

BAB IV METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian yang dilakukan adalah pengujian kuat lekat antara tulangan dan beton terhadap tulangan bambu petung yang dilapisi pernis. Tulangan bambu diberikan takikan sejajar pada dua sisi tulangan dengan dimensi takikan dihitung berdasarkan tegangan-tegangan yang terjadi pada permukaan tulangan (Azadeh, 2013). Penelitian dilanjutkan dengan membandingkan kuat lekat antara tulangan dan beton dengan variasi tulangan bambu petung yang dilapisi pernis tanpa takikan, tulangan bambu petung yang dilapisi pernis dengan takikan, dan tulangan baja berulir. Berikut merupakan pembahasan metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini.

4.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Bambu

Penelitian menggunakan bambu petung (*Dendrocalamus Asper*) yang diambil dari Desa Turi. Umur bambu yang digunakan adalah 3-4 tahun. Sedangkan bagian batang bambu yang digunakan adalah bagian pangkal. Batang bambu dikeringkan terlebih dahulu sebelum pembuatan benda uji. Bambu yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bambu

2. Pernis

Penelitian menggunakan cat pelapis pernis yang dibeli di toko bangunan. Pernis yang digunakan diproduksi oleh *Atlantic Ocean Paint (AOP)* dengan nama *Special Politur Vernis*. Pernis yang digunakan sesuai dengan SNI 2407:2008 Tata Cara Pengecatan Kayu untuk Rumah dan Gedung. Pernis yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.2.

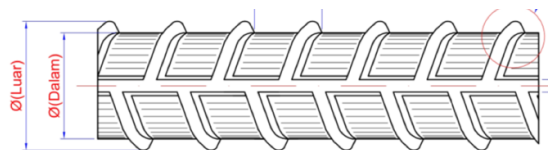


Gambar 4.2 Pernis

(Sumber: *Atlantic Ocean Paint*)

3. Tulangan baja

Tulangan baja yang digunakan pada penelitian adalah tulangan baja berulir nomor 16 sesuai dengan *ASTM Standard A615, Specification for Deformed and Plain Biller Steel Bars for Concrete Reinforcement*. Tulangan baja yang digunakan diproduksi oleh PT. Lautan Steel. Tulangan baja yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tulangan Baja

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

4. Semen *Portland*

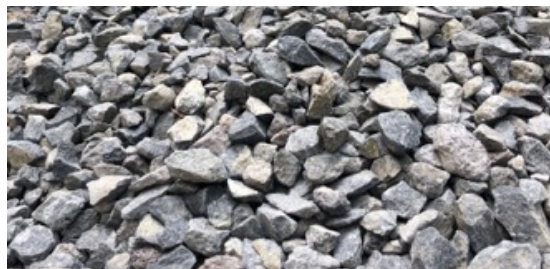
Semen yang digunakan pada penelitian adalah Semen PCC (*Portland Composite Cement*), dengan nama Semen Tiga Roda. Semen yang digunakan sesuai dengan SNI 15-2049-1990 *Semen Portland, Mutu, dan Cara Uji*. Semen yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Semen Portland
(Sumber: Indocement Tunggal Prakarsa)

5. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian adalah batu pecah yang diambil dari daerah Kulon Progo. Agregat kasar yang digunakan sesuai dengan SNI 03-1750-1990 Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji. Agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Agregat Kasar

6. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian adalah pasir kasar yang diambil dari daerah Merapi. Agregat Halus yang digunakan sesuai dengan SNI 03-1750-1990 Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji. Agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Agregat Halus

7. Air

Air yang digunakan pada penelitian adalah air di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII. Air yang digunakan sesuai dengan SK SNI 04-1989-F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Non Logam).

4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan-peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

4.2.1 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian adalah alat yang digunakan untuk menguji benda uji pada penelitian. Berikut merupakan alat pengujian yang digunakan.

1. *Compressing Testing Machine* (CTM)

Compressing Testing Machine (CTM) digunakan untuk pengujian kuat tekan beton dan kuat tekan bambu. *Compressing Testing Machine* (CTM) dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Compressing Testing Machine* (CTM)

2. *Universal Testing Machine*

Universal Testing Machine digunakan untuk pengujian kuat geser bambu dan kuat lekat antara tulangan dan beton. *Universal Testing Machine* dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Universal Testing Machine

3. Set ayakan agregat halus dan kasar

Ayakan agregat halus dan kasar digunakan untuk menyaring agregat sesuai dengan ukuran butirnya. Satu set ayakan agregat terdiri dari ayakan dengan ukuran 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; dan 0,15 mm; untuk agregat halus dan 75 mm; 63,5 mm; 50,8 mm; 38,1 mm; 19 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; dan 0,15 mm; untuk agregat kasar. Set ayakan agregat halus dan kasar dapat dilihat pada gambar 4.9.



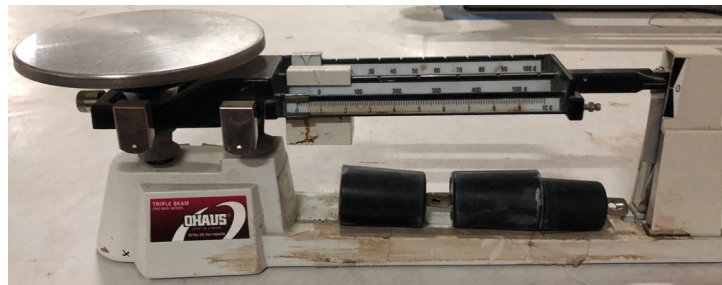
Gambar 4.9 Set Ayakan Agregat Halus (kiri) dan Kasar (kanan)

4.2.2 Peralatan Pengukuran

Peralatan pengukuran adalah alat yang digunakan untuk mengukur dimensi pada benda uji sebelum dan setelah pengujian. Berikut merupakan alat pengukuran yang digunakan.

1. Timbangan ukuran 2500 gr

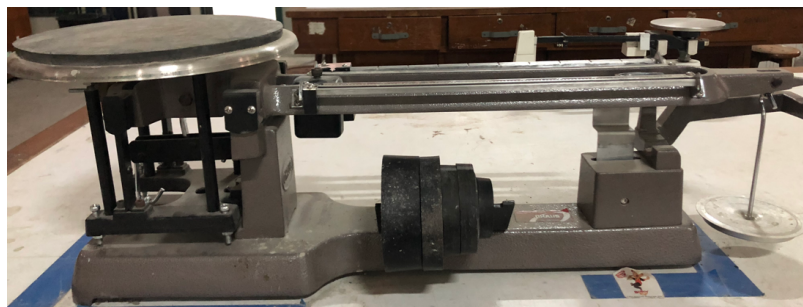
Timbangan ukuran 2500 gr biasanya digunakan untuk menimbang sesuatu yang ringan, seperti hasil pengujian agregat, hasil pengujian kayu, dan sebagainya. Timbangan ini memiliki ketelitian 0,1 gram. Timbangan ukuran 2500 gr dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Timbangan Ukuran 2500 gr

2. Timbangan ukuran 5000 gr

Timbangan ukuran 5000 gr biasanya digunakan untuk menimbang sesuatu yang berat, seperti agregat halus dan kasar, beton silinder dan kubus, dan sebagainya. Timbangan ini memiliki ketelitian 1 gram. Timbangan ukuran 5000 gr dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Timbangan Ukuran 5000 gr

3. Timbangan ukuran 30 kg

Timbangan ukuran 30 kg biasanya digunakan untuk menimbang saat perencanaan campuran beton, seperti agregat halus dan kasar, semen, air,

cetakan silinder dan kubus, dan sebagainya. Timbangan ini memiliki ketelitian 100 gram. Timbangan ukuran 30 kg dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Timbangan Ukuran 30 kg

4. Jangka Sorong

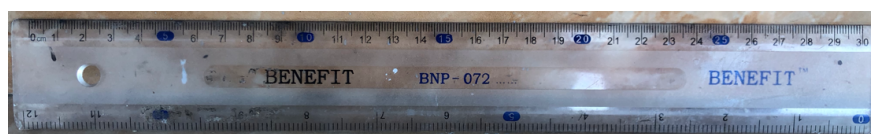
Jangka sorong digunakan untuk mengukur dengan ketelitian 0,05 mm. Jangka sorong biasanya digunakan untuk mengukur dimensi benda uji. Jangka sorong dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Jangka Sorong

5. Penggaris/mistar

Penggaris/mistar digunakan untuk mengukur dengan ketelitian 1 mm. Penggaris biasanya digunakan untuk mengukur nilai *slump*. Penggaris/mistar dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Penggaris/Mistar

4.2.3 Peralatan Pembuat Benda Uji

Peralatan pembuat benda uji digunakan untuk membantu dalam pembuatan benda uji. Berikut merupakan alat yang digunakan untuk membuat benda uji.

1. *Mini Mixer* Beton

Mini mixer beton digunakan untuk membantu mencampur agregat halus dan kasar, beton, dan air agar campuran beton dapat teraduk merata. *Mini mixer* beton dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Mini Mixer Beton

2. Cetakan Silinder dan Kubus

Cetakan silinder dan kubus digunakan untuk mencetak campuran beton segar yang telah dibuat. Cetakan silinder dan kubus dapat dilihat pada gambar 4.16 dan gambar 4.17.



Gambar 4.16 Cetakan Kubus



Gambar 4.17 Cetakan Silinder

3. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams digunakan untuk pengujian nilai *slump*. Kerucut Abrams dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Kerucut Abrams

4. Batang Penumbuk

Batang penumbuk digunakan untuk memadatkan campuran beton pada cetakan. Batang penumbuk dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Batang Penumbuk

5. Cetakan *Capping*

Cetakan *capping* digunakan untuk mencetak belerang untuk mendatarkan bagian silinder beton yang tidak rata. Cetakan *capping* dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Cetakan Capping

6. *Oven*

Oven digunakan untuk mengeringkan benda uji, seperti agregat halus dan kasar, benda uji geser bambu, dan benda uji desak bambu. *Oven* dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Oven

7. Mesin Gergaji Kayu dan Besi

Mesin gergaji kayu dan besi digunakan untuk memotong bambu dan besi menjadi benda uji, seperti tulangan bambu dan tulangan baja untuk pengujian

lekat antara tulangan dan beton, benda uji untuk pengujian kuat geser dan tekan kayu.

4.2.4 Peralatan Pembantu Lainnya

Peralatan pembantu lainnya yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Alat tulis
2. Mesin penggetar ayakan
3. Gergaji kayu dan Gergaji besi
4. Gerobak dorong
5. Sekop
6. Ember
7. Gelas ukur
8. Sendok semen dan Sekop kecil
9. Talam
10. Piknometer
11. Selang
12. Corong air
13. Kain lap
14. Kuas, Sikat, dan lain-lain.

4.3 Pembuatan Benda Uji

Berikut merupakan metode pembuatan benda uji berdasarkan ukuran dan jumlah yang diatur standar acuan pengujian.

4.3.1 *Mix design* dan Pembuatan Campuran Beton

Perancangan campuran (*mix design*) beton menggunakan metode SNI 03-2838-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Sebelumnya dilakukan pengujian terhadap agregat yang meliputi: pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus (SNI 03-1970-1990), berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 03-1969-1990), modulus halus butir/analisa saringan agregat halus (SNI 03-1969-1990), modulus halus butir/analisa saringan agregat kasar (SNI 03-1968-1990), dan kandungan lumpur agregat halus (SNI 03-4142-1996). Berikut merupakan tata cara *mix design* beton menurut SNI 03-2838-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

1. Menentukan kuat tekan beton yang ditargetkan (f_{cr})

Kuat tekan beton yang ditargetkan dihitung dari:

- a. deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut persamaan (4.1):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4.1)$$

dengan:

s : deviasi standar

x_i : kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} : kuat tekan beton rata-rata menurut persamaan (4.2):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4.2)$$

dengan:

n : jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah rata-rata dari 2 buah benda uji).

Jika benda uji yang digunakan kurang dari 30 benda uji, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji dengan faktor pengali pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Faktor Pengali untuk Deviasi Standar

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali
Kurang dari 15	nilai tambah (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

- b. nilai tambah yang dihitung menurut persamaan (4.3):

$$M = 1,64 \times s_r \quad (4.3)$$

dengan:

M = nilai tambah

1,64 : tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

s_r : deviasi standar rencana

c. kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung menurut persamaan (4.4)

$$f_{cr} = \dot{f}'c + M \quad (4.4)$$

dimana:

f_{cr} : kuat tekan beton yang ditargetkan (MPa)

$f'c$: kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)

M : nilai tambah kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)

2. Menentukan faktor air semen (fas)

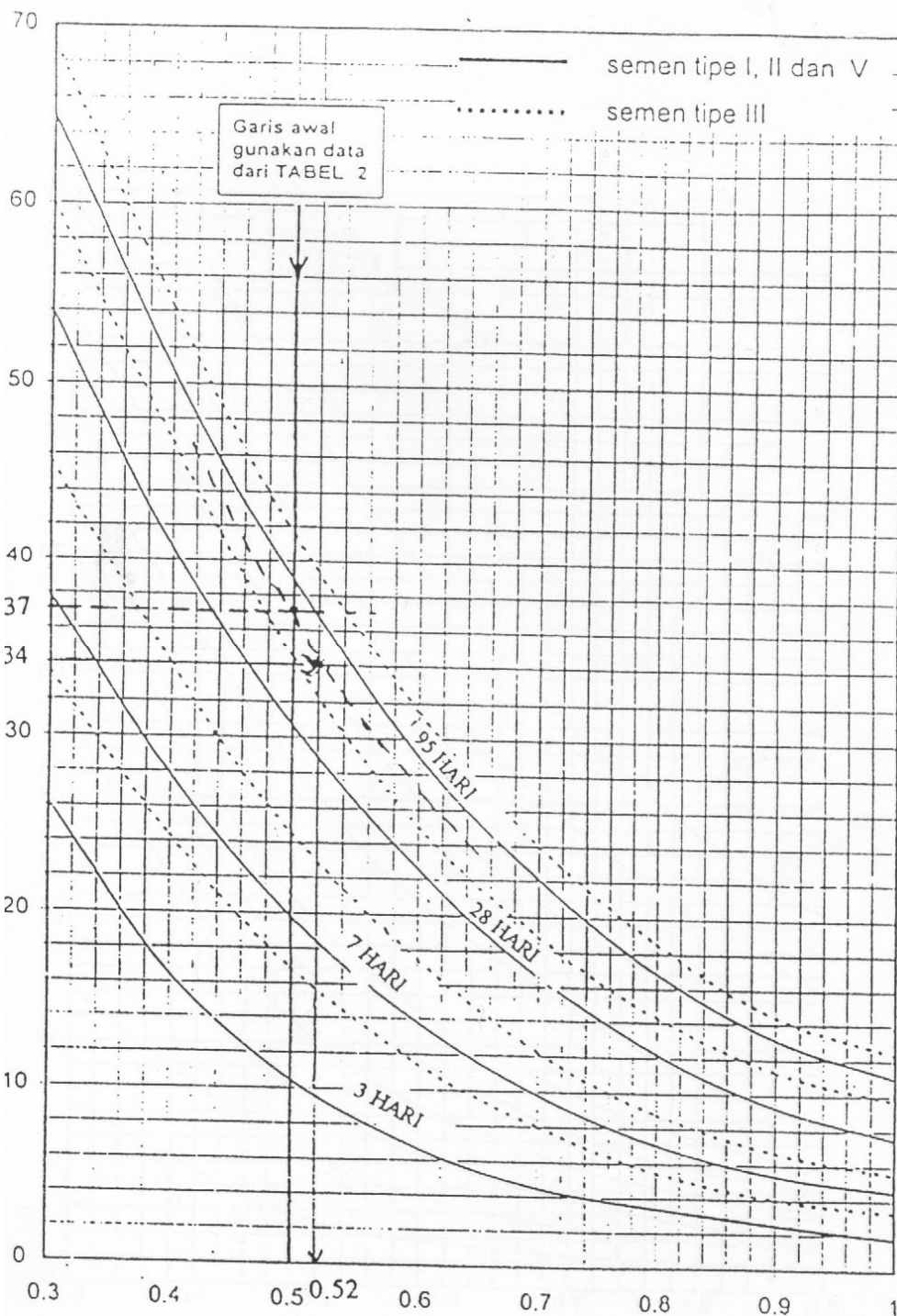
Pemilihan faktor air semen diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan berdasarkan:

- a. hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat menggunakan perhitungan faktor air semen pada tabel 4.2, dan gambar 4.22 atau gambar 4.23;
- b. untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang spesifikasi beton bertulang kepad air.

Tabel 4.2 Perkiraan Kekuatan Tekan untuk Menentukan Faktor Air Semen

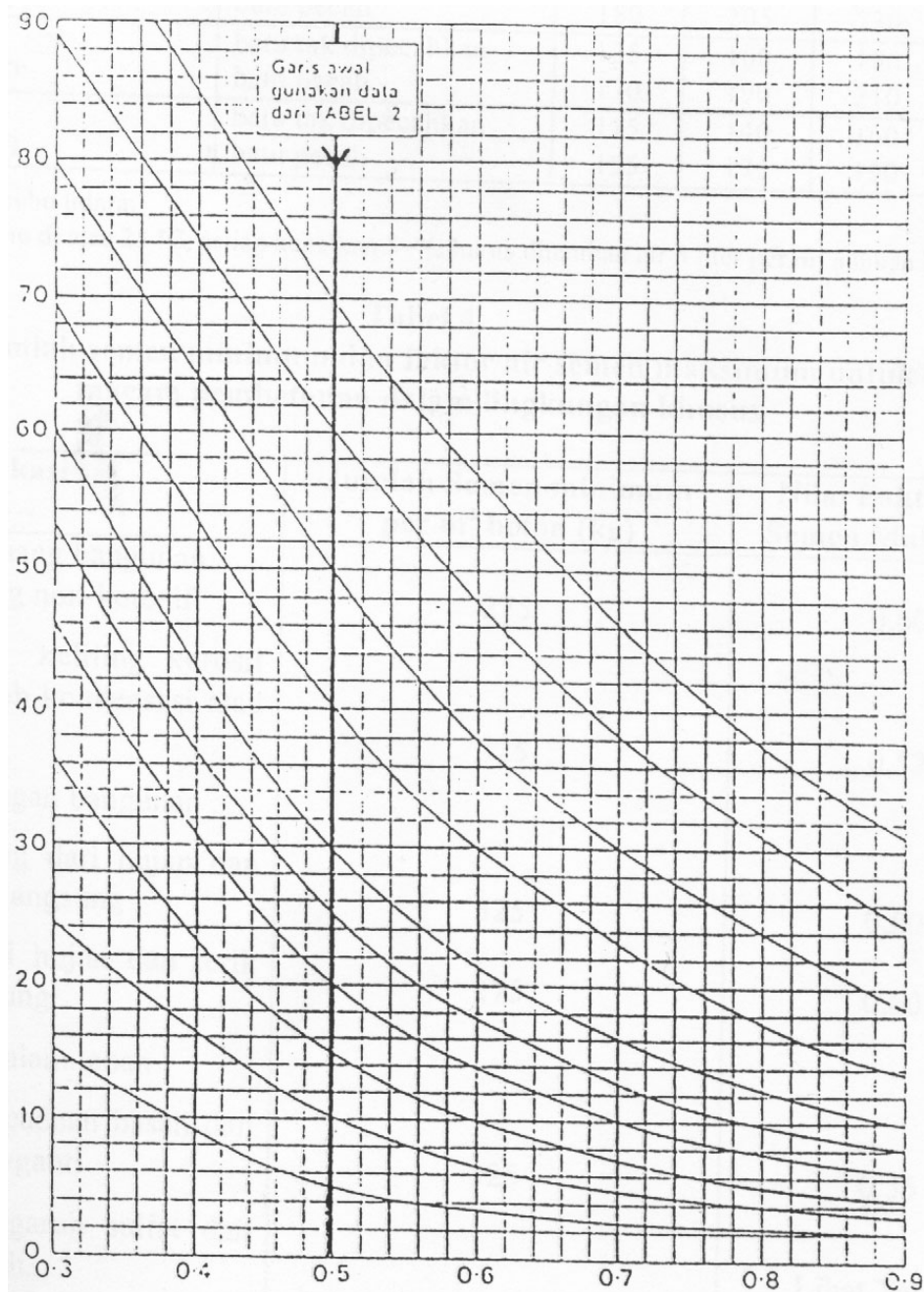
Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Umur Pengujian (hari)				
		3	7	28	91	
Semen <i>portland</i> tipe I atau Semen tahan sulfat tipe II, V	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen <i>portland</i> tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)



**Gambar 4.22 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen
(Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, tinggi 300 mm)**

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)



**Gambar 4.23 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen
(Benda Uji Berbentuk Kubus 150 x 150 x 150 mm)**

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

3. Menentukan nilai slump

Nilai slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dikerjakan. Namun, SNI 03-2834-2000 tidak menetapkan ketentuan dalam pemilihan nilai slump pada campuran beton.

Maka, untuk menentukan nilai slump mengacu pada PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971. Berikut merupakan ketentuan pemilihan nilai slump pada PBI 1971 pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Ketentuan Nilai Slump Menurut PBI 1971

Elemen Struktur	Slump Minimal	Slump Maksimal
Pelat pondasi, pondasi tapak bertulang	5,0 cm	12,5 cm
Pondasi tapak tidak bertulang, kaison, dan konstruksi dibawah tanah	2,5 cm	9,0 cm
Pelat (lantai), balok, kolom, dan dinding	7,5 cm	15,0 cm
Jalan Beton Bertulang	5,0 cm	7,5 cm
Pembetonan masal	2,5 cm	7,5 cm

(Sumber: Peraturan Beton Indonesia 1971)

4. Menentukan besar butir agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- a. seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;
- b. sepertiga dari tebal pelat;
- c. tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

5. Menentukan kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan berdasarkan:

- a. agregat tak dipecah dan agregat dipecah menggunakan nilai-nilai pada tabel 4.4, dan gambar 4.23 atau 4.24.
- b. agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung berdasarkan persamaan (4.5)

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (4.5)$$

dengan:

W_h : perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k : perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 4.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³)

Ukuran agregat maks.	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tidak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tidak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tidak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	135	175	190	205

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

Catatan: koreksi suhu udara, untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton.

6. Menentukan jumlah semen

Jumlah semen ditentukan berdasarkan:

a. jumlah semen minimum

jumlah semen minimum ditentukan berdasarkan lingkungan pelaksanaan pembetonan menurut tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum

Lokasi	Jumlah Semen Minimum	Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275 kg/m ³	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325 kg/m ³	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 kg/m ³	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275 kg/m ³	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325 kg/m ³	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325 kg/m ³	0,55
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar	-	-
b. air laut	-	-

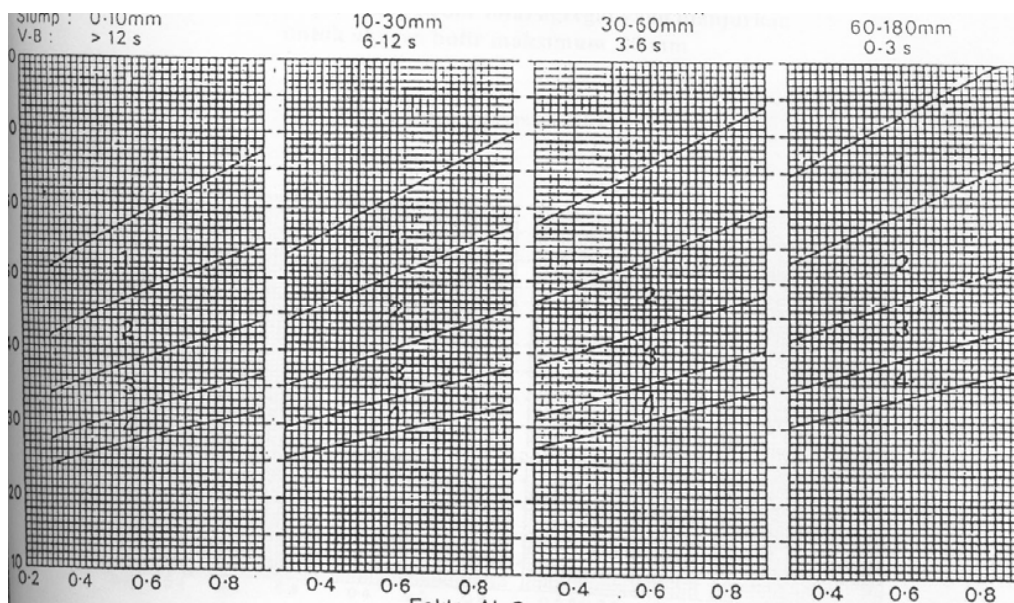
(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

b. jumlah semen yang digunakan

jumlah semen yang digunakan berdasarkan ditetapkan berdasarkan nilai terbesar dari jumlah semen minimum atau perbandingan kadar air bebas dan faktor air semen.

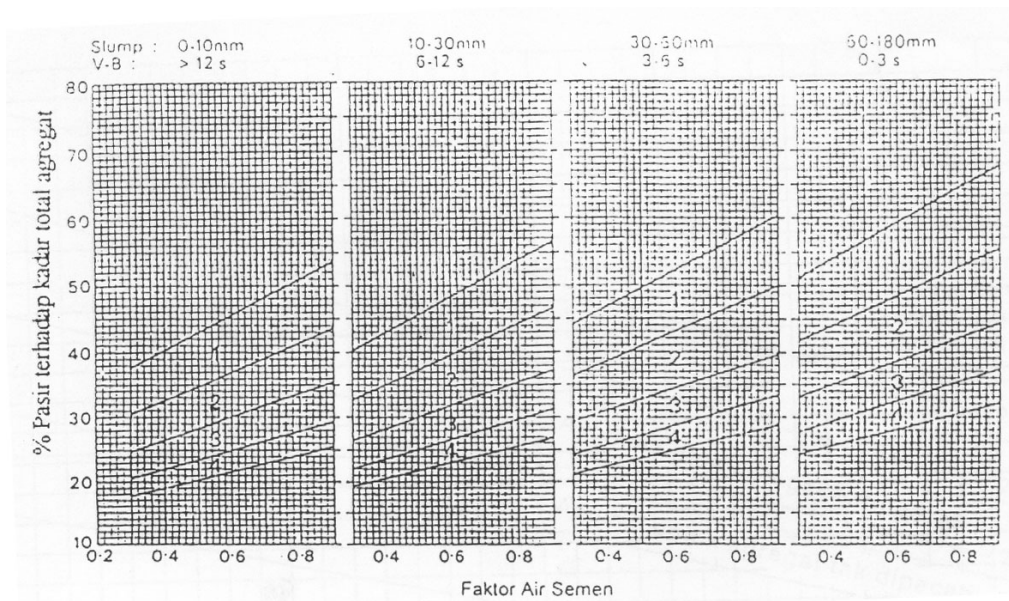
7. Menentukan proporsi agregat halus dan kasar

Proporsi agregat halus dan kasar ditentukan berdasarkan gambar 4.24 sampai gambar 4.26 dengan diketahui ukuran butir agregat maksimum, *slump*, faktor air semen, dan daerah susunan butir agregat halus, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat ditentukan menggunakan grafik yang sesuai. Jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm. Agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia sering dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 persen. Maka jumlah agregat halus yang digunakan harus dikurangi.

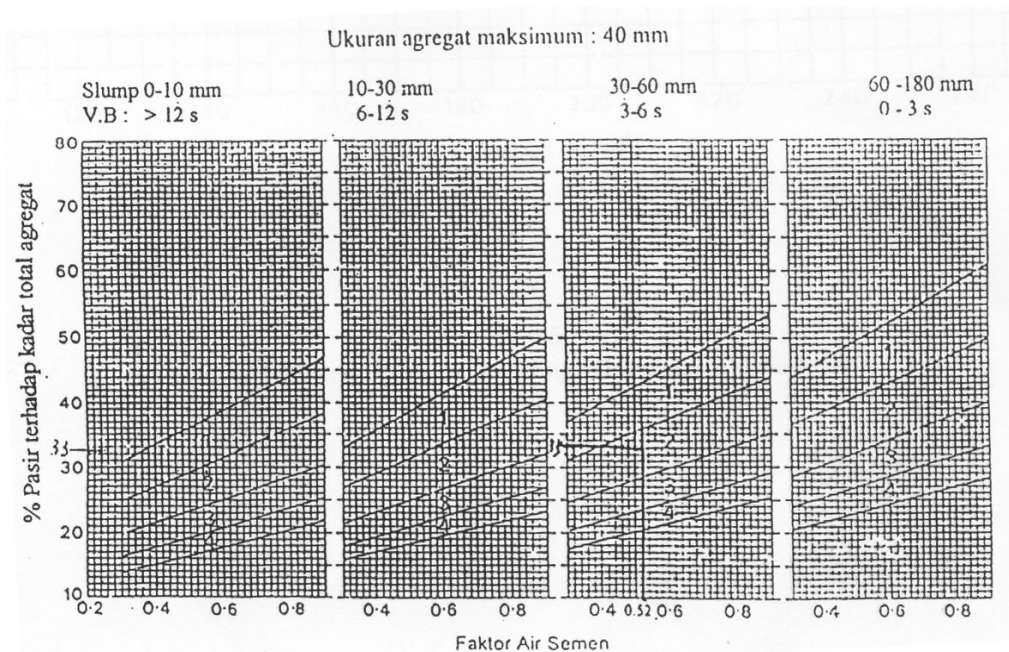


Gambar 4.24 Persen Pasir Terhadap Kadar Agregat Total untuk Ukuran Butir Agregat Maksimum 10 mm

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)



Gambar 4.25 Persen Pasir Terhadap Kadar Agregat Total untuk Ukuran Butir Agregat Maksimum 20 mm
(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)



Gambar 4.26 Persen Pasir Terhadap Kadar Agregat Total untuk Ukuran Butir Agregat Maksimum 40 mm
(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

8. Menentukan berat jenis relatif agregat

Berat jenis relatif agregat ditentukan berdasarkan:

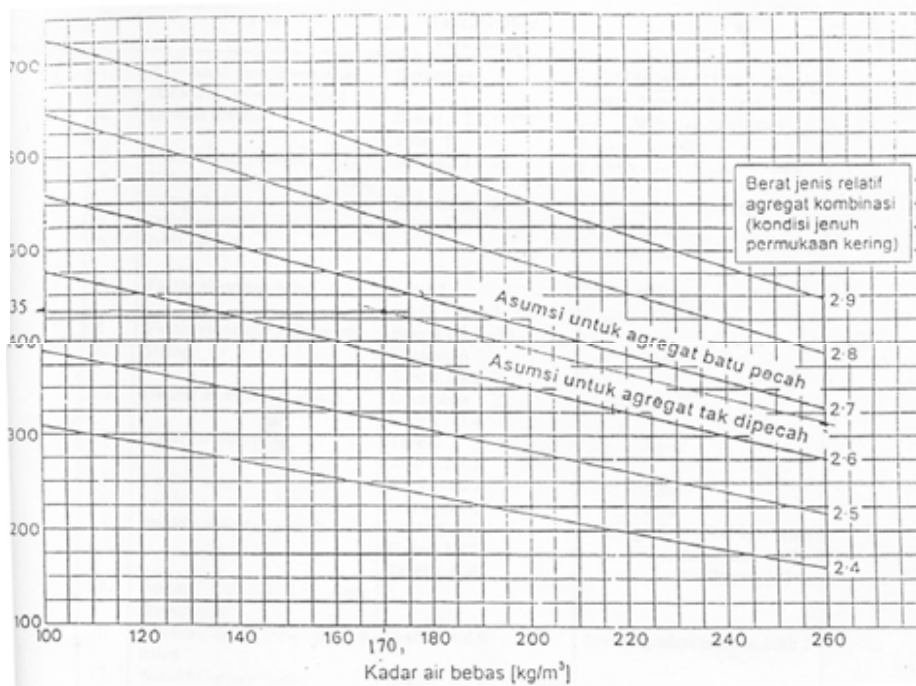
a. diperoleh dari data hasil uji atau jika tidak tersedia dapat dipakai nilai berat jenis agregat tak dipecah 2,5 dan agregat dipecah 2,6 atau 2,7;

b. berat jenis agregat gabungan, dihitung berdasarkan:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.

9. Menentukan berat isi beton basah

Berat isi beton ditentukan menurut gambar 4.27 sesuai dengan kadar air bebas dan berat jenis relatif dari agregat yang telah ditentukan.



Gambar 4.27 Perkiraan Berat Isi Beton Basah

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)

10. Menentukan kadar agregat

Kadar agregat ditentukan berdasarkan:

a. kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;

b. kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil perkalian persentase agregat halus dengan kadar agregat gabungan;

c. kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus.

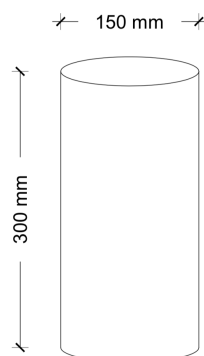
11. Koreksi proporsi campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

4.3.2 Pengujian kuat tekan beton

Pembuatan benda uji pengujian kuat tekan beton menggunakan standar acuan SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Benda uji pengujian kuat tekan beton harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton;
2. pematatan dilakukan setiap sepertiga campuran, pematatan dilakukan dengan batang penusuk dengan tusukan sebanyak 25 kali secara merata.
3. sisi cetakan diketuk perlahan hingga rongga bekas tusukan hilang, permukaan beton diratakan dan ditutup dengan bahan yang kedap air dan tahan karat, kemudian beton didiamkan di tempat yang bebas getaran;
4. cetakan dibuka setelah 24 jam pembuatan beton, benda uji direndam di bak perendaman berisi air pada temperatur 25 °C untuk pematangan (*curing*).
5. benda uji pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4.28.

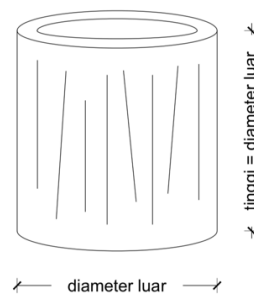


Gambar 4.28 Bentuk Benda Uji Kuat Tekan Beton

4.3.3 Pengujian Kuat Tekan Bambu Sejajar Serat

Pembuatan benda uji pengujian kuat tekan bambu sejajar serat menggunakan standar acuan ISO TR 22157 *Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties*. Benda uji pengujian kuat tekan bambu sejajar serat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. benda uji merupakan batang bambu tanpa nodia;
2. panjang benda uji adalah sama dengan diameter luar benda uji;
3. bentuk benda uji harus memenuhi ketentuan seperti gambar 4.29.

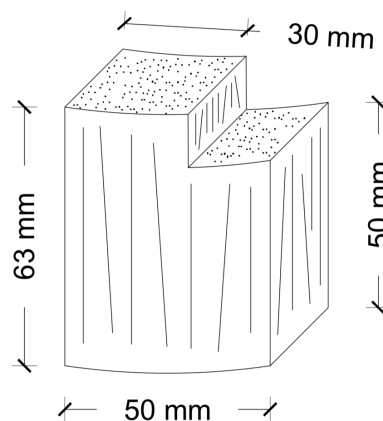


Gambar 4.29 Bentuk Benda Uji Kuat Tekan Bambu

4.3.4 Pengujian Kuat Geser Bambu Sejajar Serat

Pembuatan benda uji pengujian kuat geser bambu sejajar serat menggunakan standar acuan SNI 03-3400-1994 Metode Pengujian Kuat Geser Kayu di Laboratorium. Benda uji pengujian kuat geser bambu sejajar serat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. kadar air kayu maksimal adalah 20%;
2. pengujian dilakukan pada bidang tangensial dan radial;
3. ukuran dan bentuk benda uji harus memenuhi ketentuan seperti gambar 4.30.



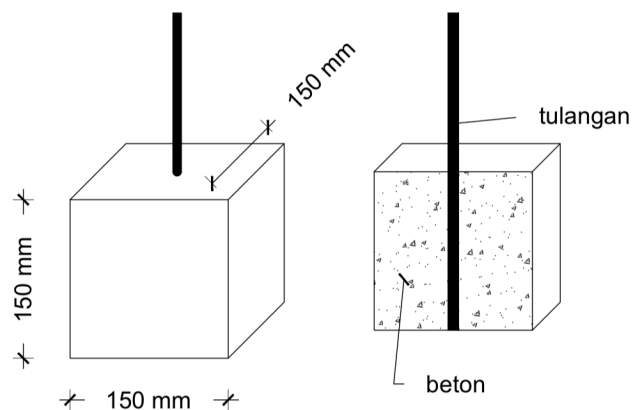
Gambar 4.30 Bentuk Benda Uji Kuat Geser Bambu Sejajar Serat

4.3.5 Pengujian Kuat Lekat antara Tulangan dan Beton

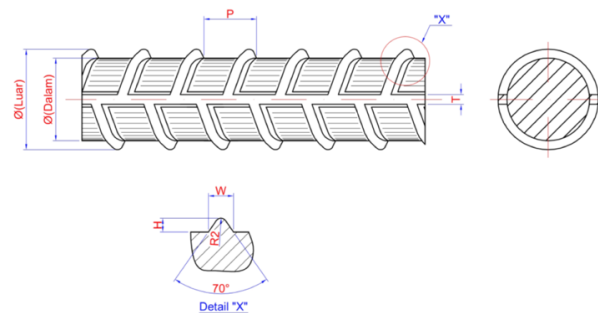
Pembuatan benda uji pengujian kuat lekat tulangan menggunakan standar acuan SNI 03-4809-1998 Metode Pengujian untuk Membandingkan Berbagai

Beton Berdasarkan Kuat Lekat yang Timbul terhadap Tulangan. Benda uji kuat lekat tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

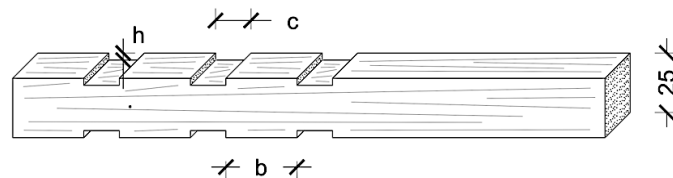
1. Berikut merupakan variasi benda uji yang digunakan:
 - a. tulangan bambu petung yang dilapisi pernis tanpa takikan;
 - b. tulangan bambu petung yang dilapisi pernis dengan takikan 2 mm (tinggi takikan);
 - c. tulangan bambu petung yang dilapisi pernis dengan takikan 3 mm (tinggi takikan);
 - d. tulangan bambu petung yang dilapisi pernis dengan takikan 4 mm (tinggi takikan);
 - e. tulangan baja berulir;
2. menggunakan tulangan baja ulir (BJTS) nomor 16 untuk tulangan baja, dan bambu dengan ukuran lebar 25 mm dan tebal sesuai dengan ketebalan batang bambu untuk tulangan bambu;
3. batang tulangan yang digunakan harus dibersihkan dari lemak dengan pelarut lemak (*solvent*) untuk tulangan baja;
4. permukaan tulangan bambu diberi takikan sejajar pada 2 sisi tulangan;
5. permukaan tulangan bambu diberi pelapis dengan pernis kayu;
6. pemadatan menggunakan batang penusuk dengan nilai slump 75-150 mm;
7. pengecoran beton dilakukan 2 lapis dengan pemadatan di setiap lapis;
8. cetakan dilepas setelah minimal 20 jam;
9. ukuran dan bentuk benda uji harus memenuhi ketentuan seperti gambar 4.31.



Gambar 4.31 Bentuk Benda Uji Kuat Lekat antara Tulangan dan Beton



Gambar 4.32 Detail Ulir pada Tulangan Baja Ulir (BJTS)
(Sumber: Badan Standardisasi Nasional)



Gambar 4.33 Detail Takikan pada Tulangan Bambu

Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jumlah Benda Uji

Jenis Pengujian	Variasi Pengujian	Jumlah Benda Uji
Pengujian kekuatan beton untuk perhitungan dimensi takikan	Kuat tekan beton silinder	5 buah
Pengujian kekuatan bambu	Kuat tekan bambu	5 buah
	Kuat geser bambu	5 buah
Pengujian kekuatan lekat tulangan terhadap beton	Tulangan bambu yang dilapisi pernis	5 buah
Pengujian kekuatan beton untuk pengujian kuat lekat tulangan bambu dan tulangan baja	Kuat tekan beton silinder	5 buah
Pengujian kekuatan lekat tulangan baja terhadap beton	Tulangan baja ulir (BJTS)	5 buah
Pengujian kekuatan lekat tulangan bambu dengan takikan terhadap beton	Tulangan bambu dengan takikan 2 mm	3 buah
	Tulangan bambu dengan takikan 3 mm	3 buah
	Tulangan bambu dengan takikan 4 mm	3 buah

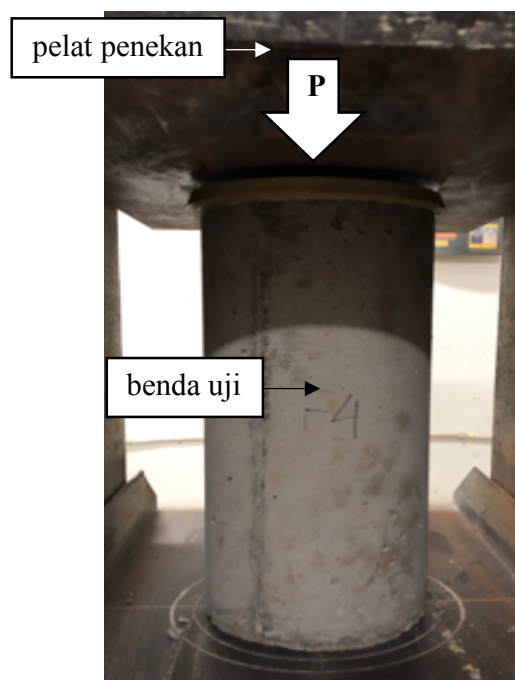
4.4 Pelaksanaan Pengujian

Tata cara pelaksanaan pengujian-pengujian adalah sebagai berikut.

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Berikut merupakan tata cara pelaksanaan pengujian kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

1. Benda uji diletakkan pada mesin uji secara sentris;
2. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik;
3. Pembebanan dilakukan hingga benda uji menjadi hancur;
4. Beban maksimum yang terjadi dicatat setelah pengujian benda uji;
5. Gambar bentuk benda uji dan catat keadaan benda uji.
6. Skema pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4.34.



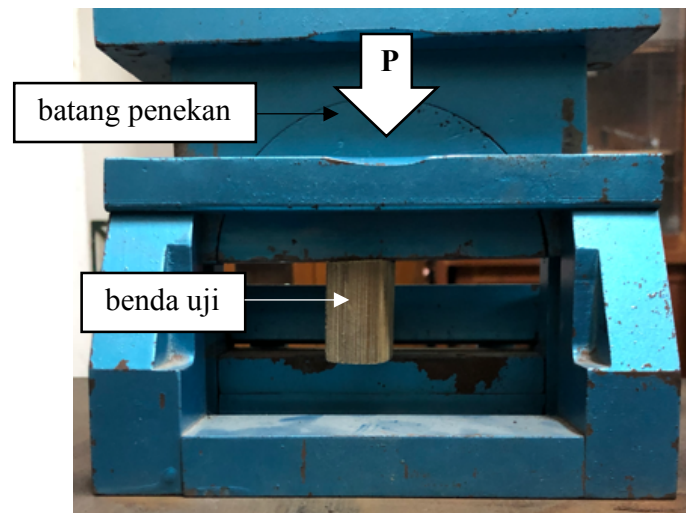
Gambar 4.34 Skema Pengujian Kuat Tekan Beton

4.2.5 Pengujian Kuat Geser Bambu

Berikut merupakan tata cara pelaksana pengujian kuat geser bambu menurut SNI 03-3400-1994 Metode Pengujian Kuat Geser Kayu di Laboratorium.

1. Benda uji disiapkan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan;
2. Nomor atau kode pengujian diberikan pada benda uji;

3. Sebelum dipasang pada alat uji, benda uji diukur dengan alat ukur jangka sorong, dan dicatat pada lembar/formulir pengujian;
4. Benda uji dipasang sedemikian rupa sehingga tidak longgar atau tidak bergerak dengan cara mengencangkan skrump penjepit.
5. Beban diberikan dengan kecepatan gerak beban secara tetap hingga didapat beban maksimum P (newton);
6. Bentuk keretakan digambar setelah pengujian;
7. Kuat geser dihitung berdasarkan ketentuan yang ditetapkan;
8. Semua hasil perhitungan dicantumkan di dalam formulir;
9. Skema pengujian kuat geser bambu dapat dilihat pada gambar 4.35.

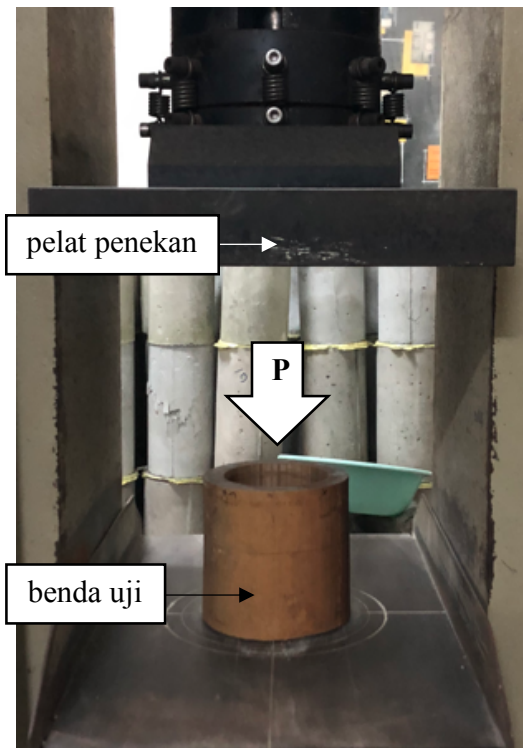


Gambar 4.35 Skema Pengujian Kuat Geser Bambu

4.2.6 Pengujian Kuat Tekan Bambu

Berikut merupakan tata cara pelaksanaan pengujian kuat tekan bambu berdasarkan ISO TR 22157 *Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties*.

1. Benda uji diletakkan pada mesin uji secara sentris;
2. Beban yang kecil tidak lebih dari 1 kN diberikan kepada benda uji;
3. Beban diberikan secara konstan pada benda uji, sehingga penekan benda uji bergerak konstan 0,01 mm/s;
4. Beban maksimum dicatat setelah pengujian.
5. Skema pengujian kuat tekan bambu dapat dilihat pada gambar 4.36.



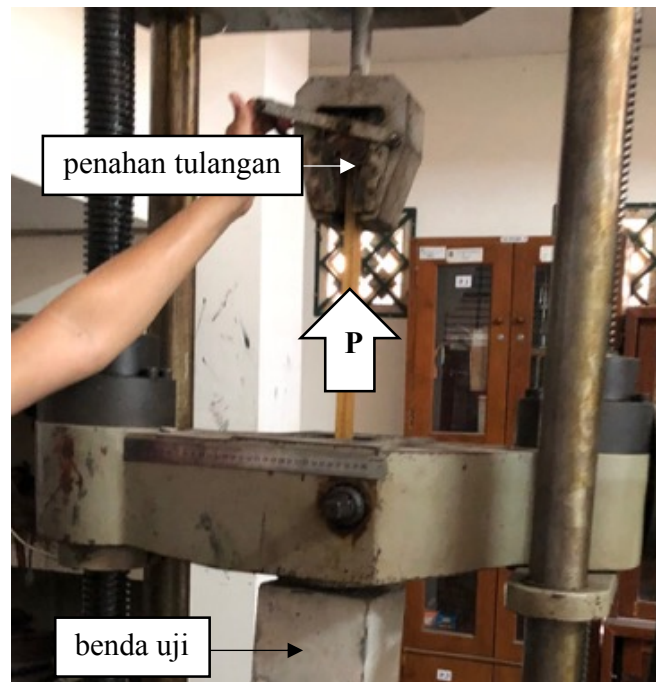
Gambar 4.36 Skema Pengujian Kuat Tekan Bambu

4.2.7 Pengujian Kuat Lekat antara Tulangan dan Beton

Berikut merupakan tata cara pelaksanaan pengujian kuat lekat antara tulangan dan beton menurut SNI 03-4809-1998 Metode Pengujian untuk Membandingkan Berbagai Beton Berdasarkan Kuat Lekat yang Timbul terhadap Tulangan.

1. Benda uji dipasang pada mesin uji sedemikian rupa hingga permukaan kubus dengan tulangan yang menonjol menempel pada blok penumpu dari mesin uji;
2. Batang tulangan yang menonjol dijepit dengan alat penjepit tarikan dari mesin uji;
3. Jarak antara permukaan benda uji sampai bidang datar mesin uji diukur dengan ketelitian 2,5 mm;
4. Batang tulangan dibebani dengan kecepatan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan;
5. Beban yang diberikan dicatat dari hasil pembacaan;
6. Pemberian beban dan pembacaan dilanjutkan pada selang waktu yang tepat sehingga;
 - a. titik leleh tulangan tercapai, atau

- b. beton penutup mulai pecah, atau
 - c. terjadi slip sekurang-kurangnya 2,5 mm pada ujung yang dibebani.
7. Skema pengujian kuat lekat antara tulangan dan beton dapat dilihat pada gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Skema Pengujian Kuat Lekat antara Tulangan dan Beton

4.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 8 tahap, yaitu pengujian kekuatan beton, pengujian kekuatan bambu, pengujian kekuatan lekat tulangan bambu terhadap beton, perhitungan dimensi takikan, pengujian kekuatan lekat tulangan bambu dengan takikan terhadap beton, pengujian kekuatan lekat tulangan baja terhadap beton, pembahasan hasil analisis data pengujian, dan penarikan kesimpulan penelitian. Berikut merupakan tahapan dari penelitian yang akan dilakukan.

4.5.1 Pengujian Kekuatan Beton

Tujuan dari pengujian kekuatan beton adalah untuk mengetahui kekuatan beton yang akan digunakan untuk menghitung dimensi takikan pada tulangan bambu. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah pengujian kuat tekan beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya tekan maksimum pada beton (P_{maks}). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan data berikut:

1. nilai kuat tekan beton (σ_c), yaitu gaya tekan maksimum (P_{maks}) dibagi dengan luas bidang benda uji yang dibebani (A),
2. nilai kuat geser beton (τ_c) yang didapat dari analisis *Mohr's Circle* berdasarkan kuat tekan beton dan kuat tarik beton menggunakan nilai kuat tekan beton (σ_c).

4.5.2 Pengujian Kekuatan Bambu

Tujuan dari pengujian kekuatan bambu adalah untuk mengetahui kekuatan bambu yang akan digunakan untuk menghitung dimensi takikan pada tulangan bambu. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. pengujian kuat geser bambu
pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya geser maksimum pada bambu (V). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat geser bambu (τ_b), yaitu gaya geser maksimum (V) dibagi dengan luas bidang benda uji yang dibebani (A),
2. pengujian kuat tekan bambu
pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya tekan maksimum pada bambu (P_{ult}). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat tekan bambu (σ_b), yaitu gaya tekan maksimum (P_{ult}) dibagi dengan luas bidang benda uji yang dibebani (A).

4.5.3 Pengujian Kekuatan Lekat Tulangan Bambu terhadap Beton

Tujuan dari pengujian kekuatan lekat tulangan bambu terhadap beton adalah untuk mengetahui kekuatan lekat tulangan bambu yang dilapisi pernis terhadap beton yang akan digunakan untuk menghitung dimensi takikan pada tulangan bambu. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat lekat antara tulangan dan beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gaya geser maksimum pada permukaan tulangan dan beton (V). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat lekat antara tulangan dan beton (τ_{cb}), yaitu gaya geser permukaan maksimum (V) dibagi luas bidang benda uji yang dibebani (A).

4.5.4 Perhitungan Dimensi Takikan

Hasil dari analisis data pada pengujian kekuatan beton, pengujian kekuatan bambu, dan pengujian kekuatan lekat tulangan bambu terhadap beton pada tahap sebelumnya digunakan untuk menghitung dimensi takikan pada tulangan bambu.

Dimensi takikan yang dihitung adalah tinggi takikan (h), jarak antar takikan (b), dan lebar takikan (c). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.5). Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. nilai kuat geser bambu (τ_b) pada hasil analisis data pengujian kekuatan bambu;
- b. nilai kuat tekan beton atau kuat tekan bambu (σ_{cb}) yang merupakan nilai terendah antara nilai kuat tekan beton (σ_c) pada hasil analisis data pengujian kekuatan beton dan nilai kuat tekan bambu (σ_b) pada hasil analisis data pengujian kekuatan bambu;
- c. nilai kuat geser beton (τ_c) pada hasil analisis data pengujian kekuatan beton;
- d. nilai kuat lekat tulangan bambu yang dilapisi pernis terhadap beton (τ_{cb}) pada hasil analisis data pengujian kekuatan lekat tulangan bambu terhadap beton.

4.5.5 Pengujian Kekuatan Lekat Tulangan Bambu dengan Takikan terhadap Beton

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. pengujian kuat tekan beton

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan beton yang digunakan pada pengujian kekuatan lekat tulangan bambu dengan takikan terhadap beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya tekan maksimum pada beton (P_{maks}). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton (σ_c), yaitu gaya tekan maksimum (P_{maks}) dibagi dengan luas bidang benda uji yang dibebani (A),

2. pengujian kuat lekat tulangan bambu dengan takikan terhadap beton

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan lekat tulangan bambu yang dilapisi pernis dengan takikan terhadap beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gaya geser maksimum antara permukaan tulangan dan beton (V). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat lekat antara tulangan dan beton (τ_{cb}), yaitu gaya geser permukaan maksimum (V) dibagi luas bidang benda uji yang dibebani (A).

4.5.6 Pengujian Kekuatan Lekat Tulangan Baja terhadap Beton

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. pengujian kuat tekan beton

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan beton yang digunakan pada pengujian kekuatan lekat tulangan baja terhadap beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya tekan maksimum pada beton (P_{maks}). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton (σ_c), yaitu gaya tekan maksimum (P_{maks}) dibagi dengan luas bidang benda uji yang dibebani (A),

2. pengujian kuat lekat tulangan baja berulir terhadap beton

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan lekat tulangan baja berulir terhadap beton. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gaya geser maksimum antara permukaan tulangan dan beton (V). Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat lekat antara tulangan dan beton (τ_{cb}), yaitu gaya geser permukaan maksimum (V) dibagi luas bidang benda uji yang dibebani (A).

4.5.7 Pembahasan Hasil Analisis Data Pengujian

Hasil analisis data pengujian yang dibahas adalah sebagai berikut.

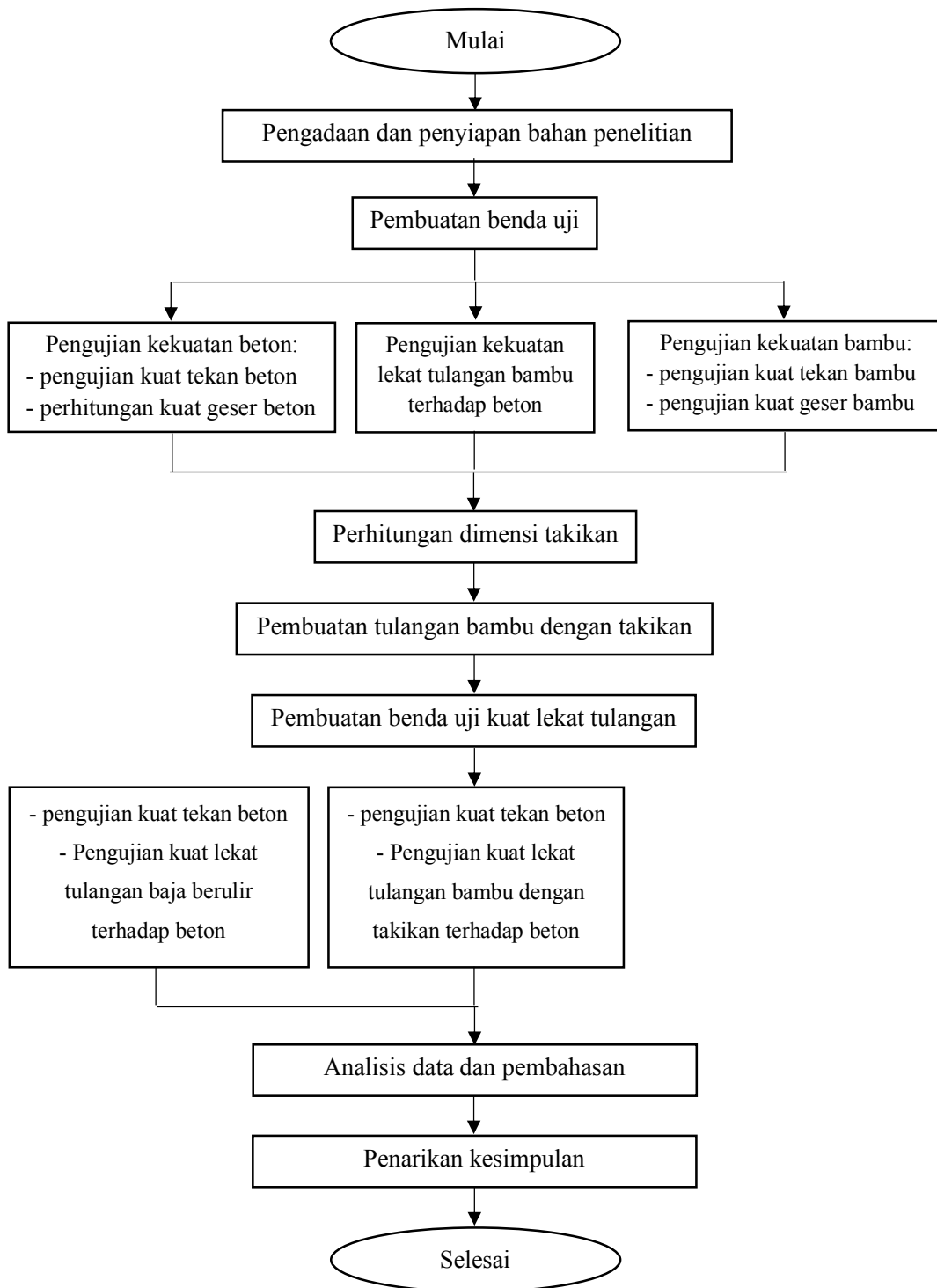
1. membandingkan kekuatan lekat antara tulangan dan beton dengan variasi dimensi takikan pada tulangan bambu yang dilapisi pernis (tinggi takikan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm), dan tulangan bambu petung yang dilapisi pernis tanpa takikan untuk mengetahui pengaruh takikan pada tulangan bambu.
2. membandingkan kekuatan lekat antara tulangan dan beton pada variasi tulangan bambu yang dilapisi pernis tanpa takikan, tulangan bambu yang dilapisi pernis dengan takikan, dan tulangan baja berulir untuk mengetahui kemampuan tulangan bambu sebagai pengganti tulangan baja pada beton bertulang.

4.5.8 Penarikan Kesimpulan Penelitian

Penarikan kesimpulan yang dilakukan pada penelitian ini adalah menyimpulkan pengaruh takikan terhadap peningkatan kekuatan lekat antara tulangan bambu dan beton, dan perbandingan kuat lekat lekat antara tulangan bambu petung yang dilapisi pernis tanpa takikan, tulangan bambu petung yang dilapisi pernis dengan takikan, dan tulangan baja berulir.

4.6 Skema Penelitian

Bagan alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.38.



Gambar 4.38 Bagan Alur Penelitian

4.7 Jadwal Rencana Penelitian

Rencana penjadwalan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jadwal Rencana Kegiatan

Bulan ke-	1				2				3			
Minggu ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rincian kegiatan	Jam											
PENGADAAN BAHAN PENELITIAN												
Bambu dan tulangan baja	8											
Bahan campuran beton	6											
PEMERIKSAAN KEKUATAN BETON												
Perencanaan campuran beton:												
pemeriksaan agregat kasar	3											
pemeriksaan agregat halus	3											
<i>mix design</i>	2											
Pengujian kuat tekan beton:												
pembuatan benda uji		4										
perawatan benda uji		0,5	0,5	0,5	0,5							
pengujian benda uji						2						
PEMERIKSAAN KEKUATAN BAMBU												
Pengujian kuat geser bambu:												
pembuatan benda uji	4											
pengujian benda uji		2										
Pengujian kuat tekan bambu:												
pembuatan benda uji	4											
pengujian benda uji		2										
PEMERIKSAAN KEKUATAN LEKAT TULANGAN BAMBU DENGAN PERNIS												
Kuat lekat tulangan bambu pernis												
pembuatan benda uji	6	4										
perawatan benda uji		0,5	0,5	0,5	0,5							
pengujian benda uji						2						
PERHITUNGAN DIMENSI TAKIKAN												
Analisis data						4						
Perhitungan dimensi takikan						2						
PEMERIKSAAN KEKUATAN LEKAT TULANGAN BAMBU DAN TULANGAN BAJA												
Pengujian kuat tekan beton:												
pembuatan benda uji							2					
perawatan benda uji							0,5	0,5	0,5	0,5		
pengujian benda uji											2	
Pengujian kuat lekat tulangan bambu dengan pernis dan takikan												
pembuatan benda uji						8	2					
perawatan benda uji							0,5	0,5	0,5	0,5		
pengujian benda uji											2	
Pengujian kuat lekat tulangan baja ulir												
pembuatan benda uji						2	2					
perawatan benda uji							0,5	0,5	0,5	0,5		
pengujian benda uji											2	
PENYUSUNAN LAPORAN												
Analisis data						2					6	
Pembahasan												6
Kesimpulan dan saran												2
Jumlah	36	13	1	1	1	22	7,5	1,5	1,5	1,5	12	8
Jumlah kumulatif	64	77	78	79	80	102	109,5	111	112,5	114	126	134