

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium, yaitu di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Benda uji berbentuk kubus beton dengan jumlah 80 buah berukuran 15x15x15 cm. Campuran beton pada benda uji mempergunakan perbandingan volume 1 : 2 : 3 dan 1 : 1,5 : 2,5 serta faktor air semen (fas) sebesar 0,54.

Benda uji dibuat sebanyak 20 buah kubus beton untuk setiap perbandingan volume benda uji, dengan waktu pengujian pada umur 7 hari. Dalam penelitian ini terdapat 8 tahapan, yaitu persiapan bahan, pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar, penentuan proporsi campuran beton, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, hasil penelitian dan analisis hasil penelitian. Diagram alir jalannya penelitian dapat dilihat pada lampiran A-1.

3.2 Persiapan Bahan

Persiapan bahan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Menakar dan menimbang bahan seperti semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split dan kerak tanur tinggi) sesuai dengan perbandingan.
2. Mengaduk bahan dengan mesin pengaduk atau molen.
3. Menuangkan adukan ke dalam cetakan kubus yang telah dilumuri oli.

Bahan pembentuk beton yang dipergunakan pada penelitian ini adalah :

1. Semen portland merek Nusantara,
2. agregat halus (pasir) berasal dari kali Krasak yang lolos saringan 4,75 mm,
3. agregat kasar berupa limbah kerak tanur tinggi (slag) berasal dari P.T Krakatau Steel, Cilegon, Jawa Barat serta split yang berasal dari kali Progo, Sleman,
4. air berasal dari laboratorium Bahan Konstruksi teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

3.3 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus (pasir) asal kali Krasak bertujuan supaya agregat yang digunakan memenuhi persyaratan PBI 1971 dan ASTM. Pemeriksaan agregat halus meliputi :

1. Pemeriksaan kadar lumpur.

2. Pemeriksaan kandungan zat-zat organik.
3. Analisis saringan dan modulus halus butir.
4. Pemeriksaan berat jenis.

3.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur

Tujuan pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus ini tidak boleh lebih dari 5 %. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kandungan lumpur pada pasir yang berasal dari kali Krasak adalah sebesar 2,99 % (< 5 %), berarti memenuhi persyaratan PBI sehingga dapat langsung digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada lampiran B-1.

3.3.2 Pemeriksaan Kandungan Zat Organik

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kandungan zat organik secara kualitatif yang akan menentukan mutu agregat halus (pasir). Dalam pemeriksaan ini digunakan larutan NaOH (natrium oksida) 3 %. Warna larutan NaOH akan berubah tergantung dari banyaknya senyawa organik pada agregat halus. Dari hasil pemeriksaan didapatkan warna larutan jernih kekuningan, yang berarti bahwa pasir tersebut dapat digunakan. Langkah-langkah pemeriksaan kandungan zat organik adalah sebagai berikut :

1. Pasir sebanyak 100 cc dimasukkan dalam tabung.
2. Larutan NaOH dimasukkan kedalam tabung berisi pasir dan air sebanyak 200 cc dikocok 3 menit kemudian didiamkan selama 24 jam.

3. Jika warna larutan berubah menjadi kuning tua hingga coklat tua, berarti pasir banyak mengandung bahan organik. Warna jernih kekuning-kuningan menunjukkan bahwa pasir mengandung sedikit zat organik.

3.3.3 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui variasi butiran (gradasi) agregat halus dan menentukan nilai modulus halus butir (MHB) dengan mempergunakan saringan. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

No	Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C-33 (%)
4	4,75	0	0	0	100	95 - 100
8	2,36	163,8	8,19	8,19	91,81	80 - 100
16	1,18	376,5	18,82	27,01	72,99	50 - 85
30	0,60	714,5	35,70	62,71	37,29	26 - 60
50	0,30	454,2	22,71	84,42	14,58	10 - 30
100	0,15	228	11,40	96,82	3,18	2 - 10
	P A N	63	3,15	-	-	-
JUMLAH		2000	100	280,15	-	-

Perhitungan modulus halus butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ kumulatif berat tertahan}}{\% \text{ berat tertahan}}$$

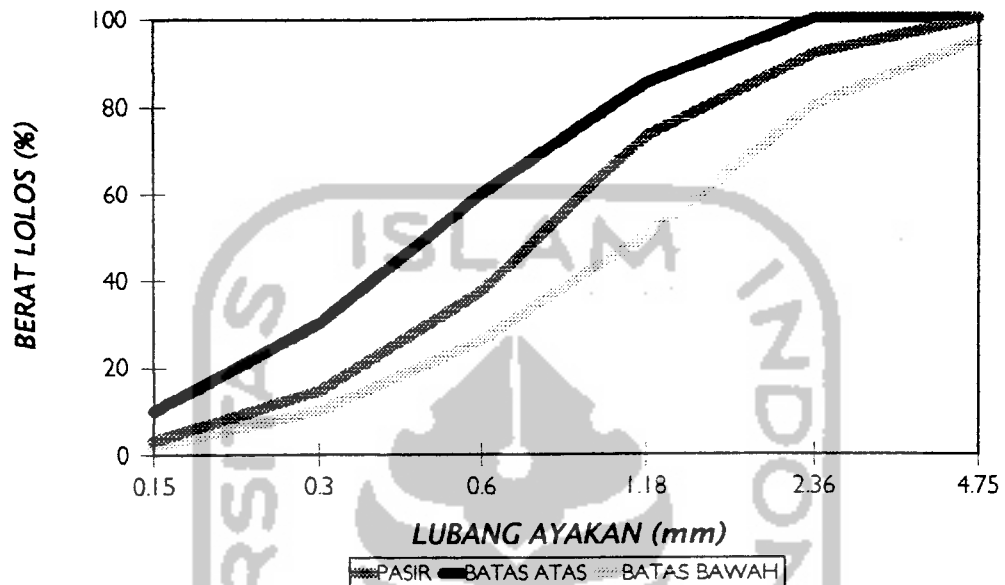
$$= \frac{280,15}{100}$$

$$= 2,80$$

Modulus halus butir adalah angka yang menunjukkan kehalusan butir suatu agregat. Hasil pengujian gradasi diatas memenuhi persyaratan ASTM C-

33-74a, yang berarti pasir asal kali Krasak cukup baik untuk campuran beton.

Grafik hasil pemeriksaan gradasi dapat dilihat gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir Asal Kali Krasak

3.3.4 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Pemeriksaan berat jenis agregat dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering permukaan (SSD). Diperoleh berat jenis kering permukaan (SSD) pasir kali Krasak sebesar 2,67. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus dapat dilihat pada lampiran B-2.

3.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar berupa limbah kerak tanur tinggi (slag) dari P.T Krakatau Steel yang dilakukan di laboratorium meliputi :

1. Analisis saringan
2. Pemeriksaan berat jenis absorpsi
3. Pemeriksaan keausan (abrasi)

3.4.1 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui variasi dan modulus halus butiran (MHB) agregat dengan menggunakan saringan. Dalam pemeriksaan ini, jumlah agregat kasar adalah sebesar 1000 gram. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar (Slag)

SARINGAN	LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTAHAN (gram)
1.5 "	37,5	0
3/4"	19,00	93,35
3/8"	9,50	568,89
No.4	4,75	175,08
No. 8	2,36	162,68

Hasil pemeriksaan agregat kasar jika dibandingkan dengan persyaratan ASTM C 33-74 a dapat dilihat pada tabel 3.3.

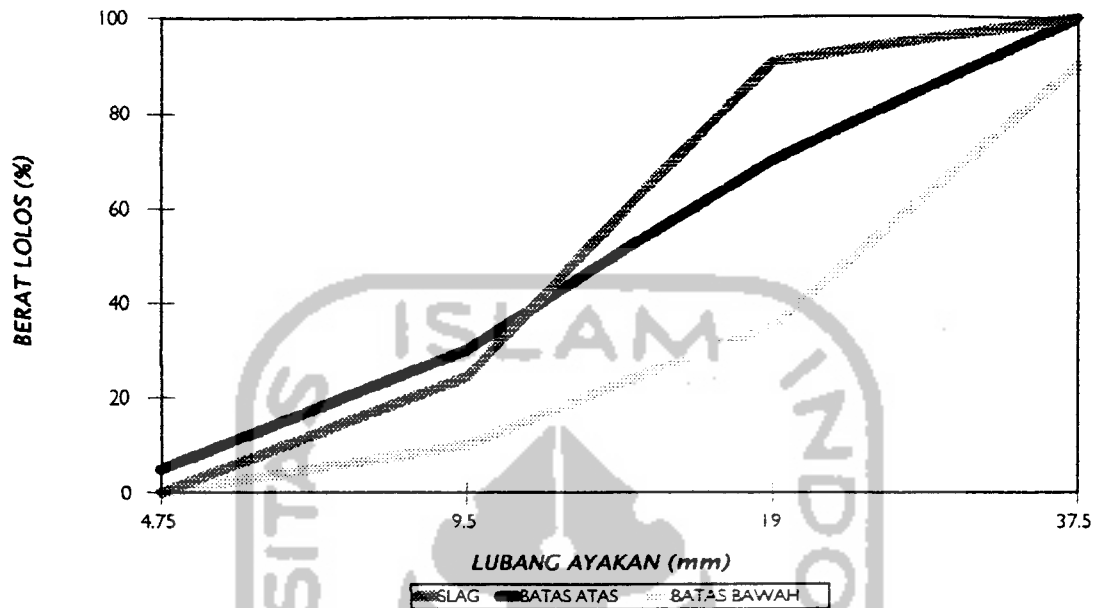
Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Slag)

Saringan	Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C-33 (%)
		GRAM	PERSEN			
1.5"	37,5	0	0	0	100	95 - 100
3/4"	19,0	93,35	9,33	9,33	90,67	35 - 70
3/8"	9,5	568,89	56,89	66,22	24,45	10 - 30
No. 4	4,75	175,08	17,51	83,73	-	0 - 5
No. 8	2,36	162,68	16,27	100	-	-
No. 16	1,18	-	-	100	-	-
No. 30	0,60	-	-	100	-	-
No. 50	0,30	-	-	100	-	-
No. 100	0,15	-	-	100	-	-
JUMLAH		1000	100	659,28		

Perhitungan modulus halus butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\% \text{ kumulatif berat tertahan}}{\% \text{ berat tertahan}} \\
 &= \frac{659,28}{100} \\
 &= 6,60
 \end{aligned}$$

Grafik hasil pemeriksaan gradasi kerak tanur tinggi (slag) dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Hasil Pemeriksaan Gradasi Kerak Tanur Tinggi

Dari hasil pemeriksaan gradasi, agregat kasar kerak tanur tinggi asal P.T Karakatau Steel, Cilegon, Jawa Barat sesuai dengan persyaratan ASTM C-33-74a. Ukuran nominal lolos saringan dengan lubang persegi ukuran 19 - 4,75 mm berjumlah antara 90 - 100 %⁶⁾, sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.

Pada pemeriksaan ini digunakan split sebanyak 3000 gram. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 3.4.

6. Murdock, L, J Brook, K, M, 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Tabel 3.4 Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar (Split)

SARINGAN	LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTAHAN (gram)
1.5"	37,5	0
3/4"	19,00	1063
3/8"	9,50	1483,5
No.4	4,75	330
No. 8	2,36	123,5

Hasil pemeriksaan agregat kasar jika dibandingkan dengan persyaratan ASTM C 33-74 a dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar (Split)

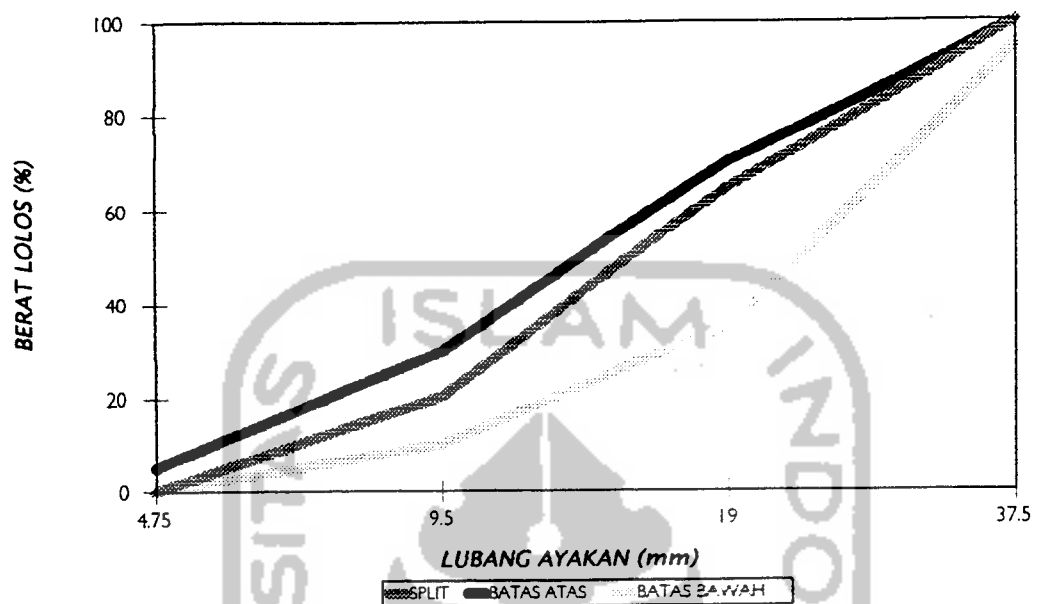
Saringan	Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C-33 (%)
		GRAM	PERSEN			
1.5"	37,5	0	0	0	100	95 - 100
3/4"	19,0	1063	35,43	35,43	64,57	35 - 70
3/8"	9,5	1483,5	49,45	84,88	20,31	10 - 30
No. 4	4,75	330	11,0	95,88	-	0 - 5
No. 8	2,36	123,5	4,12	100	-	-
No. 16	1,18	-	-	100	-	-
No. 30	0,60	-	-	100	-	-
No. 50	0,30	-	-	100	-	-
No. 100	0,15	-	-	100	-	-
JUMLAH		3000	100	716,19		

Perhitungan modulus halus butir (MHB) adalah sebagai berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ kumulatif berat tertahan}}{\% \text{ berat tertahan}}$$

$$= \frac{716,19}{100} = 7,16$$

Grafik hasil pemeriksaan gradasi split dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hasil Pemeriksaan Gradasi Split

Dari hasil pemeriksaan gradasi, split yang dipergunakan pada penelitian ini seluruhnya berada pada daerah baik. Agregat kasar (split) asal kali Progo tersebut memenuhi persyaratan ASTM-C-33-74a, sehingga dapat dipergunakan sebagai campuran beton.

3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Limbah Kerak Tanur Tinggi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar limbah kerak tanur tinggi (slag) dan split dalam keadaan SSD serta mengetahui absorpsi agregat kasar terhadap air. Dari hasil penelitian terhadap agregat kasar didapatkan :

- Berat jenis SSD slag = 3.58 gr/cm^3

- Absorpsi Slag = 1,35 %
- Berat jenis SSD split = 2,64 gram/cm³
- Absorpsi split = 3 %

Berat jenis agregat kasar limbah kerak tanur tinggi lebih tinggi daripada berat jenis split. Absorpsi limbah kerak menunjukkan angka yang kecil, oleh karena itu tidak dibahas lebih lanjut. Hasil pemeriksaan absorpsi dapat dilihat pada lampiran C-2.

3.4.3 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Limbah Kerak Tanur Tinggi

Pemeriksaan keausan agregat dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat kasar. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mempergunakan alat Los Angeles Rattler Test. PBI-71 mensyaratkan bahwa prosentase keausan agregat kasar tidak boleh melebihi 50 %. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tingkat keausan agregat kerak tanur tinggi adalah 12,6 %, yang berarti memenuhi persyaratan. Hasil pemeriksaan abrasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C-3.

3.5 Perhitungan Proporsi Campuran

Perhitungan proporsi campuran beton yang dipergunakan untuk membuat kubus uji mempergunakan perbandingan volume. Perbandingan yang digunakan adalah 1 : 2 : 3 dan 1 : 1,5 : 2,5 dan faktor air semen (fas) = 0,54.

a. Kerak tanur tinggi (slag) dengan perbandingan volume 1 : 2 : 3

Hitungan pendekatan banyak bahan yang dibutuhkan untuk 1 m³ beton⁷⁾ :

$$\text{semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{pasir} = 0,54 \text{ m}^3$$

$$\text{slag} = 0,82 \text{ m}^3$$

$$\text{fas } 0,54 = 0,54 \times 340 = 183,60 \text{ kg/m}^3$$

Proporsi hitungan untuk 20 kubus beton ukuran 15 x 15 x 15 cm :

$$\text{kebutuhan adukan untuk 20 kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm} = 0,06750 \text{ m}^3$$

$$\text{Sisa adukan} = 0,01830 \text{ m}^3$$

$$\text{jumlah} = 0,08580 \text{ m}^3$$

$$\text{semen 2 ember} \approx 30,3 \text{ kg}$$

$$\text{pasir 4 ember} \approx 52,1 \text{ kg}$$

$$\text{slag 6 ember} \approx 104,2 \text{ kg}$$

$$\text{jumlah} = 0,08580 \text{ m}^3 \approx 186,6 \text{ kg}$$

$$\text{air} = 0,54 \times 30,3 = 16,36 \text{ kg}$$

Bahan susun untuk tiap m³ beton :

Kebutuhan agregat halus dan kasar diukur berdasarkan volume ember.

Untuk mencari volume ember :

- berat ember kosong = g_1
- berat ember diisi air penuh (rata) = g_2

7. J. A. Mukomuko, 1994, DASAR PENYUSUNAN ANGGARAN BIAYA BANGUNAN, Gaya Media Pratama, Jakarta.

$$\text{volume ember} = \frac{(g_2 - g_1) \text{ kg}}{1 \text{ kg / liter}}$$

$$g_1 = 0,348 \text{ kg}$$

$$g_2 = 12,20 \text{ kg}$$

$$\text{volume ember} = \frac{(12,20 - 0,348) \text{ kg}}{1 \text{ kg / liter}} = 11,852 \text{ liter}$$

$$\text{pasir} = 4 \text{ ember} = 4 \times 11,852 \text{ liter} = 47,408 \text{ liter} = 0,047408 \text{ m}^3$$

$$\text{slag} = 6 \text{ ember} = 6 \times 11,852 \text{ liter} = 71,112 \text{ liter} = 0,071112 \text{ m}^3$$

Untuk tiap m³ beton dibutuhkan bahan :

$$\text{semen} = 340 \text{ kg}$$

$$\text{pasir} = (1/0,0858) \times 0,047408 = 0,550 \text{ m}^3$$

$$\text{slag} = (1/0,0858) \times 0,071112 = 0,830 \text{ m}^3$$

$$\text{air} = 0,54 \times 340 = 183,60 \text{ kg}$$

b. Kerak tanur tinggi (slag) dengan perbandingan volume 1 : 1,5 : 2,5

Hitungan pendekatan banyak bahan yang dibutuhkan untuk 1 m³ beton :

$$\text{semen} = 415 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{pasir} = 0,48 \text{ m}^3$$

$$\text{slag} = 0,80 \text{ m}^3$$

$$\text{fas 0,54} = 0,54 \times 415 = 224,10 \text{ kg/m}^3$$

Proporsi hitungan untuk 20 kubus beton ukuran 15 x 15 x 15 cm :

kebutuhan adukan untuk 20 kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm = 0,06750 m³

Sisa adukan = 0,0021 m³
 _____ +
 jumlah = 0,0696 m³

semen 2 ember \approx 30,3 kg

pasir 3 ember \approx 38,7 kg

slag 5 ember \approx 86,8 kg

jumlah = 0,06960 m³ \approx 155,8 kg

air = 0,54 x 30,3 = 16,36 kg

Bahan susun untuk tiap m³ beton :

Kebutuhan agregat halus dan kasar diukur berdasarkan volume ember.

Untuk mencari volume ember :

- berat ember kosong = g₁
- berat ember diisi air penuh (rata) = g₂

$$\text{volume ember} = \frac{(g_2 - g_1) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}}$$

$$g_1 = 0,348 \text{ kg}$$

$$g_2 = 12,20 \text{ kg}$$

$$\text{volume ember} = \frac{(12,20 - 0,348) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}} = 11,852 \text{ liter}$$

$$\text{pasir} = 3 \text{ ember} = 3 \times 11,852 \text{ liter} = 35,556 \text{ liter} = 0,035556 \text{ m}^3$$

$$\text{slag} = 5 \text{ ember} = 5 \times 11,852 \text{ liter} = 59,260 \text{ liter} = 0,059260 \text{ m}^3$$

Untuk tiap m³ beton dibutuhkan bahan :

semen = 415 kg

pasir = $(1/0,0696) \times 0,035556 = 0,510 \text{ m}^3$

slag = $(1/0,0696) \times 0,059260 = 0,850 \text{ m}^3$

air = $0,54 \times 415 = 224,10 \text{ kg}$

c. Split dengan perbandingan volume 1 : 2 : 3 dan fas = 0,54

Hitungan pendekatan banyak bahan yang dibutuhkan untuk 1 m³ beton :

semen = 340 kg/m^3

pasir = $0,54 \text{ m}^3$

split = $0,82 \text{ m}^3$

fas $0,54 = 0,54 \times 340 = 183,60 \text{ kg/m}^3$.

Proporsi hitungan untuk 20 kubus beton ukuran 15 x 15 x 15 cm :

kebutuhan adukan untuk 20 kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm = $0,0675 \text{ m}^3$

Sisa adukan = $0,0179 \text{ m}^3$

jumlah = $0,0854 \text{ m}^3$

semen 2 ember $\approx 30,2 \text{ kg}$

pasir 4 ember $\approx 51,3 \text{ kg}$

split 6 ember $\approx 75,9 \text{ kg}$

jumlah = $0,08540 \text{ m}^3 \approx 157,4 \text{ kg}$

air = $0,54 \times 30,3 = 16,36 \text{ kg}$

Bahan susun untuk tiap m³ beton :

Kebutuhan agregat halus dan kasar diukur berdasarkan volume ember.

Untuk mencari volume ember :

- berat ember kosong = g_1
- berat ember diisi air penuh (rata) = g_2

$$\text{volume ember} = \frac{(g_2 - g_1) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}}$$

$$g_1 = 0,348 \text{ kg}$$

$$g_2 = 12,20 \text{ kg}$$

$$\text{volume ember} = \frac{(12,20 - 0,348) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}} = 11,852 \text{ liter}$$

$$\text{pasir} = 4 \text{ ember} = 4 \times 11,852 \text{ liter} = 47,408 \text{ liter} = 0,047408 \text{ m}^3$$

$$\text{split} = 6 \text{ ember} = 6 \times 11,852 \text{ liter} = 71,112 \text{ liter} = 0,071112 \text{ m}^3$$

Untuk tiap m³ beton dibutuhkan bahan :

$$\text{semen} = 340 \text{ kg}$$

$$\text{pasir} = (1/0,8540) \times 0,047408 = 0,560 \text{ m}^3$$

$$\text{split} = (1/0,8540) \times 0,071112 = 0,830 \text{ m}^3$$

$$\text{air} = 0,54 \times 340 = 183,60 \text{ kg}$$

d. Split dengan perbandingan volume 1 : 1,5 : 2,5 dan fas = 0,54

Hitungan pendekatan banyak bahan yang dibutuhkan untuk 1 m³ beton :

$$\text{semen} = 415 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{pasir} = 0,48 \text{ m}^3$$

$$\text{split} = 0,80 \text{ m}^3$$

$$\text{fas } 0,54 = 0,54 \times 415 = 224,10 \text{ kg/m}^3.$$

Proporsi hitungan untuk 20 kubus beton ukuran 15 x 15 x 15 cm :

$$\text{kebutuhan adukan untuk 20 kubus ukuran } 15 \times 15 \times 15 \text{ cm} = 0,0675 \text{ m}^3$$

$$\text{Sisa adukan} \quad \quad \quad = 0,0036 \text{ m}^3$$

$$\text{jumlah} = 0,0711 \text{ m}^3$$

$$\text{semen 2 ember} \approx 30,4 \text{ kg}$$

$$\text{pasir 3 ember} \approx 39,1 \text{ kg}$$

$$\text{split 5 ember} \approx 64,3 \text{ kg}$$

$$\text{jumlah} = 0,0711 \text{ m}^3 \approx 133,8 \text{ kg}$$

$$\text{air} = 0,54 \times 30,3 = 16,36 \text{ kg}$$

Bahan susun untuk tiap m^3 beton :

Kebutuhan agregat halus dan kasar diukur berdasarkan volume ember.

Untuk mencari volume ember :

- berat ember kosong = g_1

- berat ember diisi air penuh (rata) = g_2

$$\text{volume ember} = \frac{(g_2 - g_1) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}}$$

$$g_1 = 0,348 \text{ kg}$$

$$g_2 = 12,20 \text{ kg}$$

$$\text{volume ember} = \frac{(12,20 - 0,348) \text{ kg}}{1 \text{ kg/liter}} = 11,852 \text{ liter}$$

$$\text{pasir} = 3 \text{ ember} = 3 \times 11,852 \text{ liter} = 35,556 \text{ liter} = 0,035556 \text{ m}^3$$

split = 5 ember = $5 \times 11,852 \text{ liter} = 59,260 \text{ liter} = 0,059260 \text{ m}^3$

Untuk tiap m^3 beton dibutuhkan bahan :

semen = 415 kg

pasir = $(1/0,0711) \times 0,035556 = 0,500 \text{ m}^3$

split = $(1/0,0711) \times 0,05926 = 0,830 \text{ m}^3$

air = $0,54 \times 415 = 224,10 \text{ kg}$

3.6 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat berdasarkan perbandingan volume 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 dengan menggunakan faktor air semen (fas) 0,54. Sampel dibuat sebanyak 20 buah untuk setiap perbandingan volume dengan waktu pengujian pada umur 7 hari. Tiap perbandingan volume digunakan agregat kasar berupa slag dan split, sehingga jumlah sampel keseluruhan adalah 80 buah kubus beton dengan ukuran 15x15x15 cm. Hasil pengujian berat jenis kubus beton untuk tiap perbandingan dan agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada bab 3.6.1.

3.6.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Benda Uji

Tabel 3.6 Beton Campuran Split Umur 7 hari
Perbandingan 1:2:3 dengan fas = 0,54

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
1	3493.0152	8.25	2361.8563
2	3476.9464	8.10	2329.6304
3	3509.2281	8.25	2350.9444
4	3491.0266	8.20	2348.8793
5	3442.7407	8.20	2381.8233
6	3404.0995	7.95	2335.4194
7	3550.9967	8.25	2323.2914
8	3438.3531	8.10	2355.7790
9	3463.4341	8.30	2396.4654
10	3525.4499	8.30	2354.3095
11	3479.3312	7.90	2270.5513
12	3470.1267	8.00	2305.3914
13	3453.7116	8.10	2345.3029
14	3569.8328	8.20	2297.0263
15	3490.7496	8.30	2377.7128
16	3410.9939	8.00	2345.3574
17	3465.6192	8.30	2394.9544
18	3451.8650	8.10	2346.5576
19	3488.6754	8.20	2350.4623
20	3505.9804	8.50	2424.4288

$$BJ = \frac{\text{berat}}{\text{volume}} \text{ kg / m}^3$$

$$BJ_{rata-rata} = \frac{\sum BJ}{n} = 2349,8072 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 3.7 Beton Campuran Split Umur 7 hari
Perbandingan 1:1,5:2,5 dengan fas = 0,54

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
1	3484.0455	8.20	2353.5858
2	3500.1772	8.30	2371.3085
3	3484.1273	8.40	2410.9337
4	3497.8365	8.10	2315.7172
5	3534.8401	8.15	2305.6206
6	3516.3635	8.25	2346.1738
7	3477.0729	8.20	2358.3054
8	3431.3806	8.10	2360.5659
9	3447.4916	8.10	2349.5344
10	3497.9578	8.10	2315.6369
11	3449.4692	8.00	2319.1974
12	3399.7290	8.10	2382.5429
13	3490.9631	8.10	2320.2766
14	3476.8903	8.00	2300.9067
15	3461.0543	8.00	2311.4344
16	3431.5490	8.20	2389.5914
17	3486.3754	8.05	2308.9883
18	3406.5165	8.00	2348.4401
19	3438.3289	7.95	2312.1697
20	3445.1074	8.00	2322.1337

$$BJ_{rata-rata} = \frac{\sum BJ}{n} = 2340,1532 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 3.8 Beton Campuran Slag Umur 7 hari
Perbandingan 1:2:3 dengan fas = 0,54

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
1	3395.2350	9.20	2709.6799
2	3504.8571	9.60	2739.0561
3	3397.5405	9.20	2707.8411
4	3435.9778	9.20	2677.5493
5	3429.2598	9.40	2741.1163
6	3490.8905	9.40	2692.7227
7	3465.6427	9.40	2712.3396

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
8	3479.3214	9.30	2672.9350
9	3502.5528	9.40	2683.7569
10	3390.6691	9.00	2654.3434
11	3525.5408	9.40	2666.2577
12	3445.1344	9.40	2728.4857
13	3465.5625	9.60	2770.1131
14	3514.0211	9.70	2760.3705
15	3350.2471	9.30	2775.9146
16	3465.6973	9.40	2712.2969
17	3456.4820	9.70	2806.3216
18	3474.9495	9.70	2791.4075
19	3417.8564	9.70	2838.0361
20	3500.1984	9.80	2799.8413

$$BJ_{rata-rata} = \frac{\sum BJ}{n} = 2732,0193 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 3.9 Beton Campuran Slag Umur 7 hari
Perbandingan 1:1,5:2,5 dengan fas = 0,54

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
1	3490.9404	9.60	2749.9754
2	3495.5242	9.50	2717.7612
3	3436.1047	9.60	2793.8613
4	3447.2351	9.40	2726.8231
5	3454.1059	9.40	2721.3989
6	3521.0329	9.50	2698.0719
7	3474.8949	9.60	2762.6735
8	3460.8095	9.60	2773.9175
9	3537.0984	9.60	2714.0890
10	3467.5686	9.30	2681.9945
11	3521.0207	9.60	2726.4821
12	3461.1691	9.50	2744.7373
13	3470.3378	9.60	2766.3013
14	3408.8611	9.60	2816.1898
15	3410.9715	9.30	2726.4960
16	3399.7980	9.50	2794.2836

No	VOLUME (cm^3)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (kg/m^3)
17	3422.4332	9.50	2775.8029
18	3477.2522	9.60	2760.8006
19	3442.8133	9.50	2759.3713
20	3479.5581	9.50	2730.2318

$$BJ_{rata-rata} = \frac{\sum BJ}{n} = 2747,0632 \text{ kg/m}^3$$

3.7 Hasil Penelitian

Hasil pengujian kuat tekan benda uji setiap perbandingan dapat dilihat pada bab 3.7.1.

Rumus untuk menghitung kuat tekan beton⁸⁾ adalah :

$$\sigma_{ds} = \frac{N}{A_g} \dots \dots \dots (3.1)$$

keterangan :

σ_{ds} = kuat tekan beton (kg/cm^2)

N = beban maksimum (kN)

A_g = luas bruto penampang (cm^2)

8. Gideon Kusuma, 1993, PEDOMAN Pengerjaan Beton Berdasarkan Sksni T-15-1991-03, Penerbit Erlangga.

Tabel 3.10 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Kubus Beton
Campuran Split Umur 7 hari Perbandingan 1:2:3 dengan fas = 0,54

No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cm ²)
1	228.0036	465	203.944
2	229.6530	570	248.201
3	229.2115	500	218.139
4	229.8240	580	252.367
5	226.4961	425	187.641
6	224.3968	505	225.048
7	230.5842	565	245.030
8	228.0075	530	232.448
9	227.7077	570	250.321
10	229.6710	520	226.411
11	227.5560	530	232.910
12	226.9540	480	211.497
13	224.9975	490	217.780
14	232.5624	470	202.096
15	228.4522	520	227.619
16	224.9996	540	240.000
17	227.1048	500	220.163
18	226.3518	530	234.149
19	228.7656	460	201.079
20	233.4208	500	214.205

$$\begin{aligned}\sigma_{ds} \text{ rata-rata} &= \frac{\sum \sigma_{ds}}{n} \\ &= 224,552 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Tabel 3.11 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Kubus Beton
Campuran Split Umur 7 hari Perbandingan 1:1,5:2,5 dengan fas = 0,54

No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cm ²)
1	228.4620	585	256.060
2	229.2192	630	274.846
3	229.0682	630	275.027
4	228.9160	630	275.210
5	231.3377	540	233.425
6	232.1032	490	211.113
7	228.4542	635	277.955
8	225.6003	530	234.929
9	228.4620	500	218.855
10	230.4320	550	238.682
11	225.7506	550	243.632
12	224.8498	470	209.028
13	228.7656	520	227.307
14	232.2572	490	210.973
15	227.1033	520	228.971
16	228.0099	485	212.710
17	231.1920	530	229.247
18	226.7987	535	235.892
19	226.8027	510	224.865
20	226.6518	550	242.663

$$\sigma_{ds} \text{ rata-rata} = \frac{\sum \sigma_{ds}}{n}$$

$$= 238,069 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 3.12 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Kubus Beton
Campuran Slag Umur 7 hari Perbandingan 1:2:3 dengan fas = 0,54

No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cm ²)
1	226.3490	510	225.316
2	231.3437	540	233.419
3	226.3518	540	238.567



No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cm ²)
4	226.3490	550	242.988
5	228.1610	520	227.909
6	228.3120	515	225.569
7	228.6044	540	236.216
8	231.6459	520	224.481
9	231.0391	520	225.070
10	226.4976	510	225.168
11	230.4275	520	225.668
12	226.9522	545	240.139
13	227.2500	540	237.624
14	231.0336	560	242.389
15	222.9040	510	228.798
16	228.6080	535	234.025
17	228.7546	530	231.689
18	229.8247	510	221.908
19	225.8993	510	225.764
20	229.3708	490	213.628

$$\begin{aligned}\sigma_{ds} \text{ rata-rata} &= \frac{\sum \sigma_{ds}}{n} \\ &= 230,317 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Tabel 3.13 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Kubus Beton

Campuran Slag Umur 7 hari Perbandingan 1:1,5:2,5 dengan fas = 0,54

No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cmm ²)
1	228.6143	615	269.012
2	229.2147	595	259.582
3	227.2556	615	270.620
4	226.0482	590	261.006
5	226.9452	630	277.600
6	230.7361	570	247.035
7	228.4612	645	282.324
8	226.1967	660	291.781
9	231.0319	580	251.048
10	226.7867	610	268.975

No	LUAS (cm ²)	BEBAN MAX (KN)	KUAT DESAK (kg/cm ²)
11	230.5842	655	284.061
12	228.9133	635	277.398
13	230.1285	665	288.969
14	226.5024	580	256.068
15	224.8498	600	266.845
16	226.3514	725	320.298
17	227.8584	710	311.597
18	229.0680	720	314.317
19	227.2484	700	308.033
20	229.6738	565	246.001

$$\begin{aligned}\sigma_{ds} \text{ rata-rata} &= \frac{\sum \sigma_{ds}}{n} \\ &= 277,629 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

