

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,71. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 6,72%. Tabel 3.2 agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat kasar yang berasal dari Clereng termasuk ke dalam agregat normal. Habibi (2016) menguji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai berat jenis dan penyerapan air yang didapat adalah 2,87 dan 2,50%. Nilai berat jenis yang didapat tidak terlalu jauh dari nilai berat jenis yang di uji oleh Habibi. Tetapi nilai berat jenis yang didapat oleh Pratama memiliki selisih 0,16% dari nilai berat jenis yang diperoleh dan termasuk dalam agregat berat. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

### b. Berat Satuan Agregat Kasar

Berat satuan batu pecah adalah 1,435 gram/cm<sup>3</sup>. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat

tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80. Dari hasil yang di dapat agregat kasar yang berasal dari Clereng tidak termasuk dalam agregat normal. Habibi (2016) melakukan pengujian berat satuan kerikil dari Clereng, berat satuan yang di peroleh sebesar 1,55 gram/cm<sup>3</sup>. Selisih berat satuan yang didapat pada penelitian ini dengan yang di peroleh Pratama 0,115 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

c. Kadar lumpur Agregat Kasar

Kadar lumpur yang terdapat pada batu pecah dari Clereng adalah 2,52%, dengan berdasarkan Tabel 3.3 hasil pengujian ini lebih besar dari batas kadar lumpur yang telah ditetapkan yaitu 1%. Sehingga batu pecah ini perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Habibi (2016) melakukan pengujian kadar lumpur agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 1,55%. Selisih kadar lumpur yang didapat dengan penelitian Pratama adalah 0,97%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

d. Keausan agregat Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 38,31% lebih kecil dari batas maksimum, kekuatan agregat kasar untuk beton normal tidak boleh lebih dari 40% apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodimuljo, 2007). Dari Tabel 3.3 dapat dilihat hasil pengujian agregat kasar dari Clereng termasuk ke dalam kelas II. Habibi (2016) menguji keausan agregat kasar berasal dari Clereng, nilai keausan yang diperoleh sebesar 21,36%. Selisih nilai keausan yang di dapat dengan nilai keausan yang diperoleh Ikhsan sebesar 16,95%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

e. Kadar air Agregat Kasar

Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 2,73%. Kadar air yang dimiliki agregat kasar berasal dari Clereng termasuk ke dalam

kondisi kering udara (Tjokrodimuljo, 2007). Habibi (2016) melakukan pengujian kadar air agregat kasar berasal dari Clereng, nilai kadar air yang diperoleh adalah 0,15%. Kadar air yang di peroleh memiliki selisih 2,58% dari kadar air yang di peroleh Habibi. Hasil dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	2,73
2	Berat Jenis	-	2,71
3	Penyerapan Air	%	6,72
4	Berat Satuan	gram/cm <sup>3</sup>	1,435
5	Kadar Lumpur	%	2,52
6	Keausan	%	38,31

## B. Hasil Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campuran beton yang dilakukan, tata cara perhitungan mengacu pada ACI 211.4R-08. Perancangan beton ini bertujuan menentukan kebutuhan bahan-bahan yang dibutuhkan Adapun hasil dari perancangan beton dapat dilihat dari Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 selengkapnya pada Lampiran 7.

Tabel 5.4 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m<sup>3</sup>

Berat \ Volume	Variasi limbah karbit			Satuan
	5%	10%	15%	
Air	234,217	234,217	234,217	liter
Semen	824,096	780,723	737,349	kg
Kerikil	932,316	932,316	932,316	kg
Pasir	383,116	383,116	383,116	kg
<i>Superplasticizer</i>	13,012	13,012	13,012	kg
Limbah Karbit	43,374	86,747	130,12	kg
Total	2417,44	2417,44	2417,44	kg

Tabel 5.5 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 benda uji

Berat \ Volume	Variasi limbah karbit			Satuan
	5%	10%	15%	
Air	4,22	4,22	4,22	Liter
Semen	0,23	0,47	0,70	Kg
Kerikil	5,03	5,03	5,03	Kg
Pasir	2,07	2,07	2,07	Kg
<i>SikaCim</i>	1,26	1,26	1,43	Kg
Limbah Karbit	0,07	0,07	0,07	Kg
Total	13,05	13,05	13,05	Kg

### C. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian didapatkan nilai *slump* pada Tabel 5.6.

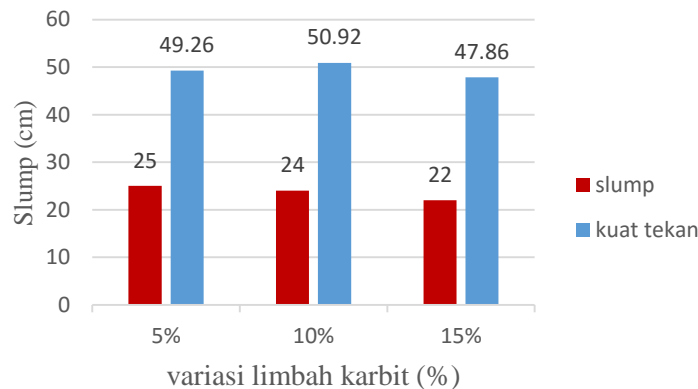
Tabel 5.6 Hasil pengujian *slump*

No	Variasi limbah karbit	Umur	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	5%	7	25
2		14	
3		28	
4	10%	7	24
5		14	
6		28	
7	15%	7	22
8		14	
9		28	

Berdasarkan Tabel 5.6 didapat hasil pengujian berturut-turut pada variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% adalah 22 cm, 24 cm dan 25 cm. Didapat nilai pengujian *slump* tertinggi pada variasi limbah karbit 15% dengan nilai *slump*

sebesar 25 cm, pengaruh tinggi rendahnya nilai *slump* berpengaruh pada *workability* atau pengerjaan beton. Semakin tinggi nilai *slump* semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan, tetapi jika nilai *slump* rendah akan memiliki nilai *workability* yang rendah. Peningkatan *slump* merupakan pengaruh dari penambahan *superplasticizer* pada beton segar. Kemampuan *superplasticizer* untuk meningkatkan *slump* beton segar tergantung pada jenis, takaran, dan waktu penambahan *superplasticizer*. Faktor air semen dan jumlah limbah karbit juga berpengaruh pada peningkatan *slump* pada beton segar.

Dari pengujian hasil *slump* beton pada Tabel 5.7, maka hubungan antara *slump* dengan variasi limbah las karbit dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Hubungan antara variasi limbah karbit dengan *slump* terhadap kuat tekan umur 28 hari

#### D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan pada variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% dengan bahan tambah *superplasticizer* pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% adalah sebagai berikut ini.

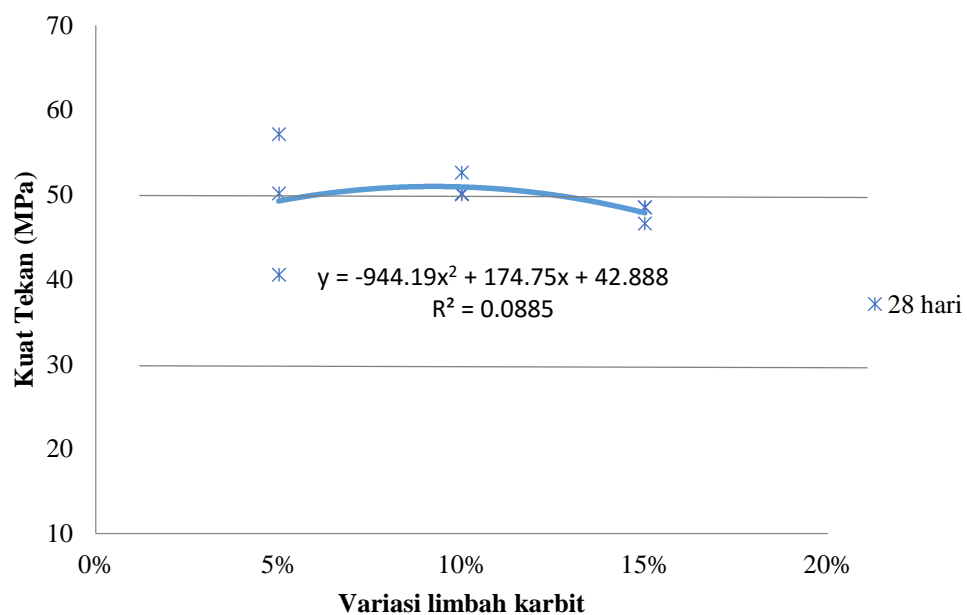
1. Nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% Hasil pengujian kuat tekan beton pada variasi limbah karbit 5% dengan bahan tambah *superplasticizer* 1,5% pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.



Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 5.7, maka hubungan antara variasi limbah karbit dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Tabel 5.7 Hasil uji kuat tekan

Variasi limbah karbit	Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
5%	7	43,45
	14	48,42
	28	49,26
10%	7	39,8
	14	45,76
	28	50,92
15%	7	39,89
	14	41,34
	28	47,86



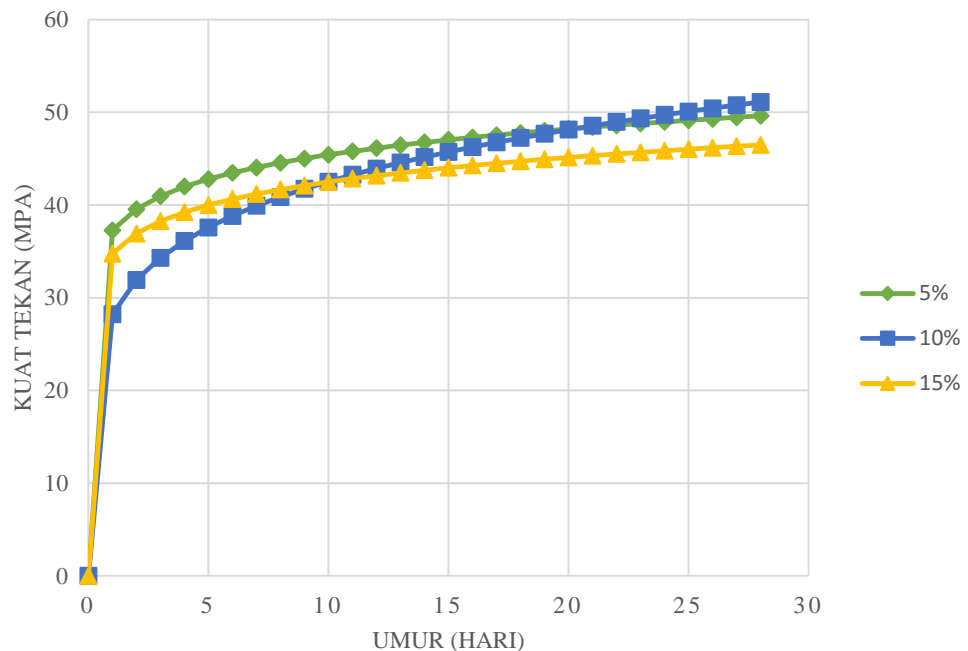
Gambar 5.3 Hubungan antara kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit

Pada Gambar 5.3 diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan variasi limbah karbit 5%, 10%, 15% pada saat umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari terus terjadi peningkatan pada kuat tekannya. Kuat tekan beton dengan tambahan *superplasticizer* dan variasi limbah karbit 5% memiliki peningkatan kuat tekan yang

melebihi 40 Mpa setelah 7 hari, sedangkan beton dengan variasi limbah karbit 10% dan 15% memiliki kuat tekan yang masih berada di bawah 40 Mpa setelah 7 hari. Pada umur beton 14 hari kuat tekan pada beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% terus mengalami peningkatan, dan pada umur 28 hari variasi limbah karbit 10% yang memiliki kuat tekan mencapai 50 Mpa.

2. Perbandingan kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% dengan bahan tambah *Superplasticizer* 1,5%.

Untuk mengetahui hubungan umur beton terhadap kuat tekan beton dari variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% dengan tambahan *Superplasticizer* 1,5% dapat dilihat pada grafik yang terdapat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Hubungan umur beton terhadap kuat tekan

Dari Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari beton dengan ketiga nilai variasi limbah karbit pada umur 28 hari dan 14 hari adalah beton dengan variasi limbah karbit 10%. Untuk beton umur 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah beton dengan variasi limbah karbit 5% sedangkan kuat tekan yang paling rendah adalah beton dengan variasi limbah karbit 10%. Variasi limbah karbit mempengaruhi mutu beton yang dimiliki. Semakin banyak limbah karbit pada beton, maka semakin rendah

kuat tekan yang dihasilkan, Pada saat penelitian dengan melihat secara visual, campuran beton segar dengan variasi limbah karbit 5% dan 10% lebih baik dibandingkan variasi limbah karbit 15%, hal ini juga menyebabkan kuat tekan beton menurun.

Kuat tekan beton dengan penambahan *Superplasticizer* 1.5% dan variasi limbah karbit belum sesuai dengan kuat tekan rencana 80 MPa. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu menggumpalnya agregat pada saat pengadukan, pemadatan pada saat pembuatan benda uji, kualitas agregat dan lain lain. Menggumpalnya agregat pada adukan beton dapat mengurangi kuat tekan beton, karena kemungkinan lebih banyak mengandung agregat halus atau agregat kasar. Proses pemadatan yang benar serta rata pada setiap lapisan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Selain memperhatikan pemadatan hal kecil yang perlu diperhatikan yaitu permukaan atas benda uji. Jika permukaan atas benda uji tidak rata maka nilai kuat tekan akan rendah atau tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Hal ini dikarenakan beban yang diberikan terlebih dahulu menyentuh bagian yang lebih tinggi lalu menyentuh permukaan yang lebih rendah sehingga beban yang diberikan tidak merata dengan seluruhnya dan juga pada tambahan *superplasticizer* adonan betonnya akan sangat encer sehingga saat pembuatan benda uji dalam silinder maka agregat kasarnya tidak tercampur merata pada masing-masing benda uji saat pencetakan sehingga menyebabkan ketidak seimbangan kuat tekan betonnya yaitu beton yang mendapatkan agregat kasar yang lebih banyak maka kuat tekannya akan lebih kuat dan sebaliknya.

#### **E. Pembahasan Tentang Rasio dan Faktor Pengali**

Kuat tekan beton berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi faktor air semen diperoleh rasio kuat tekan beton dan faktor pengali pada umur 28 hari yang tercantum pada Tabel 5.8. Rasio merupakan perbandingan kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari terhadap kuat tekan beton umur 28 hari. Berikut adalah rasio umur 7 hari dari kuat tekan pada

beton dengan nilai variasi limbah karbit 5% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{43,45}{49,26}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = 0,88$$

Sedangkan untuk rasio umur 7 hari dari kuat tekan pada beton dengan nilai variasi limbah karbit 10% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{39,80}{50,92}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = 0,78$$

Sedangkan untuk rasio umur 7 hari dari kuat tekan pada beton dengan nilai variasi limbah karbit 15% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Rasio umur 7 hari} = \frac{39,89}{47,86}$$

$$\text{Rasio umur 7 hari} = 0,83$$

Semakin bertambah umur beton maka nilai rasio pada kuat tekan beton semakin meningkat selaras dengan nilai kuat tekan beton yang semakin besar dan maksimal pada umr beton 28 hari. Faktor pengali didapatkan 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 dari kuat tekan pada beton dengan nilai variasi limbah karbit 5% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{49,26}{43,45}$$

Faktor pengali umur 7 hari = 1,13

Sedangkan untuk faktor pengali dari kuat tekan pada beton dengan nilai variasi limbah karbit 10% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{50,92}{39,80}$$

Faktor pengali umur 7 hari = 1,3

Sedangkan untuk faktor pengali dari kuat tekan pada beton dengan nilai variasi limbah karbit 15% menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\text{Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{47,86}{39,89}$$

Faktor pengali umur 7 hari = 1,19

Berdasarkan nilai faktor pengali diatas semakin bertambah umur beton maka faktor pengali semakin turun mendekati nilai optimum pada umur beton 28 hari. Hasil rasio dan faktor pengali dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Rasio kuat tekan beton dan faktor pengali

No	Variasi limbah karbit	Umur Beton (hari)	Rasio	Faktor Pengali
1	5%	7	0,88	1,13
		14	0,98	1,01
		28	1	1
2	10%	7	0,78	1,3
		14	0,89	1,11
		28	1	1
3	15%	7	0,83	1,19
		14	0,86	1,15
		28	1	1

Sumber : Penelitian 2017

Nilai faktor pengali dan rasio berfungsi untuk mengetahui kekuatan beton pada umur tertentu. Nilai faktor pengali dalam dunia konstruksi digunakan untuk

mengetahui kuat tekan beton yang di inginkan tanpa perlu menunggu umur beton yang diinginkan. Dalam kenyataannya sebuah proyek konstruksi dilakukan pengecoran kemudian dilakukan pengambilan sampel dan diuji pada umur 7 hari dikalikan dengan faktor pengali, maka dapat diketahui beton tersebut memenuhi mutu beton yang diinginkan atau tidak.