



MODUL PRAKTIKUM TEKNOLOGI BETON

TAHUN AKADEMIK 2024/2025

NAMA :

KELOMPOK :

ASISTEN :

**MODUL PRAKTIKUM
TEKNOLOGI BETON
TAHUN AKADEMIK 2024/2025**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

LEMBAR PENGESAHAN

MODUL PRAKTIKUM TEKNOLOGI BETON

SEMESTER GANJIL TAHUN 2024

Modul Praktikum Teknologi Beton ini digunakan dalam pelaksanaan Praktikum Teknologi Beton semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

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

Disahkan pada: September 2024

Koordinator Tim Dosen Mata Kuliah
Teknologi Beton

Koordinator Asisten Praktikum
Teknologi Beton



Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng.
NIP. 19921027201510 123 085



Rizqi Aryasatya Wijaya
NIM. 20210110021

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY



Ira Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740607201404 123 064

TIM PENYUSUN

Nama	NIK/NIP	Posisi
Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng.	19921027201510 123 085	Koordinator
Ir. As'at Pujianto, M.T., IPM	19660414199311 123 014	Anggota
Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T.	19700223201404 123 067	Anggota
Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D.	19841104201906 123 108	Anggota
Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng.	19850426201304 123 063	Anggota
Tim Asisten Praktikum TA 2024/2025		Anggota

Tim Asisten Praktikum Teknologi Beton

Nama	NIM	Posisi
Rizqi Aryasatya Wijaya	20210110021	Koordinator
Angga Jordi Wisnu Nouvaldi	20210110055	Anggota
Fajar Firdaus Alhuda	20210110105	Anggota
Anisa Zulkarnain	20210110269	Anggota
Nanggroe Samudra Setyatmiko	20210110302	Anggota
Nur Angga Dwi Fajar Maulani	20220110021	Anggota
Amanta Putri Laksita	20220110063	Anggota
Imellia Maysandri	20220110131	Anggota
Elvina Putri Wulandari	20220110195	Anggota
Monika Ayu Nelly Kusumawati	20220110218	Anggota
Shafira Bulan Pangesti	20220110219	Anggota
Amalia Uswatun Khasanah	20220110269	Anggota

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY



Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740607201404 123 064

KATA PENGANTAR

Buku ini disusun sebagai panduan Praktikum Teknologi Beton 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 Beton. 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 Beton.

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, September 2024

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
TIM PENYUSUN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
DESKRIPSI	1
CAPAIAN PEMBELAJARAN	1
WAKTU PELAKSANAAN	2
TATA TERTIB LABORATORIUM.....	2
BAB II KARAKTERISTIK MATERIAL BETON	4
2.1 ANALISIS GRADASI BUTIRAN AGREGAT HALUS.....	4
PENDAHULUAN	4
TUJUAN.....	5
BENDA UJI.....	5
ALAT-ALAT	5
PELAKSANAAN	5
HASIL PENGUJIAN.....	6
ANALISIS HITUNGAN	6
2.2 PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS (PASIR)	7
PENDAHULUAN	7
TUJUAN.....	8
BENDA UJI.....	8
ALAT-ALAT	8
PELAKSANAAN	8
HASIL PENGUJIAN.....	9
ANALISIS HITUNGAN	9
2.3 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN ABRASI LOS ANGELES.....	10
PENDAHULUAN	10
TUJUAN	10
BENDA UJI.....	10

ALAT-ALAT	11
PELAKSANAAN	11
HASIL PENGUJIAN	12
ANALISIS HITUNGAN	13
2.4 PEMERIKSAAN BERAT SATUAN, BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (PASIR)	13
PENDAHULUAN	13
TUJUAN	13
BENDA UJI	14
ALAT – ALAT	14
PELAKSANAAN	14
HASIL PENGUJIAN	16
ANALISIS HITUNGAN	16
2.5 PEMERIKSAAN BERAT SATUAN, BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR (KERIKIL)	18
PENDAHULUAN	18
TUJUAN	18
BENDA UJI	18
ALAT-ALAT	18
PELAKSANAAN	19
HASIL PENGAMATAN	20
ANALISIS HITUNGAN	21
2.6 PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS DAN KASAR.....	21
PENDAHULUAN	21
TUJUAN	22
BENDA UJI	22
ALAT-ALAT	22
PELAKSANAAN	22
HASIL PENGUJIAN	23
ANALISIS HITUNGAN	24
BAB III PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i> BETON	25
3.1 PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i> BETON	25
PENDAHULUAN	25
TUJUAN	25

<i>MIX DESIGN</i> BETON NORMAL (SNI 7656-2012)	25
BAB IV PEMBUATAN BENDA UJI	34
4.1 PEMBUATAN PASTA SEMEN	34
PENDAHULUAN	34
TUJUAN	34
ALAT DAN BAHAN	34
PELAKSANAAN	35
HASIL PENGUJIAN	36
ANALISIS HITUNGAN	36
4.2 PEMBUATAN MORTAR	37
PENDAHULUAN	37
TUJUAN	38
MIX DESIGN MORTAR 1 m ³	38
ALAT DAN BAHAN	39
PELAKSANAAN	40
DATA HASIL PENGUJIAN	42
4.3 PEMBUATAN BETON SEGAR	43
PENDAHULUAN	43
TUJUAN	43
ALAT DAN BAHAN	43
PELAKSANAAN	45
DATA HASIL PENGUJIAN	47
ANALISIS HITUNGAN	48
BAB V UJI TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH	49
5.1 UJI TEKAN MORTAR	49
PENDAHULUAN	49
TUJUAN	50
ALAT DAN BAHAN	50
BAGAN ALUR PENGUJIAN	51
DATA HASIL PENGUJIAN	52
ANALISIS HITUNGAN	52
5.2 UJI TEKAN SILINDER BETON	54
PENDAHULUAN	54
TUJUAN	54

ALAT DAN BAHAN	54
BAGAN ALIR PENGUJIAN	55
DATA HASIL PENGUJIAN.....	56
ANALISIS HITUNGAN	56
5.3 UJI KUAT TARIK BELAH BETON.....	58
PENDAHULUAN	58
TUJUAN	58
ALAT DAN BAHAN	58
LANGKAH-LANGKAH.....	59
DATA HASIL PENGUJIAN.....	59
ANALISIS HITUNGAN	59
BAB VI BETON GEOPOLIMER	60
PENDAHULUAN	60
TUJUAN	62
ALAT DAN BAHAN	62
LANGKAH-LANGKAH.....	63
DATA HASIL PENGUJIAN.....	64
ANALISIS HITUNGAN	65
PENUTUP.....	ix
DAFTAR PUSTAKA	x
KETENTUAN PRAKTIKUM	xii
KETENTUAN FORMAT LAPORAN	xiii
DAFTAR NAMA DAN KONTAK ASISTEN PRAKTIKUM.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Buku ini memuat penjelasan singkat mengenai materi praktikum, prosedur pelaksanaan praktikum, format pembuatan laporan yang terkait dan mendukung mata kuliah Teknologi Beton. 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.

B. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)		Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK)	Kemampuan akhir tiap tahap belajar (Sub-CPMK)
CPL 2 (20%)	Mampu merencanakan dan mendesain konstruksi yang berwawasan lingkungan, dengan memperhatikan kesehatan dan keselamatan yang berkelanjutan	CPMK 1. Mampu menjelaskan Sifat-sifat material pembentuk beton normal dan modern, proses reaksi hidrasi, produk-produk hidrasi, struktur mikro beton dan perannya pada sifat akhir beton dan desain rancang campuran.	Sub-CPMK 1. Mahasiswa mengetahui definisi beton beserta fungsinya
			Sub-CPMK 2. Mahasiswa mengetahui kelebihan dan kekurangan material beton
			Sub-CPMK 3. Mahasiswa mampu mengidentifikasi material-material dasar beton yang baik untuk campuran beton, seperti : semen, agregat kasar, agregat halus, dan air
			Sub-CPMK 4. Mahasiswa mampu menghitung Mix Desain campuran beton sesuai dengan mutu yang diinginkan.

CPL 6 (20%)	Mampu berkerjasama dalam tim pekerjaan konstruksi, menerapkan dasar-dasar socioengineering serta menyesuaikan diri terhadap perubahan dan perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi pada berbagai bidang.	CPMK 2. Mampu menjelaskan Sifat-sifat beton segar maupun saat beton telah mengeras	Sub-CPMK 5. Mahasiswa mampu menjelaskan pencampuran beton yang baik.
			Sub-CPMK 6. Mahasiswa mampu menjelaskan sifatsifat material dasar pembentuk beton.
			Sub-CPMK 7. Mahasiswa mampu menjelaskan sifatsifat pada beton segar dan beton keras.
			Sub-CPMK 8. Mahasiswa mampu mengidentifikasi jenis-jenis beton berdasarkan bentuk, kekuatan dan fungsinya.

C. WAKTU PELAKSANAAN

Praktikum ini dilaksanakan selama 8 minggu dimulai pada minggu ke 2 perkuliahan sampai dengan minggu ke 12 perkuliahan dengan jadwal praktikum yang sudah ditentukan sesuai kelompok masing masing.

D. TATA TERTIB LABORATORIUM

1. Wajib memakai jas laboratorium.
2. Wajib memakai alat pelindung diri berikut ini:
 - Sepatu
 - Masker
 - Sarung tangan
 - Sepatu boot (untuk kegiatan tertentu)
3. Wajib menggunakan *hand sanitizer* setiap memasuki laboratorium.
4. Ketika masuk dan keluar laboratorium wajib sesuai jalur sirkulasi laboratorium.
5. Wajib mencuci tangan sebelum memulai praktikum (apabila pemeriksaan menggunakan bahan habis pakai tertentu).

6. Semua bahan habis pakai adalah **penting**, sehingga harus ditangani dengan prosedural dan hati-hati.
7. Semua bahan kimia harus dianggap **berbahaya**, oleh karena itu harus ditangani dengan prosedural dan hati-hati.
8. Tidak diperbolehkan makan, minum dan merokok selama kegiatan di dalam laboratorium.
9. Tidak diperbolehkan makan, minum dan merokok selama kegiatan di dalam laboratorium.
10. Tidak menyentuh mulut dan mata pada saat sedang bekerja.
11. Tidak diperbolehkan menyimpan makanan di dalam lemari laboratorium yang digunakan untuk menyimpan bahan-bahan laboratorium.
12. Membersihkan semua peralatan bekas pakai dengan alat dan sabun cuci yang disediakan.
13. Membersihkan permukaan tempat bekerja atau meja kerja.
14. Menggunakan sarung tangan rumah tangga sewaktu membersihkan alat-alat laboratorium dari bahan gelas.
15. Mencuci tangan dengan sabun (dan desinfektan jika perlu) setiap kali selesai bekerja.

BAB II

KARAKTERISTIK MATERIAL BETON

2.1 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.

Tabel 2.1.1 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:

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 adalah seperti berikut ini.

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang ditimbang.
2. Oven dengan temperatur 100°C - 110°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 penampung pasir dan sikat pembersih ayakan.

E. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut ini.

1. Keringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap kemudian diambil sampel sebanyak (± 1000) 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 2.1.2 Hasil pengujian analisis 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 Beton, 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

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

$$\text{Persen Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan per Nomor Saringan (gram)}}{\text{Jumlah Berat Total (gram)}} \times 100\% \quad (2.1.1)$$

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Kumulatif (\%)}}{\text{Jumlah Berat Tertahan (\%)}} \times 100 \% \quad (2.1.2)$$

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

Tabel 2.1.3 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 Beton, 2024

2.2 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 ini.

Tabel 2.2.1 Klasifikasi kadar lumpur pada agregat

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

Sumber: SK SNI S-04-1989-F

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) seperti berikut ini.

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 ini.

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 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 2.2.2 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 Beton, 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

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

1. Berat pasir kering tungku setelah dicuci

$$W_4 = W_2 - W_3 \quad (2.2.1)$$

2. Kadar butir lolos ayakan no. 200

$$\% \text{ lolos} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100 \% \quad (2.2.2)$$

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

$$\% \text{ lolos rata-rata} = \frac{\% \text{ lolos 1} + \% \text{ lolos 2}}{2} \times 100 \% \quad (2.2.3)$$

2.3 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 auskerikil/batu pecah yang berhubungan dengan kekerasan dan kekuatan.

C. BENDA UJI

Tabel 2.3.1 Daftar gradasi dan berat benda uji

Ukuran Saringan		Gradasi dan berat benda uji (gram)						
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
76,2 (3")	63,5 (2 ½")					2500±50		
63,5 (2 ½")	50,8 (2")					2500±50		
50,8 (2")	36,1 (1 ½")					5000±50	5000±50	
36,1 (1 ½")	25,4 (1")	1250±25					5000±50	5000±25
25,4 (1")	19,1 (¾")	1250±25						5000±25
19,1 (¾")	12,7 (½")	1250±25	2500±10					
12,7 (½")	9,52 (3/8")	1250±25	2500±10					
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")			2500±10				
6,35 (1/4")	4,75 (No. 4)			2500±10	2500±10			
4,75 (No. 4)	2,36 (No. 8)				2500±10			
Total		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±10	10000±10
Jumlah Bola		12	11	8	8	12	12	12
Berat Bola		5000±25	4584±25	3300±20	2500±15	5000±25	5000±25	5000±25

Sumber: SNI 2417:2008

Bahan untuk pelaksanaan pengujian adalah 2 sampel agregat gradasi B 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

1. Mesin abrasi *Los Angeles*.
2. Saringan no. 12(1,70 mm) dan saringan-saringan lainnya.
3. Timbangan degan 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

Berdasarkan *SK SNI 2417:2008* pemeriksaan keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles sebagai berikut ini.

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

F. HASIL PENGUJIAN

Tabel 2.3.2 Hasil pengujian keausan agregat dengan mesin *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 (⅜")		
9,52 (⅜")	6,35 (¼")		
6,35 (¼")	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 Teknologi Beton 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

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

$$\text{Keausan I} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2.3.1)$$

$$\text{Keausan II} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2.3.2)$$

$$\text{Keausan rata-rata} = \frac{\text{Keausan I} + \text{Keausan II}}{2} \quad (2.3.3)$$

Keterangan:

a = Jumlah berat (gram)

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

2.4 PEMERIKSAAN BERAT SATUAN, 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 adalah:

1. Mengetahui nilai berat satuan agregat halus
2. Mengetahui nilai berat jenis curah pasir.
3. Mengetahui nilai berat jenis jenuh kering muka pasir.
4. Mengetahui nilai berat jenis semu / tampak pasir.
5. Mengetahui persentase penyerapan air pada pasir setelah direndam selama 15– 19 jam.

C. BENDA UJI

Pasir yang lolos ayakan 4,8 mm sebanyak 500 gram untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air, sedangkan untuk pengujian berat satuan menggunakan pasir yang lolos ayakan 4,8 mm dengan keadaan kering oven atau kering permukaan namun jumlahnya tidak ditentukan.

D. ALAT – ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian pemeriksaan berat satuan, berat jenis dan penyerapan air seperti berikut ini.

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Piknometer / erlenmeyer dengan kapasitas 500 ml.
3. Tungku pengering dengan suhu sekitar 110 ± 5 °C.
4. Tempat penampung pasir.
5. Cetakan Kerucut
6. Batang Penumbuk
7. Alat Pengukur Temperatur.
8. Air suling
9. Alat penakar berbentuk silinder
10. Sekop

E. PELAKSANAAN

1. Pengujian berat satuan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.
 - a. Kondisi Padat
 - 1) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan ratakan dengan batang dengan batang perata
 - 2) Tusuk lapisan agregat dan agregat dengan 25 x tusukan batang penusuk
 - 3) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas
 - 4) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi
 - 5) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata
 - 6) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri

- 7) Catat beratnya
- b. Kondisi Gembur
 - 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat
 - 2) Ratakan permukaan dengan batang perata
 - 3) Tentukan berat penakar dan isinya, dan berat penakar sendiri
 - 4) Catat beratnya
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.
 - a. Keringkan pasir dalam tungku dengan suhu sekitar $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - b. Rendam pasir dalam air selama 24 jam.
 - c. Buang air perendam dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbang. Kemudian keringkan pasir hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (ssd).
 - d. Masukkan pasir jenuh kering muka kedalam piknometer sekitar 500 ± 10 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 memanaskan piknometer.
 - e. Tambahkan air pada piknometer sampai tanda batas penuh agar gelembung udara terbang.
 - f. Timbang piknometer yang sudah ditambahkan air sampai penuh 100% dan sudah dihilangkan gelembung udaranya dengan ketelitian 0,1 gram(bt).
 - g. Keluarkan agregat halus dari dalam piknometer, keringkan sampai berat tetap pada temperatur $110\pm 5^{\circ}\text{C}$, dinginkan pada temperatur ruang selama $1,0\pm 0,5$ jam dan timbang bertanya.
 - h. Timbanglah berat piknometer pada saat terisi air saja sampai batas pembacaan yang ditentukan pada temperatur $23\pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

F. HASIL PENGUJIAN

1. Hasil Pengujian Berat Satuan

Tabel 2.4.1 Hasil pemeriksaan berat satuan kondisi padat

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat Bejana (B)			gram
Berat Bejana + agregat (A)			gram
Volume Bejana (D)			cm ³
Berat isi agregat			gram/cm ³
Berat isi rata-rata agregat			gram/cm ³

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

Tabel 2.4.2 Hasil pemeriksaan berat satuan kondisi gembur

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat Bejana (B)			gram
Berat Bejana + agregat (A)			gram
Volume Bejana (D)			cm ³
Berat isi agregat			gram/cm ³
Berat isi rata-rata agregat			gram/cm ³

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tabel 2.4.3 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 (Ba)			gram
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)			gram

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian berat satuan digunakan rumus- rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{(A-B)}{D} \quad (2.4.1)$$

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

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

$$= \frac{Bk}{Ba + SSD - Bt} \quad (2.4.2)$$

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

$$= \frac{SSD}{Ba + SSD - Bt} \quad (2.4.3)$$

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

$$= \frac{Bk}{Ba + Bk - Bt} \quad (2.4.4)$$

4. Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (2.4.5)$$

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

$$= \frac{Bj \text{ SSD1} + Bj \text{ SSD2}}{2} \quad (2.4.6)$$

2.5 PEMERIKSAAN BERAT SATUAN, 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 adalah:

1. Menentukan nilai berat satuan agregat kasar
2. Menentukan nilai berat jenis curah kerikil.
3. Menentukan nilai berat jenis jenuh kering muka kerikil.
4. Menentukan berat jenis semu / tampak kerikil.
5. Menentukan besarnya persentase penyerapan air kerikil.

C. BENDA UJI

Kerikil yang tertahan pada lubang ayakan 4,8 mm sebanyak 5000 gram, sedangkan untuk pengujian berat satuan menggunakan kerikil yang tertahan ayakan 4,8 mm dengan keadaan kering oven atau kering permukaan namun jumlahnya tidak ditentukan.

D. ALAT-ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat satuan, berat jenis dan penyerapan air agregat kasar seperti berikut ini.

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.
5. Batang penusuk
6. Alat penakar berbentuk silinder
7. Sekop

E. PELAKSANAAN

1. Pengujian berat satuan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.
 - a. Kondisi Padat
 - 1) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan ratakan dengan batang dengan batang perata
 - 2) Tusuk lapisan agregat dan agregat dengan 25 x tusukan batang penusuk
 - 3) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas
 - 4) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi
 - 5) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata
 - 6) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri
 - 7) Catat beratnya
 - b. Kondisi Gembur
 - 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat
 - 2) Ratakan permukaan dengan batang perata
 - 3) Tentukan berat penakar dan isinya, dan berat penakar sendiri
 - 4) Catat beratnya
2. Prosedur Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sebagai berikut ini.
 - a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran yang ada pada butir-butir kerikil.
 - b. Masukkan kerikil ke dalam tungku pada suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - c. Dinginkan benda uji sampai pada temperatur ruangan (± 3 jam), kemudiantimbang dengan ketelitian 0,5 gram (*Bk*).
 - d. Rendam benda uji dalam temperatur ruangan selama ± 24 jam.
 - e. Ambil benda uji dari dalam air, kemudian lap dengan kain sampai kondisinya jenuh kering muka.

- f. Timbang benda uji jenuh kering muka (B_j).
- g. Masukkan kerikil ke dalam keranjang kawat, kemudian guncangkan agar udara yang tersekap keluar. Lalu timbang dalam air (B_a).

F. HASIL PENGAMATAN

1. Hasil Pengujian Berat Satuan

Tabel 2.5.1 Hasil pemeriksaan berat satuan kondisi padat

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat Bejana (B)			gram
Berat Bejana + agregat (A)			gram
Volume Bejana (D)			cm ³
Berat isi agregat			gram/cm ³
Berat isi rata-rata agregat			gram/cm ³

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

Tabel 2.5.2 Hasil pemeriksaan berat satuan kondisi gembur

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat Bejana (B)			gram
Berat Bejana + agregat (A)			gram
Volume Bejana (D)			cm ³
Berat isi agregat			gram/cm ³
Berat isi rata-rata agregat			gram/cm ³

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tabel 2.5.3 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 Teknologi Beton 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pengujian berat satuan digunakan rumus- rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{(A-B)}{D} \quad (2.5.1)$$

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

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

$$= \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (2.5.2)$$

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

$$= \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (2.5.3)$$

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

$$= \frac{Bk}{Bk - Ba} \quad (2.5.4)$$

4. Penyerapan air agregat kasar (kerikil)

$$= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (2.5.5)$$

5. Berat jenis jenuh kering muka rata-rata

$$= \frac{Bj \text{ SSD1} + Bj \text{ SSD 2}}{2} \quad (2.5.6)$$

2.6 PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS DAN KASAR

A. PENDAHULUAN

Kadar air dalam agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar, merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan karakteristik beton. Kadar air pada agregat dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, seperti kelembapan udara dan curah hujan. Oleh karena itu, pemeriksaan kadar air pada agregat merupakan langkah penting dalam proses pembuatan beton, terutama untuk memastikan bahwa campuran beton memiliki rasio air-semen yang tepat, karena akan mempengaruhi kekuatan, durabilitas, dan workability beton. Dalam pengujian laboratorium, agregat terlebih dahulu ditimbang dalam keadaan basah, kemudian dikeringkan hingga mencapai berat konstan, dan terakhir dilakukan perhitungan kadar air berdasarkan perbedaan berat sebelum dan setelah pengeringan. Proses ini memastikan bahwa proporsi campuran

beton yang digunakan dalam konstruksi dapat menghasilkan beton yang berkualitas tinggi dan tahan lama.

B. TUJUAN

Tujuan pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar adalah untuk menentukan nilai kadar air agregat halus dan agregat kasar yang selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk perhitungan proporsi pembuatan beton.

C. BENDA UJI

Pasir yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm) sebanyak 500 gram dan kerikil dengan ukuran agregat maksimum 19,0 mm sebanyak 3 kg.

D. ALAT-ALAT

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar adalah.

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
2. Oven dengan suhu sekitar $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
3. Wadah benda uji
4. Pengaduk

E. PELAKSANAAN

Berdasarkan *SNI 1971:2011* pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

1. Timbang benda uji dengan timbangan yang memiliki ketelitian 0,1% (W_1)
2. Keringkan benda uji langsung dalam wadah menggunakan oven selama kurang lebih 15-19 jam
3. Keluarkan benda uji dari oven, dan tunggu sampai benda uji tersebut tidak panas (suhu ruang)
4. Timbang benda uji kering tersebut menggunakan timbangan yang memiliki ketelitian 0,1% (W_2)

F. HASIL PENGUJIAN

Data hasil pengujian adalah sebagai berikut

Tabel 2.6.1 Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus

Uraian	Pengujian 1	Pengujian 2	Satuan
Massa wadah + benda uji			gram
Massa wadah			gram
Massa benda uji (W_1)			gram
Massa wadah + benda uji kering oven			gram
Massa wadah			gram
Massa benda uji kering oven (W_2)			gram
Kadar air total (P)			%
Kadar air total (P) rata-rata			%

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

Tabel 2.6.2 Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar

Uraian	Pengujian 1	Pengujian 2	Satuan
Massa wadah + benda uji			gram
Massa wadah			gram
Massa benda uji (W_1)			gram
Massa wadah + benda uji kering oven			gram
Massa wadah			gram
Massa benda uji kering oven (W_2)			gram
Kadar air total (P)			%
Kadar air total (P) rata-rata			%

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

G. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar menggunakan rumus-rumus sebagai berikut ini.

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (2.6.1)$$

Keterangan:

P = kadar air benda uji (%)

W₁ = massa benda uji awal (gram)

W₂ = massa benda uji kering oven (gram)

BAB III**PERHITUNGAN *MIX DESIGN* BETON****3.1. PERHITUNGAN *MIX DESIGN* BETON****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. Sedangkan mortar merupakan campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, dan air. Pasta semen merupakan campuran antara semen dan air. 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, mortar, dan pasta semen adalah

1. Mengetahui bahan campuran pembentuk beton normal per satuan volume
2. Mengetahui proporsi bahan campuran pembentuk beton yang akan digunakan dalam pembuatan beton

C. *MIX DESIGN* BETON NORMAL (SNI 7656-2012)

Langkah-langkah perencanaan campuran beton normal seperti berikut ini

1. Merencanakan kuat tekan (f_c') beton pada umur tertentu.
 $f_c' =$ MPa
2. Menghitung deviasi standar menurut ketentuan berikut.
 - a. Bila produksi beton mempunyai catatan uji kekuatan tidak lebih dari 24 bulan lamanya dan sekurang kurangnya 30 hasil pengujian, deviasi standar contoh uji (S_s) harus didapatkan.
 - b. Jika produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan sekurang kurangnya 30 hasil pengujian tetapi mempunyai catatan pengujian sebanyak 15 sampai 29, maka deviasi standar benda uji (S_s), maka standar deviasi ditentukan dari hasil perkalian antara nilai standar deviasi yang dihitung dan faktor modifikasi dari Tabel 3.1.1

Tabel 3.1.1 Faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30

Jumlah pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji
Kurang dari 15	Gunakan Tabel 3.1.3
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber: SNI 2847:2013

3. Menghitung kuat tekan beton rata-rata

- a. Jika produksi beton mempunyai nilai standar deviasi benda uji (S_s), maka dihitung sesuai dengan Tabel 3.1.2

Tabel 3.1.2 Kekuatan tekan rata-rata bila data deviasi standar tersedia

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
	Gunakan nilai terbesar yang dihitung,
$f_c' \leq 35$	$f_{cr}' = f_c' + 1,34 S_s$ (3.1.1)
	$f_{cr}' = f_c' + 2,33 S_s - 3,5$ (3.1.2)
	Gunakan nilai terbesar yang dihitung,
$f_c' > 35$	$f_{cr}' = f_c' + 1,34 S_s$ (3.1.3)
	$f_{cr}' = 0,90 f_c' + 2,33 S_s$ (3.1.4)

Sumber: SNI 2847:2013

- b. Jika produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan lapangan untuk perhitungan S_s maka kekuatan rata-rata perlu (f_{cr}') harus dapat dihitung sesuai Tabel 3.1.3

Tabel 3.1.3 Kekuatan tekan rata-rata bila data deviasi standar tidak tersedia

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa	
$f_c' < 21$	$f_{cr}' = f_c' + 7,0$	(3.1.5)
$21 \leq f_c' \leq 35$	$f_{cr}' = f_c' + 8,3$	(3.1.6)
$f_c' > 35$	$f_{cr}' = 1,10 f_c' + 5,0$	(3.1.7)

Sumber: SNI 2847:2013

4. Penentuan nilai *slump*

Apabila *slump* tidak disyaratkan, maka gunakan Tabel 3.1.4

Tabel 3.1.4 Nilai *slump* yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi

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

Sumber: SNI 7656:2012

Digunakan nilai *slump* sebesar = - mm

5. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus

- Agregat kasar : batu pecah/buatan dengan ukuran ... mm
- Agregat halus : Alami

6. Perkiraan air pencampuran dan kandungan udara

Kebutuhan air menggunakan klasifikasi **beton tanpa tambahan udara**, nilai dapat dilihat pada tabel 3.1.5 untuk menentukan kebutuhan air.

Tabel 3.1.5 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai *slump* dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm*	12,7 mm*	19 mm*	25 mm*	37,5 mm*	50 mm [†] *	75 mm ^{††}	150 mm ^{††}
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan sebagai berikut : ringan (%)								
	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**††	1,0**††
sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5**††	3,0**††
berat †† (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5**††	4,0**††

Sumber: SNI 7656:2012

Kebutuhan Air :kg/m³

Volume udara terperangkap :%

7. Pemilihan rasio air semen atau rasio air bahan bersifat semen

Rasio w/c atau w/(c+p) yang diperlukan tidak hanya ditentukan oleh syarat kekuatan, tetapi juga oleh beberapa faktor diantaranya oleh keawetan. Bila data ini tidak ada, maka perkiraan dan nilai lama dari beton yang menggunakan semen Portland tipe I, diberikan dalam Tabel 3.1.6.

Tabel 3.1.6 - Hubungan antara rasio (w/c) atau w/(c+p) dan kekuatan beton

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
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: SNI 7656:2012

Untuk tingkat paparan yang sangat buruk, w/c atau w/(c+p) harus dipertahankan tetap rendah sekalipun persyaratan kekuatan mungkin dicapai dengan nilai lebih tinggi. Tabel 3.1.7 memberikan batasan nilai-nilainya.

Tabel 3.1.7 Maksimum rasio w/c atau w/(c+p) yang diijinkan untuk beton tingkat paparan berat (*severe exposures*)

Tipe Struktur	Struktur selalu/ seringkali basah dan terpapar pembekuan serta pencairan	
	Struktur yang dipengaruhi air laut atau sulfat	
Bagian tipis (pegangan tangga, gili-gili, sills, talang, ornamental work) dan bagian selimut beton kurang dari 25 mm.	0,45	0,40
Struktur lain	0,50	0,45

Sumber: SNI 7656:2012

Nilai Rasio Air Semen =

8. Menentukan kadar semen

$$W_{\text{semen}} = \frac{\text{kebutuhan air}}{\text{rasio air semen}} = \dots\dots\dots \text{kg/m}^3 \quad (3.1.8)$$

9. Menentukan kadar agregat kasar

Modulus Halus Butir agregat halus =

Tabel 3.1.8 Volume agregat kasar per satuan volume beton

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

Sumber: SNI 7656:2012

Volume agregat kasar kering oven =

Berat kering oven agregat kasar = kg/m³

Berat kering = Volume agregat kasar x Berat kering agregat kasar (3.1.9)

Maka diperoleh berat kering agregat kasar sebesar.....kg

10. Menentukan kadar agregat halus

Dengan sudah diketahui jumlah air, semen dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m³ beton adalah agregat halus dan udara yang terperangkap. Banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat volume absolut seperti pada Tabel 3.1.9

Tabel 3.1.9 Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
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: SNI 7656:2012

Dari tabel diatas, berat beton = kg/m³

*campuran percobaan pertama, pengaturan pada SNI nilai ini akibat adanya perbedaan *slump*, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah

Air (Berat Bersih) = kg/m³

Semen = kg/m³

Agregat kasar = kg/m³

Agregat halus = Berat Beton – (Air + Semen + Agregat Kasar)

(3.1.10)

11. Menghitung volume absolut

BJ Semen =

BJ Ag. Kasar =

BJ Ag. Halus =

Volume Air = $\frac{\text{kebutuhan air}}{1000} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$ (3.1.11)

Volume padat semen = $\frac{\text{kebutuhan semen}}{\text{BJ Semen} \times 1000} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$ (3.1.12)

Volume absolut agregat kasar = $\frac{\text{berat agregat kasar}}{\text{BJ Ag.Kasar} \times 1000} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$ (3.1.13)

Volume udara terperangkap = nilai udara terperangkap x 1000 = m³

(3.1.14)

Maka, didapatkan jumlah volume padat bahan selain agregat halus sebesar m³

$$\text{Volume agregat halus} = 1 - \text{volume bahan padat selain agregat halus} = \dots \text{ m}^3 \quad (3.1.15)$$

$$\text{Berat agregat halus yang dibutuhkan} = \text{volume Ag. Halus} \times B_j \text{ Ag. Halus} \times 1000 = \dots \text{ kg/m}^3 \quad (3.1.16)$$

Perbandingan berat campuran 1 m³ beton yang dihitung dengan 2 cara perhitungan diatas adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1.10 Perbandingan hasil perhitungan bahan

Bahan	Berdasarkan perkiraan massa beton, kg/m ³	Berdasarkan perkiraan volume bahan-bahan, kg/m ³
Air		
Semen		
Ag. Kasar		
Ag. Halus		

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

12. Koreksi terhadap kandungan air

$$\text{Kadar air agregat kasar} = \dots \%$$

$$\text{Kadar air agregat halus} = \dots \%$$

$$\text{Penyerapan air agregat kasar} = \dots \%$$

$$\text{Penyerapan air agregat halus} = \dots \%$$

Maka berat penyesuaian dari agregat menjadi

$$\text{Agregat kasar (koreksi)} = (1 + \text{kadar air ag.kasar} \%) \times W \text{ kasar} \quad (3.1.17)$$

$$\text{Agregat halus (koreksi)} = (1 + \text{kadar air ag.halus} \%) \times W \text{ halus} \quad (3.1.18)$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian terhadap air yang ditambahkan, dengan demikian

$$\text{Air} = W_{\text{air}} - W_{\text{kasar}} \times (\text{kadar air} - \text{penyerapan})\% - W_{\text{halus}} \times (\text{kadar air} - \text{penyerapan})\% \quad (3.1.19)$$

Maka, perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton menjadi

$$\text{Air (yang ditambahkan)} = \dots \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat Kasar} = \dots \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Halus} &= \text{kg/m}^3 \\ \text{Semen} &= \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

13. Menghitung proporsi bahan pada silinder (150 x 300 mm)

$$\text{Volume Silinder} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \quad (3.1.20)$$

$$\text{Volume Total} = V \text{ Slinder} + 10\% V \text{ Silinder} \quad (3.1.21)$$

Proporsi Bahan:

$$\text{Air} = W \text{ air} \times \text{Volume Total} \quad (3.1.22)$$

$$\text{Semen} = W \text{ semen} \times \text{Volume Total} \quad (3.1.23)$$

$$\text{Agregat Kasar} = W \text{ Ag Kasar} \times \text{Volume Total} \quad (3.1.24)$$

$$\text{Agregat Halus} = W \text{ Ag Halus} \times \text{Volume Total} \quad (3.1.25)$$

14. Kesimpulan

Tabel 3.1.11 Hasil perhitungan campuran adukan beton

Keterangan	Nilai	Satuan
Kuat tekan beton umur 28 hari (f_c')		MPa
Standar Deviasi (S_s)		
Kuat tekan rata-rata perlu (f'_{cr})		MPa
Jenis semen	Tipe I (<i>Portland Cement</i>)	
MHB agregat halus		
Berat kering oven agregat kasar		kg/m ³
Faktor air semen (F_{as})		
Nilai <i>slump</i> rencana		mm
Ukuran maksimum agregat		mm
Perkiraan berat beton per m ³		kg/m ³
Kebutuhan semen per m ³ beton		kg/m ³
Kebutuhan Agregat halus per m ³ beton		kg/m ³
Kebutuhan Agregat kasar per m ³ beton		kg/m ³
Kebutuhan air per m ³ beton		kg/m ³
Perbandingan berat ($W_s : W_p : W_k : W_a$)		

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

BAB IV

PEMBUATAN BENDA UJI

4.1 PEMBUATAN PASTA SEMEN

A. PENDAHULUAN

Dalam percobaan ini, pasta semen merupakan komponen yang cukup penting dalam pembuatan benda uji beton, hal tersebut dikarenakan pasta semen merupakan komponen yang berguna untuk mengikat antara bahan-bahan penyusun beton, yaitu agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Didalam pembuatan pasta semen terdapat pengujian *setting time* atau waktu ikat. Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat.

B. TUJUAN

Tujuan dari pembuatan pasta semen dan uji *setting time* adalah:

1. Mengetahui waktu yang diperlukan pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat.
2. Mendapatkan nilai waktu ikat awal yang digunakan untuk menentukan semen Portland.
3. Mengetahui komposisi pasta semen untuk pengujian *setting time*.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Pembuatan Pasta Semen
 - a. Alat
 1. Timbangan
 2. Nampan
 3. Cetok
 - b. Bahan
 1. Air
 2. Semen

2. Pengujian *Setting Time*
 - a. Alat
 1. Mesin pengaduk beserta mangkok
 2. Alat vikat *setting time*
 3. Cetakan benda uji berbentuk kerucut
 4. *Stopwatch*
 5. Timbangan kapasitas 500 gr
 6. Termometer
 7. Sendok perata

D. PELAKSANAAN

Prosedur pelaksanaan pengujian *setting time* sebagai berikut ini:

1. Tuangkan air suling kedalam mangkok pengaduk serta 300 gram semen, kemudian diamkan selama 30 detik;
2. Aduk campuran air suling dan benda uji selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 140 ± 5 putaran per menit;
3. Diamkan 15 detik setelah pengadukan, kemudian bersihkan pasta semen yang menempel pada pinggir mangkok;
4. Aduk kembali selama 60 detik dengan kecepatan 285 ± 10 putaran per menit;
5. Bentuk pasta semen berbentuk bola dengan tangan sambal dilemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan;
6. Masukkan pasta semen ke cetakan benda uji dan ratakan permukaan atasnya dengan sendok perata;
7. Simpan benda uji selama 30 menit di tempat yang lembab serta catat suhu benda uji dan ruangnya;
8. Letakan benda uji pada alat *setting time*, sentuhkan ujung jarum vikat pada tengah tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vikat, letakan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan jarum vikat;
9. Catat besar penetrasi jarum sebanyak tujuh kali dengan interval waktu 15 menit.

E. HASIL PENGUJIAN

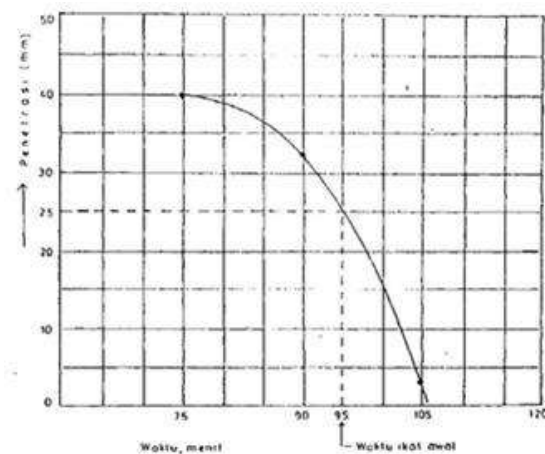
Tabel 4.1.1 Hasil Pengujian *Setting Time*

Pukul	Interval waktu (menit)	Penetrasi (mm)
	0	
	15	
	30	
	45	
	60	
	75	
	90	
	105	
	120	
	135	
	150	
	165	
	180	
	195	
	210	

Sumber: Data Praktikum Teknologi Beton 2024

F. ANALISIS HITUNGAN

Waktu ikat awal ditentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu jika penetrasi jarum vicat mencapai 25 mm.



Gambar 4.1.1 Grafik Waktu Penetrasi

4.2 PEMBUATAN MORTAR

A. PENDAHULUAN

Mortar adalah material konstruksi yang terdiri dari campuran semen, pasir, dan air yang berfungsi sebagai matrik pengikat atau bahan pengisi untuk konstruksi struktural atau non-struktural. Contoh konstruksi struktural adalah pasangan bata belah untuk pondasi, dan contoh konstruksi non-struktural adalah merekatkan dinding.

Dalam proses pembuatan mortar, semen portland digunakan sebagai bahan pengikat utama, yang bereaksi dengan air melalui proses hidrasi untuk membentuk produk yang kuat dan tahan lama. Reaksi hidrasi ini menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang merupakan komponen utama yang memberikan kekuatan pada mortar. Selain itu, agregat halus seperti pasir ditambahkan untuk memberikan volume dan stabilitas, membantu mengurangi penyusutan selama proses pengeringan, dan meningkatkan ketahanan terhadap deformasi.

Pada percobaan ini diuraikan cara-cara mencampurkan bahan-bahan dasar pembuatan mortar. Kualitas mortar sangat dipengaruhi oleh rasio air-semen yang menentukan *workability* dan kekuatan akhir material. Rasio yang tepat memungkinkan mortar untuk memiliki konsistensi yang baik, mudah diaplikasikan, dan memiliki kekuatan yang memadai setelah mengeras. Penambahan bahan tambahan seperti *superplasticizer* juga dapat digunakan untuk meningkatkan *workability* tanpa perlu menambah air, sehingga menjaga rasio air-semen yang optimal dan menghasilkan mortar yang lebih padat dan kuat. Pemahaman yang baik tentang komposisi, pencampuran, dan pengujian mortar sangat penting untuk menghasilkan material yang memenuhi standar kualitas dan kinerja dalam aplikasi konstruksi. Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat adukan mortar maupun sifat-sifat mortar setelah mengeras perlu diketahui yaitu *flowability* dan kuat tekan.

B. TUJUAN

Tujuan pembuatan Mortar adalah:

1. Mengetahui bahan campuran pembentuk mortar per satuan volume.
2. Mengetahui proporsi bahan campuran pembentuk mortar yang akan digunakan dalam pembuatan mortar.
3. Mengetahui reaksi yang terjadi dalam adukan.
4. Mengetahui pengaruh fas terhadap kualitas mortar.
5. Mengetahui pengaruh *superplasticizer* terhadap *flowability*.
6. Menghasilkan *sample* mortar untuk bahan uji.
7. Mengetahui pengaruh besar kecilnya nilai *flow* pada mortar.

C. MIX DESIGN MORTAR 1 m³

Untuk membuat perencanaan campuran, bahan-bahan tersebut harus diuji di laboratorium untuk mengetahui nilai berat jenis (γ) dan berat satuannya (ρ), sehingga diperoleh data-data sebagai berikut.

- ρ_A = berat satuan air (kg/m³)
- ρ_S = berat satuan semen (kg/m³)
- ρ_P = berat satuan pasir (kg/m³)
- γ_A = berat jenis air
- γ_S = berat jenis semen
- γ_P = berat jenis pasir

Selain itu, perlu ditetapkan pula beberapa ketentuan berikut ini.

- rasio S:P = 1:vP
- fas = berat A : berat S = bA : bS

Jika bS=1, maka fas=bA

Perhitungan *mix design* mortar dapat dilakukan mengikuti tahapan berikut ini.

1. Rasio volume S:P dapat dihitung dengan Persamaan 4.2.1

$$S : P = 1 : vP \quad (4.2.1)$$

2. Rasio volume S:A dapat dihitung dengan Persamaan 4.2.2-4.2.5

$$S : A = \frac{bS \times \rho_S}{\gamma_S \times \rho_A} : \frac{fas \times \rho_A}{\gamma_A \times \rho_A} \quad (4.2.2)$$

Karena $bS=1$ dan $bA=fas$, maka persamaan 4.2.3 dapat ditulis

$$S:A = \frac{\rho S}{\gamma S \times \rho A} : \frac{fas \times \rho A}{\gamma A \times \rho A} \quad (4.2.3)$$

Jika S dinyatakan =1, maka:

$$S:A = 1: \left(\frac{fas \times \rho A}{\gamma A \times \rho A} \times \frac{\gamma S \times \rho A}{\rho S} \right) \quad (4.2.4)$$

$$S:A = 1: \left(\frac{fas \times \gamma S}{\gamma A} \right) \quad (4.2.5)$$

3. Dengan menggabungkan rasio volume S:P (Persamaan 4.2.1) dan rasio volume S:A (Persamaan 4.2.4), dapat dihitung rasio volume semua bahan (S:A:P) seperti ditunjukkan pada Persamaan (4.2.6).

$$S:A:P = 1: \left(\frac{fas \times \gamma S}{\gamma A} \right) : \left(\frac{vP \times \rho P \times \gamma S}{\gamma P \times \rho S} \right) \quad (4.2.6)$$

4. Untuk mendapatkan campuran mortar 1 m³, maka semua bahan dibagi dengan Vol SAP m³. Perlu dilakukan pengecekan, yaitu penjumlahan volume semua bahan harus = 1 m³. Sampai tahap ini sudah diperoleh kebutuhan masing-masing bahan dalam satuan volume (m³).
5. Langkah terakhir adalah mengubah satuan kebutuhan bahan, dari satuan volume (m³) menjadi satuan berat (kg), menggunakan Persamaan 4.2.7.

$$Berat = Volume \times \gamma \times \rho A \quad (4.2.7)$$

Dari Persamaan 3.7 akan diperoleh berat masing-masing bahan untuk membuat 1 m³ mortar. Apabila akan mempersiapkan campuran mortar untuk membuat benda uji dengan volume tertentu, sebaiknya diberikan faktor aman sebesar 10-20%, untuk mencegah kekurangan mortar akibat penempelan di alat atau terjatuh, dll.

D. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Pengadukan dan Pembuatan Benda uji mortar
 - a. Alat

1. Mesin Pengaduk Standar ASTM C 305 yang kecepatan perputarannya dapat diatur, dilengkapi dengan pengaduk kapasitas 2500cc.
 2. Cetakan benda uji berbentuk kubus Panjang sisi 5 cm, dibuat dari baja HRB harus kedap air.
 3. Timbangan kapasitas 2000 gram dengan ketelitian 0.1 gram.
 4. Gelas ukur kapasitas 500ml dengan ketelitian 2ml.
 5. *Stopwatch*
 6. Alat pemadat
 7. Sendok perata
 8. Mistar dari baja Panjang 20cm, dengan ketelitian 1 mm.
- b. Bahan
1. Semen = gram
 2. Agregat Halus = gram
 3. Air = ml
 4. *Superplasticizer* = ml
2. Pemeriksaan nilai *Flow*
- a. Alat
1. Meja leleh (*Flow Table*)
 2. Cetakan
 3. Alat penumbuk
 4. Sendok perata
 5. Mistar dari baja Panjang 20cm, dengan ketelitian 1 mm.

E. PELAKSANAAN

1. Pembuatan mortar sebagai berikut.
 - a. Tuangkan air ke dalam mangkok pengaduk, kemudian masukan pula perlahan – lahan contoh semen, biarkan kedua bahan dalam mangkok pengaduk selama 30 detik.
 - b. Aduklah campuran air dan semen dengan menggunakan mesin pengaduk selama 30 detik, kecepatan putaran mesin pengaduk adalah 140 ± 5 putaran per menit.

- c. Siapkan agregat halus, masukan sedikit demi sedikit ke dalam mangkok yang berisi campuran semen-air sambal diaduk dengan kecepatan yang sama dalam 30 detik, setelah itu pengadukan diteruskan selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit.
 - d. Pengadukan dihentikan, bersihkan motornya yang menempel di bibir dan bagian atas mangkok pengaduk selama 15 detik, selanjutnya mortar dibiarkan 75 detik dalam mangkok pengaduk yang ditutup.
 - e. Ulang kembali pengadukan selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit.
 - f. Masukkan mortar kedalam cetakan kubus, pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan setiap lapis harus dipadatkan 32 kali dengan 4 kali putaran dalam 10 detik, konfigurasi pemadatan seperti tercantum, pekerjaan pencetakan benda uji, harus sudah dimulai dalam waktu paling lama $2 \frac{1}{2}$ menit setelah pengadukan semula.
 - g. Ratakan permukaan atas kubus benda uji dengan menggunakan sendok pasta
 - h. Simpan kubus-kubus benda uji dalam lemari selama 24 jam.
 - i. Setelah itu bukakan cetakan dan rendamlah kubus-kubus benda uji dalam air bersih sampai saat pengujian kuat tekan dilakukan.
2. Pemeriksaan nilai Flow sebagai berikut.
- a. Persiapkan *flow table*, cetakan dan penumbuk pada posisinya Cetakan diletakkan pada tengah-tengah meja (pelat) dari *flow table*
 - b. Segera setelah selesai pengadukan, mortar diisikan ke dalam cetakan dalam dua lapisan yang kira-kira sama tingginya, masing-masing lapisan diratakan dengan alat pemadat/penumbuk dengan cara diusuk sebanyak 20 kali. Kemudian permukaan mortar diratakan bidang atasnya dengan bibir atas cetakan.
 - c. Cetakan dilepaskan dari mortar dengan cara diangkat perlahan-lahan.
 - d. Gerakkan *flow table* dengan cara memutar tuas penggerak, sehingga terjadi ketukan sebanyak 25 kali dalam waktu 15 detik. Oleh ketukan

ini, mortar di atas meja akan bergerak melebar mengisi permukaan meja sampai diameter tertentu

- e. Ukurlah diameter mortar diatas meja leleh minimal pada 4 tempat yang berlainan, lain hitung diameter rata-rata (d) mortar tersebut.

F. DATA HASIL PENGUJIAN

1. Hasil Pengadukan Mortar dan Pembuatan Mortar segar sebagai berikut.

Bahan	Merk / Asal	Berat	Satuan
Semen			gr
Agregat halus			gr
Air			ml
<i>Superplasticizer</i>			ml
total			gr

Berat cetakan =gram

Berat mortar + cetakan =gram

Berat mortar =gram

2. Hasil pemeriksaan *flow table*

No	D0 (cm)	D1 (cm)				D1 (cm)	flow (%)
		d1	d2	d3	d4		
1.							
2.							

Keterangan:

DO = Diameter bawah cetakan (± 10 cm).

D1 = Diameter mortar setelah selesai ketukan, diukur pada 4 posisi untuk dihitung harga rata-ratanya.

4.3 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:

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

1. Tempat adukan.
 2. Cetok (sendok pengaduk).
 3. Ember
 4. Gelas ukur 1000 ml.
 5. Timbangan (neraca *ohaus*).
 6. Plastik.
 7. Cetakan silinder beton
 8. Kaliper.
 9. Timbangan duduk.
 10. Batang baja (penumbuk).
 11. Mesin *mixer*
- b. Bahan
- | | | |
|------------|---|--------|
| 1. Air | = | liter. |
| 2. Semen | = | gram. |
| 3. Pasir | = | gram. |
| 4. Kerikil | = | gram. |

2. Pemeriksaan *Slump*

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

a. Diameter atas	=	cm
b. Diameter bawah	=	cm
c. Tinggi	=	cm
 2. Batang baja.
 3. Kaliper.
 4. Alat-alat untuk membuat beton segar.
 5. Penggaris
- b. Bahan yang digunakan adalah adukan beton segar sebelum dimasukkan pada cetakan.

3. Pemeriksaan *Bleeding*

- a. Alat
 1. Pipet kaca.
 2. Gelas ukur 20 ml.
 3. Stopwatch.
- b. Bahan yang digunakan adalah adukan beton segar yang telah dimasukan pada cetakan.

D. PELAKSANAAN

1. Pengadukan Beton sebagai berikut.
 - 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 sebagai berikut.
 - 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 sebagai berikut.
 - a. Basahi kerucut abrams, 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* sebagai berikut.
- 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 sebagai berikut.

Tabel 4.3.1 Kebutuhan bahan-bahan untuk satu adukan

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

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 4.3.2 Hasil pemeriksaan bleeding

Pemeriksaan	Waktu, (menit)	Volume air, ml			
		Beton 1	Beton 2	Beton 3	Beton 4
I	0-10				
II	10-20				
III	20-30				
Jumlah air dalam beton					
Jumlah air yang keluar					
Jumlah air yang keluar per cm ²					

F. ANALISIS HITUNGAN

1. Analisis Hitungan Slam sebagai berikut

Nilai slam rata-rata

$$\text{Slam rata-rata} = \frac{\text{pemeriksaan I} + \text{pemeriksaan II}}{2} \quad (4.3.1)$$

2. Analisis Hitungan *Bleeding* sebagai berikut.

Jumlah air dalam beton segar:

$$B = \frac{C \times E}{D} \quad (4.3.2)$$

Jumlah air yang keluar

$$F = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (4.3.3)$$

Jumlah air yang keluar per cm² luas permukaan beton segar

$$G = \frac{A}{L} \quad (4.3.4)$$

Keterangan:	A = Jumlah <i>Bleeding</i>	(ml)
	B = Jumlah air dalam beton	(ml)
	C = Berat beton dala 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 lingkaran permukaan beton segar	(cm ²)

BAB V

UJI TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH

5.1 UJI TEKAN MORTAR

A. PENDAHULUAN

Mortar dibuat pada cetakan kubus 5x5x5 cm. Maka dari itu, perhitungan nilai kuat tekan dimulai dengan konversi benda uji kubus 5 cm menjadi kubus 15 cm berdasarkan tabel 5.1.1. Standar di lapangan menggunakan silinder beton berukuran 15x30 cm, maka dari itu berdasarkan SNI 03-2847-2002, nilai konversi beton dari benda uji kubus 15 cm menjadi silinder beton berdiameter 15x30 cm adalah **0,83**.

Tabel 5.1.1 Nilai konversi kuat tekan

No	Ukuran Benda Uji (cm)	Nilai Konversi Mutu Beton
1	5,0	0,8447
2	5,5	0,8513
3	6,0	0,8580
4	6,5	0,8648
5	7,0	0,8718
6	7,5	0,8788
7	8,0	0,8860
8	8,5	0,8932
9	9,0	0,9006
10	9,5	0,9082
11	10,0	0,9158
12	10,5	0,9236
13	11,0	0,9315
14	11,5	0,9395
15	12,0	0,9477
16	12,5	0,9560
17	13,0	0,9645
18	13,5	0,9732
19	14,0	0,9819
20	14,5	0,9909
21	15,0	1,000

Sumber: Nuredy dan Fertanto, 1999

B. TUJUAN

Tujuan yang digunakan dalam uji tekan mortar adalah:

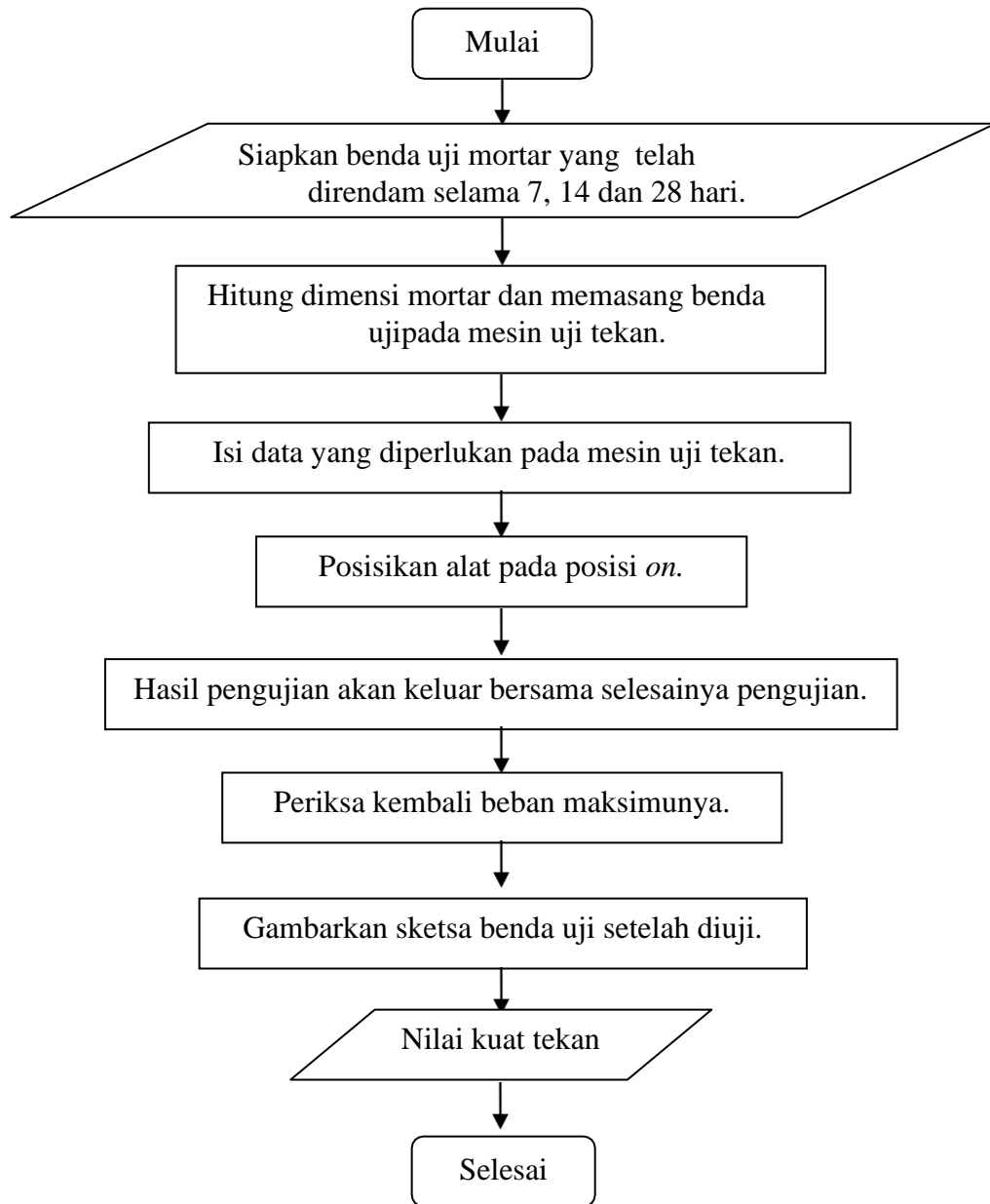
- a. Mengetahui nilai kuat tekan dari mortar umur 3 atau 7 hari.
- b. Mengetahui nilai kuat tekan dari mortar umur 28 hari.
- c. Mengetahui nilai modulus elastisitas mortar.

C. ALAT DAN BAHAN

1. Alat

- a) Kaliper
 - b) Alat uji tekan *concrete compression tester machine*.
 - c) Timbangan
- b. Bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah mortar yang telah dibuat pada percobaan sebelumnya.

D. BAGAN ALUR PENGUJIAN



Gambar 5.1.1 Bagan alir pengujian tekan mortar

E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tekan mortar adalah sebagai berikut ini.

Tabel 5.1.2 Hasil Pengujian

Keterangan	Mortar 1	Mortar 2	Mortar 3
Dicetak tanggal			
Umur mortar (hari)			
<i>Flowability</i> (mm)			
Berat mortar (gram)			
Sisi 1 (mm)			
Sisi 2 (mm)			
Sisi rata-rata (mm)			
Luas penampang (mm ²)			
Tinggi (mm)			
Beban Maksimum (kN)			

F. ANALISIS HITUNGAN

Perhitungan untuk uji tekan silinder mortar digunakan rumus-rumus sebagai berikut ini.

1. Volume mortar:

$$V = A \times t \quad (5.1.1)$$

2. Berat volume mortar:

$$\gamma = \frac{W \text{ mortar}}{V \text{ mortar}} \quad (5.1.2)$$

3. Kuat tekan maksimum 7 hari

$$F_c = \frac{P \text{ max}}{A} \quad (5.1.3)$$

4. Kuat tekan maksimum 28 hari

$$F = \frac{F_c \text{ 7 hari}}{\text{rasio kuat tekan}} \quad (5.1.4)$$

5. Modulus elastisitas mortar

$$E = 4700 \times \sqrt{f'c} \quad (5.1.5)$$

Keterangan:

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

5.2. UJI TEKAN SILINDER BETON

A. PENDAHULUAN

Sifat fisik mekanika beton dapat diketahui dengan menguji silinder beton. Beton yang diuji adalah beton dengan umur 14 hari yang kemudian kuat tekannya akan dikonversikan ke 28 hari menggunakan faktor konversi yang adapada Tabel 5.2.1 untuk mengetahui kekuatan maksimum dari beton tersebut.

Tabel 5.2.1 Rasio kuat tekan terhadap 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 adalah:

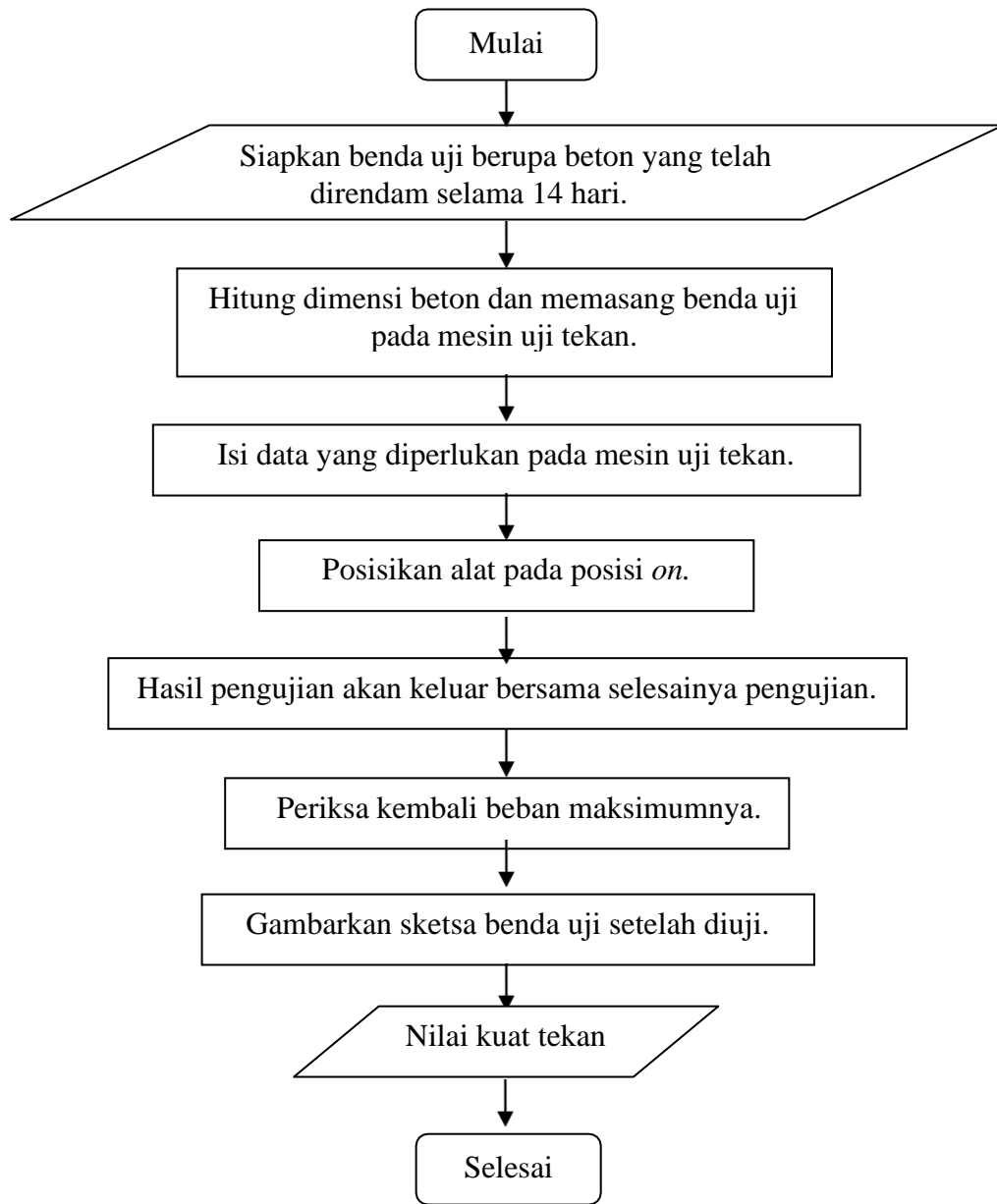
1. Mengetahui nilai kuat tekan dari silinder beton umur 3 atau 7 hari.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dari silinder beton umur 28 hari.
3. Mengetahui nilai modulus elastisitas beton.

C. ALAT DAN BAHAN

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

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 5.2.1 Bagan alir pengujian tekan beton

E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tekan beton adalah sebagai berikut ini.

Tabel 5.2.2 Hasil Pengujian

Keterangan	Beton 1	Beton 2	Beton 3
Dicetak tanggal			
Umur beton (hari)			
<i>Slump</i>			
Berat Beton (kg)			
Diameter 1 (mm)			
Diameter 2 (mm)			
Diameter rata-rata (mm)			
Luas penampang (mm ²)			
Tinggi (mm)			
Beban Maksimum (kN)			

F. ANALISIS HITUNGAN

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

1. Volume beton:

$$V = A \times t \quad (5.2.1)$$

2. Berat volume beton:

$$\gamma = \frac{W \text{ beton}}{V \text{ beton}} \quad (5.2.2)$$

3. Kuat tekan maksimum 7 hari

$$F_c = \frac{P \text{ max}}{A} \quad (5.2.3)$$

4. Kuat tekan maksimum 28 hari

$$F_c = \frac{F_c \text{ 7 hari}}{\text{rasio kuat tekan}} \quad (5.2.4)$$

5. Modulus elastisitas beton

$$E = 4700 \times \sqrt{f_c'} \quad (5.2.5)$$

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)
Fc'	= Kuat tekan maksimum	(MPa)
P max	= Beban maksimum	(kg)
E	= Modulus elastisitas	(MPa)

5.3 UJI KUAT TARIK BELAH BETON

A. PENDAHULUAN

Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (*modulus of rupture*).

Metode uji ini terdiri dari pemberian gaya tekan sepanjang diameter spesimen beton silinder pada kisaran laju yang ditentukan sampai batas keruntuhan. Pembebanan ini menimbulkan tegangan tarik pada bidang datar yang diberi beban dan gaya tekan yang relatif tinggi di daerah sekitar beban kerja. Keruntuhan tarik terjadi akibat dari keruntuhan tekan karena area beban dalam keadaan tekan triaksial, sehingga memungkinkan untuk menahan tegangan tekan lebih tinggi dari yang ditunjukkan oleh hasil uji kekuatan tekan uniaksial.

B. TUJUAN

Tujuan yang digunakan dalam uji tarik belah beton untuk mengetahui ketahanan geser dari nilai kuat tarik belah beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan.

C. ALAT DAN BAHAN

Alat – alat yang digunakan dalam uji tarik belah beton sebagai berikut.

1. Alat
 - a. Kaliper
 - b. *Universal Testing Machine* (alat lainnya terlampir)
 - c. Pelat
2. Bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah silinder beton yang telah dibuat pada percobaan sebelumnya.

D. LANGKAH-LANGKAH

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Hitung dan catat dimensi beton sebelum dilakukan pengujian.
3. Buatlah garis bantu pada silinder beton agar memudahkan pengujian pada beton.
4. Letakan pelat pada arah memanjang **spesimen** pada beton.
5. Letakan batang baja sebagai perata beban pada beton (posisi tengah)
6. Pastikan posisi beton berada pada posisi yang tepat.
7. Tekan beton dengan menggunakan mesin tekan, pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan, dengan laju tegangan tarik belah konstan yang berkisar antara 0,7 MPa/menit sampai 1,4 MPa/menit [100 psi/menit sampai 200 psi/menit] sampai benda uji hancur.
8. Lihat dan catat beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji, pastikan bacaan beban sudah mencapai titik maksimum.

E. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil uji tarik belah beton adalah sebagai berikut.

Diameter 1	:	mm
Diameter 2	:	mm
Diameter rata – rata	:	mm
Tinggi beton	:	mm
Beban Maksimum	:	kgf
	:	N

F. ANALISIS HITUNGAN

Hitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

Keterangan :

T : Kekuatan tarik belah (MPA)

P : Beban uji maksimum (beban belah / hancur) yang ditunjukkan oleh mesin uji (N)

l : Panjang benda uji (mm)

d : Diameter beda uji (mm)

BAB VI**BETON GEOPOLIMER****A. PENDAHULUAN**

Dari waktu ke waktu kebutuhan semen sebagai bahan pengikat dalam adonan beton semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan pembangunan infrastruktur di setiap daerah. Hal ini menyebabkan kandungan CO₂ di udara semakin meningkat, mengingat bahwa setiap satu 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.

Geopolimer merupakan pembaharuan material konstruksi ramah lingkungan yang berfungsi untuk mengurangi dampak buruk dari produksi semen konvensional. Parameter utama pada pengkajian geopolimer adalah material pozzolan yang digunakan sebagai bahan pengikat pengganti semen dengan kandungan aluminosilicate (Si-Al) tinggi. Di Indonesia, material pozzolan memiliki potensi melimpah terutama pada limbah industri dan agrikultur seperti abu terbang batu bara, limbah kaca, sekam padi, ampas tebu, dan cangkang sawit apabila diolah menjadi powder. Abu terbang (fly ash) dan Abu sekam padi 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.

Beton geopolimer merupakan beton geosintetik yang reaksi pengikatnya terjadi melalui reaksi polimerisasi dan bukan melalui proses hidrasi seperti pada beton konvensional (Davidovits, 1991). Proses geopolimerisasi melibatkan reaksi kimia yang diaktifkan dengan alkali aktivator. Alkali aktivator yang digunakan berupa natrium hidroksida (NaOH) sebagai pengaktif reaksi dan natrium silikat (Na₂SiO₃) sebagai katalisatornya (Astuti dkk, 2022).

Sampai saat ini standar perancangan bahan susun beton geopolimer belum ada, sehingga dibutuhkan metode pendekatan, salah satunya dapat digunakan perancangan beton konvensional, yang dihitung berdasarkan SNI

7656:2012. Untuk mencapai target kuat tekan beton geopolimer tertentu, peran pasta semen (semen + air) pada beton konvensional diganti dengan pasta geopolimer (pozzolan + air + natrium hidroksida + sodium silikat), sedangkan untuk agregat kasar dan halus sesuai dengan beton konvensional. Hasil yang didapatkan dari penelitian oleh Anisa, E. A., (2022), presentase optimum menggunakan perbandingan aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ sebesar 1:1,25 dengan molaritas NaOH sebesar 12 M, dengan persentase penggunaan pozzolan dan aktivatornya sebesar 70%:30%. Penambahan *superplasticizer* (SP) dan air destilasi dapat meningkatkan *flowability* serta *workability* geopolimer, dengan penambahan 2% SP dan 5-10% air destilasi. Kemudian, metode curing optimum untuk meningkatkan kuat tekan geopolimer, yaitu dilakukan curing pada suhu 70°C selama 24 jam.

Sebagai contoh, jika berdasarkan perancangan SNI 7656:2012 didapat kebutuhan bahan penyusun untuk 1 m^3 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 $= 501,50 + 186,90 = 688,40 \text{ kg}$, sedangkan kebutuhan agregat kasar dan halus sama.

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

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

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

Jika digunakan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ sebesar 1:2,5 maka:

$$\text{Kebutuhan natrium hidroksida (NaOH)} = \frac{1}{1+2,5} \times 206,52 = 59,01 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan sodium silikat (Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{2,5}{1+2,5} \times 206,52 = 147,51 \text{ kg}$$

Jika digunakan penambahan *superplasticizer* 2% dan air 10% maka:

$$\text{Kebutuhan } \textit{superplasticizer} = 2\% \times 481,88 = 9,6 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan air} = 10\% \times 481,88 = 48,2 \text{ kg}$$

Perhitungan yang dilakukan untuk kebutuhan adukan 1 m³

B. TUJUAN

Tujuan dari pembahasan ini adalah

1. Mengetahui definisi dari beton geopolimer
2. Mengetahui bahan penyusun dari beton geopolimer
3. Mengetahui keunggulan dan kekurangan dari beton geopolimer
4. Mengetahui perbedaan antara beton konvensional dengan beton geopolimer

C. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan beton geopolimer 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. Oven
 - m. Alat uji tekan (*concrete compression tester machine*)
2. Bahan
 - a. Air = liter
 - b. Fly Ash = gram

c. Abu Sekam Padi	=	gram
d. Pasir	=	gram
e. Kerikil	=	gram
f. Natrium Hidroksida (NaOH)	=	gram
g. Sodium Silikat (Na ₂ SiO ₃)	=	gram
h. Superplasticizer (1%) (Sika Viscocrete-10)	=	gram

D. LANGKAH-LANGKAH

1. Pembuatan beton geopolimer
 - a. Tentukan proporsi bahan campuran beton geopolimer yang akan digunakan berdasarkan perhitungan mix design
 - b. Timbang dan ukur kebutuhan bahan yang diperlukan, dengan perbandingan antara larutan alkali aktivator dan berat pozzolan + air sebesar 70%:30%
 - c. Agregat kasar dan agregat halus di campur diatas nampan
 - d. Campur larutan alkali activator, yaitu Natrium Hidroksida dan Sodium Silikat kedalam ember dengan perbandingan 1:1,25 dari berat total larutan tersebut
 - e. Campurkan bahan pozzolan dengan larutan aktivator
 - f. Tambahkan *Superplasticizer* ke dalam campuran tersebut
 - g. Setelah tercampur rata, tuangkan air sedikit demi sedikit ke dalam ember sehingga membentuk pasta geopolimer
 - h. Pasta geopolimer dicampur dan diaduk diatas nampan bersama dengan agregat kasar dan agregat halus dan dilakukan pengujian Slump
 - i. Kemudian campuran beton geopolimer 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. Perawatan Benda Uji
 - a. Setelah 24 jam maka cetakan silinder beton dibuka
 - b. Kemudian beton diberikan kertas label
 - c. Beton dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 70° C

- d. Setelah itu, beton didiamkan dalam suhu ruang selama 1 hari atau disimpan dengan dilapisi plastik wrap selama 7-28 hari dan siap diuji kuat tekannya.

E. DATA HASIL PENGUJIAN

1. Hasil Pengadukan Beton Geopolimer

Tabel 6.1.1 Kebutuhan bahan-bahan untuk 1 adukan

Bahan	Merk/Asal	Berat	Satuan
Air			liter
Fly Ash			gr
Abu Sekam Padi			gr
Pasir			gr
Natrium Hidroksida			gr
Sodium Silikat			gr
Superplasticizer			gr
TOTAL			gr

Berat cetakan silinder yang digunakan = gram
 Berat beton segar + silinder = gram
 Berat beton setelah 24 jam = gram

2. Data hasil uji tekan beton geopolimer adalah sebagai berikut:

Berat adukan = kg
 % Air = %
 Dicetak tanggal = .../.../20
 Umur = hari
 Berat Beton = kg
 Diameter 1 = mm
 Diameter 2 = mm
 Diameter rata-rata = mm
 Tinggi Beton = mm
 Luas penampang = mm²

F. ANALISIS HITUNGAN

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

- a. Volume beton:

$$V = A \times t$$

- b. Berat volume beton:

$$\gamma = \frac{W \text{ Beton}}{V \text{ Beton}}$$

- c. Kuat tekan maksimum 7 hari

$$F_c = \frac{P_{\max}}{A}$$

- d. Kuat tekan maksimum 28 hari

$$F_c = \frac{F_c \text{ umur 7 hari}}{\text{Rasio kuat tekan}}$$

- e. Modulus elastisitas beton

$$E = 4700 \times \sqrt{F_c'}$$

Keterangan:

A = Luas penampang (cm²)

t = Tinggi (cm)

γ = Berat volume beton (gr/cm³)

W = Berat beton (gr)

V = Volume beton (cm³)

F_c' = Kuat tekan maksimum (MPa)

P_{max} = Beban maksimum (kg)

E = Modulus elastisitas (MPa)

PENUTUP

Pembelajaran berbasis modul ini diharapkan akan membantu mahasiswa memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai konsep dasar serta aplikasi teknologi beton dalam dunia teknik sipil. Praktikum ini dirancang untuk memberikan pengalaman langsung dalam pengujian dan analisis material beton, sehingga dapat meningkatkan keterampilan teknis dan analitis mahasiswa dalam memecahkan masalah konstruksi yang berhubungan dengan beton.

Kami mendorong para mahasiswa untuk terus memperdalam pengetahuan mereka dalam bidang ini serta mengembangkan kemampuan praktis yang diperlukan dalam dunia kerja. Tak lupa dalam kesempatan ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun, demi sempurnanya penyusunan modul ini di masa-masa yang akan datang. Semoga ilmu yang didapatkan dalam modul ini dapat bermanfaat bagi karir dan perkembangan akademik mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Adnan. 2024. *Perilaku Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete Menggunakan Additive Silika Fume*. 2(2).
- Anisa, Evelyn Anabel. 2022. *Pengkajian Mortar dan Pasta Geopolimer Material Pozzolan Sebagai Supplementary Cementitious Materials (SCMs) dari Limbah Potensi Agro dan Industri di Indonesia*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Astuti, P., Afriansya, R., dan Anisa, E.A. 2022. Mechanical properties of self-compacting geopolymer concrete utilizing fly ash. *1st International Conference on Technology, Informatics, and Engineering*. Yogyakarta, 25 Juli 2022, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0094463>.
- BSN, 1989, SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam)*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- BSN, 1990, SNI 03-1968-1990, *Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1998, SNI 03-4804-1998, *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1996, SNI 03-4142-1996: *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 1972:208. *Tata Cara Uji Slump Beton*, Jakarta, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 2417:2008. *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta, Indonesia 1-9.
- BSN, 2008, SNI 2417:2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia 1-9

BSN, 2008, SNI 4156:2008, *Bleeding Beton Segar*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

BSN, 2011, SNI 1971:2011 *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

BSN, 2011, SNI 2493-2011, *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan benda uji beton di Laboratorium*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.

BSN, 2012, SNI 7656:2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

BSN, 2013, SNI 2847:2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

BSN, 2014, SNI 2491-2014 *Metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BSN, 2016, SNI 1969:2016 *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

BSN, 2016, SNI 1970:2016, *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Standar Nasional Indonesia. Jakarta.

Carlos, Sandro, Paulus Kumendong, Oscar H. Kaseke, and Sompie Diantje. (2008). Uji Kelayakan Agregat dari Desa Galela Kabupaten Halmahera Utara untuk Bahan Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya. *Jurnal Keilmuan Dan ...*, 2019 – *Ejurnal.Untag-Smd.ac.id* 1-9

Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Penerbit Andi Yogyakarta

KETENTUAN PRAKTIKUM

1. Praktikum dilaksanakan secara offline, maka setiap kelompok **WAJIB** hadir dan melakukan pengujian langsung di Laboratorium sesuai dengan jadwal kelompok masing-masing
2. Praktikan **WAJIB** Berpakaian sopan berkerah dan memakai sepatu tertutup. Dilarang memakai kaos oblong, celana sobek, dan untuk perempuan dilarang menggunakan sepatu ber-hak ataupun *flat shoes*.
3. **DILARANG** berambut gondrong bagi laki-laki
4. Praktikan **WAJIB** menggunakan alat pelindung diri (jas lab, sepatu, dan sarung tangan).
5. Praktikan datang ke laboratorium **10 menit** sebelum praktikum dimulai.
6. Maksimal keterlambatan **15 menit** dari jadwal praktikum. Jika melebihi maka dihitung **TIDAK HADIR**
7. Pretest dilaksanakan sebelum praktikum offline dimulai berdasarkan materi praktikum yang akan dilakukan pada minggu tersebut.
8. HP maupun gadget lain hanya digunakan untuk dokumentasi praktikum
9. Presensi praktikum dilakukan secara offline pada saat praktikum dilaksanakan. Mahasiswa yang memiliki presensi < **75%**, dinyatakan **TIDAK LULUS PRAKTIKUM**.
10. Apabila praktikan ingin meninggalkan lab saat praktikum berlangsung harus izin pada asisten
11. Setelah praktikum, praktikan harus mengembalikan alat yang dipergunakan pada tempatnya.
12. Jika mahasiswa yang mengikuti praktikum, tidak bisa hadir dengan alasan sakit/kegiatan kampus maka harus ada surat keterangan. Selain alasan tersebut tidak dapat ditoleransi
13. Setiap praktikan yang **MELANGGAR** tata tertib **TIDAK DIPERBOLEHKAN** mengikuti praktikum.
14. Minimal nilai kelulusan adalah **60**, jika nilai akhir praktikum **kurang dari 60** maka dinyatakan **TIDAK LULUS PRAKTIKUM**

KETENTUAN FORMAT LAPORAN

1. Data pengujian bersifat **kelompok**, namun laporan bersifat **individu**.
2. Penulisan Laporan **DITULIS TANGAN** dengan **RAPI** dan **DAPAT DIBACA**, (Pengecualian untuk Lampiran). Format Penyusunan akan disediakan di MyKlass Praktikum Teknologi Beton
3. Untuk Data pengujian, Analisis Hitungan, Pembahasan, Kesimpulan ditulis tangan menggunakan pulpen **HITAM**
4. Ketentuan grafik:
 - a. Untuk grafik, digambar di kertas **milimeter blok ukuran A4**
 - b. Grafik **WAJIB** menggunakan penggaris
 - c. Jika di grafik ada 3 garis yang berbeda (Contoh grafik gradasi: batas atas, batas bawah, dan hasil pengujian), **WAJIB** menggunakan **3 warna pulpen** yang berbeda
 - d. Di setiap grafik **WAJIB** terdapat tanda tangan asisten sebagai tanda grafik tersebut sudah di cek dan benar
5. Laporan untuk foto alat, bahan, dan langkah-langkah berupa foto kegiatan secara langsung dengan label kelompok masing-masing.
6. Deadline Laporan tiap bab **MAKSIMAL 1 minggu** setelah pelaksanaan praktikum
7. Beberapa bab wajib diselesaikan sebagai syarat pelaksanaan praktikum. Jika praktikan **tidak menyelesaikan** laporan, maka praktikum akan **DITUNDA**
8. Pengumpulan laporan akhir akan dilakukan setelah seluruh rangkaian praktikum selesai dilakukan, sebagai syarat responsi
9. Pada lembar pengesahan **WAJIB** terdapat tanda tangan asisten sebelum responsi dosen. Apabila tidak terdapat tanda tangan asisten, maka mahasiswa tersebut **TIDAK BERHAK** mengikuti **RESPONSI DOSEN**, dan dinyatakan **TIDAK LULUS PRAKTIKUM**

DAFTAR NAMA DAN KONTAK ASISTEN PRAKTIKUM TEKNOLOGI BETON 2024

No	Nama	Email	No. Telp
1	Rizqi Aryasatya Wijaya	rizqi.aryasatya.ft21@mail.umy.ac.id	081225784178
2	Angga Jordi Wisnu Nouvaldi	angga.jordi.ft21@mail.umy.ac.id	089514987275
3	Fajar Firdaus Alhuda	fajar.firdaus.ft21@mail.umy.ac.id	0895391179925
4	Anisa Zulkarnain	a.zulkarnain.ft21@mail.umy.ac.id	082238154334
5	Nanggroe Samudra Setyatmiko	nanggroe.s.ft21@mail.umy.ac.id	0895400972282
6	Nur Angga Dwi Fajar Maulani	nur.angga.ft22@mail.umy.ac.id	082137286221
7	Amanta Putri Laksita	amanta.putri.ft22@mail.umy.ac.id	088989706011
8	Imellia Maysandri	i.maysandri.ft22@mail.ac.id	083174418129
9	Elvina Putri Wulandari	elvina.putri.ft22@mail.umy.ac.id	085786583808
10	Monika Ayu Nelly Kusumawati	monika.ayu.ft22@mail.umy.ac.id	085749067281
11	Shafira Bulan Pangesti	shafira.bulan.ft22@mail.umy.ac.id	085786138586
12	Amalia Uswatun Khasanah	amalia.uswatun.ft22@mail.umy.ac.id	082324989526



**JL. BRAWIJAYA, GEBLAGAN, TAMANTIRTO, KEC. KASIHAN,
KAB. BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA 55183**



(0274)387649 EXT. 199 & 200 (HUNTING)