



MODUL PRAKTIKUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI 2019

MASJID K.H.A DAHLAN



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019/2020

KELOMPOK

LEMBAR PENGESAHAN

MODUL PRAKTIKUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI
SEMESTER GANJIL TAHUN 2019

Modul Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi ini digunakan dalam pelaksanaan Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi semester ganjil tahun 2019 Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Modul ini telah disetujui dan diperiksa oleh tim asisten praktikum dan dosen Mata Kuliah Teknologi Bahan Konstruksi.

Disahkan pada: 16 September 2019

Koordinator Tim Dosen Mata Kuliah
Teknologi Bahan Konstruksi

Koordinator Asisten Praktikum
Teknologi Bahan Konstruksi

As'at Pujiyanto, Ir., MT.

Endrian Mubarak



PENGANTAR

Buku ini disusun sebagai panduan Praktikum Teknologi Bahan Kontruksi pada Program Studi Strata Satu Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang diharapkan akan mengalami penyempurnaan di tahun-tahun mendatang.

Sebagai petunjuk praktikum bagi mahasiswa program S-1, buku ini memuat penjelasan singkat mengenai materi praktikum, prosedur pelaksanaan praktikum, format pembuatan laporan yang terkait dan mendukung mata kuliah Teknologi Bahan Kontruksi. Dengan adanya buku ini diharapkan mahasiswa dapat lebih mudah di dalam memahami proses yang terdapat di masing masing topik kegiatan, disamping itu juga dapat lebih mudah di dalam pelaksanaan praktikum.

Diharapkan pula dengan adanya buku ini dapat mengenalkan permasalahan praktis. Disamping juga sebagai latihan melakukan penelitian laboratorium khususnya di bidang Teknologi Bahan Kontruksi.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang membantu serta mendukung tercapainya tujuan pembelajaran baik di kelas maupun pelaksanaan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kritik dan saran demi kesempurnaan buku ini sangat diharapkan.

Yogyakarta, 16 September 2019

Tim Dosen dan Tim Asisten Praktikum
Mata Kuliah Teknologi Bahan Kontruksi



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I ANALISIS GRADASI BUTIRAN AGREGAT HALUS

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. ALAT-ALAT
- E. PELAKSANAAN
- F. HASIL PENGUJIAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

BAB II PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR

AGREGAT HALUS (PASIR)

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. ALAT-ALAT
- E. PELAKSANAAN
- F. HASIL PENGUJIAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

BAB III PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

(PASIR)

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. ALAT-ALAT



- E. PELAKSANAAN
- F. HASIL PENGUJIAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

**BAB IV PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT KASAR (KERIKIL)**

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. ALAT-ALAT
- E. PELAKSANAAN
- F. HASIL PENGUJIAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

**BAB V PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN ABRASI
LOS ANGELES**

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. ALAT-ALAT
- E. PELAKSANAAN
- F. HASIL PENGUJIAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

**BAB VI PERHITUNGAN CAMPURAN BETON NORMAL (SNI 03-2834-
2000 dan ACI 211.1-91)**

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. *MIX DESIGN* BETON NORMAL (SNI 03-2384-2000)
- D. *MIX DESIGN* BETON NORMAL (ACI 211.1-91)
- E. ANALISIS HITUNGAN



BAB VII PEMBUATAN BETON SEGAR

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. PELAKSANAAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB VIII PEMBUATAN BETON BERTULANG

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. BENDA UJI
- D. PEMBUATAN BETON *DECKING* (TAHU BETON)
- E. PEMBUATAN BALOK BETON
- F. HASIL PERENCANAAN
- G. ANALISIS HITUNGAN

BAB IX UJI TEKAN SILINDER BETON

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. BAGAN ALIR PENGUJIAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB X UJI LENTUR BALOK BETON BERTULANG

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. LANGKAH PENGUJIAN



- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB XI BETON GEOPOLYMER

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. LANGKAH – LANGKAH
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB XII UJI BERAT JENIS, KADAR AIR, DAN SUSUT KAYU

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. BAGAN ALIR PENGUJIAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB XIII UJI TEKAN KAYU

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. BAGAN ALIR PENGUJIAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN

BAB XIV UJI LENTUR KAYU

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. BAGAN ALIR PENGUJIAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN



F. ANALISIS HITUNGAN

BAB XV UJI TARIK BAJA

- A. PENDAHULUAN
- B. TUJUAN
- C. ALAT DAN BAHAN
- D. BAGAN ALIR PENGUJIAN
- E. DATA HASIL PENGUJIAN
- F. ANALISIS HITUNGAN



BAB I
ANALISIS GRADASI BUTIRAN AGREGAT HALUS

A. PENDAHULUAN

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari suatu agregat. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4,8 mm atau 4,75 mm atau 5,0 mm (Mulyono, 2003). Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran butir yang sama (seragam) maka volume porinya besar dan kemampatannya rendah. Sebaliknya, apabila ukuran butirnya bervariasi maka volume porinya rendah dan kemampatannya tinggi. Maka dari itu, hal tersebut memerlukan pemeriksaan gradasi agregat dalam pembuatan beton.

Modulus Halus Butir (*fineness modulus*) ialah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Modulus halus butir (MHB) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi dengan seratus. Semakin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pasir dikelompokkan berdasarkan gradasi kekasaran butirannya menjadi beberapa daerah seperti tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1. Gradasi kekasaran pasir

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: Ir.Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E. *Teknologi Beton*. 2007



B. TUJUAN

Tujuan pengujian gradasi butiran pasir adalah sebagai berikut.

1. mengetahui daerah gradasi pasir yang nantinya berfungsi dalam pembuatan *mix design* beton.
2. mengetahui nilai modulus halus butir pasir tersebut.

C. BENDA UJI

Benda uji berupa pasir yang lolos saringan no. $3/16$ sebanyak 1.000 gram.

D. ALAT-ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut.

1. timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang ditimbang.
2. oven dengan temperatur $100^{\circ}\text{c} - 110^{\circ}\text{c}$.
3. mesin penggerak ayakan (*shave shaker machine*).
4. satu set ayakan yang terdiri dari lubang saringan dengan nomor : 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan pan.
5. tempat penampungan pasir dan sikat pembersih ayakan.

E. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut.

1. Keringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{c}$ sampai beratnya tetap kemudian diambil sampel sebanyak $(\pm 1000 \text{ gram})$
2. Atur ayakan menurut susunannya yaitu saringan dengan nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan pan.
3. Saring pasir dengan ayakan yang telah disusun dengan menggunakan mesin penggerak ayakan selama 15 menit.
4. Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butir pasirnya.

F. HASIL PENGUJIAN

Tabel 1.2. Hasil pengujian analisa saringan

Lubang (mm)	Berat Tertahan (gram)
No.4 (4,8 mm)	
No.8 (2,4 mm)	
No.16 (1,2 mm)	
No.30 (0,6 mm)	
No.50 (0,3 mm)	
No.100 (0,15 mm)	
Pan	
Total	

Sumber : Data Praktikum Teknologi Bahan, 2019

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian gradasi butiran pasir digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\text{Persen Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan per Nomor Saringan (gram)}}{\text{Jumlah Berat Total (gram)}} \times 100\% \quad (1.1)$$

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Kumulatif (\%)}}{\text{Jumlah Berat Tertahan (\%)}} \quad (1.2)$$

Catatan : Untuk menghitung nilai MHB tidak perlu memasukkan nilai berat tertahan yang ada pada Pan.

(
1
.
2
)



Tabel 1.3. Hasil analisis hitungan

Ukuran	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan Komulatif (%)	Berat lolos Komulatif (%)
No.4 (4,8 mm)				
No.8 (2,4 mm)				
No.16 (1,2 mm)				
No.30 (0,6 mm)				
No.50 (0,3 mm)				
No.100 (0,15 mm)				
Pan				
Total				

Sumber : Data Praktikum Teknologi Bahan, 2019



BAB II
PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT HALUS (PASIR)

A. PENDAHULUAN

Pasir mempunyai sifat-sifat tersendiri terhadap beratnya, yang tergantung pada tingkat kepadatan, bentuk butir maupun tingkat kebasahannya. Oleh karena itu, untuk pasir dikenal berat jenis, berat satuan, berat jenis semu, maupun berat jenis jenuh kering muka.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air sebagai berikut.

1. mengetahui nilai berat jenis curah pasir.
2. mengetahui nilai berat jenis jenuh kering muka pasir.
3. mengetahui nilai berat jenis semu / tampak pasir.
4. mengetahui persentase penyerapan air pada pasir.

C. BENDA UJI

Pasir yang lolos ayakan 4,8 mm sebanyak 500 gram.

D. ALAT – ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air sebagai berikut.

1. timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. piknometer / erlenmeyer dengan kapasitas 500 ml.
3. tungku pengering dengan suhu sekitar 105°C.
4. tempat penampung pasir.
5. air suling.



E. PELAKSANAAN

Berdasarkan *SK SNI : 03-1970-1990* pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Keringkan pasir dalam tungku dengan suhu sekitar 105°C sampai beratnya tetap.
2. Rendam pasir dalam air selama 24 jam.
3. Buang air perendam dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang. kemudian keringkan pasir hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (ssd).
4. Masukkan pasir jenuh kering muka kedalam piknometer sekitar 500 gram. kemudian tambahkan air suling sampai 90 % penuh. Piknometer diputar dan diguling-gulingkan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap diantara butir-butir pasir. Pengeluaran gelembung udara dapat juga dilakukan dengan memanasi piknometer.
5. Tambahkan air pada piknometer sampai tanda batas penuh agar gelembung udara terbang.
6. Timbang piknometer yang sudah ditambahkan air sampai penuh 100 % dan sudah dihilangkan gelembung udaranya dengan ketelitian 0,1 gram (b_i).
7. Keluarkan pasir dari piknometer dan keringkan sampai beratnya tetap. penimbangan dilakukan setelah pasir dikeringkan dan didinginkan dalam desikator (b_k).
8. Isi piknometer kosong dengan air sampai penuh kemudian timbang (B).



F. HASIL PENGUJIAN

Tabel 2.1 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)			gram
Berat pasir setelah kering (Bk)			gram
Berat piknometer berisi air (B)			gram
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)			gram

Sumber: Data Praktikum Teknologi Bahan 2019

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian gradasi butiran pasir digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{B + SSD - Bt} \tag{2.1}$$

2. berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{SSD}{B + SSD - Bt} \tag{2.2}$$

3. berat jenis tampak (*apparent specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \tag{2.3}$$

4. penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\% \tag{2.4}$$

5. berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*) rata-rata

$$= \frac{Bj SSD_1 + Bj SSD_2}{2} \tag{2.5}$$



BAB III
PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR
AGREGAT HALUS (PASIR)

A. PENDAHULUAN

Lumpur adalah gumpalan atau lapisan yang menutupi permukaan agregat dan lolos ayakan No. 200. Kandungan kadar lumpur pada permukaan butiran agregat akan mempengaruhi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga akan mengurangi kekuatan dan ketahanan beton.

Lumpur dan debu halus hasil pemecahan batu adalah partikel berukuran antara 0,002 mm s/d 0,006 mm (2 s/d 6 mikron). Lumpur tidak diijinkan dalam jumlah banyak, untuk masing-masing agregat kadar lumpur yang diijinkan berbeda. Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989-F untuk agregat halus adalah maksimal 5% dan untuk agregat kasar maksimal 1%. Adanya lumpur dan tanah liat menyebabkan bertambahnya air pengaduk yang diperlukan dalam pembuatan beton, disamping itu pula akan menyebabkan turunnya kekuatan beton yang bersangkutan.

Pengujian ini dilakukan dengan cara meminimalkan kandungan lumpur yang terkandung dalam agregat halus dan kasar didapatkan kuat tekan beton yang tinggi. Variasi kadar lumpur pada agregat adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1. Klasifikasi kadar lumpur pada agregat

Agregat Halus (Pasir)	Agregat Kasar (Kerikil)
Bersih (0% - 3%)	Bersih (<1%)
Sedang (3% - 5%)	
Kotor (5% - 7%)	

B. TUJUAN

Tujuan dalam pengujian ini yaitu untuk mengetahui kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir).



C. BENDA UJI

Pasir yang butir-butirnya lolos ayakan 4,8 mm dan tertahan ayakan No. 200 (0,075 mm) sebanyak 500 gram.

D. ALAT – ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus (pasir) sebagai berikut.

1. Timbangan,
2. saringan no. 200,
3. nampan tempat penampung dan pencuci pasir,
4. tungku pengering dengan suhu sekitar 105 °C,
5. air.

E. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus (pasir) sebagai berikut.

1. Ambil pasir kering tungku seberat 500 gram (w_1).
2. Masukkan pasir tersebut ke dalam nampan pencuci dan tambahkan air secukupnya sampai semuanya terendam.
3. Nampan digoncang-goncangkan lalu tuangkan ke dalam ayakan no. 200.
4. Ulangi langkah (3) sampai air cucian tampak jernih / tidak keruh.
5. Masukkan butir-butir pasir yang tersisa di ayakan no. 200 ke dalam nampan dan keringkan kembali dalam tungku pengering selama ± 24 jam.
6. Timbang pasir kering tungku kembali (w_2).

F. HASIL PENGUJIAN

Tabel 3.1 Hasil pemeriksaan kadar lumpur

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat pasir kering tungku sebelum dicuci (W_1)			gram
Berat pasir kering tungku setelah dicuci + nampan (W_2)			gram
Berat nampan (W_3)			gram
Berat pasir kering tungku setelah dicuci (W_4)			gram
Kadar butir lolos ayakan No.200			%

Sumber: Data Praktikum Teknologi Bahan, 2019

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian gradasi butiran pasir digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. berat pasir kering tungku setelah dicuci

$$w_4 = w_2 - w_3 \quad (3.1)$$

2. kadar butir lolos ayakan no. 200

$$\% \text{ lolos} = \frac{w_1 - w_4}{w_1} \times 100\% \quad (3.2)$$

3. kadar butir lolos ayakan no. 200 rata-rata

$$\% \text{ lolos rata-rata} = \frac{\% \text{ lolos 1} + \% \text{ lolos 2}}{2} \times 100\% \quad (3.3)$$



BAB IV
PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT KASAR (KERIKIL)

A. PENDAHULUAN

Kerikil mempunyai sifat-sifat tersendiri terhadap beratnya, yang tergantung pada kekasaran permukaan, bentuk butir maupun tingkat basahnya. Oleh karena itu, untuk kerikil dikenal berat jenisnya, berat satuan, maupun berat jenuh kering muka.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sebagai berikut.

1. menentukan nilai berat jenis curah kerikil.
2. menentukan nilai berat jenis jenuh kering muka kerikil.
3. menentukan berat jenis semu / tampak kerikil.
4. menentukan besarnya persentase penyerapan air kerikil.

C. BENDA UJI

Kerikil yang tertahan pada lubang ayakan 4,8 mm sebanyak 5000 gram.

D. ALAT-ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sebagai berikut.

1. timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat kerikil.
2. oven dengan suhu sekitar 105°C.
3. keranjang kawat dengan ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
4. tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.



E. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sebagai berikut.

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran yang ada pada butir-butir kerikil.
2. Masukkan kerikil ke dalam tungku pada suhu 105°C sampai beratnya tetap.
3. Dinginkan benda uji sampai pada temperatur kamar (± 3 jam), kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (b_k).
4. Rendam benda uji dalam temperatur kamar selama ± 24 jam.
5. Ambil benda uji dari dalam air, kemudian lap dengan kain sampai kondisinya jenuh kering muka.
6. Timbang benda uji jenuh kering muka (b_j).
7. Masukkan kerikil ke dalam keranjang kawat, kemudian guncangkan agar udara yang tersekap keluar. Lalu timbang dalam air (B_a).

F. HASIL PENGAMATAN

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil

Uraian	Pengujian 1	Pengujian 2	Satuan
Berat kerikil setelah dikeringkan (B_k)			gram
Berat kerikil di dalam air (B_a)			gram
Berat kerikil keadaan jenuh kering muka (B_j)			gram

Sumber: Data Praktikum Bahan Perkerasan Jalan 2019



G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (4.1)$$

2. berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (4.2)$$

3. berat jenis tampak (*apparent spesific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (4.3)$$

4. penyerapan air agregat kasar (kerikil)

$$= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (4.4)$$



BAB V
PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT
DENGAN MESIN ABRASI LOS ANGELES

A. PENDAHULUAN

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (degradasi) diperiksa dengan menggunakan percobaan abrasi Los Angeles (Abrasion Los Angeles Test). Pengujian ini memberikan gambaran yang berhubungan dengan kekerasan dan kekuatan kerikil, serta kemungkinan terjadinya pecah butir-butir kerikil selama penumpukan, pemindahan, maupun selama pengangkutan. Kekerasan kerikil berhubungan pula dengan kekuatan beton yang dibuat. Nilai yang diperoleh dari hasil pengujian ketahanan aus ini berupa prosentase antara berat bagian yang halus (lewat lubang ayakan 2 mm) setelah pengujian dan berat semula sebelum pengujian. Makin banyak yang aus makin kurang tahan keausannya.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui ketahanan aus kerikil/batu pecah yang berhubungan dengan kekerasan dan kekuatan.

C. BENDA UJI

Bahan untuk pelaksanaan pengujian adalah 2 sampel Agregat Gradasi A dengan ukuran agregat maksimum 37,5 mm dan dengan ukuran minimum agregat adalah 9,5 mm dengan berat masing-masing sampel adalah 5000 gram.



D. ALAT-ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles sebagai berikut.

1. mesin abrasi los angeles
2. saringan no. 12 dan saringan-saringan lainnya.
3. timbangan dengan ketelitian 0,1 % terhadap berat contoh.
4. bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 390 gram sampai dengan 445 gram.
5. oven, dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
6. alat bantu pan dan kuas

E. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles sebagai berikut.

1. Cuci dan keringkan agregat gradasi a pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
2. Masukkan benda uji dan bola baja ke dalam mesin abrasi los angeles.
3. Putar mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm ; jumlah putaran gradasi a adalah 500 putaran.
4. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12 (1,7 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya keringkan dalam oven paada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.



F. HASIL PENGUJIAN

Tabel 5.1 Hasil pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles

Gradasi Pemeriksaan		Jumlah Putaran =	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat	Berat
76,2 (3")	63,5 (2 ½")		
63,5 (2 ½")	50,8 (2")		
50,8 (2")	36,1 (1 ½")		
36,1 (1 ½")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (¾")		
19,1 (¾")	12,7 (½")		
12,7 (½")	9,52 (3/8")		
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No. 4)		
4,75 (No. 4)	2,36 (No. 8)		
Jumlah berat, gram (a)			
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan, gram (b)			

Sumber: Data Praktikum Bahan Perkerasan Jalan 2019

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\text{Keausan I} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \tag{5.1}$$

$$\text{Keausan II} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \tag{5.2}$$

$$\text{Keausan rata - rata} = \frac{\text{Keausan I} + \text{Keausan II}}{2} \tag{5.3}$$

Keterangan:

a = Jumlah berat (gram)

b = Berat tertahan saringan no. 12 sesudah percobaan (gram)



BAB VI
PERHITUNGAN *MIX DESIGN* BETON
(SNI 03-2834-2000 dan ACI 211.1-91)

A. PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Dalam pembuatan beton normal, harus direncanakan kekuatannya terlebih dahulu dan dihitung proporsi dari masing-masing bahan campurannya secara tepat agar diperoleh hasil berupa beton yang kekuatannya sesuai dengan yang telah direncanakan.

B. TUJUAN

Tujuan perhitungan campuran beton normal adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui bahan campuran pembentuk beton per satuan volume.
2. Mengetahui proporsi bahan campuran pembentuk beton yang akan digunakan dalam pembuatan beton.
3. Membandingkan proporsi bahan campuran dengan metode SNI 03-2834-2000 dengan metode ACI 211.1-91.

C. *MIX DESIGN* BETON NORMAL (SNI 03-2834-2000)

Langkah-langkah perencanaan campuran beton normal sebagai berikut.

1. merencanakan kuat tekan (f_c') beton pada umur tertentu.
 $f_c' =$ **mpa**
2. menghitung deviasi standar menurut ketentuan berikut.
 - a. bila suatu produksi beton tidak mempunyai data hasil pengujian contoh beton pada masa lalu, maka nilai deviasi standar tidak dihitung.
 - b. jika jumlah contoh kurang dari 30 buah dan hanya ada sebanyak 15 sampai 29 buah hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari tabel 6.1



Tabel 6.1 Faktor modifikasi untuk deviasi standar jika jumlah pengujian kurang dari 30 contoh

Jumlah pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standar
Kurang dari 15 contoh	Gunakan tabel 5
15 contoh	1,16
20 contoh	1,08
25 contoh	1,03
30 contoh atau lebih	1,00

Sumber: SNI 03-2834-2000

- c. jika pelaksana prosedur beton mempunyai data pengalaman, maka menurut “tata cara perhitungan struktur bangunan gedung nilai deviasai ditetapkan dengan cara berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} \quad (6.1)$$

pada pengujian digunakan poin a

3. perhitungan nilai margin (m) dihitung dengan cara berikut.
- a. jika pelaksanaan mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :
- $$M = 1,34 S \quad (6.2)$$
- atau
- $$M = 2,33 S - 3,5 \quad (6.3)$$
- b. jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan dapat dilihat tabel berikut.



Tabel 6.2 Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Kuat tekan yang disyaratkan f_c' (Mpa)	Nilai tambah (Mpa)
< 21	7,0
21– 35	8,5
> 35	10,0

Pada pengujian ini dipakai $M =$

4. hitung kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$f_{cr} = f_c' + m \quad (6.4)$$

dengan : f_{cr} = kuat desak rata-rata, mpa

f_c' = kuat desak yang direncanakan, mpa

m = nilai tambah, mpa

5. menentukan jenis semen: **tipe I**
6. menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus.
- agregat kasar : batu pecah (buatan)
 - agregat halus : alami
7. menentukan faktor air semen, untuk benda uji silinder 150×30 mm, dipergunakan grafik pada lampiran 1
- didapat nilai fas =**
8. menetapkan faktor air semen maksimum dari tabel 6.3 (fas dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak).

didapat nilai fas =

Tabel 6.3 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen minimum³ Per m³ beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55 Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar b. air laut		Lihat Tabel 6

Sumber: SNI 03-2834-2000



9. menetapkan nilai slump,

Tabel 6.4 Menentukan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

Sumber: SNI 03-2834-2000

ditentukan nilai slump= cm

10. menetapkan ukuran agregat maksimum.

agregat maksimum yang digunakan sebesar mm.

11. menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus :

$$W \text{ air} = 0,67A_h + 0,33A_k = \text{ l/m}^3 \quad (6.5)$$

Dengan : A_h = prakiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 6.4)

A_k = prakiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 6.4)

Tabel 6.5 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000



12. menghitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen yaitu kadar air bebas (dari langkah ke 11) dibagi dengan faktor air semen.

$$W_s = \frac{\text{kebutuhanair}}{F_{as}} = \quad \text{kg/m}^3 \quad (6.6)$$

13. jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan dapat diabaikan.
14. menentukan jumlah semen semimum mungkin, kadar semen yang diperoleh dari hitungan jika perlu disesuaikan.

dari gambar 6.1 didapat jumlah semen minimum kg/m^3

15. menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah.
Jumlah semen tidak berubah (berdasarkan perhitungan poin12) kg/m^3 .
16. menentukan susunan besar butir agregat halus (pasir) kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayaknya menurut standar analisa yang berlaku, kurva dari pasir dapat dibandingkan dengan tabel 6.5

Tabel 6.6 Gradasi kekasaran pasir

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Ir.Kardiyono Tjokrodimuljo, M.E. Teknologi Beton. 2007

Dari hasil pengujian didapat daerah gradasi halus pada daerah

17. menentukan presentase pasir dengan menggunakan lampiran 2, dengan diketahuinya ukuran butir agregat maksimum (langkah ke-10),slump (langkah ke-9), faktor air semen (langkah ke-8) dan daerah susunan agregat (langkah



ke-14), maka jumlah presentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada lampiran 2. jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm, agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia sering kali dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 persen, maka jumlah agregat halus yang diperlukan harus dikurangi.

dari lampiran 2 diperoleh presentase jumlah pasir %, maka diperoleh agregat kasar sebesar $100\% - \% = \%$.

18. menghitung berat jenis relatif agregat menurut ketentuan berikut :
- berat jenis agregat diperoleh dari data hasil uji di laboratorium, bila tidak tersedia dapat dipakai nilai di bawah ini.
 - agregat Halus: 2,6
 - agregat Kasar: 2,7

Dari pengujian didapat B_j agregat halus dan B_j agregat kasar

- berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut :

$$B_j \text{ camp} = \frac{P}{100} \times B_j \text{ Ag Halus} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ Ag Kasar} \quad (6.7)$$

Dengan:

$B_j \text{ camp}$ = Berat jenis agregat campuran

$B_j \text{ Ag Halus}$ = Berat jenis agregat halus

$B_j \text{ Ag Kasar}$ = Berat jenis agregat kasar

P dan K = presentase agregat halus dan kasar terhadap campuran

19. menentukan berat jenis beton menurut lampiran 3, sesuai dengan kadar air dan berat jenis campuran yang sudah ditentukan. (langkah ke-11 atau ke-15).

dari lampiran 3 didapat berat beton kg/m^3 .

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

kebutuhan agregat campuran = kg/m^3

21. menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persentase pasir (langkah ke-17) dan agregat gabungan (langkah ke-20).

kebutuhan agregat halus = kg/m^3



22. menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan (langkah ke-20) dikurangi kadar agregat halus (langkah ke-21). dari langkah-langkah tersebut diatas dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m^3 beton.

kebutuhan agregat kasar = kg/m^3

PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (SNI 03-2847-2002)

Tabel 6.7 Perhitungan campuran beton

NO	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan pada umur 28 hari		Mpa
2	Deviasi Standar (sd)		
3	Nilai Tambah (M)		Mpa
4	Kuat Tekan Rata-rata rencana($f'_{cr}=f'_c+M$)		Mpa
5	Jenis Semen		
6	Jenis Agregat Halus(alami/pecahan)		
7	Jenis Agregat Kasar(alami/batupecah)		
8	Faktor Air semen		
9	FAS maksimum		
10	Di pakai FAS terkecil antara point 8 & 9		
11	Nilai Slump		cm
12	Ukuran maks agregat kasar		mm
13	kebutuhan air		liter/m ³
14	kebutuhan semen ($w_s=\text{point}13/\text{FAS}$)		kg/m ³
15	kebutuhan semen minimum		kg/m ³
16	Dipakai kebutuhan semen (terbesar point 14 & 15)		kg/m ³
17	Penyesuaian jumlah air atau FAS		
18	Daerah gradasi agregat halus		
19	Perb.agregat halus dan kasar		%
20	Bj agregat camp ($P/100*Bj$ agg.		



	hls+k/100*Bj agg. kasar)		
21	Berat Beton		kg/m ³
22	Kebutuhan Agregat camp (21-13-14)		kg/m ³
23	Keb. Agregat halus (Point 22*19)		kg/m ³
24	Keb.agregat kasar (point 22-23)		kg/m ³
Kesimpulan		1 adukan	
1.	Air		liter/m ³
2.	Semen		kg/m ³
3.	Agregat Halus		kg/m ³
4.	Agregat Kasar		kg/m ³
Total			kg/m ³

Berdasarkan hasil perhitungan, maka proporsi bahan pembentuk beton untuk ... benda uji yaitu:

Air = liter
 Semen = kg
 Pasir = kg
 Kerikil = kg
 Berat total = kg



D. MIX DESIGN BETON NORMAL (ACI 211.1-91)

Langkah-langkah perencanaan campuran beton normal sebagai berikut.

Diketahui data material sebagai berikut:

- Berat jenis agregat halus =
- Berat jenis agregat kasar =
- Berat jenis semen =
- MHB agregat halus =
- Ukuran maksimum agregat = mm
- Berat jenis SSD agregat kasar =
- Kuat tekan rencana, f_c' = MPa
- = Kg/cm^2
- Jenis konstruksi = Balok dan Kolom

1. Margin

Nilai margin (M) ditetapkan dengan menggunakan rumus :

$$M = 1,64 \times S_d \tag{6.8}$$

dengan S_d : standar deviasi (lihat Tabel 6.8)

Tabel 6.8 Nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Standar deviasi (S_d) =

2. Kuat tekan beton rencana, (f_{cr})

$$f_{cr} = f_c' + M \tag{6.9}$$



3. Penentuan nilai *slump*

Tabel 6.9 Nilai *slump* berbagai jenis konstruksi

Types of construction	Slump, mm	
	Maximum*	Minimum
Reinforced foundation walls and footings	75	25
Plain footings, caissons, and substructure walls	75	25
Beams and reinforced walls	100	25
Building columns	100	25
Pavements and slabs	75	25
Mass concrete	50	25

*May be increased 25 mm for methods of consolidation other than vibration.

Sumber: ACI 211.1-91

Digunakan nilai *slump* sebesar - mm

4. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton

Tabel 6.10 Volume air per m³ beton untuk berbagai ukuran agregat maksimum dan nilai *slump*

Water, kg/m ³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate								
Slump, mm	9.5 mm*	12.5 mm*	19 mm*	25 mm*	37.5 mm**	50 mm**†	75 mm**†	150 mm**†
Non-air-entrained concrete								
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average§ total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5****	1.0****
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5****	3.0****
Extreme exposure‡‡	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5****	4.0****

Sumber: ACI 211.1-91

Maka diperoleh nilai Wair sebesar liter.



5. Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 6.10 Faktor air semen berdasarkan nilai kuat tekan beton

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Sumber: ACI 211.1-91

Tabel 6.11 Faktor air semen untuk berbagai jenis konstruksi

Type of structure	Structure wet continuously or frequently and exposed to freezing and thawing†	Structure exposed to sea water or sulfates
Thin sections (railings, curbs, sills, ledges, ornamental work) and sections with less than 5 mm cover over steel	0.45	0.40‡
All other structures	0.50	0.45‡

*Based on ACI 201.2R.

†Concrete should also be air-entrained.

‡If sulfate resisting cement (Type II or Type V of ASTM C 150) is used, permissible water-cement ratio may be increased by 0.05.

Sumber: ACI 211.1-91

Dari kedua nilai FAS tersebut diambil nilai yang terkecil yaitu

6. Berat semen tiap 1 m³ beton

$$W_{air} =$$

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{FAS} \quad (6.10)$$

$$\text{Volume semen} = \frac{W_{semen} \text{ (ton)}}{BJ_{semen}} \quad (6.11)$$

Maka diperoleh berat semen kg/m³, dan vol. semen m³



7. Berat agregat kasar tiap 1 m³ beton

Tabel 6.12 Volume agregat kasar tiap satuan adukan beton

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli† of fine aggregate			
	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

*Volumes are based on aggregates in dry-rodded condition as described in ASTM C 29.

Sumber: ACI 211.1-91

Dari tabel diatas maka diperoleh volume agregat kasar per satuan adukan beton sebesar, $V_k =$

Sehingga berat agregat kasar (W kerikil):

$$W \text{ kerikil} = V_k \times SSD \quad (6.12)$$

$$\text{Volume agregat kasar} = \frac{W \text{ kerikil}}{BJ \text{ kerikil}} \quad (6.13)$$

Maka diperoleh berat agregat kasar sebesar kg/m^3 , dan volume agregat kasar sebesar m^3

8. Berat agregat halus tiap 1 m³ beton

$$\text{Vol. Semen} =$$

$$\text{Vol. Agregat kasar} =$$

$$\text{Vol. Air} =$$

$$\text{Vol. Udara} =$$

$$\text{Vol. Agregat halus} = 1 - (\text{vol. semen} + \text{vol. agregat kasar} + \text{vol. air} + \text{vol udara}) \quad (6.14)$$

$$W. \text{ Agregat halus} = \text{Vol. Agregat halus} \times BJ \text{ agregat halus} \quad (6.15)$$

Maka diperoleh berat agregat halus kg/m^3 .



9. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

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

$$W \text{ pasir} = \text{kg/m}^3$$

$$W \text{ kerikil} = \text{kg/m}^3$$

$$W \text{ air} = \text{kg/m}^3$$

$$\text{Perbandingan berat} = W \text{ semen} : W \text{ pasir} : W \text{ kerikil} : W \text{ air}$$

10. Kontrol hitungan

$$W \text{ semen} + W \text{ Pasir} + W \text{ kerikil} + W \text{ air} = \text{kg/m}^3 \quad (6.16)$$

Dari berat total tersebut, kemudian hasil dibandingkan dengan data berat beton segar pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Estimasi berat beton segar

Nominal maximum size of aggregate, mm	First estimate of concrete unit mass, kg/m ³ *	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Sumber: ACI 211.1-91



11. Kesimpulan

Tabel 6.14 Hasil perhitungan campuran adukan beton metode ACI

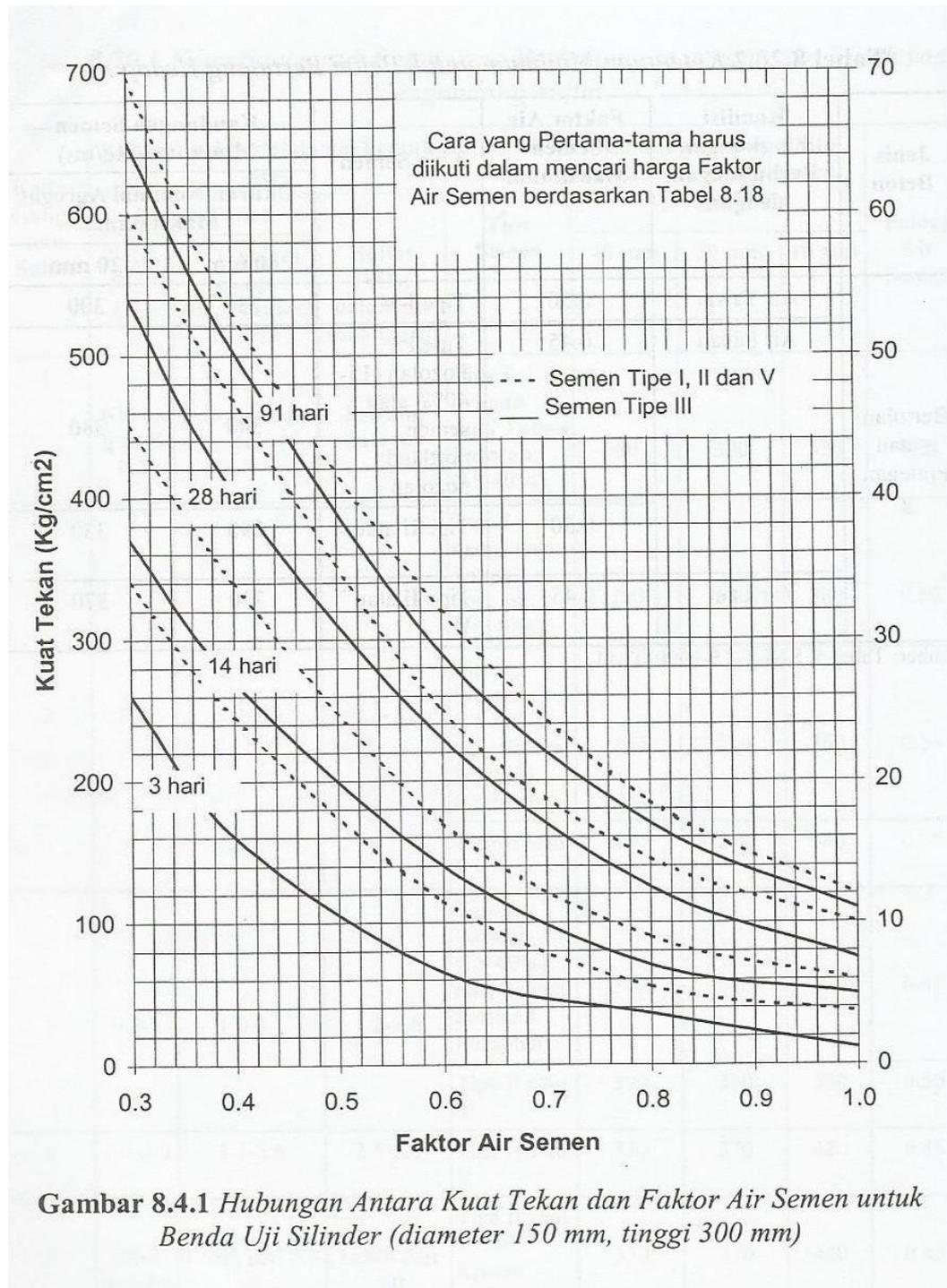
Kuat tekan beton umur 28 hari ($f'c$)	
Nilai tambah (margin)	
Kuat tekan rata – rata perlu ($f'cr$)	
Jenis Semen	Tipe I (Portland Cement)
MHB agregat halus (pasir)	
MHB agregat kasar (kerikil)	
Faktor air semen (fas)	
Nilai slump rencana	
Ukuran maksimum agregat	
Proporsi agregat halus dan kasar terhadap agregat campuran	-----
Perkiraan berat beton per m^3	
Kebutuhan semen per m^3 beton	
Kebutuhan agregat halus (pasir) per m^3 beton	
Kebutuhan agregat kasar (kerikil) per m^3 beton	
Kebutuhan air per m^3 beton	
Perbandingan berat ($Ws : Wp : Wk : Wa$)	

Proporsi bahan pembentuk beton metode ACI 211.1-91 untuk ... benda uji yaitu:

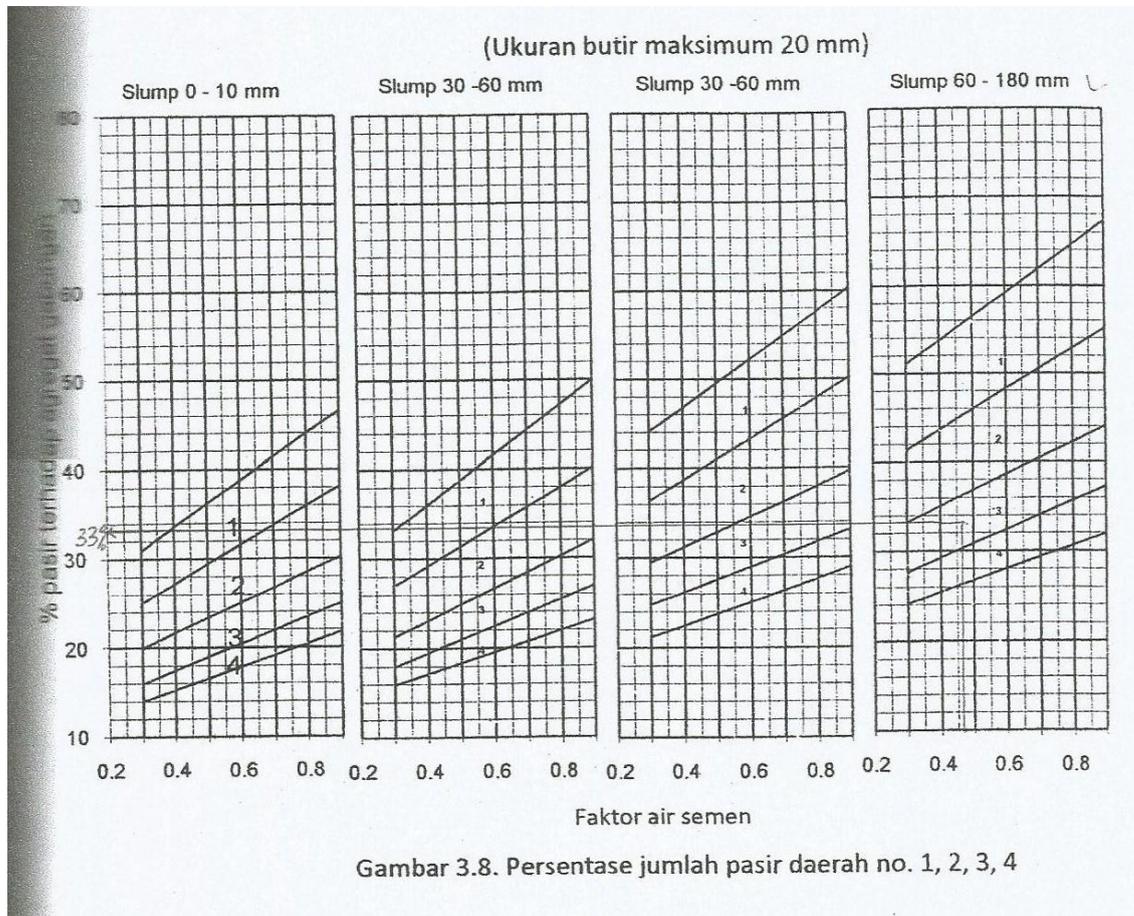
Air = liter
 Semen = kg
 Pasir = kg
 Kerikil = kg
 Berat total = kg



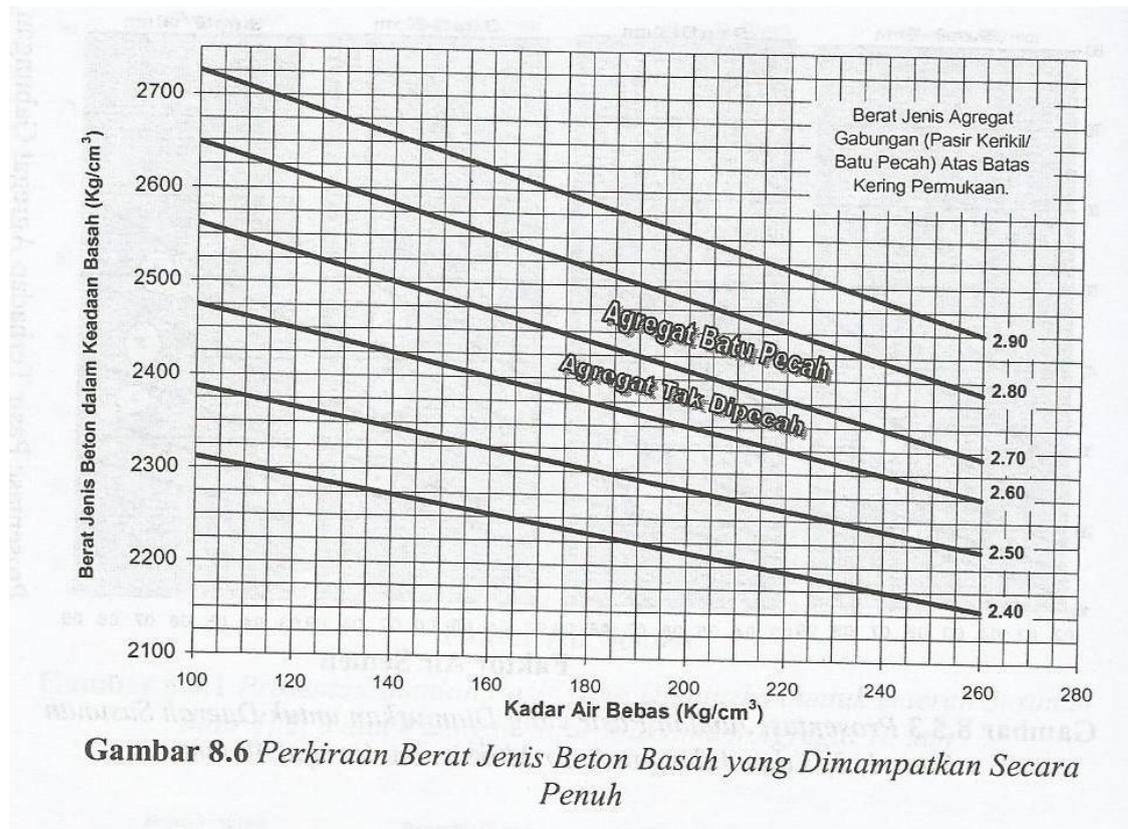
LAMPIRAN 1



LAMPIRAN 2



LAMPIRAN 3



BAB VII

PEMBUATAN BETON SEGAR

A. PENDAHULUAN

Pada percobaan ini diuraikan cara-cara mencampurkan bahan-bahan dasar pembuatan beton, cara pengadukan beton segar, pembuatan silinder beton, pemeriksaan slam beton segar hingga pemeriksaan *bleeding* beton segar untuk pengujian kuat tekan (desak) beton. Pada setiap pengerjaan beton, ada hal-hal penting yang harus diperhatikan salah satu diantaranya adalah kelecakan (*consistency*) beton segar. Kelecakan beton biasanya diperiksa dengan uji slam untuk mengetahui seberapa besar penurunan beton segar. Setelah diperoleh nilai slam, nilai tersebut akan dipakai sebagai tolak ukur kelecakan beton segar untuk kemudahannya dalam pengerjaan beton. Pemeriksaan *bleeding* beton segar ini meliputi cara-cara untuk menetapkan *bleeding*, yaitu laju dan jumlah air yang keluar dari adukan beton segar. Dengan langkah-langkah dan cara yang tepat, benda uji yang dihasilkan diharapkan mampu memenuhi spesifikasi.

B. TUJUAN

Tujuan pengadukan beton dan pembuatan silinder beton adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui reaksi yang terjadi dalam adukan dan mengetahui bahan-bahan yang digunakan sesuai syarat yang telah ditentukan.
2. Menghasilkan *sample* beton untuk bahan uji.
3. Mengetahui hasil dari percobaan yaitu berat beton yang dihasilkan.
4. Mengetahui pengaruh besar kecilnya nilai slam pada beton segar.
5. Mengetahui pengaruh nilai slam terhadap mutu beton.
6. Mengetahui jumlah air yang keluar per cm^2 pada permukaan beton uji.
7. Mengetahui pengaruh *bleeding* terhadap beton.



C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu:

1. Pengadukan Beton dan Pembuatan Silinder Beton

a. Alat

- a. Tempat adukan.
- b. Cetok (sendok pengaduk).
- c. Ember.
- d. Gelas ukur 1000 ml.
- e. Timbangan (neraca *ohaus*).
- f. Plastik.
- g. Cetakan silinder beton
- h. Kaliper.
- i. Timbangan duduk.
- j. Batang baja (penumbuk).
- k. Mesin *mixer*

b. Bahan

- a. Air = liter.
- b. Semen. = gram.
- c. Pasir = gram.
- d. Kerikil = gram.

2. Pemeriksaan Slum

a. Alat

- a. Corong berbentuk kerucut terpancung dengan ukuran sebagai berikut.

- a) Diameter atas = cm
- b) Diameter bawah = cm
- c) Tinggi = cm

- b. Batang baja.
- c. Kaliper.



- d. Alat-alat untuk membuat beton segar.
 - e. Penggaris
 - b. Bahan yang digunakan adalah adukan beton segar sebelum dimasukkan pada cetakan.
3. Pemeriksaan *Bleeding*
- a. Alat
 - a. Pipet kaca.
 - b. Gelas ukur 20 ml.
 - c. Stopwatch.
 - b. Bahan yang digunakan adalah adukan beton segar yang telah dimasukkan pada cetakan.

D. PELAKSANAAN

1. Pengadukan Beton
 - a. Tentukan kuat tekan rencana (F_c').
 - b. Tentukan proporsi bahan campuran beton yang akan digunakan berdasarkan perhitungan *mix design*.
 - c. Timbang bahan campuran pembentuk beton.
 - d. Masukkan bahan campuran beton yang telah ditimbang kedalam mesin *mixer*, lalu nyalakan mesin *mixer* agar adonan tercampur merata.
 - e. Masukkan air kedalam campuran agregat sedikit demi sedikit. Jika adonan sudah matang, lalu mesin *mixer* dimatikan dan tuangkan adonan beton ke wadah.
2. Pembuatan Silinder Beton
 - a. Lapisi sisi dalam cetakan silinder dengan oli.
 - b. Isi tiap cetakan dalam 3 lapis, masing-masing sepertiga dari volumenya.
 - c. Tusuk setiap lapis sebanyak 25 kali dan tidak boleh masuk ke dalam lapisan beton sebelumnya.
 - d. Ratakan bagian atasnya dengan cetok dan membersihkannya dari beton



yang tercecer setelah lapisan terakhir selesai ditusuk.

3. Pemeriksaan Slam

- a. Basahi kerucut abras, meletakkan ditempat basah, rata, teduh dan tidak menyerap air.
- b. Isi kerucut dalam 3 lapis, masing-masing sepertiga dari volumenya.
- c. Tusuk setiap lapis sebanyak 25 kali dan tidak boleh masuk kepermukaan beton sebelumnya.
- d. Ratakan bagian atasnya dan membersihkan dari beton segar tercecer, setelah lapisan terakhir ditusuk,
- e. Tunggu sekitar 30 detik, dan menarik kerucut tegak lurus vertikal dengan perlahan.
- f. Letakkan tabung kerucut disamping beton segar tadi kemudian mengukur nilai slam yang terjadi menggunakan penggaris.
- g. Ulang sebanyak dua kali, kemudian mencari nilai rata-rata untuk mendapat nilai.

4. Pemeriksaan *Bleeding*

- a. Timbang tiap cetakan yang berisi beton segar dan mencatat beratnya setelah permukaan atas diratakan.
- b. Letakkan cetakan tersebut diatas tempat yang rata dan terbebas dari getaran.
- c. Kumpulkan air yang keluar dari dalam beton dengan cara disedot dengan pipet.
- d. Masukkan air dari pipet kedalam gelas ukur untuk diukur volumenya. Waktu pengambilannya setiap 10 menit, sampai air yang keluar habis.
- e. Hitung total jumlah air yang keluar pada tiap cetakan bila air di permukaan telah habis.
- f. Letakkan cetakan berisi beton pada tempat yang lembab.



E. DATA HASIL PENGUJIAN

1. Hasil Pengadukan Beton dan Pembuatan Silinder Beton

Tabel 7.1 Kebutuhan bahan - bahan untuk satu adukan

Bahan	Merk / Asal	Berat	Satuan
Air			liter
Semen			gr
Pasir			gr
Kerikil			gr
total			gr

Berat cetakan silinder =gram.

Berat beton + silinder =gram.

Berat beton =gram.

2. Hasil Pemeriksaan Slam

Pemeriksaan I : cm

Pemeriksaan II : cm

3. Hasil Pemeriksaan *Bleeding*

Berat adukan..... kg

Bejana : Berat kosong (A)..... gr.,

Diameter dalam..... mm.

Tinggi bag. Dalam : mm

Volume bejana (V) : dm³

Berat bejana berisi beton segar (B)..... gr.

Berat beton segar (B - A) :..... gr

Berat satuan beton segar, (B - A) / V kg/ dm³



Tabel 7.2 Hasil pemeriksaan *bleeding*

Pemeriksaan	Waktu, menit	Volume air, ml
I	0 – 10	
II	10 – 20	
III	20 – 30	

Jumlah = ml
 = % dari air semua
 = ml/ cm² luas

F. ANALISIS HITUNGAN

1. Analisis Hitungan Slum

Nilai slam rata-rata.

$$\text{Slam rata-rata} = \frac{\text{pemeriksaan I} + \text{pemeriksaan II}}{2} \quad (7-1)$$

=

=

Sketsa uji slam beton



2. Analisis Hitungan *Bleeding*

Jumlah air dalam beton segar:

$$B = \frac{C \times E}{D} \quad (7-2)$$

Jumlah air yang keluar:

$$F = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (7-3)$$

Jumlah air yang keluar per cm² luas permukaan beton segar

$$G = \frac{A}{L} \quad (7-4)$$

Keterangan :	A = Jumlah <i>bleeding</i>	(ml)
	B = Jumlah air dalam beton	(ml)
	C = Berat beton dalam bejana	(gr)
	D = Berat adukan total	(gr)
	E = Volume air	(ml)
	F = Jumlah air yang keluar	(%)
	G = Jumlah air per cm ²	(ml/cm ²)
	L = Luas permukaan beton segar	(cm ²)



BAB VIII

PEMBUATAN BETON BERTULANG

A. PENDAHULUAN

Beton bertulang merupakan beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan, dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

B. TUJUAN

Tujuan perhitungan campuran beton normal adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui metode pemasangan tulangan beton.
2. Mengetahui metode pengecoran beton bertulang.

C. BENDA UJI

1. Adukan beton segar
2. Baja, diameter 8 mm : 4 buah @ 520 mm
diameter 6 mm : 5 buah @ 340 mm
3. Kawat bendrat

D. PEMBUATAN BETON *DECKING* (TAHU BETON)

1. Alat
 - a. Gunting kawat bendrat
 - b. Sendok spesi
 - c. Meteran
 - d. Alas plastik
2. Langkah kerja
 - a. Siapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan.
 - b. Siapkan cetakan beton *decking* yang berukuran 5 x 5 cm.
 - c. Letakkan cetakan diatas plastik.

- d Siapkan kawat pengikat tulangan, bentuk kawat tersebut dengan memuntir kedua ujung kawat.
- e Aduk bahan hingga merata campurannya.
- f Tuangkan adukan ke dalam cetakan sampai padat dan rata.
- g Tunggu adukan sedikit mengering.
- h Rekatkan ke potongan-potongan adukan 1 per 1 kawat bendrat yang telah di pelintir bagian bawahnya, sehingga kawat bendrat yang muncul kepermukaan adukan setinggi 6 cm.
- i Biarkan adukan mengeras (± 1 hari), setelah itu pisahkan beton *decking* tersebut.

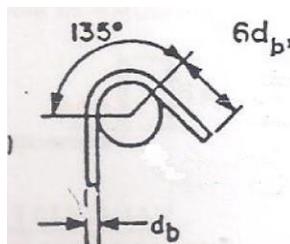
E. PEMBUATAN BALOK BETON

1. Alat

- a Pemotong besi
- b Gunting bendrat
- c Kakatua
- d Palu
- e Meteran
- f Sendok spesi
- g Wadah adukan

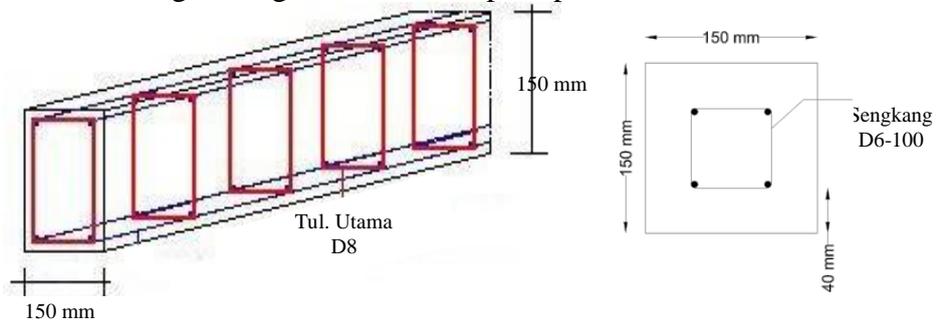
2. Langkah kerja

- a Siapkan cetakan balok beton berukuran 60 x 15 x 15 cm dan olesi dengan oli.
- b Bengkokkan besi tulangan pokok dan sengkang sesuai dengan yang disyaratkan. (lihat Gambar 8.1)



Gambar 8.1 Detail pembengkokan sengkang

c Rakit tulangan dengan ketentuan seperti pada Gambar 8.2



Gambar 8.2 Detail penulangan beton bertulang

- d Letakkan tahu beton kedalam mal.
- e Letakkan tulangan yang telah dirakit kedalam mal.
- f Aduk spesi sesuai dengan perhitungan.
- g Masukkan spesi kedalam mal yang telah diberi tulangan.

F. HASIL PERENCANAAN

Tabel 8.1 Kebutuhan bahan untuk 1 benda uji balok beton

Bahan	Merk / Asal	Berat	Satuan
<i>Air</i>			liter
Semen			gr
Pasir			gr
Kerikil			gr

Jumlah total bahan =gram

Faktor air semen =.....

Berat cetakan balok =gram



BAB IX
UJI TEKAN SILINDER BETON

A. PENDAHULUAN

Sifat fisik mekanika beton dapat diketahui dengan menguji silinder beton. Beton yang diujia dalah beton dengan umur 3 atau 7 hari yang kemudian kuat tekannya akan dikonversikan ke 28 hari menggunakan faktor konversi yang ada pada Tabel 9.1 untuk mengetahui kekuatan maksimum dari beton tersebut.

Tabel 9.1 Rasio kuat tekan terharap umur beton

Umur (hari)	Rasio kuat tekan
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00
90	1,20
365	1,35

Sumber: PBI-1971

B. TUJUAN

Tujuan yang digunakan dalam uji tekan beton sebagai berikut.

1. mengetahui nilai kuat tekan dari silinder beton umur 3 atau 7 hari.
2. mengetahui nilai kuat tekan dari silinder beton umur 28 hari.
3. mengetahui nilai modulus elastisitas beton.

C. ALAT DAN BAHAN

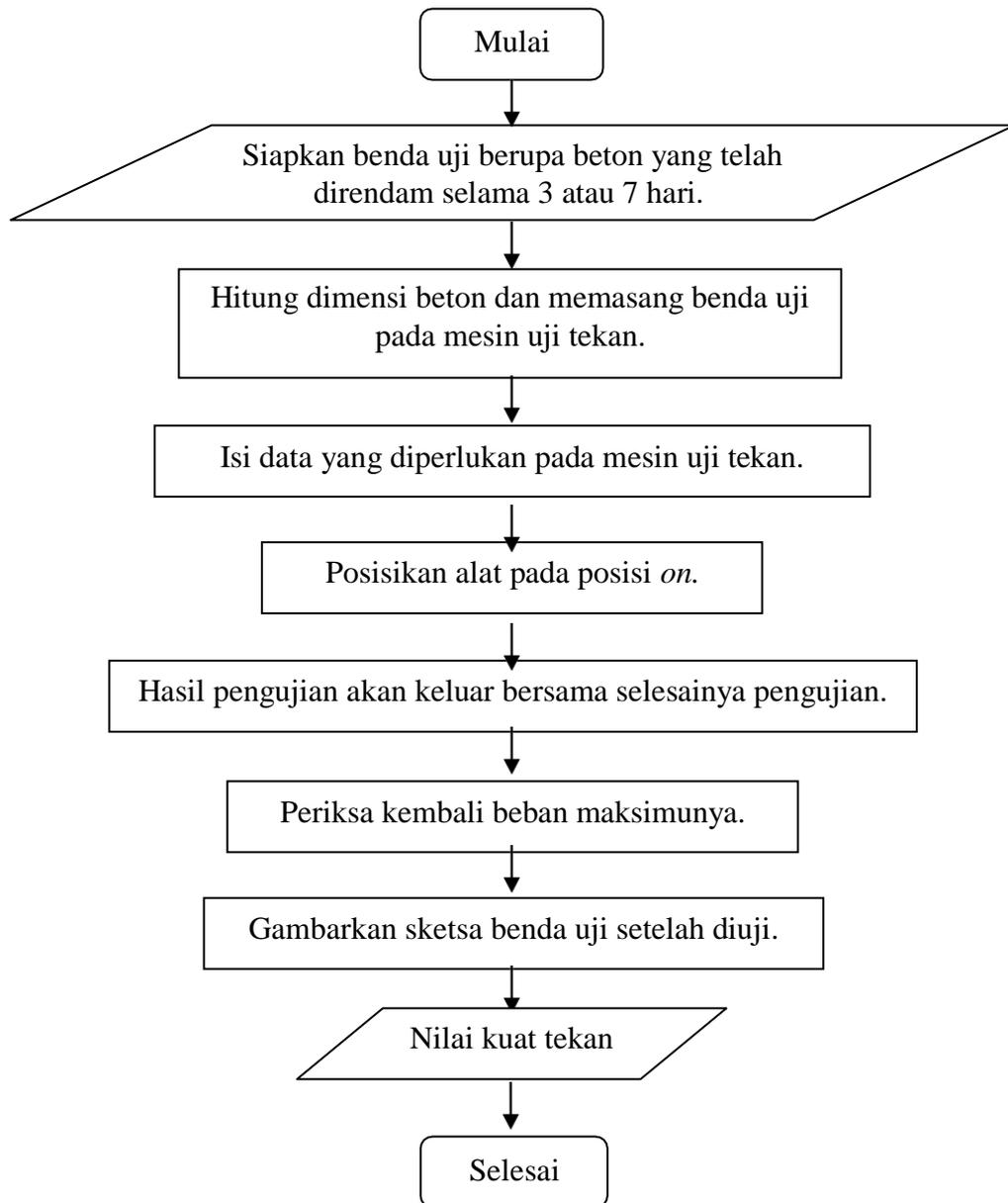
Alat-alat yang digunakan dalam uji tekan beton sebagai berikut.

1. alat
 - a. kaliper
 - b. alat uji tekan *concrete compression tester machine*.
 - c. timbangan



2. bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah silinder beton yang telah dibuat pada percobaan sebelumnya.

D. BAGAN ALIR PENGUJIAN



Gambar 9.1 Bagan alir pengujian tekan beton



E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tekan beton adalah sebagai berikut.

Tabel 9.1 Kebutuhan bahan- bahan untuk satu adukan

Bahan	Merk / asal	Berat, kg
Air		
Semen		
Pasir		
Kerikil		

Jumlah : kg
 Faktor air semen :
 Slam : mm
 Dicitak tgl : / / 20.. Umur hari
 Berat beton : kg
 Diameter 1 : mm
 Diameter 2 : mm
 Diameter rata- rata : mm
 Luas tampang : mm
 Tinggi : mm

F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk uji tekan silinder beton digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. Volume beton:

$$V = A \times t \tag{9.1}$$

2. Berat volume beton:

$$\gamma = \frac{W \text{ beton}}{V \text{ beton}} \tag{9.2}$$

3. Kuat tekan maksimum 7 hari

$$F_c = \frac{P \text{ max}}{A} \tag{9.3}$$



4. Kuat tekan maksimum 28 hari

$$F_c = \frac{F_c \text{ 7 hari}}{\text{rasio kuat tekan}} \quad (9.4)$$

5. Modulus elastisitas beton

$$E = 4700 \times \sqrt{F_c'} \quad (9.5)$$

Keterangan:

A	= Luas penampang	(cm ²)
t	= Tinggi	(cm)
γ	= Berat volume beton	(gr/cm ³)
W	= Berat beton	(gr)
V	= Volume beton	(cm ³)
F _c '	= Kuat tekan maksimum	(MPa)
P max	= Beban maksimum	(kg)
E	= Modulus elastisitas	(MPa)



BAB X

UJI LENTUR BALOK BETON BERTULANG

A. PENDAHULUAN

Kuat lentur beton merupakan nilai lentur max dari beton biasa (tanpa ada tulangan) yang diletakkan diatas 2 tumpuan kemudian diberikan beban terpusat ditengah bentang sehingga menghasilkan momen lentur yang mengalihkan tegangan-tegangan tarik pada bagian bawah dan tegangan-tegangan tekan pada bagian atas balok. Balok tersebut patah akibat tegangan tarik dari kekuatan lentur yang dihasilkan

B. TUJUAN

Tujuan pengujian lentur balok beton adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui besarnya kemampuan kuat lentur balok beton bertulang.
2. Mengetahui parameter kuat lentur dari pengujian laboratorium.
3. Membandingkan kuat lentur balok beton bertulang dengan tanpa tulangan dengan metode kuat lentur teoritis.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian lentur balok beton bertulang adalah sebagai berikut.

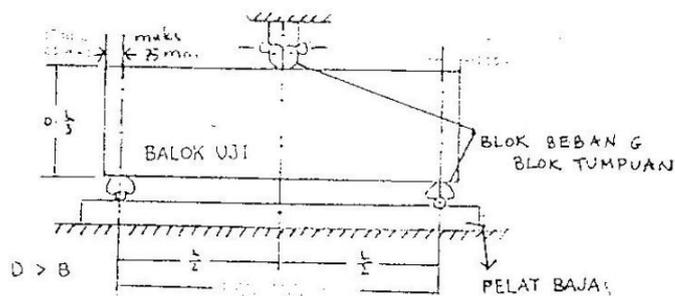
1. Alat
 - a. Alat uji lentur beton.
 - b. Tumpuan.
 - c. Kaliper.
 - d. Timbangan.
 - e. Kapur.
 - f. Penggaris 1 m atau meteran.
2. Bahan

Balok beton bertulang.



D. LANGKAH PENGUJIAN

1. Selama pengujian berlangsung kedua blok tumpuan tidak boleh bergeser sehingga bentang balok berubah lebih dari 2,5 mm.
2. Bentang di antara kedua blok tumpuan adalah 450 mm dengan toleransi 9 mm
3. Jarak beban tunggal terpusat ke tumpuan terdekat adalah 225 mm dengan toleransi 4,5 mm.
4. Siapkan benda uji yang telah direndam.
5. Timbang benda uji, kemudian catat.
6. Letakkan benda uji pada tumpuan dimana jarak tumpuan dari ujung tepi balok maksimal 7,5 cm sesuai dengan Gambar 11.1



Gambar 10.1 Skema pembebanan balok beton

7. Blok beban diturunkan perlahan-lahan sampai menempel pada bidang atas balok, dan memberikan beban sebesar 3 % sampai 6 % beban maksimum yang diperkirakan dapat dicapai.
8. Kecepatan pembebanan harus kontinu tanpa menimbulkan efek kejutan dan memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pada pembebanan sampai mencapai ± 50 % dari beban maksimum yang diperkirakan, kecepatan pembebanan boleh lebih cepat dari 6 kN.
 - b. Sesudah itu, sampai terjadi keruntuhan balok uji, kecepatan pembebanan harus diatur antara 4,3 kN sampai 6 kN per menit.
9. Pengukuran lebar dan tinggi penampang adalah lebar rata-rata dan tinggi rata-rata minimum dari tiga kali pengukuran.

E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji lentur beton bertulang adalah sebagai berikut.

Tabel 10.1 Hasil pengujian uji lentur balok beton bertulang

Benda Uji	Panjang (L) (mm)	Lebar (b) (mm)	Tinggi (d) (mm)	Beban (P) (N)	Modulus Runtuh (R) (MPa)
1					
2					
3					

Sumber: *Data Praktikum Teknologi Bahan, 2019*

Tabel 10.2 Hasil pengujian uji lentur balok beton bertulang

NO	Waktu (detik)	Beban	Kelenturan	
			DIV	mm
1				
2				
...				

Sumber: *Data Praktikum Teknologi Bahan, 2019*

F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian balok beton bertulang digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\text{Kuat lentur teoritis (T)} = 0,94 \times \sqrt{f_c'} \quad (10.1)$$

$$\text{Kuat lentur beton (R)} = \frac{P \times L}{b \times d^2} \quad (10.2)$$

Keterangan f_c' = Kuat tekan beton pada usia 28 hari (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tinggi benda uji (mm)



BAB XI

PEMBUATAN BETON GEOPOLYMER

A. PENDAHULUAN

Dari waktu ke waktu kebutuhan semen sebagai bahan pengikat dalam adonan beton semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan pembangunan infrastruktur di setiap daerah di Indonesia. Hal ini menyebabkan kandungan CO₂ di udara semakin meningkat, mengingat bahwa setiap 1 ton produksi semen akan menghasilkan 1 ton CO₂ yang akan tersebar di atmosfer. Maka dari itu, diperlukan adanya bahan pengganti yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam adonan beton.

Abu terbang atau *fly ash* merupakan salah satu hasil produk sampingan yang dapat digunakan untuk menggantikan semen karena memiliki sifat pozzolan di dalamnya dan apabila bereaksi secara kimia dengan cairan alkalin pada temperatur tertentu akan membentuk material yang memiliki sifat seperti semen.

B. TUJUAN

Tujuan dari pembahasan ini adalah,

1. Mengetahui definisi dari beton geopolymer
2. Mengetahui bahan penyusun dari beton geopolymer
3. Mengetahui kegunaan dari *superplasticizer*
4. Mengetahui perbedaan antara beton konvensional dengan beton geopolymer

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan beton geopolymer antara lain,

1. Alat
 - a. Tempat adukan.
 - b. Cetok (sendok pengaduk).
 - c. Ember.
 - d. Gelas ukur 1000 ml.
 - e. Timbangan (neraca *ohaus*).
 - f. Plastik.
 - g. Cetakan silinder beton



- h. Kaliper.
- i. Timbangan duduk.
- j. Batang baja (penumbuk).
- k. Mesin *mixer*
- l. *Aluminium foil*

2. Bahan

- m. Air = liter.
- n. *Fly Ash* = gram.
- o. Pasir = gram.
- p. Kerikil = gram.
- q. Natrium Hidroksida (NaOH) = gram
- r. Natrium Silikat (Na_2SiO_3) = gram
- s. *Superplasticizer* (1%) = gram
(*Sika Viscocrete-10*)

Alat dan bahan untuk pengecekan nilai *Slump*

1. Alat

- a. Corong berbentuk kerucut terpancung dengan ukuran sebagai berikut.
 - a) Diameter atas = cm
 - b) Diameter bawah = cm
 - c) Tinggi = cm
- b. Batang baja
- c. Kaliper
- d. Alat-alat untuk membuat beton segar
- e. Penggaris

- 2. Bahan yang digunakan adalah adukan beton geopolimer segar sebelum dimasukkan pada cetakan.

Alat dan bahan untuk pengecekan nilai *bleeding*

1. Alat

- a. Pipet kaca
- b. Gelas ukur 20 ml



- c. Stopwatch
- 2. Bahan yang digunakan adalah adukan beton geopolymer segar yang telah dimasukkan pada cetakan.

D. LANGKAH - LANGKAH

1. Pembuatan beton geopolymer
 - a. Tentukan nilai f_c'
 - b. Tentukan proporsi bahan campuran beton geopolymer yang akan digunakan berdasarkan perhitungan *mix design*.
 - c. Timbang dan ukur kebutuhan bahan yang diperlukan.
 - d. Agregat kasar dan agregat halus di campur diatas nampan.
 - e. Campur larutan alkali aktivator yaitu Sodium Hidroksida dan Sodium Silikat kedalam ember.
 - f. Campurkan *fly ash* dengan larutan aktivator.
 - g. Tambahkan *Superplasticizer* ke dalam campuran tersebut.
 - h. Setelah tercampur rata, tuangkan air ke dalam ember sehingga membentuk pasta geopolymer.
 - i. Pasta geopolymer dicampur dan diaduk diatas nampan bersama dengan agregat kasar dan agregat halus dan dilakukan pengujian *Slump*.
 - j. Kemudian campuran beton geopolymer dicetak ke cetakan silinder yang sudah diberi oli sebelumnya, dengan dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali setiap campuran beton mengisi sepertiga tinggi dari cetakan silinder tersebut.
2. Pengujian *Slump*
 - a. Kerucut abrams dibasahi dan diletakkan ditempat basah, rata, teduh dan tidak menyerap air.
 - b. Kerucut diisi dalam 3 lapis, masing-masing sepertiga dari volumenya.
 - c. Setiap lapis ditusuk sebanyak 25 kali dan tidak boleh masuk kepermukaan beton sebelumnya.
 - d. Bagian atasnya diratakan dan dibersihkan dari beton segar tercecer, setelah lapisan terakhir ditusuk,
 - e. Sekitar 30 detik kerucut ditarik tegak lurus vertical dengan perlahan.



- f. Tabung kerucut diletakkan disamping beton segar tadi kemudian nilai slam diukur menggunakan penggaris.
- g. Ulang sebanyak dua kali, kemudian cari nilai rata-rata untuk mendapat nilai.

3. Pengujian *Bleeding*

- a. Tiap cetakan yang berisi beton segar ditimbang dan dicatat beratnya setelah permukaan atas diratakan.
- b. Cetakan tersebut diletakkan diatas tempat yang rata dan terbebas dari getaran.
- c. Air yang keluar dari dalam beton dikumpulkan dengan cara disedot dengan pipet.
- d. Air dari pipet dimasukkan kedalam gelas ukur untuk diukur volumenya. Waktu pengambilannya setiap 10 menit, sampai air yang keluar habis.
- e. Total jumlah air yang keluar pada tiap cetakan dihitung bila air di permukaan telah habis.
- f. Cetakan berisi beton diletakkan pada tempat yang lembab.

4. Perawatan benda uji

- a. Setelah 24 jam maka cetakan silinder beton dibuka, lalu beton geopolimer dilapisi *aluminium foil*.
- b. Kemudian beton diberikan kertas label
- c. Beton dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 60° C
- d. Setelah itu, beton didiamkan dalam suhu ruang selama 1 hari dan siap diuji kuat tekannya.

5. Uji kuat tekan beton

Pada beton geopolimer diuji dengan alat uji tekan *concrete compression tester machine* untuk mengetahui nilai kuat tekan dari beton tersebut.



E. DATA HASIL PENGUJIAN

1. Hasil Pengadukan Beton dan Pembuatan Silinder Beton Geopolimer

Tabel 11.1 Kebutuhan bahan – bahan untuk satu adukan

Bahan	Merk / Asal	Berat	Satuan
Air			Liter
<i>Fly Ash</i>			gr
Pasir			gr
Natrium Hidroksida			gr
Sodium Silikat			gr
<i>Superplasticizer</i>	Sika Viscocrete-10		gr
Total			gr

Berat cetakan silinder = gram.

Berat beton + silinder = gram.

Berat beton = gram.

Hasil Pemeriksaan Slam

Pemeriksaan I : cm

Pemeriksaan II : cm

2. Hasil Pemeriksaan *Bleeding*

Berat adukan = kg

Bejana : Berat kosong (A) = gr.,

Diameter dalam = mm.

Tinggi bag. Dalam = mm

Volume bejana (V) = dm³

Berat bejana berisi beton segar (B) = gr.

Berat beton segar (B – A) = gr

Berat satuan beton segar, (B – A) / V = kg/ dm³



Tabel 11.2 Hasil pemeriksaan *bleeding*

Pemeriksaan	Waktu, menit	Volume air, ml
I	0 – 10	
II	10 – 20	
III	20 – 30	

Jumlah = ml
 = % dari air semua
 = ml/ cm² luas

3. Data hasil uji tekan beton adalah sebagai berikut.

Berat adukan : kg
 Faktor air semen : .
 Slam : mm
 Ditetapkan tgl : .../... / 20... Umur : hari
 Berat beton : kg
 Diameter 1 : mm
 Diameter 2 : mm
 Diameter rata-rata : mm
 Luas tampang : mm²
 Tinggi : mm

F. ANALISIS HITUNGAN

1. Analisis kebutuhan Natrium Hidroksida dan Sodium Silikat

Contoh Perhitungan

Jika berdasarkan perancangan SK-SNI didapat kebutuhan bahan susun untuk 1 m³ beton konvensional :

Agregat Kasar = 1037,50 kg
 Agregat Halus = 650,80 kg
 Semen = 501,50 kg
 Air = 186,90 kg



Maka kebutuhan yang harus diganti oleh pasta geopolimer yaitu pasta semen (semen + air) sebesar = $501,50 + 186,90 = 688,40$ kg, sedangkan kebutuhan agregat kasar dan halus sama.

Jika digunakan perbandingan alkali aktivator (natrium hidroksida + sodium silikat) dengan *Fly Ash* + Air = 30% : 70%, maka :

$$\text{Kebutuhan natrium hidroksida + sodium silikat} = 0,3 \times 688,40 = 206,52 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan } \textit{Fly Ash} + \text{air} = 0,7 \times 688,40 = 481,88 \text{ kg}$$

Jika digunakan perbandingan air dengan *Fly Ash* = 1 : 4,44 maka :

$$\text{Kebutuhan air} = 1/(1+4,44) \times 481,88 = 88,58 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan } \textit{Fly Ash} = 4,44/(1+4,44) \times 481,88 = 393,30 \text{ kg}$$

Jika digunakan perbandingan natrium hidroksida dengan sodium silikat = 1 : 1,5 maka :

$$\text{Kebutuhan natrium hidroksida} = 1/(1+1,5) \times 393,30 = 82,61 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan sodium silikat} = 1,5/(1+1,5) \times 393,30 = 123,91 \text{ kg}$$

2. Analisis Hitungan Slum

Nilai slam rata-rata.

$$\begin{aligned} \text{Slam rata-rata} &= \frac{\text{pemeriksaan I} + \text{pemeriksaan II}}{2} & (11-1) \\ &= \\ &= \end{aligned}$$

Sketsa uji slam beton

3. Analisis Hitungan *Bleeding*

Jumlah air dalam beton segar:

$$B = \frac{C \times E}{D} \quad (11-2)$$

Jumlah air yang keluar:

$$F = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (11-3)$$

Jumlah air yang keluar per cm² luas permukaan beton segar

$$G = \frac{A}{L} \quad (11-4)$$

Keterangan :

A = Jumlah <i>bleeding</i>	(ml)
B = Jumlah air dalam beton	(ml)
C = Berat beton dalam bejana	(gr)
D = Berat adukan total	(gr)
E = Volume air	(ml)
F = Jumlah air yang keluar	(%)
G = Jumlah air per cm ²	(ml/cm ²)
L = Luas permukaan beton segar	(cm ²)

3. Perhitungan untuk uji tekan silinder beton digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

Volume beton:

$$V = A \times t \quad (11.5)$$

Berat volume beton:

$$\gamma = \frac{W \text{ beton}}{V \text{ beton}} \quad (11.6)$$

Kuat tekan maksimum 7 hari

$$F_c = \frac{P \text{ max}}{A} \quad (11.7)$$

Kuat tekan maksimum 28 hari

$$F_c = \frac{F_c \text{ 7 hari}}{\text{rasio kuat tekan}} \quad (11.8)$$

Modulus elastisitas beton

$$E = 4700 \times \sqrt{F_c'} \quad (11.9)$$



Keterangan:

A	= Luas penampang	(cm ²)
t	= Tinggi	(cm)
γ	= Berat volume beton	(gr/cm ³)
W	= Berat beton	(gr)
V	= Volume beton	(cm ³)
Fc'	= Kuat tekan maksimum	(MPa)
P max	= Beban maksimum	(kg)
E	= Modulus elastisitas	(MPa)



BAB XII

UJI BERAT JENIS, KADAR AIR, DAN SUSUT KAYU

A. PENDAHULUAN

Pengujian berat jenis dan kadar air kayu merupakan hal yang penting guna mengetahui kualitas kayu, serta apakah kayu-kayu tersebut mengalami kering atau tidak. Selain itu dipercobaan ini juga menguji susut kayu untuk berbagai arah yaitu arah longitudinal, tangensial, dan radial.

B. TUJUAN

Tujuan dalam uji berat jenis, kadar air, dan susut kayu sebagai berikut.

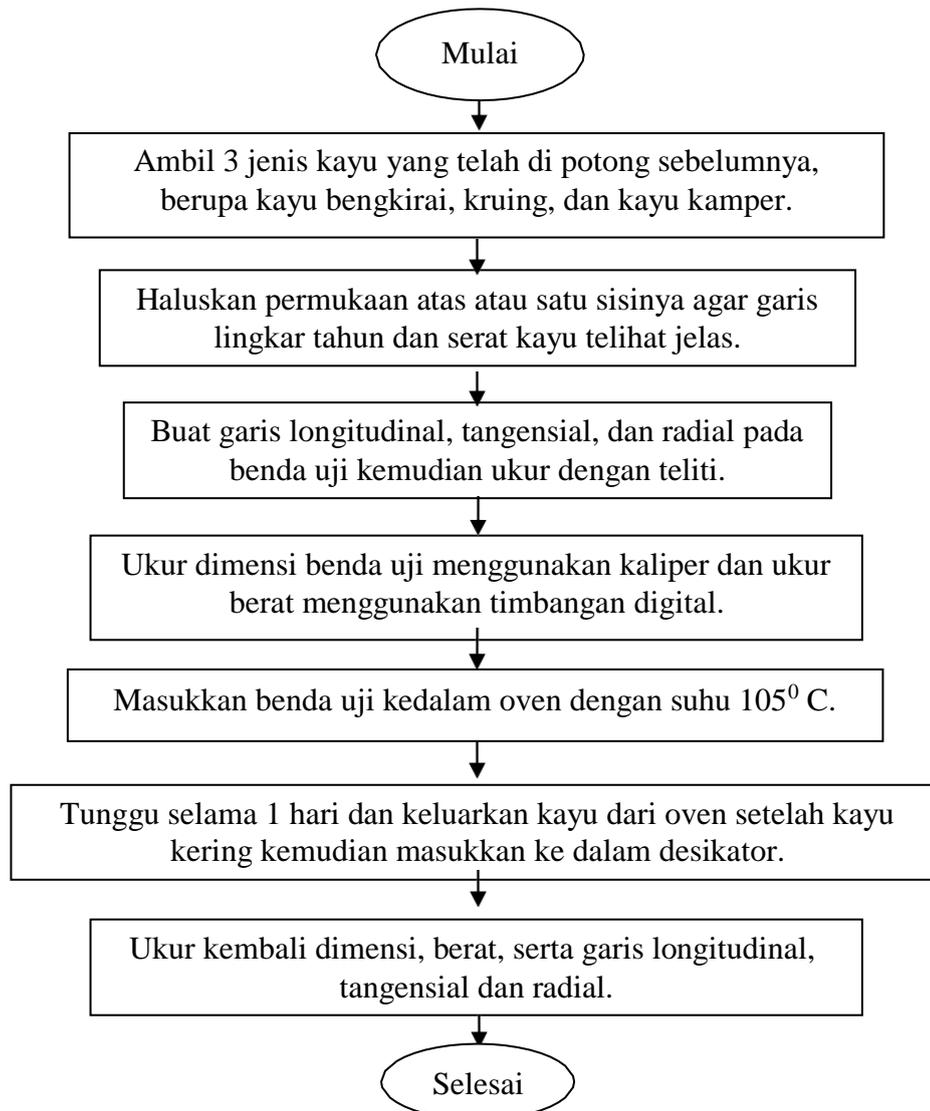
1. mengetahui berat jenis kayu.
2. mengetahui besar susut kayu dari berbagai arah.
3. mengetahui kadar air kayu.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam uji berat jenis, kadar air, dan susut kayu sebagai berikut.

1. alat
 - a. oven
 - b. kaliper
 - c. timbangan (neraca *ohaus*)
 - d. amplas
2. bahan
 - a. kayu jenis bengkirai.
 - b. kayu jenis kruing.
 - c. kayu jenis Kamper.

D. BAGAN ALIR PENGUJIAN



Gambar 12.1 Bagan alir pengujian berat jenis dan susutan kayu



E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji berat jenis, kadar air, dan susut kayu adalah sebagai berikut.

1. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi : mm
- Sisi 1 : mm
- Sisi 2 : mm
- Cacat (bila ada) :
- Kaliper merk : Kapasitas :
- Timbangan merk : Kapasitas :
- Tungku Pemanas merk :

Hasil pengujian :

a. Sebelum masuk tungku.

Hari : Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi =mm

Sisi 1 =mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm

b. Sesudah masuk tungku.

Hari : Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi =mm

Sisi 1 =mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm



2. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi :mm
- Sisi 1 : mm
- Sisi 2 : mm
- Cacat (bila ada) :
- Kaliper merk : Kapasitas :
- Timbangan merk : Kapasitas :
- Tungku Pemanas merk :

Hasil pengujian :

a. Sebelum masuk tungku.

Hari : Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi =mm

Sisi 1 =mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm

b. Sesudah masuk tungku.

Hari :. Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi = mm

Sisi 1 = mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm



3. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi :mm
- Sisi 1 : mm
- Sisi 2 : mm
- Cacat (bila ada) :
- Kaliper merk : Kapasitas :
- Timbangan merk : Kapasitas :
- Tungku Pemanas merk :

Hasil pengujian :

a. Sebelum masuk tungku.

Hari : Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi =mm

Sisi 1 =mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm

b. Sesudah masuk tungku.

Hari :. Tanggal : Berat :

Ukuran :

Tinggi = mm

Sisi 1 = mm

Sisi 2 =mm

Panjang garis:

a) longitudinal : mm

b) tangensial : mm

c) radial : mm



F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk uji berat jenis, kadar air, dan susut kayu digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. Berat jenis

$$\gamma = \frac{W_k}{V_b} \quad (12.1)$$

$$G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w} \quad (12.2)$$

2. Susut kayu

$$\text{Longitudinal} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\% \quad (12.3)$$

$$\text{Tangensial} = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \times 100\% \quad (12.4)$$

$$\text{Radial} = \frac{R_0 - R_1}{R_0} \times 100\% \quad (12.5)$$

3. Kadar air

$$w = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (12.6)$$

4. Kerapatan

$$\rho = \frac{W_b}{V_b} \quad (12.7)$$

5. Berat jenis pada m% (G_m)

$$G_m = \frac{\rho}{(1000 \times (1 + \frac{w}{100}))} \quad (12.8)$$

6. Berat jenis dasar (G_b)

$$a = \frac{(30 - w)}{30} \quad (12.9)$$

$$G_b = \frac{G_m}{(1 + (0,265 \times a \times G_m))} \quad (12.10)$$

7. Berat jenis pada kadar air 15% (G₁₅)

$$G_{15} = \frac{G_b}{(1 - (0,133 \times G_b))} \quad (12.11)$$

8. Modulus elastisitas lentur (E_w)

$$E_w = 16000 \times G_{15}^{0,71} \quad (12.12)$$



Keterangan	γ	= Berat volume benda uji	(gr/cm ³)
	γ_w	= Berat volume air	(gr/cm ³)
	W_k	= Berat kering benda uji	(gram)
	W_b	= Berat basah benda uji	(gram)
	V_b	= Volume basah benda uji	(cm ³)
	G_s	= Berat jenis	
	L_0	= Panjang longitudinal awal	(cm)
	L_1	= Panjang longitudinal akhir	(cm)
	T_0	= Panjang tangensial awal	(cm)
	T_1	= Panjang tangensial akhir	(cm)
	R_0	= Panjang radial awal	(cm)
	R_1	= Panjang radial akhir	(cm)
	w	= kadar air	(%)
	E_w	= Modulus elastisitas lentur	(MPa)



BAB XIII UJI TEKAN KAYU

A. PENDAHULUAN

Pengujian tekan kayu merupakan hal penting untuk mengetahui sifat mekanika kayu yang dibebani tekan searah serat. Kekuatan kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yang utama adalah berat jenis kayu. Kekuatan untuk setiap jenis kayu pun berbeda-beda dan dikelompokkan berdasarkan kelas kuatnya.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian tekan kayu adalah sebagai berikut.

1. mengetahui nilai kuat tekan kayu.
2. mengetahui kelas kuat kayu dari nilai kuat tekan kayu.
3. mengetahui pengaruh kuat tekan kayu terhadap kualitas.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian tekan kayu adalah sebagai berikut.

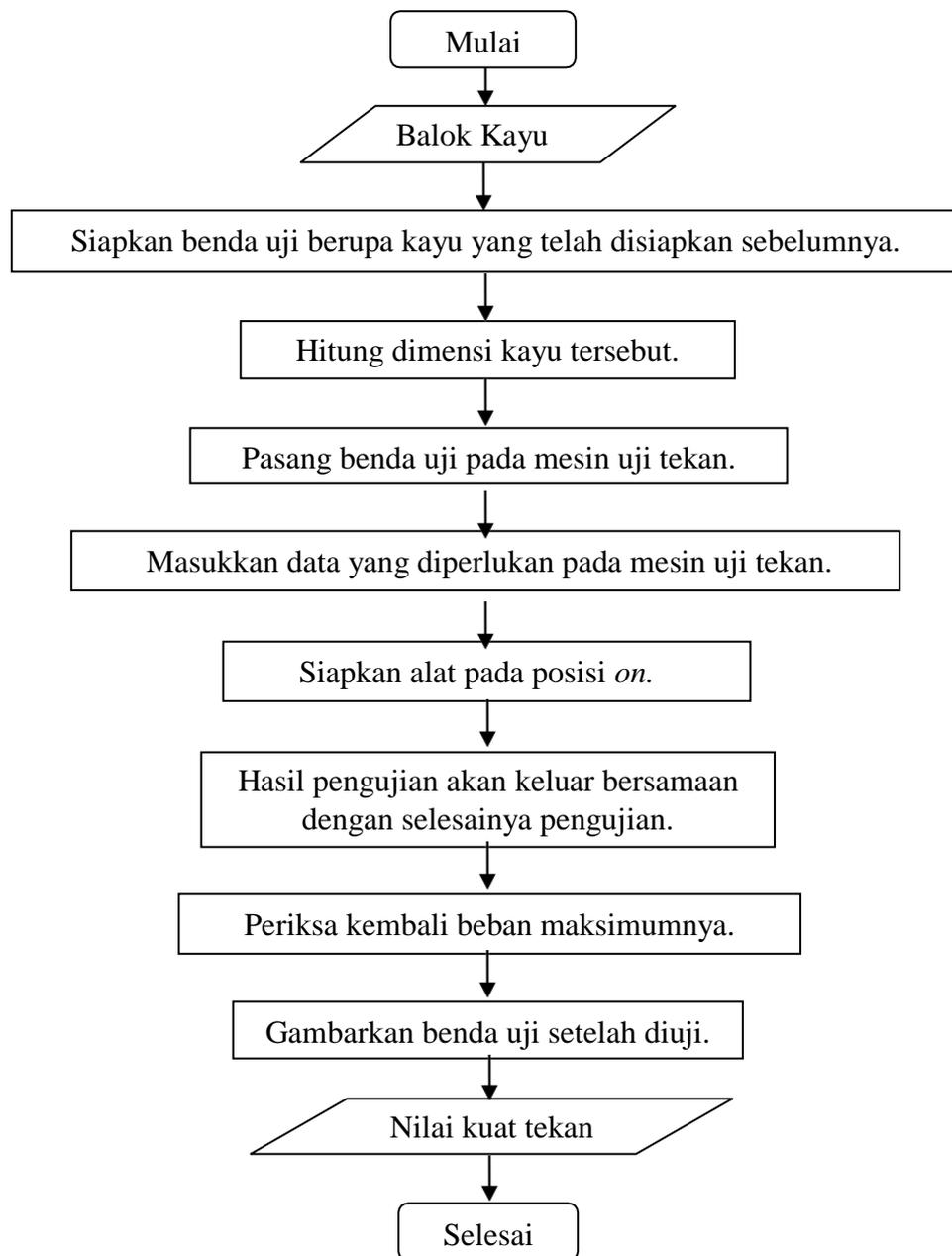
1. alat
 - a. mesin uji tekan kayu *concrete compression tester machine*.
 - b. kaliper
2. bahan
 - a. kayu bengkirai
 - 1) panjang = mm
 - 2) lebar = mm
 - 3) tinggi = mm
 - b. kayu kamper
 - 1) panjang = mm
 - 2) lebar = mm
 - 3) tinggi = mm



c. kayu kruing

- 1) panjang = mm
- 2) lebar = mm
- 3) tinggi = mm

D. BAGAN ALIR PENGUJIAN



Gambar 13.1 Bagan alir pengujian uji tekan kayu



E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tekan kayu adalah sebagai berikut.

- a. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi.....mm.
- Sisi 1.....mm
- Sisi 2.....mm
- Kaliper merk : Kapasitas :
- Mesin uji tekan merk : Kapasitas :
- Beban maksimum : Kapasitas :

Sketsa bentuk benda uji setelah selesai pengujian :



- b. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi.....mm.
- Sisi 1.....mm
- Sisi 2.....mm
- | | | | |
|----------------------|---------|-----------|---------|
| Kaliper merk | : | Kapasitas | : |
| Mesin uji tekan merk | : | Kapasitas | : |
| Beban maksimum | : | Kapasitas | : |

Sketsa bentuk benda uji setelah selesai pengujian :



- c. Bahan : Kayu jenis
- Tinggi.....mm.
- Sisi 1.....mm
- Sisi 2.....mm
- | | | | |
|----------------------|---------|-----------|---------|
| Kaliper merk | : | Kapasitas | : |
| Mesin uji tekan merk | : | Kapasitas | : |
| Beban maksimum | : | Kapasitas | : |

Sketsa bentuk benda uji setelah selesai pengujian :



F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian tekan kayu digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (13.1)$$

Keterangan:

P = gaya tekan (kg)

A = luas bidang tekan (cm²)

σ = tegangan yang terjadi (MPa)



BAB XIV UJI LENTUR KAYU

A. PENDAHULUAN

Suatu balok kayu biasanya menahan beban lentur. Untuk mengetahui kekuatan terhadap momen lentur maka perlu dibuat pengujian lentur. Kuat lentur akan menghasilkan Modulus Young (E) dan berguna juga untuk mengetahui nilai lentur kayu dari sebuah pengujian.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian lentur kayu adalah sebagai berikut.

1. mengetahui nilai kuat lentur kayu.
2. mengetahui nilai modulus elastisitas lentur kayu.

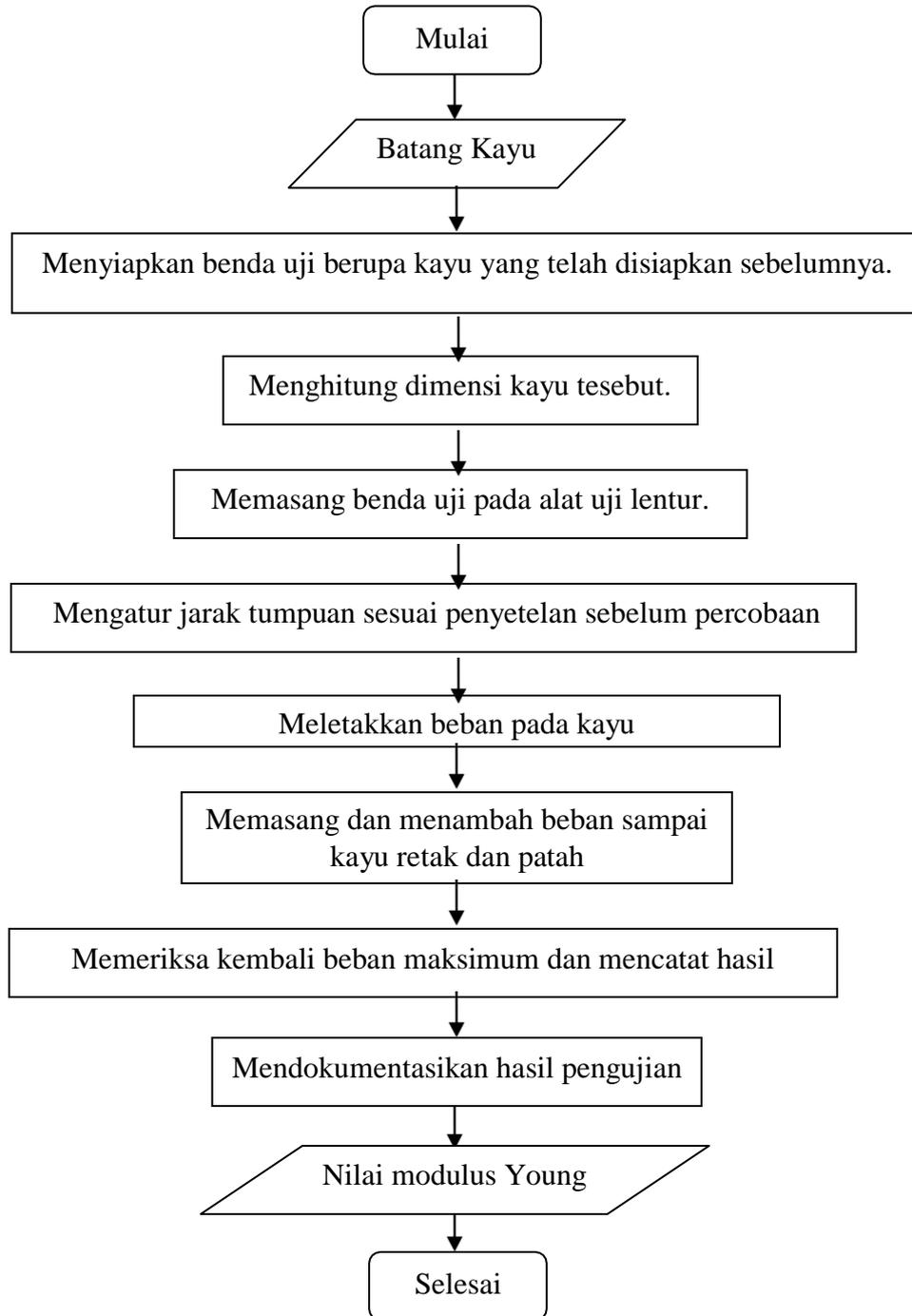
C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian lentur kayu adalah sebagai berikut.

1. alat
 - a. alat uji lentur kayu.
 - b. *dial gauge*.
 - c. penggaris.
 - d. beban baja.
2. bahan
 - a. kayu
 - 1) panjang = mm
 - 2) lebar = mm
 - 3) tinggi = mm



D. BAGAN ALIR PENGUJIAN



Gambar 14.1 Bagan alir pengujian lentur kayu



E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji lentur kayu adalah sebagai berikut.

Tabel 14.1 Hasil pengujian uji lentur kayu

No	Waktu (s)	Beban	Kelenturan	
			DIV	Mm
1				
2				
...				

Sumber: Data praktikum Teknologi Bahan, 2019

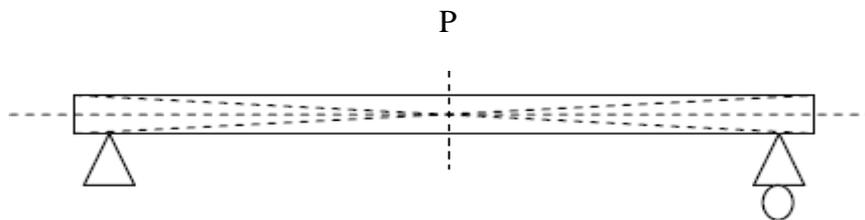
F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian lentur kayu digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\text{Momen inersia (i)} = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \tag{14.1}$$

$$\text{Modulus Elastisitas (E)} = \frac{P \times L^3}{48 \times y \times i} \tag{14.2}$$

$$\text{Kuat lentur kayu (Fb)} = \frac{P \times L}{b \times h^2} \tag{14.3}$$



- Keterangan
- L = Panjang benda uji (cm)
 - b = Lebar benda uji (cm)
 - P = Beban (kg)
 - h = Tinggi benda uji (cm)
 - A = Luas penampang (cm²)
 - y = Lendutan (cm)



BAB XV
UJI TARIK BAJA

A. PENDAHULUAN

Semua benda padat akan berubah bentuk jika diberi beban, ini sangat bergantung pada besarnya beban, unsur kimia maupun kondisi benda uji, suhu, kecepatan, perbedaan dan sebagainya, studi dan sifat mekanika beban uji tersebut. Pada pengujian ini, baja akan ditarik dengan menggunakan mesin sehingga diketahui beban maksimum yang dapat diterima oleh baja tersebut.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian tarik baja adalah sebagai berikut.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1. mengetahui nilai beban maksimal. | 8. jarak sesudah perpanjangan. |
| 2. batas sebanding. | 9. kuat tarik maksimum. |
| 3. tegangan sebanding. | 10. kuat tarik leleh. |
| 4. regangan sebanding. | 11. batas leleh. |
| 5. perpanjangan. | 12. mutu baja. |
| 6. perubahan panjang. | 13. batas putus. |
| 7. jarak sebelum perpanjangan. | |

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian tarik baja adalah sebagai berikut.

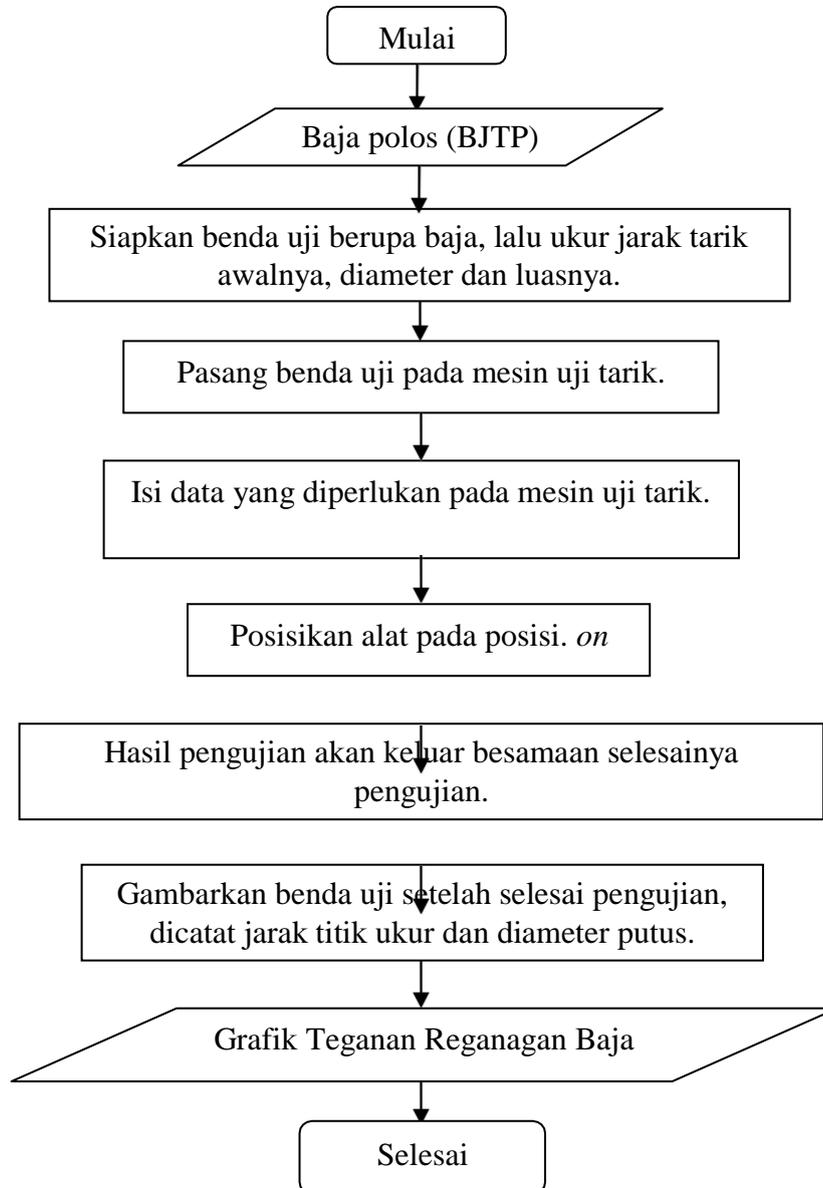
1. alat
 - a. mesin uji tarik *micro-computer universal testing machine*.
 - b. kaliper
2. bahan

bahan benda uji adalah baja sebelum ditarik.

a. diameter	=	mm.
b. jarak ukur awal	=	mm.
c. luas tampang	=	mm ²



D. BAGAN ALIR PENGUJIAN



Gambar 15.1 Bagan alir pengujian tarik baja

E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tarik baja adalah sebagai berikut.

Tabel 15.1 Hasil pengujian tarik baja

Jarak sebelum pengujian (cm)	Jarak setelah pengujian (cm)	Diameter sebelum pengujian (cm)	Diameter setelah pengujian (cm)



F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk uji Tarik baja digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. Perpanjangan berdasarkan pengukuran

$$\Delta L = L_1 - L_0 \quad (15.1)$$

$$\% \Delta L = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (15.2)$$

2. Perpanjangan berdasarkan regangan putus

$$\Delta L = \varepsilon_{\text{putus}} \times L_0 \quad (15.3)$$

$$\% \Delta L = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (15.4)$$

$$L_1 = \Delta L + L_0 \quad (15.5)$$

3. Persentase pengurangan luas

$$\% \Delta A = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (15.6)$$

4. Modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \quad (15.7)$$

Keterangan

ΔL	= Perpanjangan	(mm)
L_0	= Panjang awal	(mm)
L_1	= Panjang akhir	(mm)
$\% \Delta L$	= Persen perpanjangan	(%)
ε	= Regangan ultimate	(%)
$\% \Delta A$	= Persen pengurangan luas	(%)
A_0	= Luas penampang awal	(mm ²)
A_1	= Luas penampang akhir	(mm ²)
E	= Modulus elastisitas	(Kg/mm ²)
σ_y	= Tegangan leleh	(Kg/mm ²)
ε_y	= Regangan leleh	(%)
$\varepsilon_{\text{elastis}}$	= Regangan elastis	(%)
σ_{maks}	= Tegangan maksimum	(Kg/mm ²)
σ_{elastis}	= Tegangan elastis	(Kg/mm ²)



KETENTUAN PRAKTIKUM

1. Tata Tertib
 - a. Praktikan melakukan presensi hanya sekali.
 - b. Asisten dan praktikan maksimal keterlambatan 10 menit. Sanksi: tidak mendapatkan presensi.
 - c. Asisten dan praktikan wajib menggunakan jas lab selama praktikum.
 - d. Asisten dan praktikan wajib menggunakan pakaian sopan berkerah. Tidak diperkenankan menggunakan kaos, celana sobek, sandal, dan heels (bagi perempuan).
2. *Pre-test* dilakukan sebanyak 3 kali.
 - a Kayu dan baja
 - b Agregat
 - c Beton
3. Tutorial
 - a Agregat halus
 - b *Mix design* beton
 - c Grafik tegangan regangan baja
4. *Post-test*
 - a Tes tertulis, dilaksanakan oleh asisten masing-masing.
 - b Wawancara, 5 asisten untuk 1 kelompok.
5. *Deadline* Laporan
 - a Analisis hitungan : 2 hari
 - b Pembahasan dan lampiran: 3 hari



SISTEM PENILAIAN

- | | |
|----------------------------------|--------|
| 1. Presensi | : 10 % |
| 2. Laporan | : 35 % |
| a Kayu | : 20 % |
| b Baja | : 20 % |
| c Agregat | : 20 % |
| d Beton | : 40 % |
| 3. Keaktifan, kerjasama, & etika | : 15 % |
| 4. <i>Pretest</i> | : 10 % |
| 5. <i>Posttest</i> | : 30 % |



FORMAT LAPORAN

1. Hasil Pengujian ditulis pada tempat yang sudah disediakan di laporan.
2. Analisis Hitungan, Pembahasan, Kesimpulan, dan Referensi ditulis pada format laporan yang telah disediakan. Apabila tidak cukup diperbolehkan menggunakan kertas HVS ukuran A4 dengan *format margin* 4333.
3. Lampiran
 - a. Identitas kelompok
 - b. Alat dan bahan
 - c. Langkah kerja
 - d. SNI yang digunakan
4. SNI dilampirkan hanya bagian yang diperlukan (cover, deskripsi, lampiran).
5. Susunan laporan akhir:
 - a. *Cover*
 - b. Lembar Pengesahan
 - c. Lembar Asistensi
 - d. Kata Pengantar
 - e. Daftar Isi
 - f. Isi Laporan, setiap bab terdiri dari :
 - 1) Latar Belakang
 - 2) Tujuan
 - 3) Benda uji
 - 4) Alat-alat
 - 5) Pelaksanaan
 - 6) Hasil Pengujian
 - 7) Analisis Hitungan
 - 8) Pembahasan
 - 9) Kesimpulan
 - 10) Referensi
 - 11) Lampiran
 - g. Penutup
 - h. Daftar Pustaka



**DAFTAR NAMA DAN KONTAK ASISTEN PRAKTIKUM TEKNOLOGI BAHAN
KONSTRUKSI 2019**

No	Nama	No. Telp	ID Line	Email
1.	Endrian Mubarak	081223638861	rianmubarak	mendrian98@gmail.com
2.	M. Ghutsni Faisal	082324565646	Ghutsni	faisalraptor@gmail.com
3.	M. Irhab Indrastata Zai	085826057143	athahaha	athaindrastata@gmail.com
4.	Candra Agung W	085869263969	sc1522	candraagungw@gmail.com
5.	Sekar Arum Mufaizah	08995401044	sesisek	sekararummufaizah@gmail.com
6.	Bernahda Primadalia	082242380069	bernahdaprima	bernahdap@gmail.com
7.	Alia Firdaus	087715313229	alfirdaus_	aliafirdaus337@gmail.com
8.	Reza Afrah	081353797003	rezaafraah	reza.afrah21@gmail.com
9.	Stefany Nanda Agustin	082297507353	stefadaaaa19	stefanynan.gus@gmail.com
10.	Dara Azizah Putri B	087700698844	daraazizah	azizahdara@gmail.com





*MODUL PRAKTIKUM
TEKNOLOGI
BAHAN
KONSTRUKSI
2019/2020*