

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya adalah metode ilmiah untuk memperoleh data untuk tujuan tertentu. Metode ilmiah adalah kegiatan penelitian yang didasarkan pada sifat keilmuan yaitu rasional, empiris, dan sistematis

Pada tugas akhir ini digunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendalikan (Sugiyono, 2008)

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen untuk mendapatkan kuat lentur beton yang ditambahkan serat kawat bendrat. Untuk menjadi acuan dibuat juga beton dengan rencana $f'c = 20$ MPa sebagai control beton eksperimen, sehingga dalam ditarik kesimpulan mengenai pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada variasi beton yang ditinjau dari kuat lentur.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia di Jl. Dr. Setiabudhi no 207 Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Bahan

1. Semen

Semen Portland yang digunakan merupakan semen Tipe I yaitu semen tanpa kemampuan khusus yang diatur pada standar SNI 15-2049-2004. Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen dynamix.

2. Agregat halus

Pasir yang digunakan merupakan pasir beton berasal dari pasir Galunggung dimana sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisis saringan untuk menentukan gradasi pasir dan pengujian kadar lumpur.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dengan diameter ukuran maksimal 20 mm diambil dari batuan.

4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Material Universitas Pendidikan Indonesia. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan pada beton setelah di cor.

5. Serat kawat bendrat

3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan beton dan pengujian material adalah sebagai berikut:

1. Timbangan

Untuk menimbang bahan material dan berat sampel beton

2. Oven

Untuk mengetahui berat kering agregat kasar dan halus

3. Gelas ukur 1000 ml

Untuk melakukan pengujian kadar lumpur

4. Takaran besi volume 5 liter

Digunakan untuk pengujian berat volume agregat

5. Cetakan beton dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 60 cm

Untuk membuat benda uji

6. Ayakan dengan aturan ASTM C33-03

Untuk pengujian gradasi agregat halus dan agregat kasar

7. Alat penggetar ayakan

Untuk menggetarkan ayakan pada pengujian gradasi agregat

8. Piknometer kapasitas 500 gr

Untuk pengujian *Spesific-Gravity* dan penyerapan agregat halus

9. Handuk

Untuk mengeringkan bagian luar agregat kasar

10. Kerucut terpancung

Untuk mengetahui keadaan jenuh permukaan pada agregat halus

11. Tongkat pemadat dari logam

Untuk cetakan kerucut pasir

12. Thermometer

Untuk mengukur suhu pada pengujian berat isi dan penyerapan air pada agregat halus

13. *Mixer*

Untuk mengaduk bahan beton

14. Wadah ember besar

Untuk menampung beton segar

15. Sendok aduk

Untuk menuangkan bahan material

16. Pelumas

Untuk melumasi cetakan agar sampel beton mudah dilepas setelah pengecoran

17. Mesin uji kuat lentur

Digunakan untuk pengujian kuat lentur benda uji

18. Peralatan Slump Test

Untuk menguji *workability*

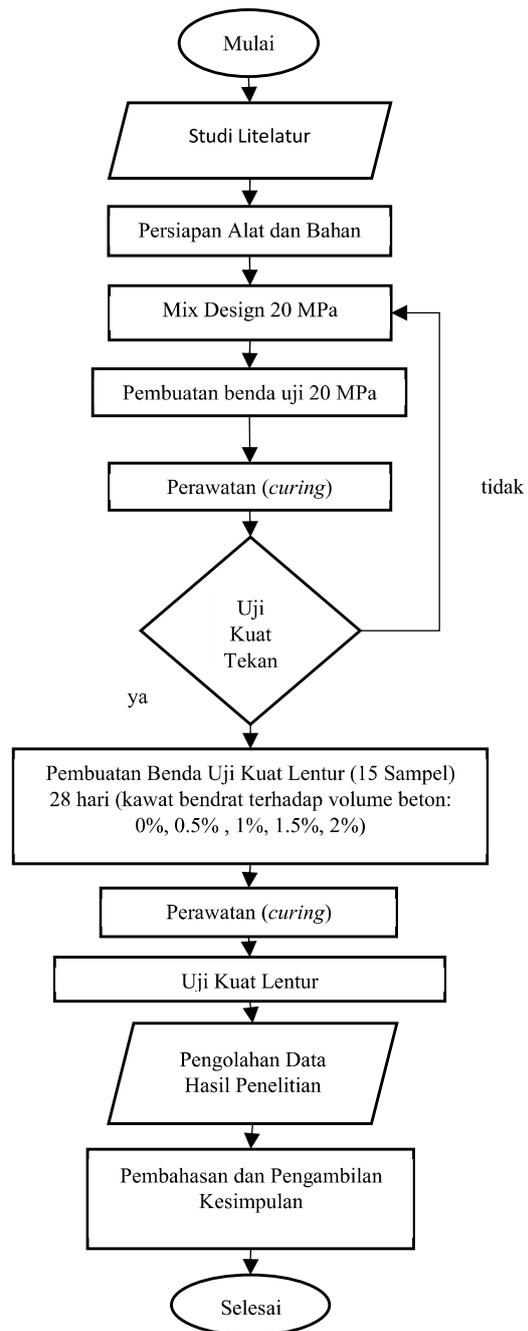
3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan jumlah sampel yang akan digunakan sebanyak 15 sampel untuk uji kuat lentur dengan pilihan presentase kawat bendrat terhadap volume beton

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Penelitian Uji Kuat Lentur Variasi Terhadap Volume Beton

Nama	Klasifikasi Beton	Presentase Kawat Bendrat Terhadap Volume Beton	Umur beton	Jumlah Sampel
BLKB0%	0% Kawat Bendrat	0%	28	3
BLKB0.5%	0.5% Kawat Bendrat	0.50%	28	3
BLKB1%	1% Kawat Bendrat	1%	28	3
BLKB1.5%	1.5% Kawat Bendrat	1.50%	28	3
BLKB2%	2% Kawat Bendrat	2%	28	3
Jumlah				15

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Persiapan Alat dan Bahan

3.5.1 Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat berfungsi untuk mengetahui kadar air dengan cara pengeringan. Hal ini dilakukan dengan membandingkan berat yang

terkandung dalam agregat dengan berat agregat kering. Pedoman yang digunakan dalam pemeriksaan kadar air ini adalah SNI 1971:2011.

- a. Bahan
 1. Pasir beton
 2. Batu pecah
- b. Peralatan
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh
 2. Oven yang memiliki ventilasi dan dapat mempertahankan temperatur contoh $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$
 3. Talam tahan panas (wadah) dengan volume yang memadai
- c. Prosedur Pelaksanaan
 1. Timbang benda uji dalam kondisi awal (W1).
 2. Keringkan benda uji langsung dalam wadah menggunakan oven dengan menjaga temperatur $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$
 3. Setelah dingin, sehingga tidak akan merusak atau mempengaruhi timbangan, timbang benda uji kering (W2).
 4. Hitung kadar air total dengan rumus:

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2}$$

Dari hasil penelitian terhadap perhitungan kadar air pada material agregat halus dan agregat kasar didapatkan nilai masing-masing adalah agregat halus sebesar 8.94% dan agregat kasar sebesar 3.0%.

3.5.2 Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan ini bertujuan dalam menentukan berat isi agregat. Dengan cara membandingkan antara berat material kering dengan volume. Pedoman yang digunakan dalam pemeriksaan berat isi ini adalah SNI 03-4804-1998.

- a. Bahan
 1. Pasir beton
 2. Batu pecah
- b. Peralatan
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat bahan yang digunakan
 2. Batang penusuk baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibuat tumpul

3. Alat perata
 4. Sekop
 5. Wadah silinder baja dengan dilengkapi alat pemegang
- c. Prosedur Pelaksanaan
1. Timbang kemudian catat berat wadah yang digunakan
 2. Cara tusuk
 - Isi wadah dengan bahan uji dalam tiga lapis diusahakan sama. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang penusuk sebanyak 25 kali sampai merata.
 - Ratakan permukaan agregat
 3. Cara ketuk
 - Isi wadah dengan bahan uji dalam tiga lapis diusahakan sama. Setiap lapisan dipadatkan dengan cara mengetuk-ngetukan atas wadah secara bergantian diatas lantai yang rata sebanyak 50 kali.
 - Ratakan permukaan agregat
 4. Cara lepas
 - Isi wadah dengan dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat.
 - Ratakan permukaan agregat
 5. Timbang kemudian catat berat wadah beserta benda uji (W1), dan berat wadah itu sendiri (W2), serta hitung volume wadah (V)
 6. Hitung berat isi dengan menggunakan rumus

$$M = \frac{W_1 - W_2}{V}$$

Hasil kajian perhitungan berat volume material menunjukkan bahwa berat isi masing-masing adalah agregat halus 1356 kg/m³ dan agregat kasar 1294 kg/m³. Hasil berat isi digunakan untuk menentukan volume agregat pada campuran beton. Pengujian ini dilakukan dengan metode SNI 03-4804-1998

3.5.3 Analisis Saringan

Analisis saringan bertujuan menentukan gradasi setiap butir sesuai ukuran lubang saringan yang telah ditentukan, dimana hasilnya digunakan dalam perencanaan adukan beton. Pedoman yang digunakan dalam analisis saringan ini adalah SNI ASTM C136:2012.

- a. Bahan
 1. Pasir beton
 2. Batu pecah
- b. Peralatan
 1. Siapkan timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat bahan yang digunakan
 2. Satu set saringan dengan ukuran lubang yang telah diatur SNI ASTM C136:2012.
 3. *Shieve shaker*
 4. Oven dengan temperatur yang bisa diatur $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
 5. Wadah
- c. Prosedur Pelaksanaan
 1. Bahan uji dioven hingga mencapai berat tetap dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
 2. Timbang benda uji yang telah dioven sesuai dengan syarat.
 3. Masukkan benda uji yang telah ditimbang dalam saringan yang telah disusun dari ukuran yang mempunyai lubang besar sampai yang terkecil dari atas ke bawah.
 4. Selanjutnya, saringan digetarkan dengan mesin *shieve shaker*.
 5. Bahan uji yang tertahan dipindahkan dari saringan ke wadah.
 6. Bahan uji yang tertahan pada saringan ditimbang dan catat beratnya.

3.5.3.1 Analisis Saringan Agregat Halus

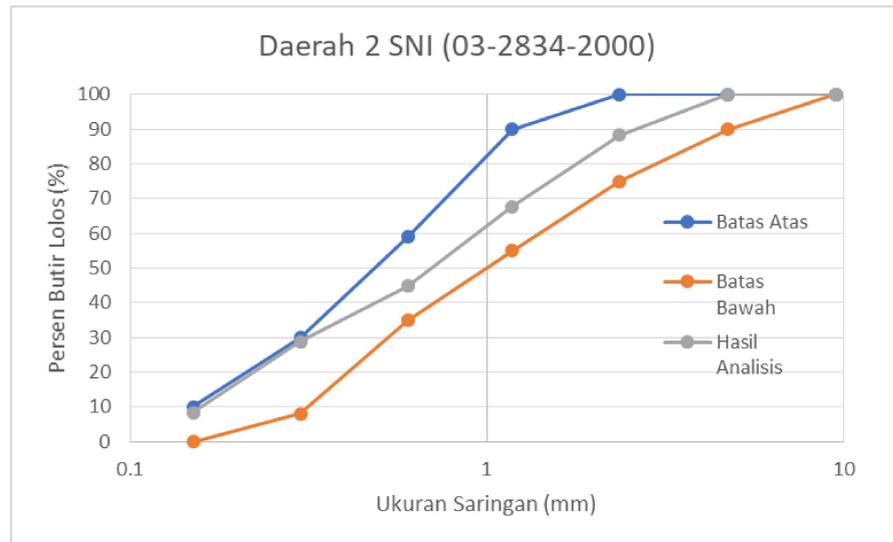
Tabel 3.2 Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Analisis Saringan Agregat Halus				
Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Berat Tertahan	Persen Lolos
Nomor saringan	mm			
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
No. 4	4.75	0	0.00%	100.00%
No. 8	2.36	0.058	11.65%	88.35%
No. 16	1.18	0.103	20.68%	67.67%
No. 30	0.6	0.114	22.89%	44.78%
No. 50	0.3	0.079	15.86%	28.92%
No. 100	0.15	0.102	20.48%	8.43%
No. 200	0.075	0.033	6.63%	1.81%
Pan	-	0.009	1.81%	0.00%

Berat contoh agregat halus = 500 gram

Berdasarkan data pada diatas diperoleh distribusi ukuran agregat paling halus, terjebak di saringan no.30 sebesar 22,89%. Dari tabel di atas juga menyajikan nilai modulus agregat berbutir halus menurut beratnya 2.62. Dengan modulus halus butir (MHB) 2.62, ia memiliki agregat halus persentase kumulatif gabungan yang tersisa jumlahnya 2.62

Ukuran agregat halus didistribusikan dengan cukup baik, dapat terlihat bahwa semua saringan terdapat agregat halus yang tertahan. Dalam keadaan seperti itu, agregat halus yang digunakan dianggap gradasi menerus (*continuous grade*). Agregat dengan gradasi kontinu memperoleh kompresibilitas tinggi, karena itu mereka saling mengunci dengan baik, karena campuran beton memerlukan ukuran butiran agregat yang berbeda.



Gambar 3.2 Grafik hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Persentase berat yang lolos (kumulatif) berada diantara batas atas dan batas bawah daerah II . Grafik diatas menunjukkan agregat halus yang digunakan termasuk kedalam gradasi II yaitu pasir sedang.

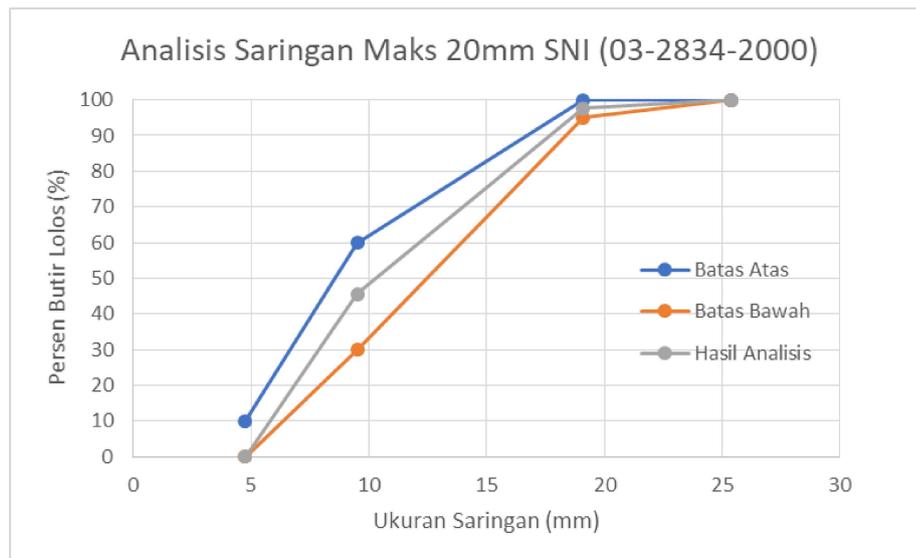
3.5.3.2 Analisis Saringan Agregat Kasar

Tabel 3.3 Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar

Analisis Saringan Agregat Kasar				
Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Berat Tertahan	Persen Lolos
Nomor saringan	mm			
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	24	2.40%	97.60%
3/8"	9.52	520	52.00%	45.60%
4	4.75	456	45.60%	0.00%
Pan	0.6	0	0.00%	0.00%

Berat contoh agregat kasar = 1000 gram

Berdasarkan pada data diatas diperoleh distribusi ukuran agregat kasar yang paling banyak tertahan pada ukuran lubang saringan $\frac{3}{8}$ inci sebesar 52%. Dari tabel diatas juga diperoleh nilai modulus halus butir agregat kasar 6.56



Gambar 3.3 Grafik hasil Analisis Saringan Agregat Kasar

Gambar 3.3 menunjukkan ukuran agregat kasar terdistribusi paling banyak pada saringan $\frac{3}{8}$ inci, sebesar 52%. Hal ini menyebabkan adanya keseragaman ukuran fraksi. Dengan keadaan tersebut, kerikil yang digunakan termasuk pada gradasi seragam. Kerikil yang digunakan juga termasuk kedalam zona daerah kasar dengan butiran maksimum 19 mm.

3.5.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur menurut SNI 03-4428-1997 berguna untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kandungan lumpur dalam agregat tidak boleh lebih besar dari 5%.

- a. Bahan
 1. Pasir beton
- b. Peralatan
 1. Gelas ukur
 2. Alat pengaduk
- c. Prosedur Pelaksanaan
 1. Benda uji dimasukan kedalam gelas ukur.
 2. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
 3. Gelas dikocok untuk memisahkan pasir dari lumpur.

4. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap selama 24 jam.
5. Ukur tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2)

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil uji agregat halus didapatkan kadar lumpur 3,82%.

3.5.5 Penentuan *Specific Gravity* dan Penyerapat Air Agregat

Dalam penentuan *specific gravity* dan penyerapan air agregat diatur pada SNI 1970:2008 tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus dan SNI 1969:2008 tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Tata cara penentuan cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus:

- a. Bahan
 1. Pasir Beton
- b. Peralatan
 1. Timbangan.
 2. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
 3. Kerucut terpancung dan tongkat pemadat.
- c. Prosedur Pelaksanaan
 1. Keringkan bahan uji hingga sampai diperoleh kondisi kering dengan indikasi agregat tercurah dengan baik.
 2. Sebagian dari bahan uji dimasukkan pada “*metal sand cone mold*”. kemudian dipadatkan dengan tongkat pemadat. Jumlah tumbukan adalah 25 kali dengan dibagi pada tiga lapisan. Kondisi SSD contoh diperoleh, jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir runtuh.
 3. Isi piknometer dengan air sebagian saja, lalu benda uji seberat 500 gram dimasukkan kedalam piknometer. Piknometer diisi air sampai 90 % penuh. Piknometer digoyang-goyangkan dengan maksud memperkecil rongga udara.
 4. Rendamlah piknometer dengan suhu air $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Kemudian timbang dan catat berat piknometer yang berisi bahan uji dan air.
 5. Pisahkan bahan uji dari piknometer dan keringkan pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama 24 jam.

6. Timbanglah piknometer berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Tata cara penentuan cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar:

- a. Bahan
 1. Batu pecah
- b. Peralatan
 1. Timbangan
 2. Neraca Ohaus
 3. Keranjang besi diameter 203,2 mm (8") dan tinggi 63,5 mm (2,5")
 4. Alat penggantung keranjang
 5. Oven
 6. Handuk
- c. Prosedur Pelaksanaan
 1. Benda uji direndam selama 24 jam.
 2. Benda uji dikeringkan dengan dilap menggunakan handuk agar mencapai kering SSD.
 3. Timbang benda uji dalam kondisi SSD.
 4. Masukkan bahan uji kedalam keranjang dan direndam dalam air. Temperatur air dijaga pada suhu $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ lalu timbang, goyang-goyangkan keranjang didalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap lalu timbang berat benda uji dalam air dengan menggunakan neraca Ohaus.
 5. Keringkan benda uji pada temperatur $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$. Setelah didinginkan timbang benda uji.

Hasil uji terhadap perhitungan *apparent specific gravity* dan penyerapan pada agregat halus didapatkan hasil uji *specific gravity* sebesar (Sa) 2.71 gram, bulk S.G kondisi kering (Sd) 2.47 gram, bulk S.G kondisi SSD (Ss) 2.56 gram dan persentase penyerapan air 3.63 %. Hasil penelitian pada agregat kasar didapatkan dari nilai *apparent specific gravity* (Sa) 2.63 gram, bulk S.G kondisi kering (Sd) 2.13 gram, bulk S.G kondisi SSD (Ss) 2.32 gram, dan persentase penyerapan 8.79%.

Dari hasil tersebut digunakan untuk menentukan volume agregat dalam adukan beton pada koreksi proporsi campuran. Penentuan specific gravity dan penyerapan agregat mengacu pada SNI 1969:2008

Tabel 3.4 Rekapitulasi Hasil Uji Material

Agregat Halus		
1	Kadar air	3.0 %
2	Berat jenis	1356 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2.62
4	Kadar lumpur	3.82%
5	Apparent spesific gravity	2.71
6	Bulk S.G kondisi kering	2.47
7	Bulk S.G kondisi SSD	2.56
8	Persentase absorbtion air	3.63%
Agregat Kasar		
1	Kadar air	8.94 %
2	Berat jenis	1294 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2.57
4	Apparent spesific gravity	2.63
5	Bulk S.G kondisi kering	2.13
6	Bulk S.G kondisi SSD	2.32
7	Persentase absorbtion air	8.79%

3.5.6 Penentuan Spesifikasi Kawat Bendrat

Tabel 3.5 Penentuan Berat Jenis Kawat Bendrat

Berat Bendrat	0.2	Kg
Berat Air Sebelum Pemasukan Bendrat	0.675	Kg
Berat Air Sesudah Pemasukan Bendrat	0.645	Kg
Volume Air Terbuang (Volume Bendrat)	0.0000300	m ³
Berat Jenis = m/v	6666.667	Kg/ m ³

Dengan pengujian berat jenis didapatkan berat jenis kawat bendrat 6666.667 Kg/m³

Tabel 3.6 Ukuran Kawat Bendrat

Panjang (l)	60	mm
Diameter (d)	1	mm
Ratio (l/d)	60	

3.6 Mix Design Beton f'c 20 MPa

Rencana *mix design* pada penelitian ini sesuai dengan SNI 7656:2012

Perhitungan *mix design* beton 20 MPa adalah sebagai berikut:

1. Hitung kuat tekan rata rata, berdasarkan kuat tekan dan nilai margin pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kekuatan tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Kekuatan tekan disyaratkan (MPa)	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,3$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,10f'c + 5,0$

Sumber : (SNI 2847-2013, 2013)

Kuat tekan rencana = 20 MPa

Kuat tekan rata-rata perlu = $20 + 7 = 27$ MPa

2. Tetapkan Nilai Slump

Tabel 3.8 Nilai Slump yang Dianjurkan untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi

Tipe Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding dan pondasi telapak	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang dan dinding bawah tanah	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

Sumber: (SNI 7656-2012, 2012)

*) Dapat ditambahkan sebesar 25 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan vibrator

Diambil slump rencana = 10 cm

- Ukuran maksimum agregat dihitung dari $1/5$ jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil dan atau $1/3$ tebal plat dan atau $3/4$ jarak bersih antar baja tulangan, tendon, bundle bar, atau ducting dan atau. Dari hasil pengujian agregat kasar di dapat ukuran nominal agregat maksimum sebesar 19 mm.
- Penetapan jumlah kebutuhan air pencampur berdasarkan ukuran agregat maksimum dan nilai slump berdasarkan tabel 3.9

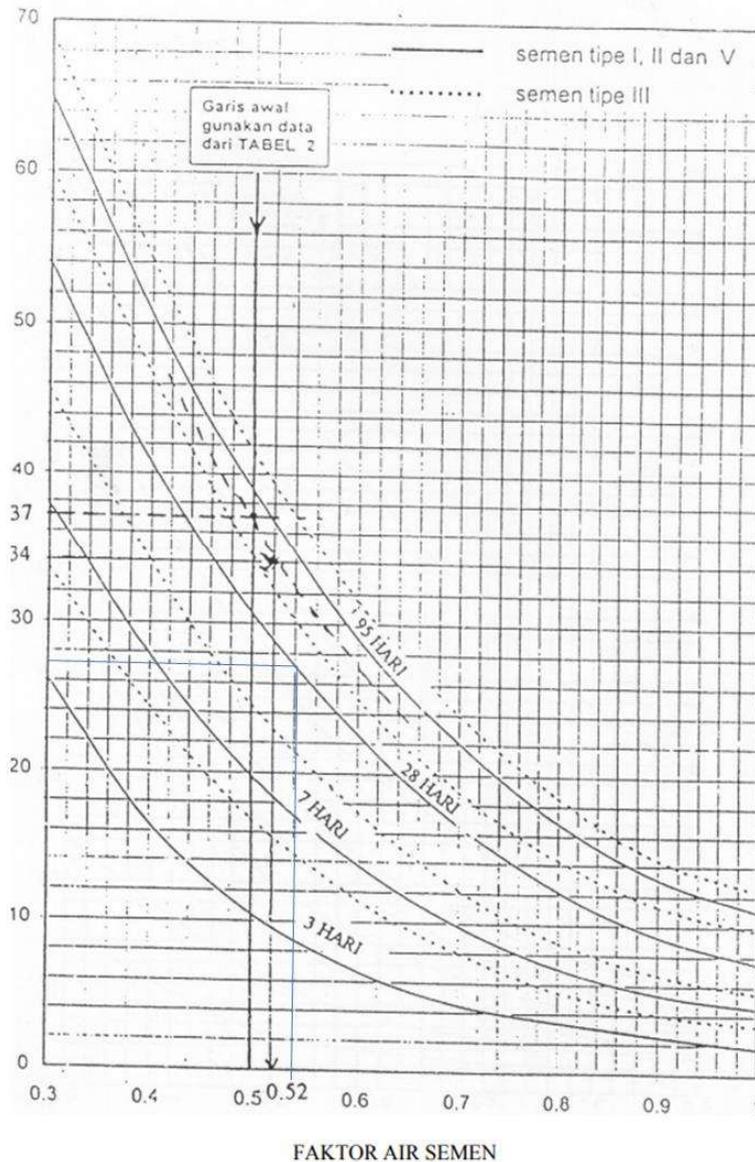
Tabel 3.9 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah

Slump (mm)	Air (kg/m ³)							
	9,5 mm	12,7 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
25 - 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 - 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2,0	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Sumber: (SNI 7656-2012, 2012)

Diambil air campuran = 205 kg/m^3

5. Tetapkan nilai faktor air semen (FAS)



Gambar 3.4 Nilai Faktor Air Semen Menurut SNI 2834-2000

Sumber: (SNI 2834-2000, 2000)

Didapatkan nilai faktor air semen 0.53

6. Jumlah air campuran dibagi faktor air semen untuk mendapatkan jumlah semen.

$$\text{Semen} = 205 / 0,53 = 386.792 \text{ kg/m}^3$$

7. Penetapan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halus sehingga didapat persen agregat kasar pada tabel 3.10

Tabel 3.10 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton

Ukuran Agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber: (SNI 7656:2012, 2012)

Dengan nilai modulus halus butirnya 2.62 didapatkan persentase agregat kasar 0.64

Berat agregat kasar = persentase berat agregat kasar x berat kering agregat kasar = $0.64 \times 1294 = 828.103 \text{ kg/m}^3$

8. Volume absolut = berat bahan / kepadatan absolut

Kepadatan absolut = berat jenis x kepadatan air

Volume Air = $205 / 1000 = 0.205 \text{ m}^3$

Volume Semen = $386.792 / 1000 \times 3.15 = 0.123 \text{ m}^3$

Volume Agregat Kasar = $828.103 / 1000 \times 2.4 = 0.357 \text{ m}^3$

Volume Udara = $0.02 = 0.02 \text{ m}^3$

Volume Agregat Halus didapatkan dari $1 - \text{total volume absolut}$

Volume Agregat Halus = $1 - 0.205 - 0.123 - 0.357 - 0.02 = 0.296 \text{ m}^3$

Berat Agregat Halus = $2.96 \times 2.56 \times 1000 = 755.954 \text{ kg/m}^3$

9. Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.

- a. Semen didapat dari langkah 6
- b. Air didapat dari langkah 4
- c. Agregat kasar didapat dari langkah 7
- d. Agregat halus didapat dari langkah 8

Tabel 3.11 Komposisi Adukan/m³ Beton Sebelum Koreksi Daya Serap Air

KOMPOSISI ADUKAN/M3 BETON			
No	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Semen	386.792	kg
2	Air	205.000	kg
3	Agregat Halus Kondisi SSD	755.954	kg
4	Agregat Kasar Kondisi SSD	828.103	kg

10. Koreksi Air

Tabel 3.12 Koreksi Ukuran Air dan Berat Unsur untuk Perencanaan Adukan Beton

KOREKSI UKURAN AIR DAN BERAT UNSUR UNTUK PERENCANAAN ADUKAN BETON			
No	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Kadar air agregat kasar	8.94	%
2	Absorpsi agregat kasar	8.79	%
3	Kadar air agregat halus	3.00	%
4	Absorpsi agregat halus	3.63	%

Air Kondisi Lapangan = $205 - 828.103 (0.0894 - 0.0879) - 755.954 (0.03 - 0.0363) = 208.595$ kg

Agregat halus untuk kondisi lapangan = $755.954 + (0.03 \times 755.954) = 778.632$ kg

Agregat kasar untuk kondisi lapangan = $828.103 + (0.0894 \times 828.103) = 902.144$ kg

Tabel 3.13 Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton

KOMPOSISI AKHIR ADUKAN/M3 BETON			
No	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Semen	386.792	kg
2	Air	208.595	kg
3	Agregat Halus Kondisi SSD	778.632	kg
4	Agregat Kasar Kondisi SSD	902.114	kg

3.7 Pembuatan Benda Uji dan Pengcoran

Membuat benda uji untuk pemeriksaan kekuatan beton. Dilakukan berdasarkan SNI 2493:2011.

a. Alat dan Bahan

1. Kawat Bendrat ukuran 6 cm diameter 1 mm
2. Kerikil
3. Pasir Galunggung
4. Semen Dynamix
5. Wadah
6. Timbangan
7. Air
8. Mesin Pengaduk
9. Sendok semen
10. Sendok pasir
11. Gelas ukur
12. Ember
13. Cetakan Prisma, 15 cm x 15 cm x 60 cm
14. Tongkat pemadat diameter 16 mm, panjang 60 cm dengan ujung dibulatkan, sebaiknya dibuat dari baja tahan karat

b. Tahapan Persiapan

1. Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
2. Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
3. Membersihkan bagian dalam mesin pengaduk.
4. Hidupkan mesin pengaduk (*concrete mixer*).
5. Masukkan agregat kasar dan sebagian air kedalam molen, lalu hidupkan mesin.
6. Tambahkan semen, agregat halus dan air kedalam mesin molen dengan kondisi mesin berputar.
7. Aduk beton setelah semua bahan berada dalam adukan selama tiga menit, diikuti dengan tiga menit berhenti
8. Dilanjutkan dengan pengadukan terakhir selama dua menit.
9. Meletakkan wadah didepan *concrete mixer* sedemikian rupa sehingga adukan campuran beton dapat jatuh kedalam wadah.

10. Setelah diperoleh campuran terlihat homogen, buka kunci tuas pengungkit lalu gulingkan molen, sehingga campuran beton yang ada didalamnya tumpah kedalam wadah, adukan siap dicetak.

3.8 Slump Test

Menurut (SNI 03-1972-1990, 1990) untuk melakukan uji slump diperlukan beberapa tahapan yaitu

a. Persiapan benda uji

1. cetakan dari logam tebal minimal 1,2 mm berupa kerucut terpancung (cone) dengan diameter bagian bawah 203 mm, bagian atas 102 mm, dan tinggi 305 mm; bagian bawah dan atas setakan terbuka;
2. tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat;
3. pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air;
4. sendok cekung tidak menyerap air;
5. mistar ukur.

b. Cara pengujian

1. Basahi cetakan dan pelat dengan kain basah;
2. Letakan cetakan di atas pelat dengan kokoh;
3. Isi cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis; tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan; pada lapisan pertama penusukan lapisan tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan;
4. Setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan; kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas; seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit;
5. Balik cetakan dan letakkan perlahan-lahan di samping benda uji; ukur slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

- c. Pengukuran slump harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji; untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata-rata.
- d. Laporan
Laporan slump dalam satuan cm

3.9 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui nilai berat jenis beton yang dihasilkan, pengujian dilakukan dengan cara menimbang berat beton dengan menghitung volume beton. Nilai berat isi diperoleh dengan membagi massa dengan volume. Adapun langkah-langkah pengujian berat jenis beton yaitu menimbang sampel beton dan menghitung volume sampel beton yang digunakan.

Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{w}{v}$$

Keterangan :

- γ : berat jenis (kg/m^3)
- w : berat sampel beton (kg)
- v : volume beton (m^3)

3.10 Perawatan (*Curing*)

Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan beton dilakukan sesuai dengan SNI 2493:2011.

- a. Tujuan Perawatan Beton
 - 1. Mencegah kehilangan *moisture* pada beton (tidak kurang dari 80%).
 - 2. Mempertahankan suhu yang baik selama durasi waktu tertentu.
- b. Tahapan Pelaksanaan
 - 1. Simpan benda uji di tempat yang terlindungi yang aman dan bebas getaran.
 - 2. Siapkan karung goni dan air secukupnya.
 - 3. Tutup benda uji dengan karung goni basah sampai semua permukaan benda uji terlindungi.
 - 4. Buka benda uji dari cetakan 24 jam \pm 8 jam setelah pencetakan

5. Semua benda uji harus dirawat basah mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian, kecuali bila ada persyaratan lain.
6. Perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu kondisi ini dapat dipenuhi dengan penyimpanan dalam ruang jenuh air.

3.11 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan metode SNI 03-4431-1997, diperlukan beberapa tahapan yaitu:

A. Persiapan

1. Lakukan persiapan dengan tahapan sebagai berikut:
 - 1) Siapkan benda uji dan lakukan hal-hal sebagai berikut:
 - 2) Ukur dan catat dimensi penampang benda uji lentur beton dengan jangkasorong minimum di 3 (tiga) tempat;
 - 3) Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya;
 - 4) Timbang dan catat berat masing-masing benda uji;
 - 5) Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan, titik pembebanan, dan garis sejauh 5% dari jarak bentang diluar titik perletakan;
 - 6) Tempatkan benda uji yang sudah selesai diukur, ditimbang dan diberi tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada dibagian samping alat penekan;
2. Siapkan mesin tekan beton dan lakukan tahapan sebagai berikut:
 - 1) Pasang 2 (dua) buah perletakan dengan lebar bentang sebesar tiga kali titik pembebanan dan pasang alat pembebanan sehingga mesin tekan beton berfungsi menjadi alat uji lentur.
 - 2) Atur pembebanan dan skala pembacaannya;
 - 3) Tempatkan benda uji yang sudah diberi tanda di atas dua perletakan sedemikian hingga tanda untuk tumpuan yang dibuat pada benda uji, tepat pada pusat tumpuan dari alat uji, dengan kedudukan sisi benda uji pada waktu pengecoran berada dibagian samping dan alat penekan dapat menyentuh benda uji pada sepertiga panjang

3. Siapkan formulir uji seperti pada contoh/isian formulir uji lampiran B.

B. Pelaksanaan Pengujian

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut:

1. Hidupkan mesin uji tekan beton yang telah dipersiapkan, tunggu kira-kira 30detik;
2. Atur benda uji sehingga siap untuk pengujian;
3. Atur pembebanannya sehingga tidak terjadi benturan;
4. Atur katub-katub pada kedudukan pembebanan dan kecepatan pembebanannya pada kedudukan yang tepat sehingga jarum skala bergerak secara perlahan-lahan, dan jaga kecepatannya 8-10 kg/cm² tiap menit
5. Kurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambar, sehingga tidak terjadi kejut;
6. Hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji,
7. Ambil benda uji yang telah selesai di uji yang dapat dilakukan dengan menurunkan plat perletakan benda uji atau menaikan alat pembebanannya;
8. Ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah dengan ketelitian 0,25mm sedikitnya pada tiga tempat dan ambil harga rata-ratanya;
9. Ukur dan catat jarak rata-rata antara tampang lintang yang patah dari tumpuan luar terdekat pada 4 tempat dibagian tarik pada arah bentang dan ambil harga rata-ratanya;

C. Pelaksanaan Pengujian

1. Hitung kuat lentur beton dengan tahapan sebagai berikut:
2. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik kuat lentur beton gunakan rumus 1
3. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (luar daerah 1/3 jarak titik perletakan) dibagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan gunakan rumus 2
4. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji terjadi di luar daerah sekitar 1/3 lebar pada pusat, di bagian tarik dari beton dan jarak antara titik

pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang maka hasil pengujian tidak dipergunakan.