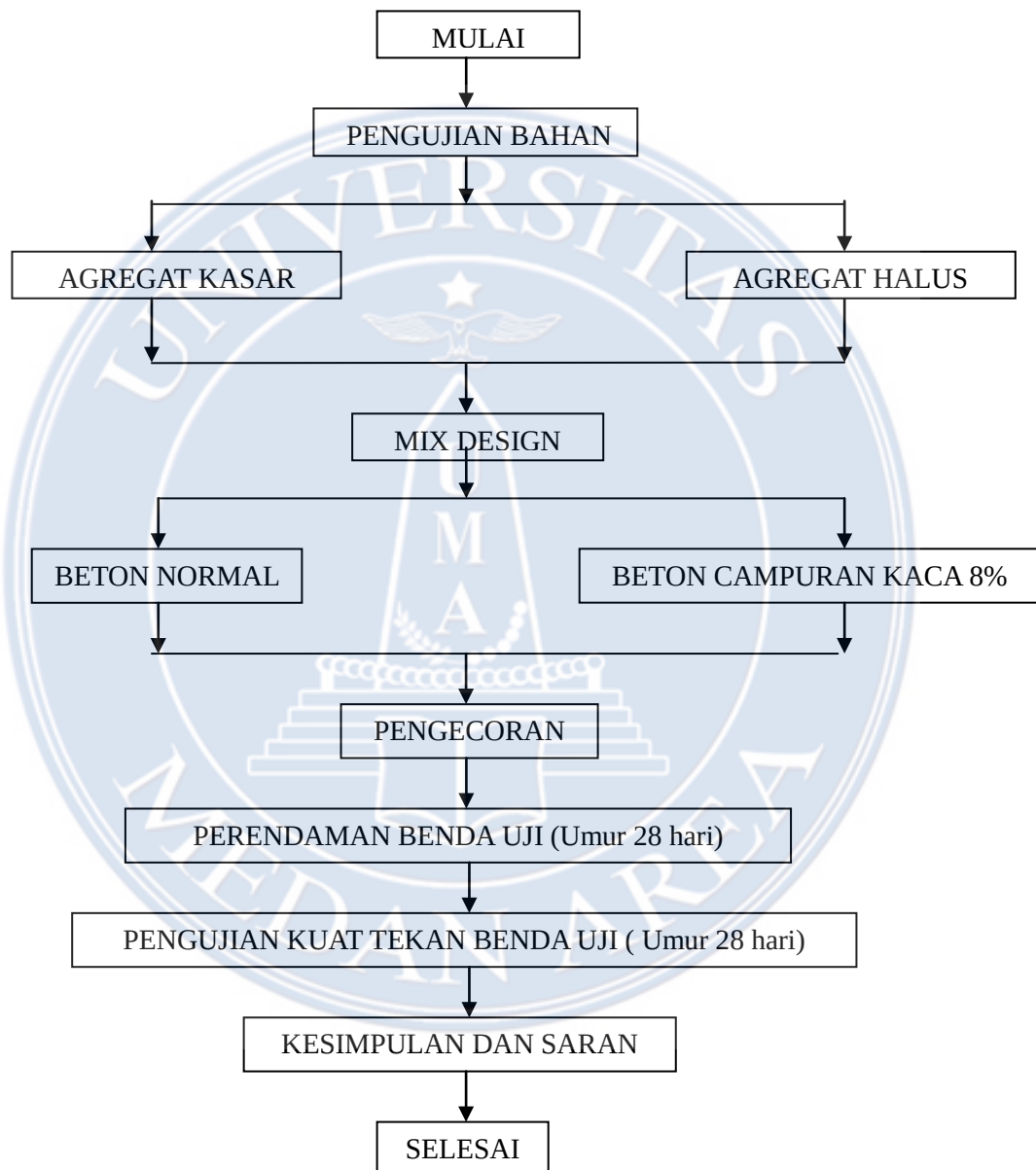


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Adapun diagram alir metodologi penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Pengujian Bahan

Bahan-bahan penyusun beton dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan semen portland type 1, Semen Padang.
2. Agregat halus pasir yang digunakan dari toko material yang diambil dari daerah Binjai.
3. Agregat halus kaca yang digunakan dari sisa-sisa toko penjual kaca yang tidak terpakai.
4. Agregat kasar batu pecah yang digunakan dari toko material yang berasal dari Binjai.
5. Air, PDAM.

3.3 Agregat Halus

a. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan : Untuk memeriksa kadar lumpur pada pasir

Pedoman Penelitian : Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci.

Tabel 3.1 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Kegiatan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Agregat mula-mula (gr)	500	500	500
Berat kering agregat setelah dicuci(gr)	488	480	484
Berat agregat yang telah dicuci dengan ayakan No.200 (gr)	10	12	11
Kadar lumpur agregat yang telah dicuci dengan ayakan No.200	2,05	2,45	2,25

Sumber : Hasil penelitian 2016

Hasil penelitian : Dari hasil pemeriksaan, kadar lumpur dalam pasir sebesar 2,25% (dinyatakan layak untuk penelitian).

b. Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan gradasi dan modulus kehalusan pasir (FM).

Pedoman Penelitian : $FM = \frac{\Sigma \% \text{ komulatif tertahan ayakan } 0,150 \text{ mm}}{100}$

Tabel 3.2 Pemeriksaan ayakan agregat halus

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Berat Fraksi Tertahan				Komulatif	
	Berat sampel I (gr)	Berat sampel II (gr)	Berat total (gr)	%	Kumulatif	Lolos
					%	%
9,50	0	0	0	0	0	100,00
4,75	22	31	53	2,65	2,65	97,35
2,36	36	23	59	2,95	5,6	94,4
1,18	108	145	255	12,65	18,5	81,65
0,6	355	365	723	36,15	54,5	45,5
0,3	275	264	544	27,2	81,5	18,3
0,15	195	160	355	17,3	99	1
Pan	9	12	21	1	100	0
Total	1000	1000	2000	100	0	0

Sumber : Hasil penelitian 2016

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{261,75}{100} = 2,61$$

Dari hasil pemeriksaan analisa ayakan pasir tersebut didapat nilai FM = 2,65 termasuk dalam pasir sedang ($2,60 < FM < 2,90$).

c. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

Tujuan Penelitian : Untuk mengetahui berat isi pasir cara padat dan cara longgar.

Pedoman penelitian menunjukkan bahwa pasir yang dirojok atau cara padat lebih besar dari pada dengan pasir yang tidak dirojok atau dengan cara longgar.

Tabel 3.3 Kalibrasi Bahan, Peralatan dan Lokasi

Bahan, Peralatan dan Lokasi	Keterangan
Suhu Ruangan	29°C
Suhu Air	26°C
Berat Bejana (A)	0,47 Kg
Berat Ai (B)	1,85 Kg
Berat Isi Air (C)	996,77 Kg
Faktor Pembanding (D = C : B)	538,79
Diameter Agregat Max	2921 mm

Sumber : Hasil penelitian 2016

Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

Kegiatan	Berat (Kg)	
	Cara Merojok	Cara Longgar
Sampel I (E)	2,87	2,75
Sampel 2 (F)	2,96	2,70
Total (G = E + F)	5,83	5,60
Rata-rata (H = G/2)	2,92	2,70
Berat Sampel (I = H - A)	2,45	2,31
Berat Isi (C = B : A) Kg/m ³	1317,30	1213,9

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari hasil pemeriksaan didapat : Berat isi cara merojok = 1310,35 kg/m³

Berat isi cara tidak merojok = 1231,70 kg/m³

d. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat jenis dan penyerapan (absorpsi) pasir.

Pedoman Penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu

Tabel 3.5 Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat halus

Kegiatan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat agregat keadaan SSD di udara (S) (gr)	500	500	500
Berat piknometer + Agregat + Air (C) (gr)	973	975	974
Berat Kering Oven Agregat di udara	491	494	492,5
Berat Piknometer terisi air (B) (gr)	676	676	676
Berat Jenis Kering $\frac{A}{(B+S-C)}$	2,42	2,46	2,44
Berat jenis SSD $\frac{S}{(B+S-C)}$	2,46	2,49	2,48
Berat Jenis Semu $\frac{A}{(B+A-C)}$	2,53	2,53	2,53
Absorpsi $\frac{(S-A) \times 100}{A}$	1,83	1,21	1,52

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari hasil penelitian didapat : Berat jenis kering = $2,44 \text{ gr/cm}^3$

Berat jenis SSD = $2,49 \text{ gr/cm}^3$

Berat jenis semu = $2,53 \text{ gr/cm}^3$

Absorpsi = 1,5%

$2,44 < 2,49 < 2,53$, pasir layak untuk percobaan.

e. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	2,21%
Analisa Ayakan	2,65
Berat Isi (UW)	$1231,70 \text{ kg/m}^3$
Berat Jenis (SSD)	$2,49 \text{ gr/cm}^3$
Absorpsi	1,5%

Sumber : Hasil penelitian 2016

3.4 Agregat Kasar

a. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar Batu Pecah

Tujuan Penelitian : Untuk memeriksa kadar lumpur batu pecah

Pedoman Penelitian : Kandungan lumpur pada agregat kasar tidak melebihi 1% apabila melebihi agregat harus dicuci.

Tabel 3.7 Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Kegiatan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Agregat mula-mula (gr)	1000	1000	1000
Berat kering agregat setelah dicuci(gr)	990	992	995
Berat agregat yang telah dicuci dengan ayakan No.200 (gr)	10	8	7
Kadar lumpur agregat yang telah dicuci dengan ayakan No.200	0,80	0,65	0,72

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari hasil penelitian kadar lumpur batu pecah sebesar = 0, 72% sehingga batu pecah dapat digunakan dalam percobaan.

b. Analisa Ayakan Agregat Kasar Batu Pecah

Tujuan Penelitian : Untuk memeriksa penyebaran gradasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).

Pedoman Penelitian : $FM = \frac{\Sigma \% \text{ komulatif tertahan ayakan } 0,150 \text{ mm}}{100}$

Tabel 3.8 Hasil ayakan agregat kasar

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Berat Fraksi Tertahan				Komulatif	
	Berat sampel I (gr)	Berat sampel II (gr)	Berat total (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
38,1	0	0	0	0	0	100,00
19,1	608	520	1128	28,20	28,20	71,80
9,52	1097	1200	2297	57,43	85,63	14,38
4,76	286	276	562	14,05	99,68	0,33
2,38	0	0	0	0	99,68	0,33
1,19	0	0	0	0	99,68	0,33
0,60	0	0	0	0	99,68	0,33
0,30	0	0	0	0	99,68	0,33
0,15	0	0	0	0	99,68	0,33
Pan	9	4	13	0.325	99,68	0,33
Total	2000	2000	4000	100		

Sumber : Hasil penelitian 2016

Agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5 – 7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM adalah 7,16 sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

c. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Batu Pecah

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat isi batu pecah dengan cara padat dan cara longgar.

Pedoman Penelitian : Dari hasil penelitian berat isi dengan cara merojok lebih besar dari pada berat isi yang tidak dirojok.

Tabel 3.9 Kalibrasi Bahan, Peralatan dan Lokasi

Bahan, Peralatan dan Lokasi	Keterangan
Suhu Ruangan	29 °C
Suhu Air	26 °C
Berat Bejana (A)	5,00 Kg
Berat Ai (B)	8,1 Kg
Berat Isi Air (C)	996,77 Kg
Faktor Pembanding (D = C : B)	123,06
Diameter Agregat Max	20 mm

Sumber : Hasil penelitian 2016

Tabel 3.10 Hasil Pemeriksaan berat isi agregat kasar

Kegiatan	Berat	
	Cara Merojok	Cara Longgar
Sampel I (E)	19,60	18,71
Sampel 2 (F)	19,45	18,66
Total (G = E + F)	39,05	37,37
Rata-rata (H = G/2)	19,53	18,7
Berat Sampel (I = H – A)	14,53	13,7
Berat Isi (C = B : A) Kg/m ³	1787,42	1684,05

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari hasil penelitian diperoleh :

Berat isi padat : 1785,40 kg/m³ , Berat isi longgar : 1680,04 kg/m³

e. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat jenis dan penyerapan
(absorpsi) air batu pecah.

Pedoman penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis
semu

Tabel 3.11 Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

Kegiatan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat agregat keadaan SSD di udara (S) (gr)	1250	1250	1250
Berat piknometer + Agregat + Air (C) (gr)	768	770	769
Berat Kering Oven Agregat di udara	1230	1227	1228
Berat Jenis Kering $\frac{A}{(B+S-C)}$	2,59	2,60	2,60
Berat jenis SSD $\frac{S}{(B+S-C)}$	2,66	2,68	2,67
Berat Jenis Semu $\frac{A}{(B+A-C)}$	2,65	2,63	2,64
Absorpsi $\frac{(S-A) \times 100}{A}$	1,63	1,79	1,71

(Sumber : Hasil penelitian 2016)

Dari hasil penelitian diperoleh : Berat jenis kering = $2,53 \text{ gr/cm}^3$

Berat jenis SSD = $2,62 \text{ gr/cm}^3$

Berat semu = $2,65 \text{ gr/cm}^3$

Absorpsi = 1,74%

f. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3.12 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	0,73%
Analisa Ayakan	7,16
Berat Isi (UW)	$1680,04 \text{ kg/m}^3$
Berat Jenis (SSD)	$2,62 \text{ gr/cm}^3$
Absorpsi	1,74%

Sumber : Hasil penelitian 2016

3.5 Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus Tumbukan Kaca

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan gradasi dan modulus kehalusan kaca (FM).

Pedoman Penelitian : Pemeriksaan agregat halus kaca disesuaikan dengan lolos ayakan 4,75 mm. Dari hasil pemeriksaan analisa ayakan pasir tersebut didapat nilai FM = 2,65 termasuk dalam pasir sedang ($2,60 < FM < 2,90$)

3.6 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton dengan perbandingan berat material dilakukan untuk menentukan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Development Of Environment (DOE)*. Adapun langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode DOE menurut SK SNI T – 15 – 1990 – 03 adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan

Dalam penelitian kuat tekan yang direncanakan adalah K 250 ($f'c$ 25 Mpa)

2. Menetapkan nilai deviasi standar : Diambil 45 Kg/cm^2

Tabel 3.13 Mutu Pelaksanaan Deviasi Standar

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Ukuran	Satuan (m^3)	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	$45 \leq S \leq 55$	$55 \leq S \leq 65$	$65 \leq S \leq 85$
Sedang	1000 - 3000	$35 \leq S \leq 45$	$45 \leq S \leq 55$	$55 \leq S \leq 75$
Besar	>3000	$25 \leq S \leq 35$	$35 \leq S \leq 45$	$45 \leq S \leq 65$

Sumber: PBI 1971

3. Menghitung nilai tambah (M) $1,64 \times 45 = 73,8 \text{ Kg/cm}^2$

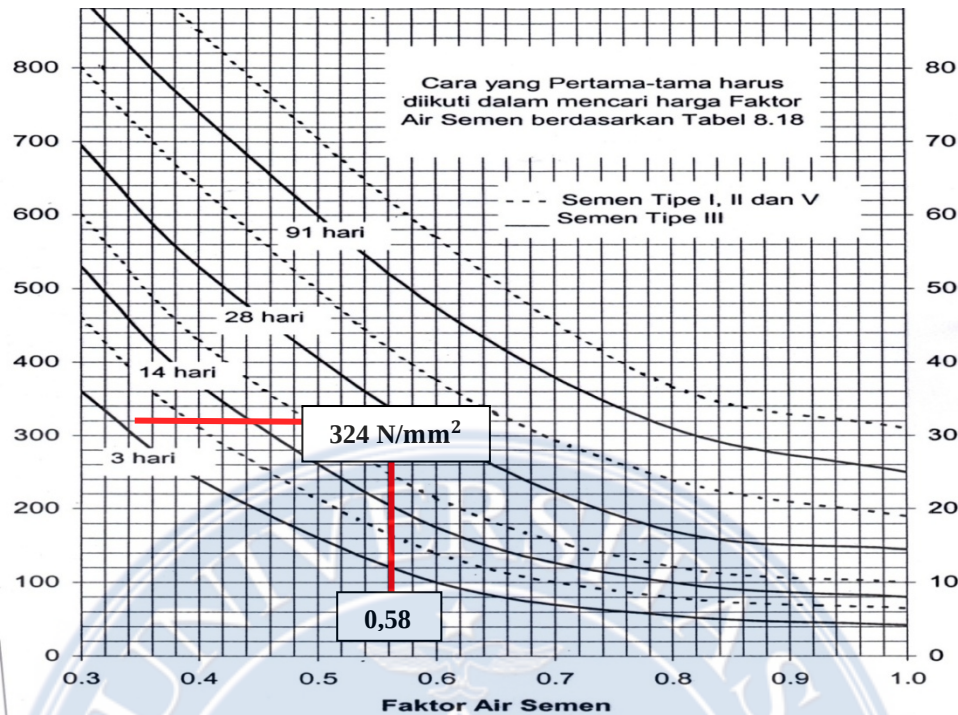
4. Menghitung kuat tekan rata-rata perlu

$$\begin{aligned}
 f_{cr}' &= f_c' + M \\
 &= 250 + 73,8 = 324 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen dan agregat halus

- Semen : Semen Portland type I
- Agregat Halus : Pasir
- Kaca
- Agregat Kasar : Batu pecah

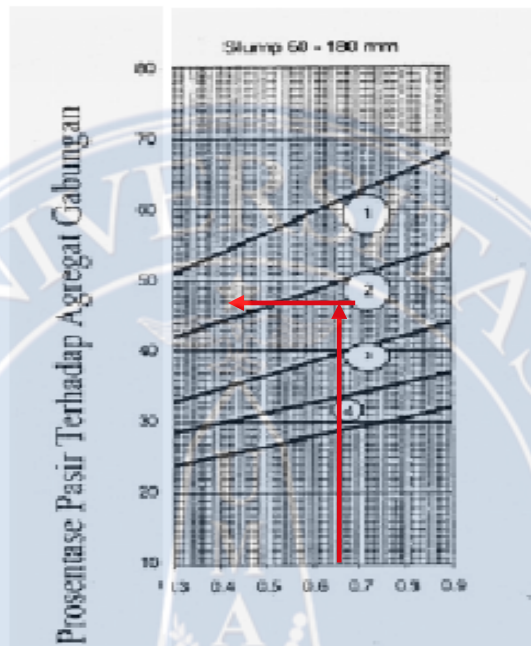
6. Faktor air semen dari praktikum ini mengacu pada kuat tekan rata-rata perlu yang sebesar 324 Kg/cm^2 dan tabel 2.12 yang dimana kuat tekan pada umur 28 hari adalah 45 N/mm^2 . Karena jenis semen tipe I dan agregat kasar adalah batu pecah maka, dari grafik 3.1 diketahuilah faktor air semen yang digunakan. Berikut adalah grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan benda uji kubus.



Gambar 3.2 : Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen dengan Benda Uji Kubus
Sumber : SK SNI T -15 – 1990 – 03

7. Faktor air maksimum adalah 0,6 karena sesuai tabel 2.13 dan jumlah semen minimum adalah 275 Kg/m^3 .
8. Menetapkan nilai *slump* rencana = 180 mm.
9. Merencanakan ukuran besar butir maksimum agregat kasar = 20 mm.
10. Menetapkan kadar air bebas = 205 Kg/m^3 .
11. Menghitung kebutuhan semen = $341,667 \text{ Kg/m}^3$.
12. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai
 - a. Kebutuhan semen teoritis = $341,67 \text{ kg/m}^3$
 - b. Kebutuhan semen minimum = 325 kg/m^3
 - c. Maka diambil jumlah semen terbesar, yaitu $341,67 \text{ kg/m}^3$
13. Menentukan persentase agregat halus dan kasar
 - a. Daerah gradasi pasir : Daerah III
 - b. Faktor air semen : 0,6

- c. Nilai *slump* : 60 – 180 mm
- d. Ukuran agregat maksimum : 20 mm
- e. Prosentase agregat halus = $(40+50)/2 = 45 \%$ Presentase agregat kasar
 $= 100 - 45 = 55 \%$



Gambar 3.3. : Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat gabungan untuk ukuran butir maksimum 20 mm dan *slump* 60 – 180 mm

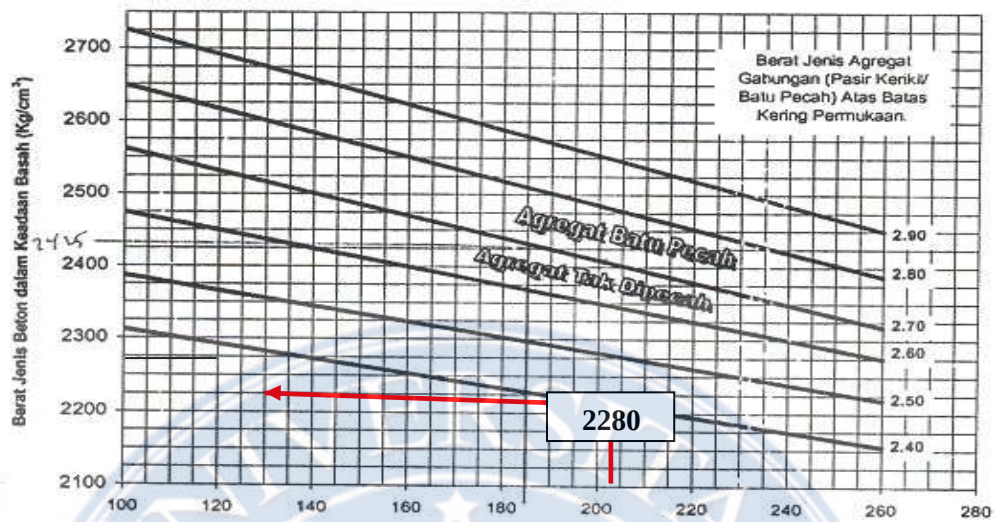
Sumber : SK SNI T -15 – 1990 – 03

14. Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan

$$\text{BJ gabungan} = (\% \text{ agregat halus} \times \text{BJ SSD agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times \text{BJ SSD agregat kasar})$$

$$\text{BJ gabungan} = (0,45 \times 2,49) + (0,50 \times 2,62) = 2,430 \text{ gram/cm}^3$$

15. Menentukan berat jenis beton



Gambar 3.4. : Grafik Perkiraan Berat Jenis Beton
Sumber : SK SNI T -15 - 1990 - 03

16. Menghitung berat masing-masing agregat

- Berat agregat gabungan = Berat beton – Berat semen – Berat air
- Berat agregat gabungan = $2280 - 341,67 - 205 = 1733,33 \text{ kg/m}^3$
- Berat agregat halus = $0,45 \times 1733,33 = 779,99 \text{ kg/m}^3$
- Berat agregat kasar = $0,5 \times 1733,33 = 866,665 \text{ kg/m}^3$

17. Koreksi berat agregat dan berat air

Berat agregat halus : Kadar air SSD	= 1,5 %
Kadar air asli	= 2,21 %
Koreksi kadar air	= $2,21 - 1,5 = 0,71 \%$
Berat pasir terkoreksi	= $779,99 + (0,71/100) \times 779,99 = 785,5 \text{ kg/m}^3$
Berat agregat kasar : Kadar air SSD	= 1,74 %
Kadar air asli	= 0,73 %
Koreksi kadar air	= $1,74 - 0,73 = 1,01 \%$

$$\begin{aligned}\text{Berat batu terkoreksi} &= 866,665 + (0,66 / 100) \times \\ &866,6 = 875,41 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Berat air :

$$\begin{aligned}\text{Berat air terkoreksi} &= 205 - (0,71/100) \times 779,9 \\ &(1,01/100) \times 866,6 \\ &= 189,3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Jadi, Perhitungan kebutuhan bahan untuk (satu) kali pengadukan Kebutuhan bahan untuk kubus sebanyak 20 buah :

$$\begin{aligned}\text{Kubus} &= 0,15 \times 0,15 \times 0,15 \times 20 = 0,0675 \text{ m}^3 \\ \text{Toleransi} &= (10\% \times 0,0675) = \underline{0,00675 \text{ m}^3} + \\ &0,07425 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perencanaan campuran beton K-250 sesuai SNI 7394-2008 :

$$\text{Semen} = 0,07425 \times 341,67 \text{ kg} = 25,36 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 0,07425 \times 785,52 \text{ kg} = 58,32 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat kasar} = 0,07425 \times 875,41 \text{ kg} = 65 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,07425 \times 189,74 \text{ kg} = 14,13 \text{ kg}$$

Perencanaan campuran beton campuran sesuai SNI 7394-2008 :

$$\text{Semen} = 0,07425 \times 341,67 \text{ kg} = 25,36 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 0,07425 \times 785,52 \text{ kg} = 58,32 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat kasar} = 0,07425 \times 875,41 \text{ kg} = 65 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,07425 \times 189,74 \text{ kg} = 14,13 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan kaca 8\%} = 8/100 \times 58,32 \text{ kg} = 4,66 \text{ kg}$$

3.7 Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah :

- a. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- b. Menimbang dan mencatat berat sampel beton , kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
- c. Pengujian Kuat Tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- d. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton
- e. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.