

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 TEMPAT PEMBUATAN BENDA UJI DAN PENELITIAN

Lokasi pembuatan benda uji dan uji kuat tekan dan kuat lentur balok dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang.

3.2 BAHAN DAN PERALATAN YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini diperlukan bahan dan peralatan untuk membuat benda uji sampai dengan uji kuat tekan dan kuat lentur balok. Bahan alam yang digunakan diperoleh dari sekitar kota Malang.

3.2.1 Bahan yang digunakan untuk penelitian, antara lain :

- Semen Portland : Semen Tipe 1.
- Agregat halus : Pasir alami.
- Agregat kasar : Batu pecah alami.
- Air : Jaringan PDAM Kota Malang.
- Mineral Piropilit : Sumbermanjing Malang Selatan.

3.2.2 Peralatan yang digunakan untuk penelitian, antara lain :

- a. Pengujian gradasi agregat kasar dan halus adalah sebagai berikut :

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2% berat benda uji.
- 2) Satu set saringan : 9,52 mm (3/8"); 4,75 mm (no.4); 2,36 mm (no.8); 1,18 mm (no.16); 0,6 mm (no.30); 0,3 mm (no.50); 0,15 mm (no. 100); 0,075 mm (no. 200).
- 3) Oven dengan kapasitas pengatur suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 4) Mesin pengguncang saringan.

- 5) Talam-talam dan kuas.
- b. Pengujian Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat benda uji.
- 2) Oven pengukur suhu kapasitas $(100 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
- 3) Talam.

- c. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan yang mempunyai kapasitas lebih dari 1 kg dengan ketelitian 0,1 gram.
- 2) Piknometer kapasitas 500 ml.
- 3) Kerucut terpancung diameter atas (40 ± 3) mm diameter bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam dengan tebal 0,8 mm.
- 4) Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram dan diameter (25 ± 3) mm.
- 5) Saringan no.4 (4,475 mm).
- 6) Oven pengatur suhu kapasitas $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.

- d. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (no. 6) atau 2,46 mm (no. 8) dengan kapasitas ± 5 kg.
- 2) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- 3) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- 4) Oven pengatur suhu dengan kapasitas $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
- 5) Saringan no 4 (4,78 mm).

e. Pengujian Berat Isi Agregat Halus dan Agregat Kasar

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 g.
- 2) Tongkat tusuk baja panjang ± 600 mm dan diameter ± 16 mm.
- 3) Kotak takar.

f. Pengujian Kuat Lentur

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Alat uji lentur standar.
- 2) *Dial gauge*.

g. Pengujian Kuat Tekan

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Alat uji tekan standar.
- 2) Pembuatan benda uji berdasarkan pada Peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI).
- 3) Peralatan pengujian kuat lentur adalah alat uji kuat lentur beton di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

3.3 METODE PENGAMBILAN DATA

3.3.1 Perhitungan Kuat Lentur Balok 10 cm x 15 cm x 75 cm, Hasil Pengujian Laboratorium.

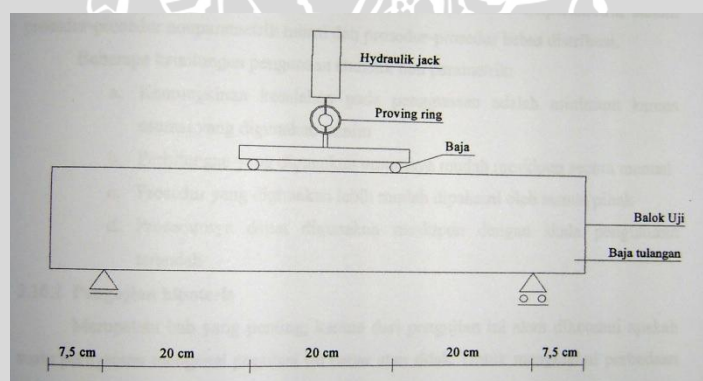
- Referensi :
Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan.
(SNI 03-4431-1997, JIS A 1106-1964)
- Prosedur Pengujian :
Balok beton yang telah dirawat sampai hari pengujian, diambil dari tempat perawatan dan dilap / dikeringkan permukaannya. Lakukanlah

pengukuran panjang (p), lebar (b), dan tinggi (d) benda uji yang akan di uji. Pasang peralatan pengujian lentur yang akan digunakan, atur jarak dua *steel rod* di bagian bawah, sehingga jarak as *steel rod* dengan ujung benda uji minimum 1" (2,54 cm), dan catat jarak kedua *steel rod* (L) cm.

Benda uji diletakkan di atas dua *steel rod* tersebut. Kemudian *steel rod* lainnya dipasang pada bagian atas mesin tekan, *steel rod* tersebut posisinya diatur sehingga terletak di tengah-tengah benda uji. Mesin tekan yang akan digunakan sebagai alat bantu untuk pengujian kuat tarik lentur ini di atur sehingga dapat digunakan untuk pengujian.

Beban sudah mencapai maksimum apabila jarum penunjuk beban sudah berhenti dan kembali ke angka 0 (nol), pada saat tersebut dicatat besar beban maksimum nya (P maks).

- Perhitungan :



Gambar 3.1. Pembebanan uji lentur balok (SNI 03-4431-1997)

Perhitungan untuk menentukan kuat lentur balok dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Masing-masing benda uji diperiksa gaya tekan hancurnya (P max)
- Kuat lentur balok (σ) dapat diketahui dengan persamaan :
 - Untuk pengujian di mana patah nya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari balok beton, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan :

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (3-1)$$

- Untuk pengujian di mana patahnya benda uji ada di luar pusat (di luar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5 % dari panjang titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan :

$$\sigma_1 = \frac{3P.a}{b.h^2} \quad (3-2)$$

Pada rumus SNI di atas beban yang diperhitungkan dalam analisa hanya beban terpusat sedangkan beban merata dari berat balok beton tidak diperhitungkan, sehingga untuk menganalisa data kuat lentur yang didapatkan dari hasil pengujian perlu adanya penyesuaian terhadap rumus yang akan digunakan. Hal ini dikarenakan akibat beban merata balok menghasilkan momen, walaupun nilainya tidak terlalu besar.

Sehingga rumus kuat lentur menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur} : \sigma &= \frac{\text{Momen}(\text{beban terpusat}) + \text{Momen}(\text{beban merata})}{W} \\ : \sigma &= \frac{\left(\frac{1}{6} P.L\right) + \left(\frac{1}{8} q.L^2\right)}{\frac{1}{6} b.h^2} \end{aligned} \quad (3-3)$$

Dimana :

- σ = Kuat lentur benda uji (kg/cm²).
- P = Beban tertinggi yang ditunjukkan mesin (kg).
- L = Jarak antar dua garis perletakan (cm).
- b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (cm).
- h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (cm).
- a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah pada tumpuan luar yang terdekat (cm).

3.3.2 Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder Diameter 15 cm & tinggi 30 cm, Hasil Pengujian Laboratorium.

- Referensi :

SNI – 1974 – 1990 – F

- Prosedur Pengujian :

Benda uji yang akan ditekan dilakukan pengukuran panjang, lebar, dan tingginya kemudian luas penampang benda uji yang akan ditekan (A). Untuk silinder karena salah satu permukaannya tidak rata maka harus di caping dengan belerang terlebih dahulu permukaan yang tidak rata tersebut.

Benda uji ditimbang dan dicatat (B), siapkan mesin tekan dengan cara menyambungkan kabel antara bagian penekan dengan bagian kontrol mesin. Hubungkan pula kabel listrik antara mesin tekan dengan sumber arus. Atur jarum penunjuk sampai menunjukkan angka 0 (nol) dengan cara memutar nya. Kemudian mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2-4 kg/cm² per detik. Setelah itu pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur. Lalu hasil beban maksimum akibat pembebanan yang terjadi (yang ditunjukkan jarum pada mesin tekan) dicatat

- Perhitungan :

$$\text{Kuat Tekan } (\sigma_b) = \frac{P_{\max}}{A} \text{ kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2$$

$$\text{Kuat Tekan Rata-rata } (\sigma_{bm}) = \frac{\sum \sigma_b}{n} \text{ kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2$$

Dimana: A = Luas penampang benda uji yang akan ditekan
 n = Jumlah benda uji
 P max = Beban maksimum yang diberikan

- Referensi :
Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
(SNI –03-2847-2002)

- [illegible]

Gaya tekan (C) :

Gaya tarik (T) :

Keseimbangan gaya horizontal ($\Sigma H = 0$) :

$$C = T$$

$$Mn = T (d - a/2) \quad (3-7)$$

$$\text{Mu} = \emptyset \text{ Mn} \quad (3-8)$$

Dari diagram tegangan – regangan di atas maka kita dapat mengetahui momen maksimum yang mampu ditahan oleh balok beton bertulang saat desain, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan :

$$M_{\max} = \frac{\left(\frac{1}{6} P.L\right) + \left(\frac{1}{8} q.L^2\right)}{\frac{1}{6} b.h^2}$$

$$P_{\max} = \frac{M_{\max} . b . h^2}{L} - \frac{6 . q . L^2}{8 . L} \quad (3-9)$$

$$W = 1/6 . b . (h^2) \quad (3-10)$$

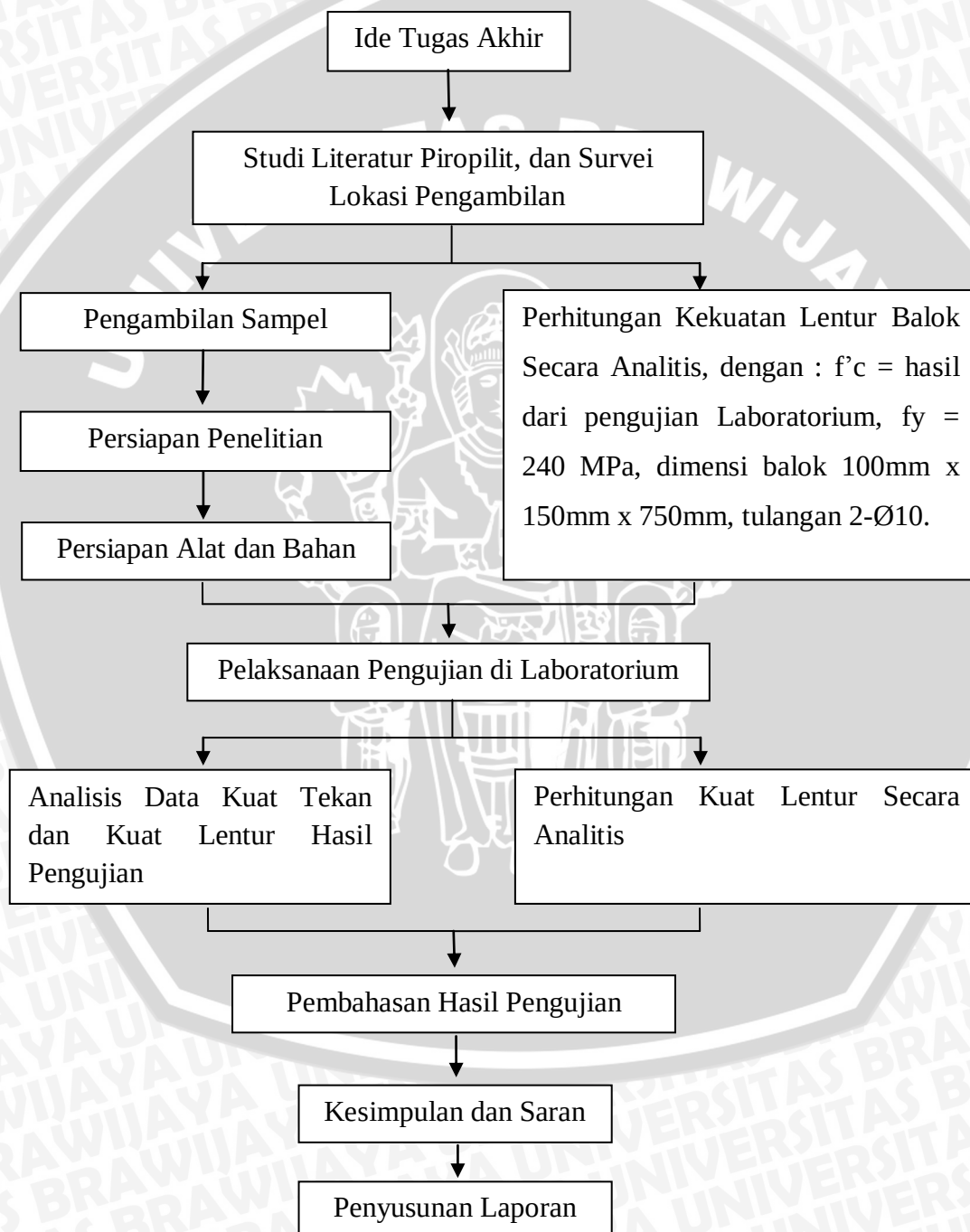
$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \quad (3-11)$$

Dimana :

- C = resultante gaya tekan (kg).
- T = resultante gaya tarik (kg).
- As = luas tulangan yang digunakan (2Ø10 = 1,57 cm²)
- f'c = tegangan beton beton (MPa).
- fy = tegangan leleh baja (MPa).
- b = lebar balok (mm).
- h = tinggi balok (mm).
- d = tinggi efektif balok (mm).
- Mn = momen lentur nominal (kgm).
- Mu = momen desain maksimum (kgm).
- P maks = gaya terpusat maksimum yang ditahan balok (kg).
- σ = tegangan lentur (kg/cm²).
- M = momen lentur (kg cm).
- W = momen tahanan (cm³).

3.4 KERANGKA PENELITIAN

Penyusunan kerangka penelitian dilakukan untuk mengetahui tahapan-tahapan dasar yang akan dilakukan dalam penelitian. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah :



Gambar 3.3. Kerangka penelitian

3.5 RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kuat lentur pada beton dengan kadar penambahn piropilit 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Perencanaan campuran beton piropilit sebagai berikut:

Tabel 3.1. Perencanaan Jumlah Benda Uji Penelitian

Pengujian	Umur Beton	Variasi Persentase Piropilit				
		0%	5%	10%	15%	20%
Kuat tekan	7	3	-	-	-	-
	14	3	-	-	-	-
	28	3	3	3	3	3
	56	3	3	3	3	3
Kuat Lentur	28	3	3	3	3	3

3.6 VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variable terikat.

1. Variabel bebas (*independent variable*).

Variabel bebas adalah variable yang perubahannya bebas ditentukan peneliti. Dalam hal ini yang merupakan variable bebas adalah variable persentase penambahan kadar piropilit.

2. Variabel tak bebas (*dependent variable*).

Variabel tak bebas adalah variable yang perubahannya tergantung pada variable bebas. Dalam hal ini yang merupakan variable tak bebas adalah hasil uji kuat lentur balok beton.

3.7 METODE ANALISIS STATISTIK

Setelah data-data uji kuat lentur beton diperoleh maka dilanjutkan dengan analisa secara statistik yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh persentase pencampuran kadar piropilit terhadap kuat lentur beton. Adapun proses analisisnya adalah sebagai berikut :

Dari hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian benda uji kemudian diolah dan dianalisis menurut prosedur analisis statistik. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan piropilit dan jenis semen terhadap kuat tekan dan regangan beton, digunakan analisis varian dua arah.

Pernyataan ada tidaknya pengaruh penggunaan piropilit dan jenis semen terhadap kuat tekan dan regangan beton dinyatakan secara statistik sebagai berikut:

- a. Menentukan hipotesis

$$H_0 : \mu_1^2 = \mu_2^2 = \mu_3^2 = \dots = \mu_k^2$$

$$H_1 : \mu_1^2 \neq \mu_2^2 \neq \mu_3^2 \neq \dots \neq \mu_k^2$$

Dengan H_0 : hipotesis awal, yang menyatakan tidak ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_1 : hipotesis alternatif, yang menyatakan ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

- b. Menentukan *level of significant* $\alpha = 0.05$

- c. Menentukan kriteria pengujian

Menentukan F_{tabel} dengan rumus : $F_{\text{tabel}} = F_{(1-\alpha)(dbA,dbD)}^{(1-\alpha)(1-1)}$

- d. Menghitung nilai uji F_{hitung}

Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JK_T)

$$JK_T = \sum X_{T^2} - \frac{(\sum X)^2}{N} \quad (3-12)$$

Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Group (JK_A) dengan rumus :

$$JK_A = \frac{(\sum X)An^2}{n_{An}} - \frac{(\sum X)^2}{N} \quad (3-13)$$

Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Group B (JK_B)

$$JK_B = \frac{(\sum X)_{Bn}^2}{n_{Bn}} - \frac{(\sum X)r^2}{N} \quad (3-14)$$

Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Group A dan Group B (JK_{AB})

$$JK_{AB} = \frac{(\sum X)_{An}^2}{n_{An}} - \frac{(\sum X)r^2}{N} - JK_A - JK_B \quad (3-15)$$

Menghitung Jumlah Kuadrat Dalam Antar Group (JK_D) dengan rumus

$$JK_D = JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB} \quad (3-16)$$

Menghitung derajat bebas antar Group ($db_A, db_B, db_{AB}, db_D, db_T$)

Menghitung Kuadrat Rerata antar Group ($KR_A, KR_B, KR_{AB}, KR_D$) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{db_A} \quad (3-17)$$

Menghitung F_{hitung} dengan rumus :

$$F_{hitung} = \frac{JK_A}{KR_D} \quad (3-18)$$

Membuat tabel ringkasan anova dua arah seperti **Tabel 3.2.** dibawah ini:

Tabel 3.2. Ringkasan Anova Dua Arah

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Rerata	F Hitung	F tabel
SV	(JK)	(db)	(KR)		
Antar Group (A)	JK_A	db_A	KR_A		$\alpha 0.05$
Antar Group (B)	JK_B	db_B	KR_B		$\alpha 0.05$
Antar Group (AB)	JK_{AB}	db_{AB}	KR_{AB}		$\alpha 0.05$
Dalam Group (D) Residu	JK_D	db_D	KR_D		
Total					

e. Kesimpulan

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 dan H_1 diterima

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka tolak H_1 dan H_0 diterima

Sedangkan untuk mengetahui hubungan variasi penggunaan piropilit terhadap kuat lentur beton dilakukan dengan permodelan sederhana menggunakan analisis regresi. Analisis regresi menjelaskan hubungan antara satu variabel terikat yang tergantung pada satu variabel bebas.

