

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM PEMBUATAN
BETON UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN PADA
UMUR SETELAH 28 HARI**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



DISUSUN OLEH :

SEPTAVIRA TRI AGUNG. S

05511040

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2011

**PEMANFAATAN ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM PEMBUATAN
BETONUNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN PADA
UMUR SETELAH 28 HARI**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk memenuhi
persyaratan memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**SEPTAVIRA TRI AGUNG. S
05 511 040**

Telah diperiksa dan disetujui oleh,

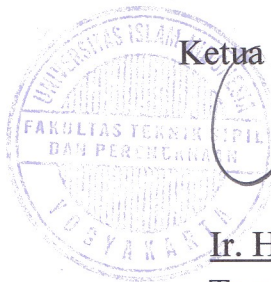
Dosen Pembimbing I

Ir. Tri Fajar Budiono, MT
Tanggal : 23/8/2011

Dosen pembimbing II

Ir. H. A. Kadir Aboe, MT
Tanggal : 23/08-2011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. H. Suharyatmo, MT
Tanggal : 23/8/2011

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM PEMBUATAN
BETONUNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN PADA
UMUR SETELAH 28 HARI**

*Use Merapi Volcanic Ash as Substitute Some of Cement In Making Concrete to Improve
Strength in Age 28 Day*

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk memenuhi
persyaratan memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



SEPTAVIRA TRI AGUNG. S

05 511 040

Disetujui Oleh:

Pembimbing :

(Ir. H. A KadirAboe, MT)

Penguji :

(Ir. H. Much. Samsudin, MT)

Penguji :

(Ir. H. Suharyatma, MT)



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga para sahabat dan para pengikutnya, karena keridhaan_nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Merapi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton untuk meningkatkan kekuatan pada umur setelah 28 hari* ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selanjutnya, izinkanlah penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penyusun sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Tri FajarBudiyono, MT, selaku dosen pembimbing I, atas bimbingan, nasehat, diskusi dan arahan yang tiada henti.
2. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku dosen pembimbing II
3. Bapak Ir. H. Much. Samsudin, MT, selaku dosen penguji I.
4. Bapak Ir. Achmad Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Seluruh dosen dan karyawan yang telah membantu.

Disadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, Agustus 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

Bencana alam hanya dikatakan sebagai masalah selama tidak disadari akan adanya suatu manfaat/hal positif yang bisa dikembangkan dari bencana alam tersebut. Dengan adanya peristiwa erupsi Gunung Merapi pada bulan Oktober 2010 di Jogjakarta dimana menyemburkan berbagai macam material sehingga mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitarnya. Salah satu material yang disemburkan ialah abu vulkanik. Seiring dengan perkembangan teknologi, tingkat kreatifitas, dan inovasi manusia semakin berkembang. Ahli konstruksi juga dituntut inovatif dalam pemilihan bahan konstruksi. Pemakaian beton sebagai material struktur merupakan alternatif yang paling banyak digunakan karena proses pengerjaan yang mudah, dapat disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi, mampu menahan beban yang berat. Digunakanlah abu vulkanik gunung merapi sebagai bahan penambah sebagian semen yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan mutu beton. Dimana semen merupakan salah satu komponen campuran beton yang utama dengan penganggaran biaya yang cukup mahal, sehingga dalam pemakaiannya harus seoptimal mungkin. Penelitian ini dilakukan untuk mencari manfaat dari bencana alam yang dapat berguna dalam dunia konstruksi, dalam hal ini abu vulkanik Gunung Merapi sebagai bahan penambah alternative campuran beton yang menambah konsumsi semen. Dalam pengujian ini pula dapat diketahui besarnya kuat tekan dan geser beton dengan campuran abu vulkanik gunung merapi tersebut yang kemudian didapat pula perbandingan antara kuat tekan dan geser real dengan kuat tekan dan geser teoritis. Persentase pencampuran abu vulkanik sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari total berat semen yang direncanakan. Mekanisme pembebanan yang diberikan berupa beban statis untuk mendapatkan beban tekan maksimal dan beban geser maksimal pada benda uji. Penggunaan metode doe dalam penghitungan mix desain pada pembuatan benda uji beton silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) dan kubus (6 x 25 x 30 cm). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase pencampuran abu vulkanik gunung merapi sebesar 10% memiliki kuat tekan yg lebih tinggi sebesar 34,6 MPa dibanding persentase 5%, 15% dan 20%. Pada hasil pengujian kuat geser persentase pencampuran abu vulkanik sebesar 20% memiliki kuat geser paling tinggi sebesar 2,19 MPa pada umur beton 48 hari.

Kata kunci: penambah sebagian semen, abu vulkanik, kuat tekan beton, kuat geser beton.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iv
Abstraksi	v
Daftar Isi	vi
Daftar Notasi	ix
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
a. Zeta Erindani (2004)	5
b. Muh. Rifai dan Haryadi (1997).....	6
c. Jaka Setya andika (2011).....	6
2.2 Keaslian Penelitian	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Tinjauan Umum.....	8
3.2 Material Penyusun Beton	9
3.2.1 Portland Cement.....	9
3.2.2 Agregat	12

3.2.2 Air.....	13
3.2.2 Bahan Tambah	14
3.3 Faktor Air Semen.....	16
3.4 Slump	17
3.5 Workability.....	17
3.6 Kuat Tekan Beton.....	17
3.7 Kuat Geser Beton.....	19
3.8 Kekuatan Geser.....	20
3.9 Perencanaan Campura (Mix Design)	21
BAB IV METODE PENELITIAN	30
4.1 Tinjauan Umum.....	30
4.2 Bahan dan Alat	30
4.2.1 Bahan Penyusun Beton.....	30
4.2.2 Peralatan	31
4.3 Pemeriksaan Material Yang Akan Digunakan	34
4.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	36
4.3.3 Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat	37
4.3.4 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus.....	38
4.3.5 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus.....	39
4.3.6 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar.....	40
4.3.7 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar.....	41
4.3.8 Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus	42
4.3.9 Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar	43
4.4 Pengujian Slump.....	44
4.5 Model Benda Uji	45
4.5.1 Model Benda Uji Untuk Tekan.....	45
4.5.2 Model Benda Uji Untuk Geser	45
4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	46
4.6.1 Pembuatan Benda Uji.....	46
4.6.2 Perawatan Benda Uji	46

4.7	Pengujian Benda Uji	46
4.7.1	Uji Tekan Beton Silinder	46
4.7.2	Uji Geser Beton Kubus.....	47
4.8	Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)	48
4.9	Bagan Alir Penyusun Tugas Akhir	55
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	56
5.1	Umum	56
5.2	Uji Material	57
5.2.1	Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir.....	58
5.2.2	Gradasi Agregat Kasar dan Modulus Kasar Butir.....	59
5.3	Material Penyusun Benda Uji	60
5.4	Nilai Slump	61
5.5	Kuat Tekan Beton.....	61
5.6	Kuat Geser Beton.....	64
5.7	Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji	66
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
6.1	Kesimpulan	70
6.2	Saran	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	72
	LAMPIRAN.....	73

DAFTAR NOTASI

A	: Luas penampang benda uji, cm^2 .
Bv	: Berat volume silinder, kg/cm^3 .
D	: Diameter benda uji, mm.
E_c	: Modulus elastisitas
$f'c$: Kuat tekan beton, Mpa.
$f'cr$: Kuat tekan rata-rata benda uji, Mpa.
K	: Tetapan statistik yang nilainya tergantung prosentase hasil uji.
L	: Panjang benda uji, mm.
m	: Nilai tambah/margin, Mpa.
N	: Jumlah benda uji yang diperiksa.
P	: Beban maksimum, Kg.
s	: Standar deviasi
ε	: Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ).
σ	: Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji.
V_{ct}	: Kuat geser teoritis, Mpa
V_{cu}	: Kuat geser uji, Mpa
V_{cur}	: Kuat geser uji rerata, Mpa
Wh	: Perkiraan jumlah air untuk agregat alami, kg/m^3 .
Wk	: Perkiraan jumlah air untuk batu pecah, kg/m^3 .
BN	: Beton normal.
$B5\%$: Beton dengan penambahan abu vulkanik sebanyak 5%
$B10\%$: Beton dengan penambahan abu vulkanik sebanyak 10%
$B15\%$: Beton dengan penambahan abu vulkanik sebanyak 15%.
$B20\%$: Beton dengan penambahan abu vulkanik sebanyak 20%

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Variasi benda uji.....	4
Tabel 3.1	Unsur-unsur utama penyusun semen	10
Tabel 3.2	Persentase komposisi unsure kimia semen	10
Tabel 3.3	Unsur-unsur penyusun abu vulkanik	16
Tabel 3.4	Hubungan tingkat pengendalian mutu pekerjaan dengan sd.....	21
Tabel 3.5	Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum untuk berbagai pembe- tonan dan lingkungan khusus.....	23
Tabel 3.6	Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton Bertulang dalam Air....	23
Tabel 3.7	Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton yang Berhubungan Air Tanah yang Mengandung Sulfat.....	24
Tabel 3.8	Penetapan nilai slump	25
Tabel 3.9	Perkiraan Kebutuhan Air per meter kubik beton	25
Tabel 3.10	Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembe- tonan dan lingkungan khusus	26
Tabel 3.11	Kebutuhan semen minimum untuk beton bertulang dalam air	27
Tabel 3.12	Kandungan semen minimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat	27
Tabel 4.1	Persyaratan FAS maksimum untuk berbagai pembe- tonan dan lingkungan khusus	49
Tabel 4.2	<i>Penilaian nilai slump</i>	50
Tabel 4.3	Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton.....	51
Tabel 4.4	Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembe- tonan dan lingkungan khusus	51
Tabel 4.5	Komposisi material untuk 1 adukan beton.....	54
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	57
Tabel 5.2	Modulus halus butiran pasir	58
Tabel 5.3	Modulus halus butiran kerikil	59
Tabel 5.4	Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton.....	61
Tabel 5.5	Nilai slump	61

Tabel 5.6	Hasil pengujian kuat tekan beton	63
Tabel 5.7	Hasil pengujian kuat geser rerataan beton	65
Tabel 5.4	Perbandingan kuat geser teoritis dengan kuat geser uji	66



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1	Pengujian kuat tekan beton silinder 19
Gambar 3.2	Pengujian kuat geser beton kubus..... 20
Gambar 3.3	Grafik perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh 22
Gambar 4.1	Mistar Dan Kaliper 31
Gambar 4.2	Timbangan..... 31
Gambar 4.3	Mesin uji desak tipe <i>ADR 3000</i> 32
Gambar 4.4	Mesin uji tarik <i>Shimatsu type UMH 30</i> 32
Gambar 4.5	Mixer/mesin pengaduk campuran beton..... 33
Gambar 4.6	Cetakan silinder beton..... 33
Gambar 4.7	Gelas ukur..... 34
Gambar 4.8	Slump test set..... 34
Gambar 4.9	Pengukuran nilai slump..... 44
Gambar 4.10	Uji Desak Pada Silinder 47
Gambar 4.11	Uji Kuat Geser Pada Kubus..... 48
Gambar 4.12	Grafik Hubungan faktor air semen dan kuat tekan..... 49
Gambar 4.13	Grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan..... 50
Gambar 4.14	Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton 52
Gambar 4.15	Langkah-langkah Penelitian 55
Gambar 5.1	Kurva Gradasi Agregat Halus 59
Gambar 5.2	Kurva Gradasi Agregat Kasar 60
Gambar 5.3	Grafik Kuat Tekan Rerata Beton. 63
Gambar 5.4	Grafik Kuat Geser Rerata Beton..... 65
Gambar 5.5.a	Grafik Perbandingan V_{cu} dan V_{ct} umur 21 hari. 67
Gambar 5.5.b	Grafik Perbandingan V_{cu} dan V_{ct} umur 28 hari. 67

Gambar 5.5.c Grafik Perbandingan Vcu dan Vct umur 35 hari..... 68

Gambar 5.5.d Grafik Perbandingan Vcu dan Vct umur 48 hari..... 68



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.1** Hasil Pengujian Material.
- Lampiran 1.2** Hasil Mix Design.
- Lampiran 1.3** Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Geser Beton
- Lampiran 1.4** Gambar-Gambar



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam hanya dikatakan sebagai masalah selama tidak disadari akan adanya suatu manfaat/hal positif yang bisa dikembangkan dari bencana alam tersebut. Dengan adanya peristiwa erupsi gunung Merapi pada bulan Oktober 2010 di Jogjakarta dimana mengeluarkan berbagai macam material sehingga mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitarnya. Salah satu material yang disemburkan ialah Abu Vulkanik Gunung Merapi.

Adapun dampak yang ditimbulkan oleh semburan Gunung Merapi ini sangat luas dan kompleks, diantaranya:

1. Berbagai macam penyakit yang timbul pada masyarakat dan efek trauma terutama pada anak kecil .
2. Rusaknya rumah atau pemukiman penduduk akibat semburan awan panas dan bahan material lainnya dari Gunung Merapi.
3. Rusaknya sarana pendidikan (SD, SMP) serta sarana dan prasarana infrastruktur (jaringan listrik dan telepon) didaerah Sleman dan sekitarnya.
4. Kerusakan pada sektor pertanian dan peternakan, sehingga petani dan peternak mengalami kerugian dan gagal panen.
5. Kerusakan alam yang mengakibatkan ketidakseimbangan lingkungan hidup.

Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh Gunung Merapi mengakibatkan pendangkalan pada sungai-sungai yang berada di hulu dan hilir gunung merapi. Sebagai usaha untuk mencari manfaat dari bencana tersebut maka diupayakan untuk memanfaatkan abu volkanik yang berasal dari Gunung Merapi di Yogyakarta tersebut sebagai bahan yang berguna. Pemanfaatan abu volkanik Gunung Merapi salah satunya sebagai bahan pembuatan beton berkualitas yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen portland serta pengaruhnya terhadap perilaku mekanik yaitu kuat tekan dan kuat geser beton.

Dalam usaha mencapai suatu alternatif yang cukup kompetitif harus ada usaha semacam penelitian untuk menghasilkan komposisi dan produk yang inovatif dalam perencanaan campuran beton. Semen merupakan bahan utama dalam campuran beton tetapi cukup mahal harganya, sehingga diusahakan dalam proses pencampuran beton menggunakan proporsi seefisien mungkin. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian sebagai bahan alternatif penambah sebagian semen yaitu abu vulkanik Gunung Merapi yang bertujuan membandingkan kuat tekan dan kuat geser beton normal dengan kuat tekan dan kuat geser beton yang di tambahkan abu vulkanik gunung merapi.

Dari permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk memanfaatkan abu vulkanik Gunung Merapi tersebut dan mengaplikasikannya kedalam bidang teknik sipil, yaitu bagaimana jika abu vulkanik tersebut dijadikan sebagai bahan penambah sebagian semen dalam campuran pembuatan beton karena abu vulkanik memiliki unsur kimia yang mirip semen hanya kurang kapur (Ca). Maka kami mengangkat topik ini dalam penelitian tugas akhir dengan judul:

“Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Merapi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton untuk meningkatkan kekuatan pada umur setelah 28 hari”

1.2 Rumusan Masalah

Abu vulkanik Gunung Merapi mengandung unsur kimia yang mirip dengan semen. Dalam penelitian ini, abu vulkanik gunung merapi sebagai bahan penambah sebagian semen yang dalam proses hidrasi dengan semen mungkin akan meningkatkan kualitas beton. Dimana jumlah abu vulkanik gunung merapi sebagai penambah sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dari berat jenis semen. Untuk itulah penelitian tentang pengaruh abu vulkanik gunung merapi dengan memvariasikan komposisinya ini sebagai bahan penambah sebagian semen, pada pembuatan beton terhadap kuat desak dan kuat geser beton setelah umur beton 28 hari.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu vulkanik gunung merapi yang berfungsi sebagai bahan penambah sebagian semen, terhadap perilaku mekanik beton yaitu kuat tekan dan kuat geser beton. Apakah dengan penambahan sebagian semen dengan abu vulkanik gunung merapi dapat meningkatkan kualitas beton atau menurunkan kualitas beton dibandingkan dengan beton normal.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mampu menghasilkan alternatif bahan bangunan yang ramah lingkungan.
2. Mampu menghasilkan beton yang memenuhi syarat dan inovatif .
3. Penggunaan abu vulkanik gunung merapi sebagai salah satu alternatif penambah sebagian semen untuk memperoleh beton yang berkualitas berdasarkan SNI.
4. Pemakaian abu vulkanik Gunung Merapi dapat memberikan kontribusi terhadap penyelamatan lingkungan dengan adanya pengurangan jumlah abu vulkanik gunung merapi didaerah yang terkena semburan dari Gunung Merapi.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai dengan yang diharapkan, maka permasalahannya perlu dibatasi sebagai berikut :

1. Sebagai perbandingan kuat desak dan kuat geser beton dibuat sampel beton dengan campuran abu vulkanik dengan perbandingan berat (0% abu : 100% PC), (5% abu + 100% PC), (10% abu + 100% PC), (15% abu + 100% PC), (20% abu + 100% PC).
2. Agregat yang digunakan adalah pasir dengan diameter maksimal 5 mm.
3. Perawatan benda uji dengan perendaman sampai 28 hari.
4. Pengujian kuat desak beton dan kuat geser beton pada umur 21, 28, 35, dan 48 hari dilakukan dilaboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

5. Menggunakan Abu Vulkanik Gunung Merapi yang diambil dari daerah Sleman, Jogjakarta.
6. Menggunakan air dari Laboratorium Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Menggunakan semen Portland tipe 1.
8. Penelitian yang dilakukan menggunakan benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sedangkan untuk balok ukuran panjang 30 cm, lebar 6 cm ,dan tinggi 25 cm dan diuji setelah umur 21, 28, 35 dan 48 hari dengan sebelumnya diberi perawatan berupa perendaman dalam air. Benda uji terdiri dari benda uji beton normal dan benda uji dengan campuran abu vulkanik dengan beberapa variasi dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut

Tabel 1.1 Variasi benda uji

No	Variasi Beton	Kode	Jumlah benda uji			
			umur beton			
			21 hari	28 hari	35 hari	48 hari
1	Normal	BN	6	6	6	6
2	5% abu vulaknik	B5%	6	6	6	6
3	10% abu vulaknik	B10%	6	6	6	6
4	15% abu vulaknik	B15%	6	6	6	6
5	20% abu vulaknik	B20%	6	6	6	6

9. Perilaku yang ditinjau pada penelitian ini adalah kuat desak dan kuat geser beton.
10. Penelitian ini merupakan uji laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton adalah material yang dibuat dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis yang sejenis, dengan menggunakan atau tidak menggunakan bahan tambah. (SK.SNI T-15-1990-03:1). Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, beton merupakan material yang bersifat getas. Nawy (1985) dalam buku Mulyono (2003) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Untuk mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, umumnya semakin padat dan keras mass agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya (daya tekan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca). Untuk itu diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat (Dipohusodo, 1994).

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton (jakson,1977), serta murdock dan brook (1991) yang mengatakan : “kecakapan tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan yang bermutu, dan kunci keberhasilan untuk mendapatkan tenaga kerja yang cakap adalah untuk pengetahuan dan daya tarik pada pekerjaan yang sedang dikerjakan”.

2.2 Penelitian Terdahulu

a. Zeta Erindani (2004)

Menurut Zeta Eridani (2004) pada penelitiannya “pemanfaatan abu terbang sebagai bahan tambah untuk meningkatkan kualitas beton”, untuk mengetahui kuat tekan dan kekedapan air betonnya, dibuat benda uji beton dengan hitungan perancangan campuran beton menggunakan metode SNI, dengan nilai

fas 0.5, slump 10 ± 1 cm dan variasi penambahan abu terbang 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 35 %, dan 40 % dari berat total semen. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan bentuk benda uji silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, yang diuji pada umur 7, 28, dan 90 hari, sedangkan untuk menguji kekedapan air dengan bentuk benda uji kubus ukuran tiap sisinya 15 cm, diuji setelah beton berumur 28 hari.

Dalam penelitian ini, beton dengan kandungan abu terbang 10 % - 40 % termasuk beton kedap air agresif sedang, yaitu beton yang tahan terhadap air limbah industri, air payau, dan air laut, tetapi tidak termasuk beton kedap air agresif kuat, yaitu beton yang tahan terhadap air yang mengandung garam-garam agresif minimal 1500 ppm. Penambahan kandungan abu terbang dapat menghemat semen sampai 180 kg per 1 m^3 adukan beton (40 % dari berat semen). Beton dengan bahan tambah abu terbang lebih tepat digunakan untuk menghemat penggunaan semen dan menambah kekedapan beton terhadap air pada beton.

Hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya didapat bahwa dengan penggantian sebagian berat semen oleh abu terbang sebesar 17 % akan menghasilkan tegangan beton yang maksimal, (Syakuri dan Haryadi, 1997).

b. Muh. Rifai dan Haryadi (1997)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muh. Rifai. S dan Haryadi (1997) dapat diambil kesimpulan, yaitu: tegangan beton untuk umur muda (dibawah 21 hari) akan memberikan hasil sedikit lebih rendah dibandingkan beton tanpa *Fly Ash*. Tegangan beton untuk umur diatas 21 hari presentasi pemakainya *Fly Ash* 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % pada campuran beton akan menghasilkan tegangan yang lebih baik dari beton normal. Nilai modulus elastisitas beton pada umur 45 hari drngan *Fly Ash* akan memberikan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan beton tanpa *Fly Ash* sebesar 20 % akan memberikan nilai modulus elastisitas beton yang terbesar. Bertambah persentase *Fly Ash* yang digunakan bertambah pula nilai slumpnya.

c. Jaka Setya Andika (2011)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh jaka setya andika dapat diambil kesimpulan, yaitu: penggantian sebagian semen dengan abu vulkanik dan kapur sebanyak 5% akan memberikan penambahan terhadap kuat tekan beton.

Penggantian sebagian semen dengan abu vulkanik dan kapur memberikan kuat geser yang lebih kecil dari beton normal. Penggantian sebagian semen dengan abu vulkanik dan kapur 5% memiliki kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan variasi 10%, 15%, dan 20% namun kuat tekan beton 5% masih lebih rendah dibandingkan kuat tekan beton normal (0%).

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan bahan penambah sebagian semen yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan kuat geser beton, sehingga menjadi bahan pertimbangan dan masukan dalam penelitian ini. Dari penelitian-penelitian diatas akan dapat memberikan gambaran dan pengetahuan dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini akan di cari beban maksimum, kuat desak dan kuat geser beton yang diizinkan pada umur 21, 28, 35 dan 48 hari. Tujuan pengujian kuat desak dan kuat geser beton ini akan membandingkan beton tanpa bahan tambahan sebagian semen (0 %) dengan beton yang menggunakan tambahan sebagian dari semen (5 %, 10 %, 15 %, 20 %). Bahan penambah sebagian semen yang mengandung pazzolan diperoleh dari *Abu Vulkanik Gunung Merapi*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan umum

Salah satu material yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi adalah beton. Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan (McCormac 2001).

Bahan campuran tambahan (admixture) adalah bahan yang bukan air, agregat, maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran beton sesaat atau selama pencampuran. Fungsi campuran tambahan tersebut adalah untuk mengubah sifat beton tersebut agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu atau ekonomis atau tujuan lain seperti menghemat energi.

Beberapa pengertian dan definisi menurut SNI-T-15-1990-03 adalah sebagai berikut :

1. Semen adalah bahan ikat hidrolik.
2. Agregat adalah bahan batu-batuan yang netral dan merupakan bentuk sebagian besar beton (missal : pasir, kerikil, batu pecah).
3. Pasta semen adalah campuran air dan semen yang mengeras.
4. Mortar adalah campuran air, semen, pasir yang telah mengeras.
5. Beton adalah campuran semen, agregat (pasir dan kerikil) dan air yang telah mengeras.
6. Bahan tambah adalah bahan tambah mineral/kimia yang ditambahkan ke dalam spesi beton.

Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil, atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus pasir) dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara agregat halus juga berfungsi sebagai pengikat/perekat

dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat akan saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu masa yang kompak/padat.

Parameter-parameter yang harus di cermati agar beton memenuhi spesifikasi teknik yang ditentukan adalah :

- a. Kualitas semen.
- b. Proporsi semen terhadap campuran.
- c. Kekuatan dan kebersihan agregat.
- d. Interaksi antara semen dan agregat.
- e. Pencampuran beton.
- f. Penyelesaian dan pemadatan beton.
- g. Perawatan beton. (Nawy, 1985).

Menurut Tri Mulyono, ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dan kekuatan beton adalah :

1. Proposal bahan-bahan penyusun.
2. Metode perancangan.
3. Perawatan.
4. Pengujian.

3.2 Material Penyusun Beton

3.2.1 Portland Cement

Joseph Aspdin pada tahun 1824 memperoleh hak paten atas semen temuannya yang diberi nama "*Portland Cement*", karena warnanya mirip dengan batuan yang ditambang di Pulau Portland, dekat pantai Dorset, Inggris. Joseph membuat semen tersebut dengan mengambil sejumlah tanah liat dan batu kapur, menghancurkannya, membakarnya dalam tungku dapurnya, dan kemudian menggiling abu yang dihasilkan menjadi suatu bubuk yang halus. Semen Portland pertama kali diproduksi di pabrik oleh David Saylor di Coplay Pennsylvania, Amerika Serikat pada tahun 1875. Sejak saat itu, Semen Portland berkembang dan terus dibuat sesuai dengan kebutuhan.

Semen Portland merupakan bahan bubuk halus yang mengandung kapur (CaO), silika (SiO₂), alumunia (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃). Komponen terbesar penyusun semen adalah kapur (60% - 65%). Semen Portland dibuat dengan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker.

Kemudian klinker tersebut digiling halus menjadi semen dan ditambahkan *gypsum*. Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat menjadi suatu massa yang kompak/padat. Semen bila dicampur dengan air membentuk adukan pasta, dicampur dengan pasir dan air menjadi mortar semen (PUBI 1982).

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat *adhesive* dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Salmon 1994). Dalam The Oxford Word Encyclopedia (2003), dijelaskan bahwa semen bubuk yang terdiri dari campuran *calcium silicates* dan *aluminates* yang dibuat dalam keadaan halus pada permukaan bentuknya, agar melekat satu sama lain.

Tabel 3.1 Unsur – unsur utama penyusun semen

Nama unsur	Simbol	Komposisi kimia	Kandungan (%)
Trikalsium Silikat	C_3S	$3CaO SiO_2$	50
Dikalsium Silikat	C_2S	$2CaO SiO_2$	25
Trikalsium Aluminat	C_3S	$3CaO Al_2O_3$	12
Tetrakalsium Alumnoferrite	C_4AF	$4CaO Al_2O_3Fe_3O_3$	8

Tabel 3.2 Prosentase komposisi unsur kimia semen

Unsur	Kandungan
Kapur (CaO)	60 - 65 %
Silika (SiO_2)	17 - 25 %
Aluminium (Al_2O_3)	3.0 - 8.0 %
Besi (Fe_2O_3)	0.5 - 6 %
Magnesium (MgO)	0.5 - 4 %
Sulfur (SO_3)	1 - 2 %
Soda/potash ($Na_2O + K_2O$)	0.5 - 1 %

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia menurut (PUBI-1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I

Semen jenis ini digunakan untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan syarat khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain. Menurut Ratmaya Urip (2002) kadar C_3S antara 48 – 52% dan kadar C_3A antara 10 – 15%.

2. Jenis II

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Kadar C_3S sedang, sama besar dengan kadar C_3A , yaitu maksimal 8% alkali rendah.

3. Jenis III

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan. Kadar C_3S -nya sangat tinggi dan butirannya sangat halus.

4. Jenis IV

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, sehingga kadar C_3S dan C_3A rendah.

5. Jenis V

Semen portland yang dalam penggunaannya hanya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Jika semen Portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa, yang banyaknya mencapai sekitar 20% berat semen. Kondisi tersebut yang biasa terjadi adalah lepasnya kapur dari semen yang dapat menyebabkan terjadinya pemisahan struktur. Situasi ini harus dicegah dengan menambahkan pada semen suatu mineral silika. Mineral yang ditambah ini akan bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan yang kuat yaitu kalium silikat.

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah *Portland Pozzoland Cement* (PPC) tetapi dalam mix design dianggap jenis I.

Mix design untuk beton dengan semen Portland jenis I (PC I) juga dapat digunakan dengan semen Portland pozzoland (PPC), semen serba guna, dan semen Portland Composite Cement (PCC) berdasarkan pada kuat desaknya (Paupy, 2010).

3.2.2 Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, biasanya 60%-70% dari berat campuran beton (Mulyono 2005). Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan.

Agregat yang akan digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil atau sama dengan dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat dengan ukuran lebih besar dari 4.80 mm dibagi lagi menjadi dua : yang berdiameter antara 4.80-40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir, dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah, kricak, dan lainnya.

Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tinggi kekuatan betonnya. Hal ini karena pemakaian butir agregat besar menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit berarti porinya sedikit pula. Namun karena butir-butirnya besar mengakibatkan luas permukaannya lebih sempit, dan hal ini berakibat lekatan antara pasta semen dan agregatnya kurang

kuat, dan karena butirannya besar dapat menghalangi susutan pasta, dan hal ini berakibat retakan-retakan kecil pada pasta sekitar butirannya. Hal ini dapat memperlemah kekuatan beton (Tjokrodimulyo 1992).

Dalam aplikasi pelaksanaan, agregat harus kuat, tahan lama, dan bersih. Jika terdapat debu atau partikel-partikel lain, debu dan partikel tersebut akan mengurangi ikatan antara pasta semen dengan agregatnya. Kekuatan agregat memberikan pengaruh penting pada kekuatan beton dan sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi daya tahan beton (McCormac 2001).

Dalam PBI 1971 pasal 3.3 ayat 3 disebutkan bahwa :

“Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering) yang diartikan bahwa lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus diurai/dicuci”.

3.2.3 Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan yang kedua sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan percetakan (Murdock dan Brook 1981). Adapun air yang memenuhi syarat antara lain (Tjokrodimuljo 1992) :

1. Kejernihan warna.
2. Tidak mengandung klorida.
3. Tidak mengandung senyawa sulfat (cl) lebih dari 0,5 gr/lt.
4. Tidak mengandung lumpur dan benda-benda terapung lainnya yang dapat terlihat secara visual.
5. Tidak mengandung bahan perusak seperti fosfat, minyak, asam, alkali, dan bahan-bahan organis atau garam, dan
6. Khusus untuk pembuatan beton, air untuk perawatan tingkat keasamannya tidak boleh $pH > 6$, dan tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut

sebagai Faktor Air Semen (*water cemen ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90 % jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar / suling (PBI 1989).

3.2.4 Bahan Tambahan

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, air, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, atau selama proses pengadukan campuran beton. Bahan tambah digunakan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton.

Menurut Trimulyono (2003) secara umum bahan tambah yang digunakan pada beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah admixture ditambahkan pada saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) yang dimaksudkan lebih banyak mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan jadi dapat dikatakan bahwa bahan tambah kimia (*chemical admixture*) lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan, sedangkan bahan tambah mineral (*additive*) ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan dan merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat penyemenan jadi bahan tambah *additive* lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya.

Menurut ASTM C 618–86 mutu *pozzolan* dibedakan menjadi 3 kelas, dimana tiap – tiap kelas ditentukan komposisi kimia dan sifat fisiknya. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur. Ketiga kelas untuk masing–masing pozzolan adalah sebagai berikut (Murdock dan Brook, 1999) :

1. *Pozzolan* kelas N

Yaitu *pozzolan* alam atau hasil pembakaran, *pozzolan* yang dapat digolongkan di dalam jenis ini seperti tanah *daitomoc*, *opaline cherts* dan *shales*,

tuff dan abu vulkanik (*pumicete*), dimana bisa diproses melalui pembakaran ataupun tidak. Selain itu juga berbagai material hasil pembakaran yang memiliki sifat *pozzolan* yang baik.

2. *Pozzolan* kelas C

Yaitu jenis *fly Ash* yang mengandung CaO diatas 10 % yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau sub bitumen batubara.

3. *Pozzolan* kelas F

Yaitu jenis *fly Ash* yang menggunakan CaO kurang dari 10 % yang dihasilkan dari pembakaran *antarhacite* atau bitumen batubara.

Menurut proses pembentukannya atau asalnya di dalam ASTM 593–82, bahan *pozzolan* dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut :

1. *Pozzolan* alam

Adalah bahan alam yang merupakan sedimentasi dari abu atau lava gunung berapi yang mengandung silikon aktif, yang bila dicampur dengan kapur padam akan mengadakan proses sementasi.

2. *Pozzolan* buatan

Adalah jenis *pozzolan* yang sebenarnya banyak macamnya, baik berupa sisa pembakaran dari tungku, maupun hasil pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silika reaktif dengan melalui proses pembakaran.

Pada penelitian ini akan digunakan bahan *pozzolan* berupa abu vulkanik yang berasal dari Gunung Merapi di Kabupaten Sleman dan Purworejo yang akan dimanfaatkan sebagai bahan penambah sebagian semen. Abu vulkanik Gunung Merapi ini termasuk dalam *pozzolan* jenis N dan merupakan *pozzolan* jenis alam. Abu vulkanik Gunung Merapi yang digunakan lolos saringan no. 200 dengan tujuan untuk menghindari pengaruh perbedaan ukuran butiran dengan semen terhadap kekuatan beton.

Tabel 3.3 Unsur – unsur penyusun Abu Vulkanik

Unsur	Kandungan
Kapur (CaO)	8.33%
Alumunium (Al ₂ O ₃)	18.37%
Besi (Fe ₂ O ₃)	18,59 %
Silika Dioksida (S _i O ₂)	34.56%

Menurut **Kardiyono Tjokrodimuljo (1992)**, trass atau pazzolan bila dipakai sebagai pengganti sebagian semen Portland umumnya berkisar antara 10 % sampai 35 % dari berat semen, pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah dari pada beton normal, namun sesudah 3 bulan (90 hari) kuat tekannya dapat sedikit lebih tinggi.

3.3 Faktor Air Semen (fas)

Faktor air semen merupakan rasio perbandingan antara berat air dengan berat semen. Semakin rendah perbandingan air dengan semen, semakin tinggi kuat tekan beton. Kenaikan fas mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan cuaca, kuat tarik, kuat geser, kuat lentur, dan kuat desak.

Hubungan antara faktor air semen (fas) dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams pada tahun 1919 sebagai berikut :

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5X}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan : $f'c$ = Kuat tekan beton

X = fas (Semula dalam proporsi volume)

A,B = Konstanta

Dengan demikian, hubungan antara air-semen (fas) adalah semakin besar faktor air-semennya maka akan semakin rendah kuat tekan betonnya. Jika dilihat dari persamaan diatas semakin kecil faktor air-semen maka semakin tinggi kuat

desak beton, tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat (Tjokrodimulyo 1995).

3.4 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton, hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berbeda maka beton akan mempunyai kekuatan leleh tinggi. (kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

3.5 Workability

Workability (kelecakan) adalah kemudahan mengerjakan beton, dimana menuang (*placing*) dan memadatkan (*compacting*) tidak menyebabkan munculnya efek negatif berupa pemisahan (*segregation*) dan pendarahan (*bleeding*).

Workability didefinisikan menjadi 3 pengertian yaitu :

- a. Kompability adalah kemudahan mengeluarkan udara dan pemadatan.
- b. Mobilitas adalah kemudahan mengisi cetakan dan membungkus tulangan. Beton dengan mobilitas yang baik umumnya mempunyai kompabilitas yang baik pula. Jadi umumnya cukup mengandalkan mobilitas.
- c. Stabilitas adalah kemampuan untuk tetap menjadi masa homogen tanpa pemisahan.

3.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat tekannya saja.

Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^3 dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3.2)$$

dimana :

f_c = kuat tekan masing-masing benda uji

P = beban maksimum

A = luas penampang benda uji

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya di pengaruhi oleh proposi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata (f_{cr}), dengan kuat desak yang disyaratkan (f_c) adalah 20 MPa.

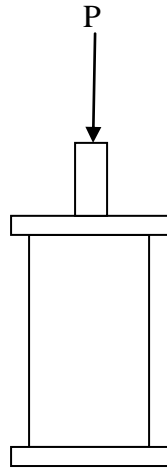
$$f_{cr} = \frac{\sum f'_c (i)}{N} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

f_{cr} : kuat tekan beton rata-rata

f_c : kuat tekan masing-masing benda uji

N : jumlah semua benda uji yang diperiksa



Gambar 3.1 Pengujian kuat tekan beton silinder

3.7 Kuat Geser Beton

Balok beton dan tulangan tarik balok mampu mengerahkan kekuatan geser sebesar V_c . Nilai V_c diperoleh melalui uji laboratorium balok beton dan kemudian dirumuskan secara empiris menjadi V_c . Nilai V_c boleh diambil konstan, namun demikian dapat dihitung secara lebih teliti dengan memperhatikan rasio $\frac{V_u}{M_u}$.

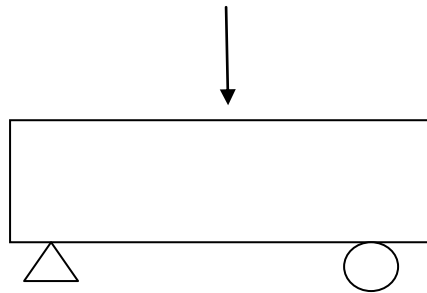
Menurut SK-SNI 1991, kuat geser V_c yang dianggap konstan dapat dihitung dengan,

1. Untuk komponen yang dibebani oleh lentur dan geser (pasal 3.4.3.1)(1)

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot bw \cdot h \dots\dots\dots(3.4)$$

2. Untuk komponen yang dibebani oleh gaya aksial desak (pasal 3.4.3.1)(2)

$$V_c = 2 \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot bw \cdot h \dots\dots\dots(3.5)$$



Gambar 3.2 Pengujian kuat geser

Setelah nilai V_c ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung V_s . Apabila gaya geser oleh sengkang V_s telah diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menentukan jarak sengkang (s).

3.8 Kekuatan Geser

Dari berbagai hasil penelitian, rasio a/d merupakan faktor yang berpengaruh dan penting dalam menentukan kekuatan geser balok :

- a. Balok tinggi, dengan $a/d < 1/2$

Pada balok dengan $a/d < 1/2$, tegangan geser lebih menentukan dari pada tegangan lentur. Setelah retak miring akibat geser, balok cenderung berperilaku sebagai suatu busur, dimana beban ditahan oleh tegangan tekan beton dan tegangan tarik oleh tulangan memanjang.

- b. Balok pendek dengan $1 < a/d < 1/2$

Seperti pada balok tinggi dengan kekuatan geser ultimit juga lebih besar dari kapasitas penyebab retak geser. Keruntuhan akan terjadi pada beban yang lebih besar dari beban yang menyebabkan retak miring, dan retak akan terus menjalar ke daerah tekan beton bila beban terus bertambah.

- c. Balok dengan $2 1/2 < a/d < 6$,

Pada rasio ini, lentur mulai dominan, dan keruntuhan geser sering dimulai dengan retak lentur yang vertikal ditengah bentang dan retak akan semakin miring jika mendekati tumpuan yang tegangan gesernya semakin besar.

- d. Balok panjang dengan $a/d > 6$

Pada kondisi ini, keruntuhan sepenuhnya ditentukan oleh ragam lentur.

3.9 Perencanaan campuran (Mix Design)

Dalam penelitian ini metode perancangan campuran beton menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*) atau lebih dikenal cara Inggris. Perencanaan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dimuat dalam buku SK SNI T-15-1990-03. Dalam perencanaan cara ini digunakan tabel-tabel dan grafik. Langkah-langkah perencanaan campuran adukan beton cara DOE adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan kuat tekan beton yang diisyaratkan ($f'c$) pada umur 28 hari
2. Menetapkan nilai deviasi standar (sd)

Tabel 3.4 Hubungan tingkat pengendalian mutu pekerjaan dengan sd

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Standar Deviasi, sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

3. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K.sd$$

Dengan, M = Nilai tambah margin

$$K = 1,64$$

Sd = Standar deviasi

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($f'cr$)

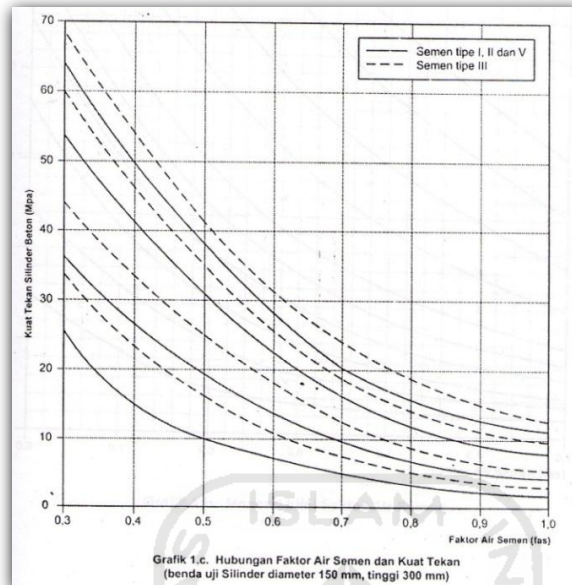
$$f'cr = f'c + M$$

dengan $f'cr$ = Nilai kuat tekan yang direncanakan

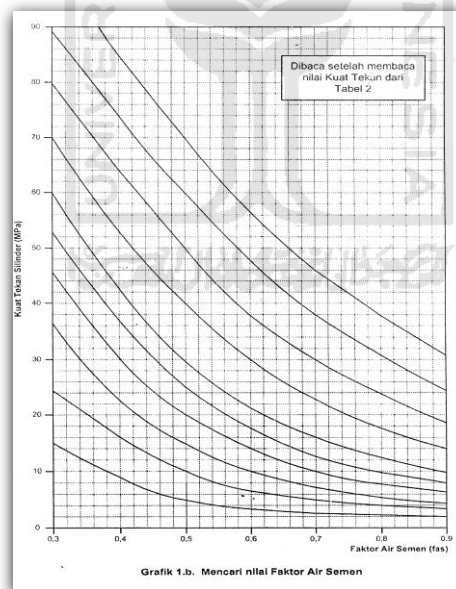
$$f'c = \text{Kuat tekan rencana}$$

M = Nilai margin

5. Menetapkan jenis semen
6. Menetapkan jenis agregat
7. Menetapkan faktor air semen (fas)



Gambar 3.3.a Hubungan fas dan kuat tekan rata-rata silinder pada beton.



Gambar 3.3.b Mencari nilai Faktor Air Semen

Tabel 3.5 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a) Keadaan keliling non-korosif	0,60
b) Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar bangunan :	
a) Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b) Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a) Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b) Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dalam tanah	Lihat tabel
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

Tabel 3.6 Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton Bertulang dalam Air

Berhubungan dengan	Tipe Semen	Faktor Air Semen
Air Tawar	Semua Tipe I-V	0,50
Air Payau	Tipe I + Pozolan (15%-40%) Atau S.P. Pozolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
Air laut	Tipe II atau V	0,45

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

Tabel 3.7 Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)			Jenis Semen	FAS Maksimum
Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah (g/l)		
Total SO ₃ %	SO ₃ dalam campuran air : tanah = 2:1 (g/l)			
<0,2	<0,1	<0,3	Tipe I, dengan atau tanpa pozolan (15%-40%)	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa pozolan	0,50
			Tipe I dengan pozolan (15%-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe II atau V	0,55
			Tipe I dengan pozolan (15%-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	0,45
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	0,45
>2,0	>5,6	>5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	0,45

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

8. Menetapkan faktor air semen (fas) maksimum
9. Menetapkan nilai *slum*

Tabel 3.8 Penetapan nilai *Slump*

Pemakaian Beton	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0 15,0	2,5 7,5
Pelat, balok, kolom, dinding	7,5	5,0
Pengerasan jalan	7,5	2,5
Pembetonan masal		

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

10. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum

11. Menetapkan kebutuhan air

Tabel 3.9 Perkiraan Kebutuhan Air per meter kubik beton (liter)

Besarnya ukuran maks kerikil (mm)	Jenis batuan	<i>Slump</i> (mm)			
		0 - 10	10 - 20	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

Dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan (liter/m³)

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus nya

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

12. Menetapkan kebutuhan semen

$$\text{Kebutuhan Semen} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan (langkah 11)}}{\text{Faktor air-semen maksimum (langkah 8)}}$$

13. Menetapkan kebutuhan semen minimum.

Tabel 3.10 kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	Kebutuhan semen minimum (Kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan : a) Keadaan keliling non-korosif b) Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	275
Beton di luar ruang bangunan : a) Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b) Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275
Beton yang masuk de dalam tanah : a) Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b) Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dalam tanah	325 Lihat tabel 3.9
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel 3.8

Sumber : Tjokrodimulyo, 1997

Tabel 3.11 Kebutuhan semen minimum untuk beton bertulang dalam air

Berhubungan dengan	Tipe Semen	Kandungan Semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
Air Tawar	Semua Tipe I-V		
Air Payau	Tipe I + Pozolan (15%-40%)	280	300
	Atau S.P. Pozolan	340	380
Air Laut	Tipe II atau V	290	330
	Tipe II atau V	330	370

Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

Tabel 3.12 Kandungan semen minimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)			Jenis Semen	Kand. Semen min (Kg/m ³)		
Dalam tanah		SO ₃ dlm air tnh (g/l)		Ukuran maks. Agregat (mm)		
Total SO ₃ %	SO ₃ dlm camp air:tanah = 2:1 (g/l)			40	20	10
<0,2	<0,1	<0,3	Tipe I, dengan atau tanpa pozolan (15%-40%)	280	300	350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa pozolan	290	330	380
			Tipe I dengan pozolan (15%-40%) atau semen portland pozolan (PPC)	270	310	360
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe II atau V	250	290	340
			Tipe I dengan pozolan	340	380	430

			(15%-40%) atau semen portland pozolan (PPC) Tipe II atau V	290	330	380
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330	370	420
>2,0	>5,6	>5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420

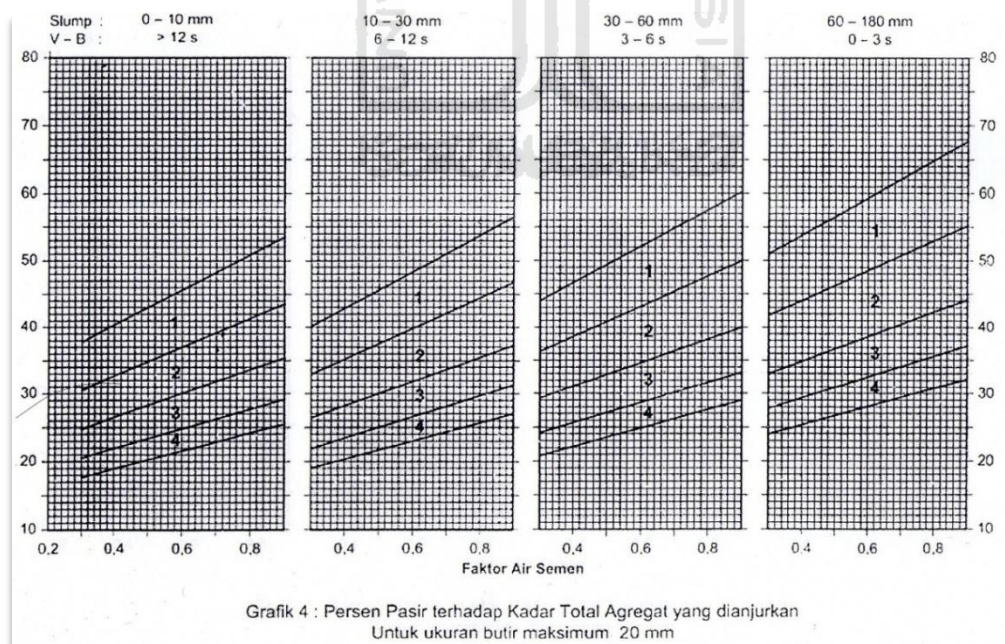
Sumber : Tjokrodimulyo, 1992

14. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen (fas)

$$\text{Faktor air semen} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{Kebutuhan Semen}}$$

16. Menentukan daerah gradasi agregat halus (pasir)



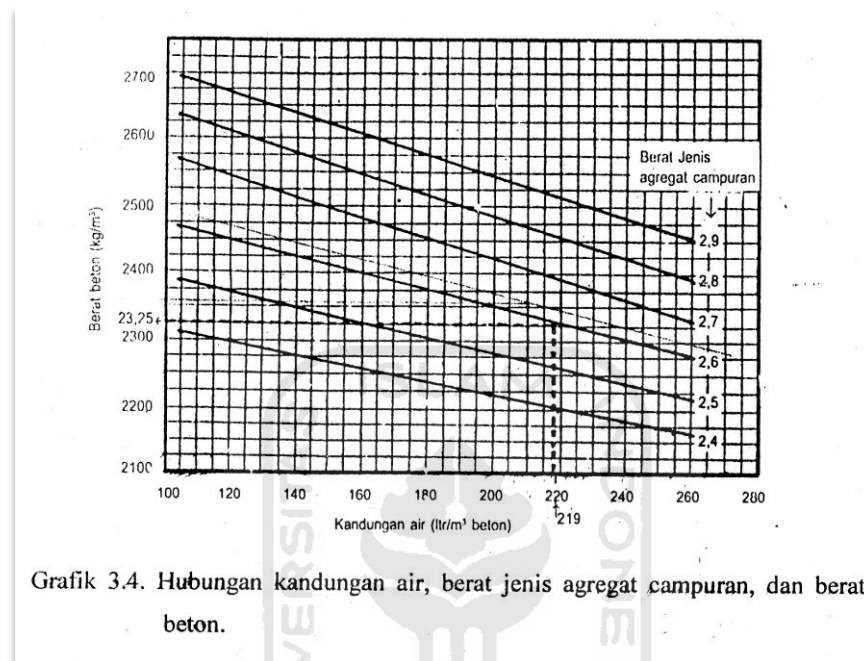
Gambar 3.4 Persen pasir terhadap kadar total agregat

17. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

18. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$B_j \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times B_j \text{ Pasir} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ Kerikil}$$

19. Menentukan berat jenis beto



Gambar 3.5 Hubungan kandungan air, BJ campuran, dan berat beton

20. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} = \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen}$$

21. Menentukan kebutuhan pasir

$$\text{Kebutuhan pasir} = \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir}$$

22. Menentukan kebutuhan kerikil

$$\text{Kebutuhan kerikil} = \text{kebutuhan pasir dan kerikil} - \text{kebutuhan pasir}$$

BAB IV

METODA PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Dalam suatu penelitian agar pelaksanaan penelitian dan tujuan yang diinginkan dapat berjalan secara sistematis dan lancar, maka harus digunakan suatu metoda penelitian. Metoda penelitian yang digunakan disesuaikan dengan prosedur, alat, dan jenis penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji berupa silinder dengan Diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk uji desak berupa balok dengan ukuran panjang 30 cm, tinggi 25 cm, dan tebal 6 cm untuk uji geser. Variasi penggunaan Abu vulkanik Gunung Merapi sebagai penambah sebagian semen (PC) direncanakan 5 variasi yaitu (0% abu + 100% PC), (5% abu + 100% PC), (10% abu + 100% PC), (15% abu + 100% PC), (20% abu + 100% PC), dengan benda uji setiap variasi 12 buah untuk silinder dan 12 buah untuk balok. Pengujian dilakukan pada umur 21, 28, 35 dan 48 hari.

4.2 Bahan dan alat

Bahan dan alat yang digunakan harus dipersiapkan terlebih dahulu supaya pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik.

4.2.1 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah Portland Cement tipe I kemasan 40 kg/sak.
2. Agregat halus (pasir) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 5 mm.
3. Agregat kasar (kerikil) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 20 mm.
4. Air berasal dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

5. Menggunakan Abu Vulkanik Gunung Merapi dari daerah Sleman dan Purworejo.

4.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan disini adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji. Adapun peralatan tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

1. Mistar dan kaliper

Mistar digunakan untuk mengukur dimensi cetakan benda uji, sedangkan kaliper berfungsi sebagai pengukur tulangan seperti pada Gambar 4.1



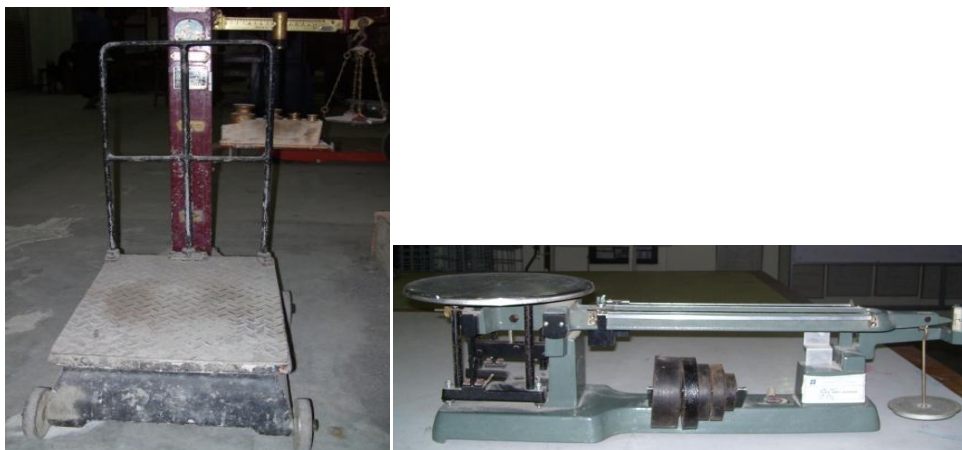
Gambar 4.1 Mistar dan caliper

2. Timbangan

Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Timbangan merk "OHAUS" dengan kapasitas 20 kg,
- b. Timbangan merk "FAGANI" dengan kapasitas 100 kg.

Timbangan tersebut digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun beton, yaitu semen, kerikil, dan pasir seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Timbangan

3. Mesin uji desak

Alat ini digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton yang telah dibuat. Dalam penelitian kali ini digunakan mesin uji desak tipe *ADR 3000* dengan kapasitas 3000 kN seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Mesin uji desak tipe *ADR 3000*

4. Mesin uji kuat tarik

Mesin uji kuat tarik digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimum dan kuat leleh baja tulangan. Dalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Machine (UTM)* merek *Shimatsu type UMH 30* dengan kapasitas 30 ton seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mesin uji tarik *Shimatsu type UMH 30*

5. *Mixer*/mesin pengaduk campuran beton

Alat ini digunakan untuk mencampur adukan beton seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Mixer*/mesin pengaduk campuran beton

6. Cetakan silinder beton

Cetakan silinder beton digunakan untuk mencetak benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Cetakan silinder beton

7. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan campuran beton atau pasta semen. Gelas ukur yang digunakan berkapasitas 2000 ml seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Gelas ukur

8. Kerucut Abrams

Alat ini digunakan pada saat melakukan pengujian *slump*, memiliki 2 lubang dengan diameter 10 cm pada bagian atas dan 20 cm pada bagian bawah dengan tinggi 30 cm. Alat ini dilengkapi dengan alat pemadat berupa tongkat baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Slump test set*

4.3 Pemeriksaan Material Yang Akan Digunakan

4.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat halus.

a. Alat yang digunakan :

1. Piknometer.
2. Tempat air.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 5 kg.

4. Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
5. Pan (loyang).
6. Saringan no.4 (4,75 mm).

b. Bahan yang digunakan :

Benda uji adalah agregat halus yang lewat saringan no.4 sebanyak kurang lebih 1 kg

c. Prosedur Pengujian :

1. Keringkan benda uji didalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
2. Buang air perendaman dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas nampan, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji, lakukan pengeringan sampai tercapai jenuh permukaan kering (SSD).
3. Setelah tercapai kondisi ssd, ambil benda uji sebanyak ± 500 gram masukkan kedalam piknometer. Masukkan air suling sebanyak 90 % dari isi piknometer (dari tanda batas), putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekap didalamnya dapat keluar.
4. Buang air dalam piknometer dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, kemudian masukkan lagi air suling kealam piknometer, sebanyak 90 % dari isi piknometer (dari tanda batas), putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekap didalamnya dapat keluar. Lakukan hingga minimal 12 kali.
5. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
6. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji, setelah benda uji dingin lalu timbang (Bk).
7. Timbang piknometer berisi air (B).

d. Perhitungan :

$$1. \text{ Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$2. \text{ Berat jenis kering-permukaan jenuh} = \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$4. \text{ Penyerapan Air} = \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\% \dots\dots(4.4)$$

4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

a. Alat yang digunakan :

1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas 5 kg.
2. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai pengujian.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 20 kg.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Saringan no.4 (4,75 mm).

b. Bahan yang digunakan :

Benda uji adalah agregat kasar yang tertahan saringan no.4 sebanyak kurang lebih 5 kg.

c. Prosedur Pengujian :

1. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar 25° C selama 24 jam.
2. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering), untuk butir yang besar pengeringan harus dilakukan satu persatu.
3. Timbang benda uji dalam keadaan jenuh permukaan kering (Bj).

4. Letakkan benda uji dalam keranjang dan masukkan dalam air, kemudian keranjang digoyang-goyang untuk mengeluarkan gelembung udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (B_a).
5. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap.
6. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram (B_k).

d. Perhitungan :

$$1. \text{ Berat jenis curah} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$2. \text{ Berat jenis kering-permukaan jenuh} = \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$4. \text{ Penyerapan Air} = \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots\dots(4.8)$$

4.3.3 Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm) (Uji Kandungan Lumpur Dalam Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat yang lewat saringan no.200 dengan cara pencucian.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Oven dengan pengatur suhu.
3. Saringan no.200 (0,075 mm).
4. Pan (loyang).

b. Bahan yang digunakan :

Bahan yang digunakan adalah agregat halus dari sungai Boyong (hulu, tengah dan hilir sungai)

c. Prosedur Pengujian :

1. Timbang pan tanpa benda uji.
2. Masukkan benda uji kedalam pan, kemudian timbang benda uji dalam pan.
3. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam.
4. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian ambil benda uji seberat 500 gram, yang ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram (W_1).
5. Tuang benda uji kedalam saringan no.200 (0,075), kemudian siram dengan air dan diaduk-aduk, lakukan beberapa kali sampai bersih dan pastikan tidak ada lagi material yang lewat saringan no.200 (0,075).
6. Masukkan benda uji kedalam pan.
7. Masukkan benda uji kedalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam.
8. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang benda uji dengan ketelitian 0,1 gram (W_2).

d. Perhitungan :

$$\text{Berat yang lewat ayakan no.200} = \frac{(W_1 \times W_2)}{W_1} \times 100\% \quad \dots(4.9)$$

4.3.4 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus (Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi gembur agregat halus yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.

2. Cetakan silinder beton ukuran 150mm x 300mm.
3. Cetok.
4. Pan (loyang)

b. Bahan yang digunakan :

Bahan yang digunakan adalah agregat halus kondisi jenuh kering muka.

c. Prosedur Pengujian :

1. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
2. Isi cetakan silinder beton dengan agregat halus kondisi jenuh kering muka, kemudian ratakan dengan cetok.
3. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat halus kondisi jenuh kering muka (W2).
4. Timbang pan tanpa benda uji.
5. Tuang agregat halus kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
6. Hitung volume tabung silinder beton (V).

d. Perhitungan :

$$\text{Berat isi gembur} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.10)$$

4.3.5 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus (Pasir).

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi padat agregat halus yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

b. Bahan yang digunakan :

Agregat halus kondisi jenuh kering muka.

c. Prosedur Pengujian :

1. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
2. Isi cetakan silinder beton dengan agregat halus kondisi jenuh kering muka sedikit demi sedikit, setelah silinder terisi kurang lebih 1/3 bagian kemudian tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat halus hingga mencapai kurang lebih 2/3 bagian dan tumbuk 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat halus hingga penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 tumbukan (pukulan) dan ratakan.
3. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat halus kondisi jenuh kering muka (W2).
4. Timbang pan tanpa benda uji.
5. Tuang agregat halus kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
6. Hitung volume tabung silinder beton (V).

d. Perhitungan :

$$\text{Berat isi padat} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.11)$$

4.3.6 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar (Krikil)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi gembur agregat kasar yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

b. Bahan yang digunakan :

Agregat kasar kondisi jenuh kering muka.

c. Prosedur Pengujian :

1. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).
2. Isi cetakan silinder beton dengan agregat kasar kondisi jenuh kering muka, kemudian ratakan dengan cetok.
3. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat kasar kondisi jenuh kering muka (W2).
4. Timbang pan tanpa benda uji.
5. Tuang agregat kasar kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
6. Hitung volume tabung silinder beton (V).

d. Perhitungan :

$$\text{Berat isi gembur} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.12)$$

4.3.7 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar (Kerikil).

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi padat agregat kasar yang mengisi silinder benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, kapasitas 20 kg.
2. Cetakan silinder beton ukuran 150 mm x 300mm.
3. Tongkat besi penumbuk.
4. Pan (loyang).

b. Bahan yang digunakan :

Agregat kasar kondisi jenuh kering muka.

c. Prosedur Pengujian :

1. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton (W1).

2. Isi cetakan silinder beton dengan agregat kasar kondisi jenuh kering muka sedikit demi sedikit, setelah silinder terisi kurang lebih 1/3 bagian kemudian tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat kasar hingga mencapai kurang lebih 2/3 bagian dan tumbuk 25 tumbukan (pukulan), kemudian isi kembali dengan agregat kasar hingga penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 tumbukan (pukulan) dan ratakan.
3. Timbang dan tentukan berat cetakan silinder beton yang telah diisi agregat kasar kondisi jenuh kering muka (W2).
4. Timbang pan tanpa benda uji.
5. Tuang agregat kasar kedalam pan, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram dan tentukan berat agregat bersih (W3).
6. Hitung volume tabung silinder beton (V).

d. Perhitungan :

$$\text{Berat isi padat} = \frac{W3}{V} \dots\dots\dots(4.13)$$

4.3.8 Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Satu set saringan.
3. Mesin getar saringan.
4. Pan (loyang).
5. Sikat halus / kuas / sikat saringan.
6. Oven dengan pengatur suhu.

b. Bahan yang digunakan :

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus dari lapangan sebanyak 1,5 kg.

c. Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang saringan selama 15 menit.
3. Timbang berat agregat halus yang terdapat pada masing-masing ayakan.
4. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

d. Perhitungan :

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Komulatif Diatas Ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100} \dots(4.14)$$

4.3.9 Pengujian Modulus Halus Butir (MHB) / Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Satu set saringan.
3. Mesin getar saringan.
4. Pan (loyang).
5. Sikat halus / kuas / sikat saringan.
6. Oven dengan pengatur suhu.

b. Bahan yang digunakan :

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dari lapangan sebanyak 5 kg.

c. Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang saringan selama 15 menit.
3. Timbang berat agregat halus yang terdapat pada masing-masing ayakan.
4. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

d. Perhitungan :

$$\text{MHB} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Komulatif Diatas Ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100} \dots\dots(4.15)$$

4.4 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut Abrams bagian dalam dibasahi dengan air dan disiapkan diatas plat baja. Beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut dan setiap 1/3 volumenya ditumbuk-tumbuk dengan penumbuk baja sampai isi kerucut Abrams penuh. Beton diratakan permukaannya dan didiamkan selama 0,5 menit, selanjutnya corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horisontal. Tabung kerucut diletakkan disebelahnya, pengukuran *slump* dilakukan dari bagian tertinggi beton segar sampai ujung atas kerucut Abrams. Nilai yang didapat merupakan nilai *slump*, penggambaran dari pengujian nilai *slump* pada Gambar 4.9 berikut :



Gambar 4.9 Pengukuran nilai slump

4.5 Model Benda Uji

4.5.1 Model Benda Uji Untuk Tekan

Untuk uji tekan digunakan beton silinder dengan Diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Masing–masing variasi dibuat sebanyak 12 buah dengan perincian sebagai berikut :

1. Beton Silinder dengan penambahan abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen Portland.
 - a. Benda uji dengan kode A1 merupakan benda uji standar (tanpa campuran abu vulkanik).
 - b. Benda uji dengan kode A2 dengan variasi 5 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - c. Benda uji dengan kode A3 dengan variasi 10 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - d. Benda uji dengan kode A4 dengan variasi 15 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - e. Benda uji dengan kode A5 dengan variasi 20 % abu vulkanik + 100 % PC.

4.5.2 Model Benda Uji Untuk Geser

Untuk uji geser digunakan beton balok dengan ukuran panjang 30 cm, tinggi 25 cm, dan tebal 6 cm. Masing–masing variasi dibuat sebanyak 12 buah dengan perincian sebagai berikut :

1. Beton kubus dengan penambahan abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen Portland.
 - a. Benda uji dengan kode B1 merupakan benda uji standar (tanpa campuran abu vulkanik).
 - b. Benda uji dengan kode B2 dengan variasi 5 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - c. Benda uji dengan kode B3 dengan variasi 10 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - d. Benda uji dengan kode B4 dengan variasi 15 % abu vulkanik + 100 % PC.
 - e. Benda uji dengan kode B5 dengan variasi 20 % abu vulkanik + 100 % PC.

4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

4.6.1 Pembuatan Benda Uji

Langkah–langkah yang akan dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat–alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan susun sesuai dengan perencanaan perhitungan campuran / mix design.
3. Mencampur bahan–bahan yang sudah ditimbang dalam keadaan kering sampai adukan menjadi homogen.
4. Adukan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk menggunakan mesin pengaduk.
5. Adukan dimasukkan kedalam cetakan, kemudian ditekan dengan alat cetak beton.
6. Beton yang sudah jadi dilepaskan dari cetakan kemudian diletakkan pada tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari langsung.

4.6.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji (beton silinder dan balok) berujuan untuk menjaga kelembabanya, sehingga proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Pada penelitian ini perawatan benda uji dilakukan dengan cara menyiram benda uji selama 28 hari secara periodik.

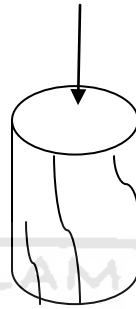
4.7 Pengujian Benda Uji

4.7.1 Uji Tekan Beton Silinder

Pengujian kuat desak dilakukan untuk mengetahui kuat desak optimal beton. Untuk tahap ini melalui langkah–langkah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada hari ke 21 setelah pencetakan beton. Sehari sebelum dilakukan pengujian beton diangkat dari kolam perendaman, kemudian beton ditimbang dan diukur dimensinya menggunakan caliper dengan ketelitian ukur 0,05 mm, pengukuran meliputi panjang dan diameter silinder.
2. Beton dibersihkan dari kotoran yang menempel pada beton silinder.

3. Silinder beton diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat tekan beton.
4. Mesin uji tekan dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 kN hingga benda uji hancur atau hingga beban tidak mampu lagi menahan beban, dan besar beban maksimal dicatat sesuai pembacaan. Pengujian menggunakan mesin desak dengan merek ELE tipe ADR 3000 dengan kapasitas 3000 KN.
5. pengujian selanjutnya di lakukan pada hari ke 28, 35, dan 48.

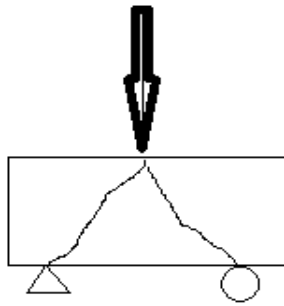


Gambar 4.10 uji tekan pada silinder.

4.7.2 Uji Geser Beton Balok

Pengujian kuat geser dilakukan untuk mengetahui kuat geser optimal beton. Untuk tahap ini melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada hari ke 21 setelah pencetakan beton. Sehari sebelum dilakukan pengujian beton diangkat dari kolam peremdam, kemudian beton ditimbang dan diukur dimensinya menggunakan caliper dengan ketelitian ukur 0,05 mm, pengukuran meliputi panjang, lebar dan tinggi beton persegi.
2. Dibersihkan dari kotoran yang menempel pada beton silinder.
3. Balok beton diletakkan pada alas pembebanan mesin uji universal merk SHIMAZU dengan jarak tumpuan 15 cm mesin dengan posisi berdiri.
4. Mesin uji tekan dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 kN hingga benda uji hancur, dan besar beban maksimal dicatat sesuai pembacaan.
5. Pengujian selanjutnya dilakukan pada hari ke 28, 35, dan 48.



Gambar 4.11 uji geser pada kubus.

4.8 Perhitungan Camouran Beton (Mix Desaign)

Perencanaan campuran adukan beton dengan metode DOE (Department of Environment) adalah sebagai berikut ini :

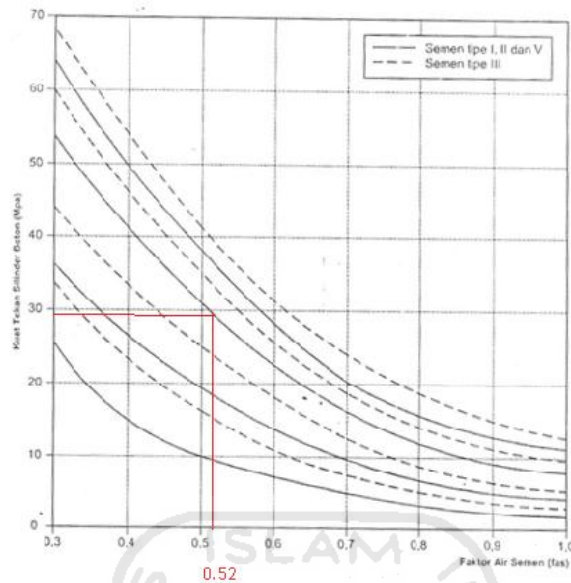
Kuat desak rencana	: 20 MPa
Jenis semen	: Semen Jenis I
Jenis pasir	: Agak kasar (termasuk gradasi II)
Jenis kerikil	: Batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	: 20 mm
Nilai slump	: 75 mm–150 mm
Berat jenis pasir	: 2,6 kg/m ³
Berat jenis kerikil	: 2,7248 kg/m ³

Langkah – langkah perencanaan :

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari : 20 MPa
 2. Deviasi standart $S = 5,6$ MPa
 3. Nilai tambah 9,184 Mpa.
 4. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan, $f'_{cr} = 20 + 9,184 = 29,184$ MPa
 5. Menetapkan jenis semen : semen Portland Jenis I
 6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)
- Digunakan jenis pasir agak kasar (termasuk daerah gradasi II)
 Digunakan jenis kerikil batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm.

7. Menetapkan faktor Air Semen

Cara I = 0,52 (didapat dari grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan).



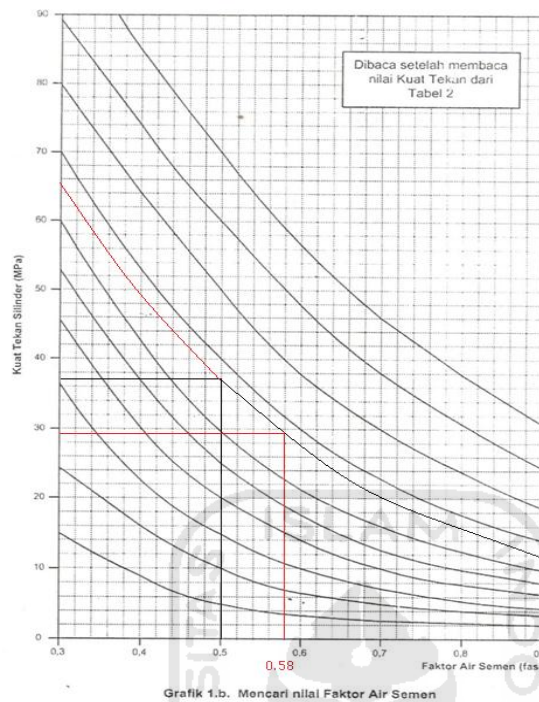
Grafik 4.12 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan

Cara II = 0,6 (didapat dari tabel persyaratan fas maksimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus)

Tabel 4.1 Persyaratan F A S maksimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

JENIS PEMBETONAN	FAS MAKSIMUM
Beton didalam ruang bangunan : a. Keadaan keliling korosif b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,60 0,52
Beton di luar ruang bangunan : a. Tidak terlindungi oleh hujan dan terik matahari langsung b. Terlindung oleh hujan dan terik matahari langsung	0,55 0,60
Beton yang masuk kedalam tanah : a. Mengalami keadaan basah-kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0,55 Tabel 3.b buku praktikum BKT
Beton yang selalu terhubung dengan air tawar / payau / laut	Tabel 3.c buku praktikum BKT

Cara III = 0,58 (didapat dari grafik hubungan factor air semen dan kuat tekan, dimana kuat tekan dari table fas 0,50).



Grafik 4.13 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan

Dari kedua nilai F A S diatas dipakai F A S yang terendah yaitu = 0,52

8. Menetapkan nilai slump = 7,5 cm–15 cm

Tabel 4.2 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton :	Maksimum	Minimum
Dinding, Plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, Balok, Kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

9. Ukuran butir agregat batu pecah maksimum (dari pengayakan) : 20 mm.

10. Menetapkan kebutuhan air

$$\begin{aligned}
 &= (2/3 \cdot A_h) + (1/3 \cdot A_k) \\
 &= (2/3 \cdot 195) + (1/3 \cdot 225) \\
 &= 205 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besarnya ukuran maksimum kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

11. Menentukan kebutuhan semen.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{air}}{\text{Faktor air semen}} \\
 &= \frac{205}{0,52} = 394,230 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

12. Kebutuhan semen minimum = 325 kg

Tabel 4.4 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

JENIS PEMBETONAN	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton didalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling korosif	275
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton di luar ruang bangunan :	
a. Tidak terlindungi oleh hujan dan terik matahari langsung	325
b. Terlindungi oleh hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah-kering berganti-ganti	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel 3.b buku praktikum BKT
Beton yang selalu terhubung dengan air tawar / payau / laut	Tabel 3.c buku praktikum BKT

Dari kedua kebutuhan semen diatas dipakai kebutuhan semen terbesar yaitu 394,230 kg.

13. Persentase pasir dan kerikil = 43 % dan 57 % (Gafik hubungan fas, slump dan ukuran butir maksimum)

14. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

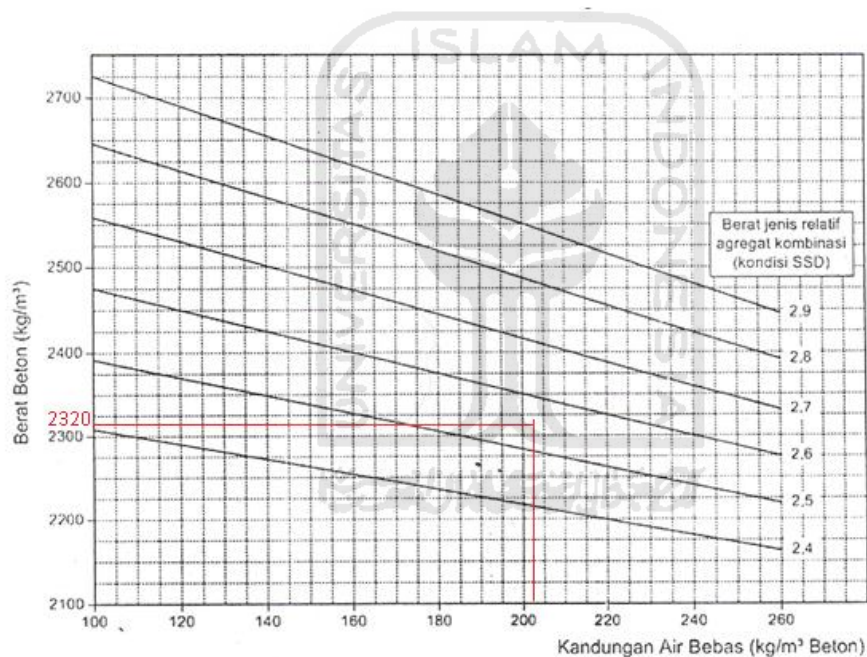
$$= \frac{P}{100} \times b_{j_{\text{agregat halus}}} + \frac{K}{100} \times b_{j_{\text{agregat kasar}}}$$

$$= \left(\frac{43}{100} \times 2,6 \right) + \left(\frac{57}{100} \times 2,7248 \right)$$

$$= 1,118 + 1,5531$$

$$= 2,665$$

15. Menentukan berat jenis beton = 2320 kg/m³



Grafik 3 Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat campuran dan Berat Isi Beton

Grafik 4.14 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

16. Menentukan kebutuhan berat pasir dan kerikil :

Berat pasir + kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

$$W_{psr} + W_{krkl} = W_{btn} - A - S$$

$$= 2320 - 205 - 394,230$$

$$= 1720,77 \text{ kg}$$

17. Menentukan kebutuhan pasir :

$$W_{psr} = \frac{43}{100} \times 1720,77$$

$$= 739,93 \text{ kg}$$

18. Menentukan kebutuhan kerikil

$$W_{krkl} = 1720,77 - 739,93$$

$$= 980,84 \text{ kg}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m³ beton dibutuhkan :

- | | |
|----------------------|------------------------|
| a. Air = 205 liter | c. Pasir = 739,93 kg |
| b. Semen = 394,23 kg | d. Kerikil = 980,84 kg |

Kebutuhan Material untuk pengecoran 1 variasi :

Cetakan silinder

- Tinggi = 0,3 m
 Diameter = 0,15 m
 Jumlah = 12 buah

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$= (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15 \times 0,15 \times 0,3) \times 12$$

$$= 0,0636 \text{ m}^3$$

Kebutuhan material untuk cetakan silinder :

- a. Air = $205 \times 0,0636 = 13,1 \text{ kg}$
 b. Semen = $394,23 \times 0,0636 = 25,1 \text{ kg}$
 c. Pasir = $739,93 \times 0,0636 = 47,1 \text{ kg}$
 d. Kerikil = $980,84 \times 0,0636 = 60,26 \text{ kg}$

Cetakan Kubus :

- Lebar = 0,25 m
 Tinggi = 0,06 m
 Panjang = 0,30 m
 Jumlah = 12 buah

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times t \\ &= (0,30 \times 0,25 \times 0,06) \times 12 \\ &= 0,054 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan material untuk cetakan kubus 1 variasi :

- a. Air = $205 \times 0,054 = 11,1 \text{ kg}$
- b. Semen = $394,23 \times 0,054 = 23,37 \text{ kg}$
- c. Pasir = $739,93 \times 0,054 = 38,60 \text{ kg}$
- d. Kerikil = $980,84 \times 0,054 = 51,17 \text{ kg}$

Kebutuhan abu vulkanik untuk silinder :

- a. Variasi 5 % = 1,38 kg
- b. Variasi 10 % = 2,75 kg
- c. Variasi 15 % = 4,13 kg
- d. Variasi 20 % = 5,50 kg

Kebutuhan abu vulkanik untuk kubus :

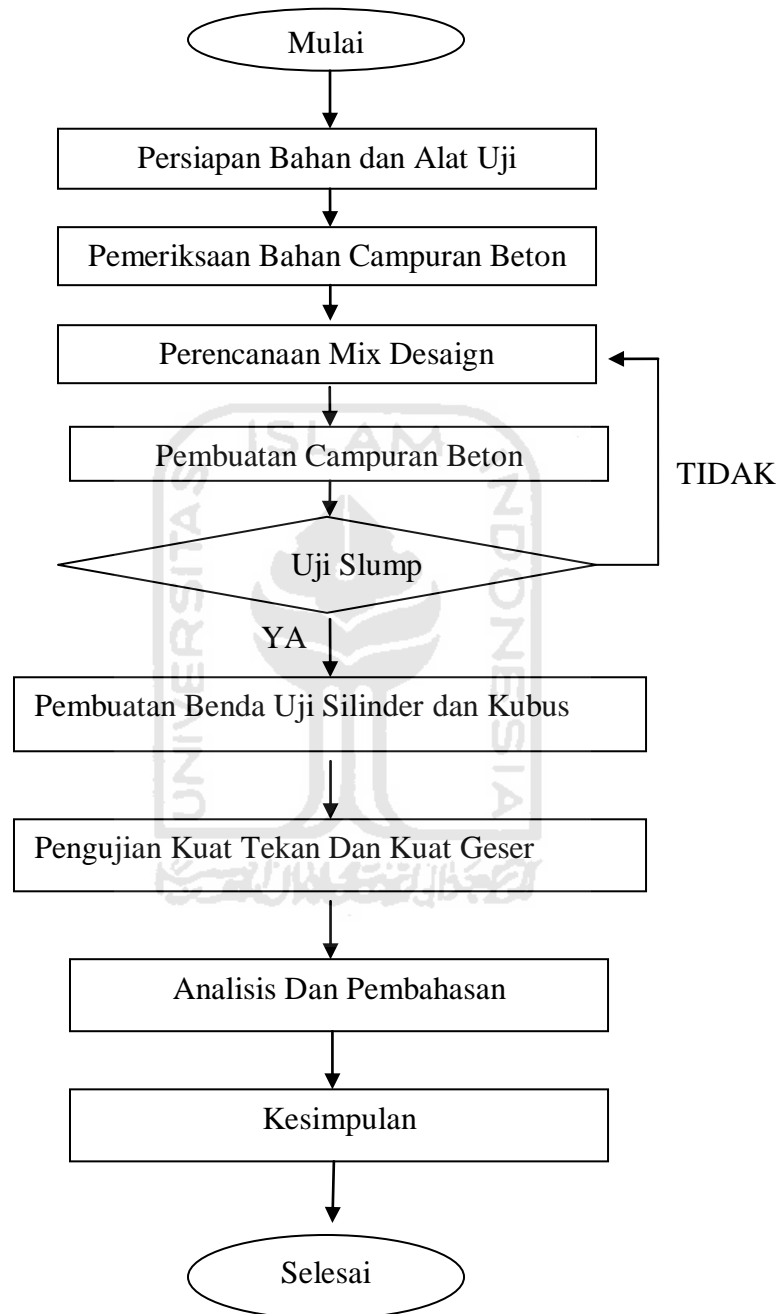
- a. Variasi 5 % = 1,17 kg
- b. Variasi 10 % = 2,34 kg
- c. Variasi 15 % = 3,51 kg
- d. Variasi 20 % = 4,67 kg



Tabel 4.5 Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton setelah di kalikan 15 % tiap campuran.

VARIASI	SEMEN (Kg)	PASIR (Kg)	KERIKIL(Kg)	ABU VUL (Kg)	AIR (L)
0%	53.57	100.2	132.76	0,00	27.9
5%	53.57	100.2	132.76	3.0	27.9
10%	53.57	100.2	132.76	5.9	27.9
15%	53.57	100.2	132.76	8.75	27.9
20%	53.57	100.2	132.76	11.70	27.9
JUMLAH	267.85	501	663.8	29.35	139.5

4.9 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir



Gambar 4.15 Langkah-langkah Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang di laksanakan di Laboratorium, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pengkajian terhadap kuat tekan dan kuat geser yang di perbaiki oleh adanya penambahan Abu Vulkanik pada semen. Dengan mengikuti prosedur yang berlaku diharapkan benda-benda uji tersebut cukup mewakili sifat-sifat beton.

Pada dasarnya beton akan tertingkatkan kekuatannya oleh adanya penambahan Abu Vulkanik Gunung Merapi pada semen karena sebagian sifat kimia dari abu tersebut hampir sama dengan sifat kimia dari semen, diharapkan mampu menambah kekuatan daya reket pada beton seperti sifat semen.

Dalam bab ini, penulis akan menyajikan permasalahan yang timbul dalam proses pembuatan benda uji, hasil penelitian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis dari penelitian. Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian di laboratorium, maka hal yang akan menjadi bahasan :

1. Membandingkan kuat tekan beton abu vulkanik gunung merapi sebagai bahan penambah sebagian semen dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% pada umur 21,28,35 dan 48 hari.
2. Membandingkan kuat geser beton abu vulkanik gunung merapi sebagai bahan penambah sebagian semen dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% pada umur 21,28,35 dan 48 hari.

Sebelum pengujian dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran dimensi dan berat sampel benda uji beton untuk mengetahui berat volume beton. Uji kuat tekan dilakukan dengan meletakkan benda uji pada mesin uji tekan kemudian diberi beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu sampai beban maksimum. Pengujian kuat tekan beton digunakan mesin tekan (*Compression Testing Machine*) dengan mesin uji tekan merek ELLE tipe ADR 3000 dengan kapasitas 3000 KN.

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam semua pengujian yang akan dilakukan adalah kondisi permukaan benda uji. Permukaan yang rata akan menghasilkan nilai kuat tekan, tegangan regangan dan modulus elastisitas yang baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji. Hasil penelitian yang merupakan data kasar dari percobaan yang dilakukan, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui berapa besar pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu vulkanik terhadap kuat tekan dan tarik beton.

5.2 Uji Material

Uji material dilakukan sebelum pembuatan benda uji dilakukan. Uji material berfungsi untuk mengetahui unsur-unsur penyusun campuran beton seperti berat jenis, modulus halus butir, kandungan lumpur agregat, kadar air dan ukuran agregat. Hasil dari uji material akan dipergunakan untuk perhitungan campuran beton. Adapun hasil dari uji material secara lengkap dapat dilihat pada lampiran sedangkan pada tabel 5.1 berikut merupakan rekap uji material.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Penelitian	Pasir	Kerikil
Berat Jenis	2,6	2,7248
Modlus Halus Butiran	3,624	6,74
Ukuran Agregat maksimum	5 mm	20 mm

5.2.1 Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir

Gradasi agregat dinyatakan dengan nilai persentase banyaknya agregat yang tertahan atau lolos suatu susunan ayakan tertentu dan untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Dari pemeriksaan analisa saringan juga diperoleh hasil modulus halus butir dan kandungan lumpur agregat halus, makin besar nilai mhb suatu agregat menunjukkan makin besar ukuran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai mhb sekitar 1,5 – 3,8 (Tri Mulyono2003). Adapun data-data yang diperoleh dari uji analisis gradasi agregat halus yang telah dilakukan oleh peneliti dapat dilihat dalam Tabel 5.2 berikut :

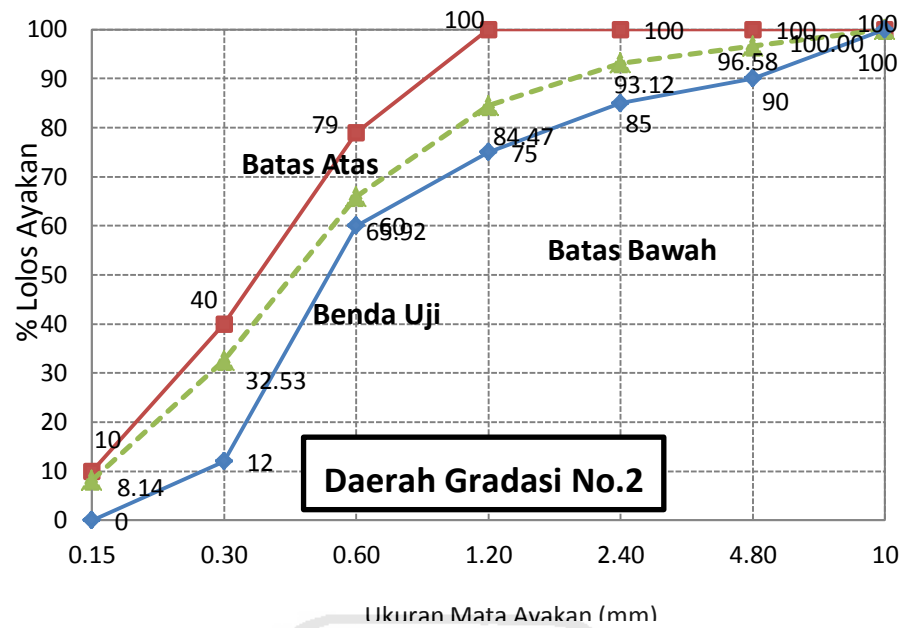
Tabel 5.2 Modulus Halus Butir Pasir.

lubang ayakan (mm)	berat pasir tertinggal + loyang (gr)	berat tertinggal (gr)	berat tertinggal l (%)	berat tertinggal kumulatif (%)	persen lolos kumulatif (%)
3/8"	95	5	0,200	0,20	99,80
no 4	96	6	0,240	0,44	99,56
no 8	240	150	6,000	6,44	93,56
no 16	515	425	17,000	23,44	76,56
no 30	927	837	33,480	56,92	43,08
no 50	677	587	23,480	80,40	19,60
no 100	444	354	14,160	94,56	5,44
Sisa	226	136	5,440	100,00	0,00
Jumlah		2500	100	362,4	

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} = \frac{362,4}{100} = 3,624$$

Grafik kurva gradasi agregat halus alami ini dapat dilihat pada Gambar

5.1. berikut :



Gambar 5.1 Grafik saringan agregat halus.

5.2.2 Gradasi Agregat Kasar dan Modulus Kasar Butir

Adapun data-data yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut :

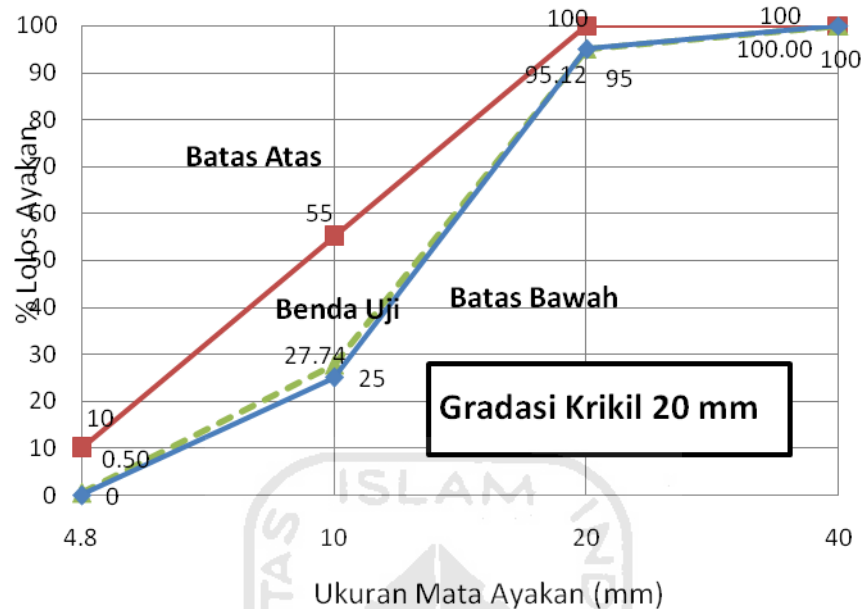
Tabel 5.3 Modulus Halus Butir Kerikil

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	244,00	4,880	4,880	95,120
10,00	3369	67,380	72,260	27,740
4,80	1362	27,240	99,500	0,500
2,40	0	0,000	99,500	0,500
1,20	0	0,000	99,500	0,500
0,60	0	0,000	99,500	0,500
0,30	0	0,000	99,500	0,500
0,15	0	0,000	100,000	0,000
Sisa	25	0,500	-	-
Jumlah	5000	100,000	674,640	225,36

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) :

$$MHB = \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan}}{\% \text{ Berat Tertahan}} = \frac{674,64}{100} = 6,74$$

Grafik kurva gradasi agregat kasar alami ini dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut :



Gambar 5.2 Grafik saringan agregat kasar.

5.3 Material Penyusun benda Uji

Dalam pembuatan benda uji ini, material penyusunnya adalah semen portland, pasir, krikil dan bahan tambah. Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah abu vulkanik yang berasal dari Gunung Merapi dan kerikilnya menggunakan batu pecah ukuran max 20 mm. Karena tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh penambah sebagian semen dengan abu vulkanik, maka komposisi campuran betonnya tidak sama untuk setiap variasi. Untuk itu dalam mix design, kebutuhan abu vulkanik berbeda untuk setiap variasinya sedangkan semen, pasir, kerikil dan air sama untuk setiap variasinya

Dari perhitungan mix design diperoleh komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton dengan jumlah 24 benda uji sesudah dikalikan faktor 15% seperti pada tabel 5.4. Faktor pengali 15% diambil untuk mengantisipasi kekurangan bahan material pada saat pelaksanaan pencampuran atau pembuatan adukan beton segar, karena kemungkinan ada material yang menempel pada molen dan pada alat-alat lain yang dipakai.

Tabel 5.4 Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton (24 benda uji)

VARIASI	SEMEN (Kg)	PASIR (Kg)	KERIKIL(Kg)	ABU VUL (Kg)	AIR (L)
0%	53.57	100.2	132.76	0,00	27.9
5%	53.57	100.2	132.76	3.0	27.9
10%	53.57	100.2	132.76	5.9	27.9
15%	53.57	100.2	132.76	8.75	27.9
20%	53.57	100.2	132.76	11.70	27.9
JUMLAH	267.85	501	663.8	29.35	139.5

5.4 Nilai Slump

Dalam penelitian ini, nilai slump yang direncanakan yaitu 7,5-15 cm. Dalam perhitungan mix design untuk mencari kebutuhan air bebas digunakan batu pecah max 20 mm. Hasil nilai slump dari berbagai variasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5.5 Nilai Slump

No.	Kode	Nilai Slump (cm)
1	BN	14,5
2	B5%	14,5
3	B10%	10
4	B15%	15
5	B20%	14,5

5.5 Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, dimana benda uji silinder diletakkan secara vertikal kemudian diberi beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah benda uji silinder (diameter 150 mm, dan tinggi 300 mm) diberi perawatan dalam air dan telah berumur 21,28,35 dan 48 hari.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton pada tiap. Dibawah ini adalah contoh perhitungan Kuat Tekan dari hasil pengujian :

1. Beton Variasi 0% (No 2, pengujian 21 hari)

Diketahui :

$$D = 15,20 \text{ cm} = 152,0 \text{ mm}$$

$$P = 562,10 \text{ KN}$$

$$= 562,10 \times 10^3 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= 18136,64 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = \frac{562100 \text{ N}}{18136,64 \text{ mm}^2}$$

$$= 30,99 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = \frac{*26,22 + 30,99 + 38,84}{3}$$

$$= 32,02 \text{ MPa}$$

Data yg di beri tanda bintang (*) di abaikan karna data sangat kecil, dikarenakan benda uji yang mengalami kerusakan selama masa perawatan.

$$\text{Sehingga } f'_{cr} \text{ menjadi } = \frac{30,99 + 38,84}{2}$$

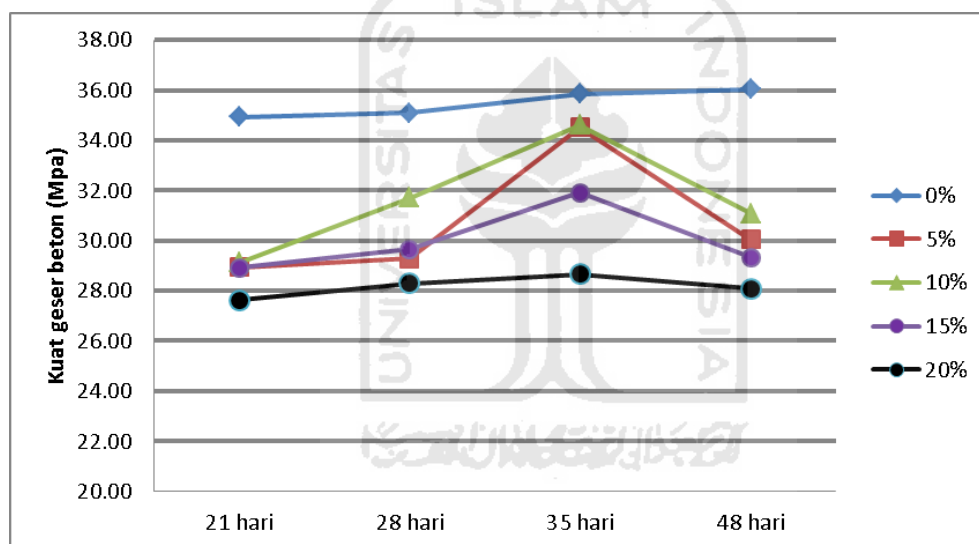
$$= 34,92 \text{ MPa}$$

Hasil pengujian kuat tekan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran sedangkan hasil kuat tekan rerata dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut:

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	Kuat Tekan rerata (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	34.92	28.93	29.11	28.92	27.63
28 hari	35.09	29.28	31.71	29.64	28.3
35 hari	35.84	34.51	34.6	31.9	28.67
48 hari	36.03	30.04	31.09	29.34	28.08

Hasil kuat tekan rerata pada tabel 5.6 dapat juga dilihat berupa grafik pada gambar 5.3 berikut:



Gambar 5.3 Grafik Kuat Tekan Rerata Beton.

Dari gambar 5.3 menunjukkan benda uji 5% adalah benda uji yang mengalami pergerakan yang flukatif (naik turun) dalam mencapai usia beton 28 hari maupun setelah usia beton 28 hari. Benda uji 10% adalah benda uji yang paling stabil pergerakan kuat tekannya dalam mencapai usia beton 28 hari maupun penurunannya setelah 28 hari.

Benda uji 15% dan 20% memiliki kuat tekan yg lebih rendah dibandingkan dengan benda uji 10% dan benda uji normal. Hal ini menjelaskan

bahwa abu vulkanik disini tidak dapat berfungsi sebagai pozzoland dengan baik namun cenderung sebagai filler (pengisi), dimana pada saat penambahan abu vulkanik sebanyak 10% memiliki kuat tekan yg lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penambahan 5%, 15% dan 20%. Hal ini dikarenakan komposisi penambahan pada variasi 10% mampu membantu kinerja pasta semen pada saat hidrasi sehingga abu vulkanik mampu menutupi rongga-rongga yang kosong. Akan tetapi pada uji kuat tekan beton ini abu vulkanik tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton yang maksimal melebihi kuat tekan beton normal.

5.6 Kuat Geser Beton

Nilai kuat geser beton di dapatkan setelah dilakukannya pengujian terhadap benda uji balok, dimana benda uji di berikan beban secara terus menerus sehingga hancur. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 21, 28, 35 dan 48 hari dan sebelumnya dilakukan perawatan yakni dengan direndam dalam air. Dibawah ini adalah contoh perhitungan Kuat Tekan dari hasil pengujian :

1. Beton Variasi 0% (No 2, pengujian 21 hari)

$$P = 6250 \text{ kg}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 5,90 \text{ cm}$$

$$f'c = 35,19 \text{ Mpa}$$

$$f'cr = 30,05 \text{ MPa}$$

2. Menghitung V_{ct}

$$\begin{aligned} V_{ct} &= 1/6 \sqrt{f'c} \\ &= 1/6 \sqrt{30,05} \\ &= 0,93 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Menghitung V_{cu}

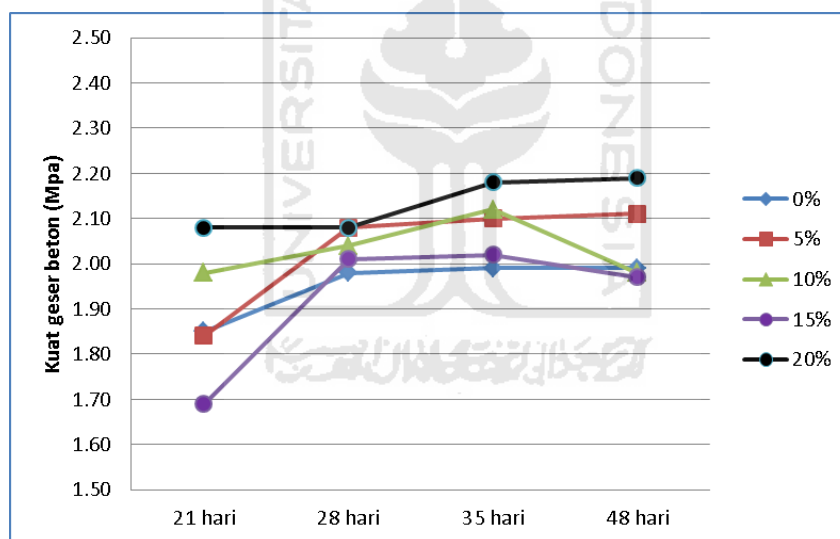
$$\begin{aligned} V_{cu} &= \frac{P/2}{b.d} \\ &= \frac{6250/2}{(25 \times 5,90) \times 10} \\ &= 2,12 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Hasil yang didapat dari pengujian kuat geser secara lengkap dapat dilihat pada lampiran, sedangkan hasil kuat geser rerata tiap variasi dapat dilihat pada tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Geser Rerata Beton

variasi	Kuat Geser rerataan (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	1.85	1.84	1.98	1.69	2.08
28 hari	1.98	2.08	2.04	2.01	2.08
35 hari	1.99	2.1	2.12	2.02	2.18
48 hari	1.99	2.11	1.98	1.97	2.19

Hasil kuat tarik belah rerata pada tabel 5.7 dapat juga dilihat berupa grafik pada gambar 5.4 berikut:



Gambar 5.4 Grafik Kuat Geser Rerata Beton.

Dari gambar 5.4 di atas menunjukkan dengan adanya penambahan abu vulkanik mampu meningkatkan kuat geser beton melebihi kuat geser beton normal, hal ini dikarenakan pada uji geser tersebut beton cenderung mengalami gaya tarik dan abu vulkanik disini sebagai bahan tambah mampu berfungsi dengan baik pada saat dilakukannya pengujian kuat tekan geser. Pada benda uji 5% dan

20% mengalami peningkatan kuat geser setiap pengujian umur beton. Sedangkan benda uji 10% dan 15% mengalami penurunan kuat geser setelah usia 35 hari..

5.7 Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji

Pada awal perencanaan mix design $f'c$ yang disyaratkan adalah 20 Mpa, kemudian setelah dilakukannya pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder di dapatkan lah $f'c$ yang terjadi, hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran berikut hasil perhitungan kuat geser teoritis dengan kuat geser uji pada table 5.8 berikut :

Tabel 5.8 Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji

variasi	Kuat Geser Rerata (Mpa)							
	umur							
	21 Hari		28 Hari		35 Hari		48 Hari	
	V_{cT}	V_{cU}	V_{cT}	V_{cU}	V_{cT}	V_{cU}	V_{cT}	V_{cU}
0%	0.93	1.85	0.96	1.98	0.96	1.99	0.96	1.99
5%	0.93	1.84	0.98	2.08	0.95	2.10	0.99	2.11
10%	0.96	1.98	0.97	2.04	1.00	2.12	0.96	1.98
15%	0.89	1.69	0.96	2.01	0.91	2.02	0.96	1.97
20%	0.98	2.08	1.00	2.08	1.02	2.18	1.01	2.19

Pada table 5.8 kuat geser teoritis (V_{cT}) di hitung menggunakan :

$$V_{cT} = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \dots\dots\dots(5.1)$$

Dimana : V_{cT} = Kuat geser teoritis

$f'c$ = Kuat tekan beton

Sedangkan kuat geser uji dihitung dengan rumus :

$$V_{cU} = \frac{R}{bd} \text{ dengan } \dots\dots\dots(5.2)$$

$$R = \frac{P}{2} \dots\dots\dots(5.3)$$

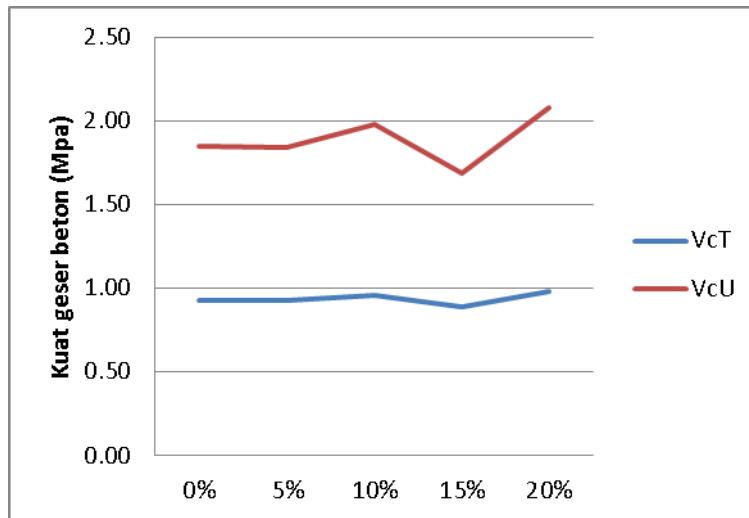
Dimana : V_{cU} = kuat geser uji

P = beban

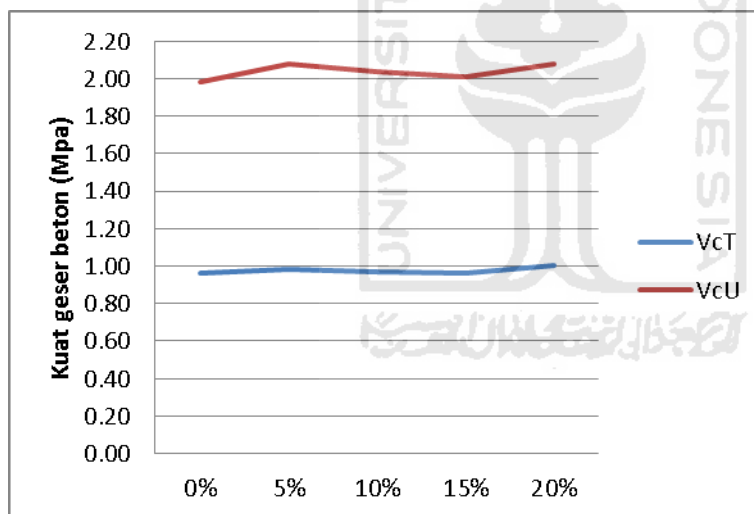
b = lebar balok

d = tinggi efektif balok

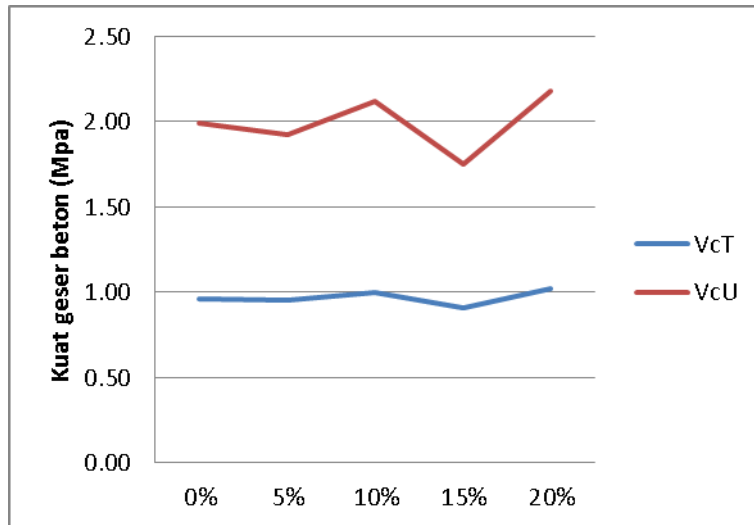
Hasil table 5.8 dapat juga dilihat pada gambar 5.5 berikut :



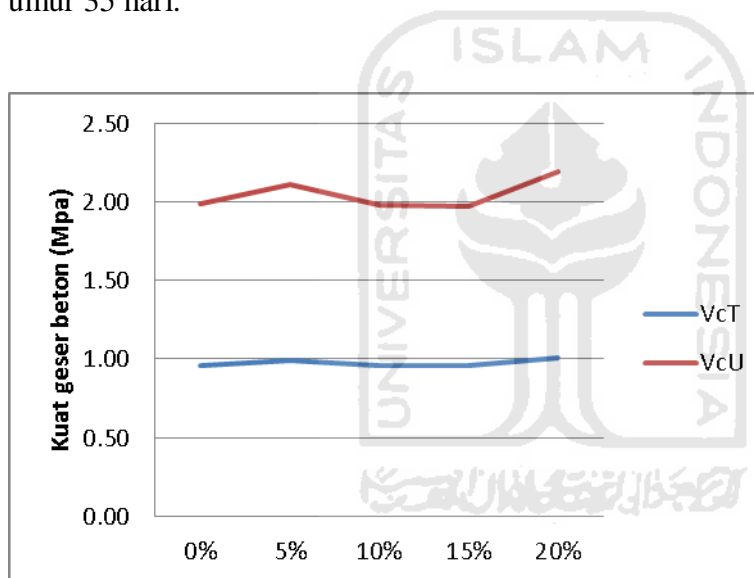
Gambar 5.5.a Grafik Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji pada beton umur 21 hari.



Gambar 5.5.b Grafik Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji pada beton umur 28 hari.



Gambar 5.5.c Grafik Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji pada beton umur 35 hari.



Gambar 5.5.d Grafik Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji pada beton umur 48 hari.

Pada tabel 5.8 dan gambar 5.5.a s.d 5.5.d dapat dilihat perbandingan antara Kuat geser teoritis dengan kuat geser uji, hasil yang didapat jauh berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa rumus empiris untuk menghitung kuat geser yakni :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c}$$

Mempunyai faktor aman yang besar dan nilai $V_{cu} \approx 2 V_{ct}$, perbedaan kuat geser teoritis dengan kuat geser uji terlalu besar.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penambahan sebagian abu vulkanik pada campuran beton volume 5%, 10%, 15% dan 20% jumlah semen yg di butuhkan akan mempengaruhi *workability* beton. Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Abu Vulkanik Gunung Merapi bersifat sebagai filler (pengisi).
2. Pada pengujian kuat tekan beton benda uji A3 10% (34,6 MPa) memiliki kuat tekan lebih besar dibandingkan dengan benda uji A2 5% (34,51 MPa), A4 15% (31,9 MPa), dan A5 20% (28,67 MPa), tetapi benda uji A3 10% masih lebih rendah dibandingkan benda uji A1 0% (36,03 MPa)
3. Pada pengujian kuat geser penambahan abu vulkanik gunung merapi mampu meningkatkan kuat geser lebih besar dari beton normal.
4. Pada pengujian kuat geser benda uji B2 5% dan B5 20% mengalami kenaikan kuat geser tiap umurnya.
5. Pada pengujian kuat geser benda uji B3 10% dan B4 15% mengalami penurunan kuat geser setelah umur beton 35 hari.

6.2 Saran

Dari uraian di atas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut:

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap penambahan sebagian abu vulkanik gunung merapi pada campuran beton.
2. Perlu dilakukan pencampuran abu vulkanik lebih bervariasi lagi.
3. Untuk mendapatkan sampel yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, sampel akan mengalami keropos dan ini akan sangat mempengaruhi hasil uji.
4. Sampel benda uji di perhatikan permukaan atasnya, harus lebih rata dan halus.



DAFTAR PUSTAKA

A.Antono, Prof.Ir. 1988, *Teknologi Beton*

Buku Panduan Praktikum, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Edward G. Nawy, *Reinforced Concrete a Fundamental Approach*, Terjemah, PT.

Eresco, Bandung 1990

Kardiono Tjokrodimulyo, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta, 1992

L.J. Murdock dan L.M. Brock, *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephanus

Hendarko, Erlangga, Jakarta, 1991

SNI 03-2824-1993 : *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*.

Tri Mulyono 2003-2005, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Perbit Andi



LAMPIRAN 1.1

Data Hasil Uji Bahan Material





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax:(0274)895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS
(SK SNI M – 09 – 1989 – F)

Uraian	Sampel
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	470
Berat Pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1156,5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	849
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,44
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,6
Berat jenis semu(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,89
Penyerapan air (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100 \%$	6,38%



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax:(0274)895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR
(SK SNI M – 09 – 1989 – F)

Uraian	Sampel
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4926,4
Berat kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3165
Berat jenis curah, gram/cm^3(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,6847
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm^3(2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,7248
Berat jenis semu(3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,7969
Penyerapan air (4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100 \%$	1,49%

LAMPIRAN 1.2

Hasil Mix design



Kebutuhan Material untuk pengecoran 1 variasi :

Cetakan silinder

$$\text{Tinggi} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 12 \text{ buah}$$

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15 \times 0,15 \times 0,3 \right) \times 12$$

$$= 0,0636 \text{ m}^3$$

Kebutuhan material untuk cetakan silinder :

$$\text{a. Air} = 205 \times 0,0636 = 13,1 \text{ kg}$$

$$\text{b. Semen} = 394,23 \times 0,0636 = 25,1 \text{ kg}$$

$$\text{c. Pasir} = 739,93 \times 0,0636 = 47,1 \text{ kg}$$

$$\text{d. Kerikil} = 980,84 \times 0,0636 = 60,26 \text{ kg}$$

Cetakan Kubus :

$$\text{Lebar} = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 12 \text{ buah}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$= (0,30 \times 0,25 \times 0,06) \times 12$$

$$= 0,054 \text{ m}^3$$

Kebutuhan material untuk cetakan kubus 1 variasi :

$$\text{a. Air} = 205 \times 0,054 = 11,1 \text{ kg}$$

$$\text{b. Semen} = 394,23 \times 0,054 = 23,37 \text{ kg}$$

$$\text{c. Pasir} = 739,93 \times 0,054 = 38,60 \text{ kg}$$

$$\text{d. Kerikil} = 980,84 \times 0,054 = 51,17 \text{ kg}$$

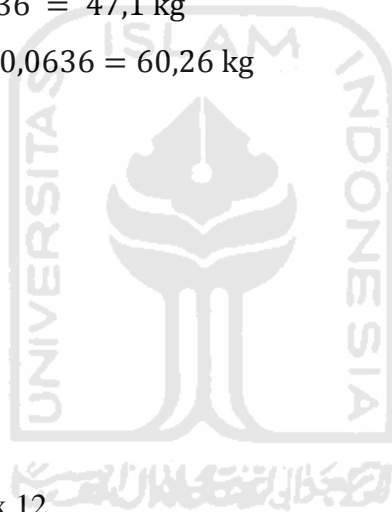
Kebutuhan abu vulkanik untuk silinder :

$$\text{a. Variasi 5 \%} = 1,38 \text{ kg}$$

$$\text{b. Variasi 10 \%} = 2,75 \text{ kg}$$

$$\text{c. Variasi 15 \%} = 4,13 \text{ kg}$$

$$\text{d. Variasi 20 \%} = 5,50 \text{ kg}$$



Kebutuhan abu vulkanik untuk kubus :

- a. Variasi 5 % = 1,17 kg
- b. Variasi 10 % = 2,34 kg
- c. Variasi 15 % = 3,51 kg
- d. Variasi 20 % = 4,67 kg

Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan beton setelah di kalikan 15 % tiap campuran.

VARIASI	SEMEN (Kg)	PASIR (Kg)	KERIKIL(Kg)	ABU VUL (Kg)	AIR (L)
0%	53.57	100.2	132.76	0,00	27.9
5%	53.57	100.2	132.76	3.0	27.9
10%	53.57	100.2	132.76	5.9	27.9
15%	53.57	100.2	132.76	8.75	27.9
20%	53.57	100.2	132.76	11.70	27.9
JUMLAH	267.85	501	663.8	29.35	139.5



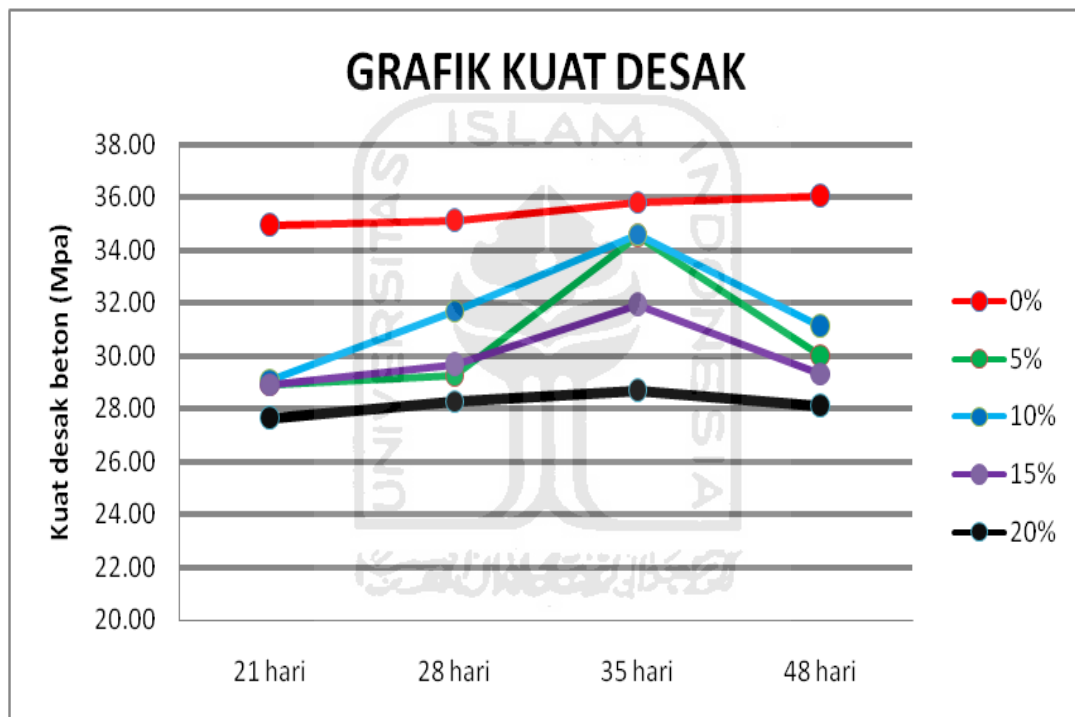
LAMPIRAN 1.3

Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Geser



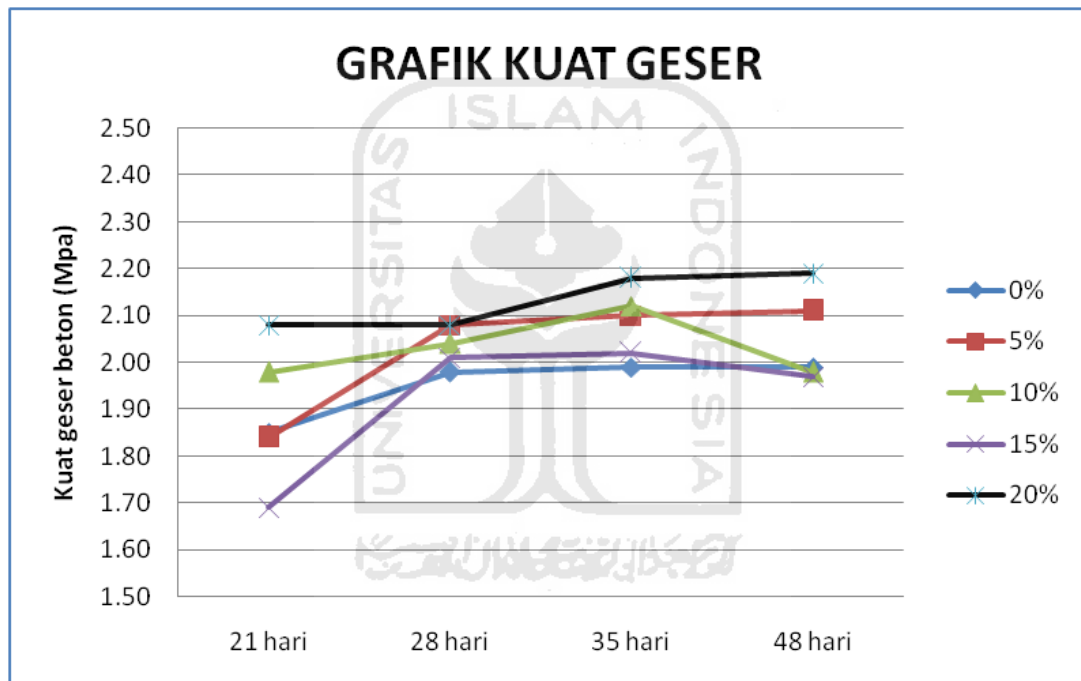
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

variasi	Kuat Tekan rerata (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	34.92	28.93	29.11	28.92	27.63
28 hari	35.09	29.28	31.71	29.64	28.3
35 hari	35.84	34.51	34.6	31.9	28.67
48 hari	36.03	30.04	31.09	29.34	28.08



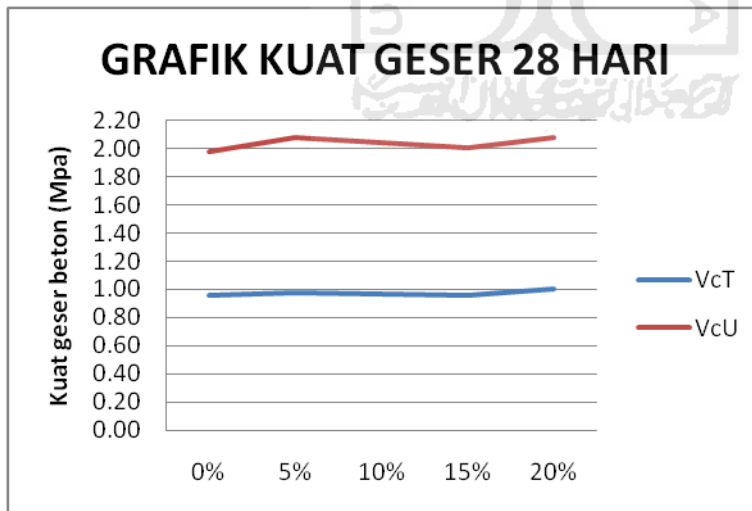
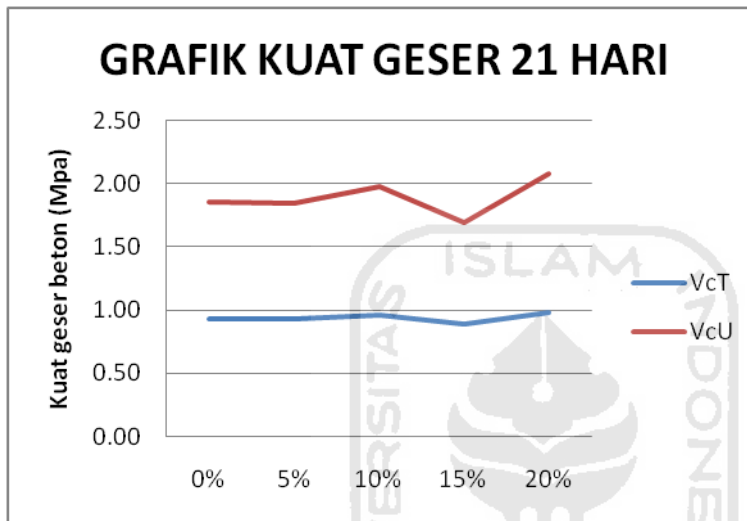
Hasil Pengujian Kuat Geser Rerata Beton

variasi	Kuat Geser rerataan (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	1.85	1.84	1.98	1.69	2.08
28 hari	1.98	2.08	2.04	2.01	2.08
35 hari	1.99	2.1	2.12	2.02	2.18
48 hari	1.99	2.11	1.98	1.97	2.19

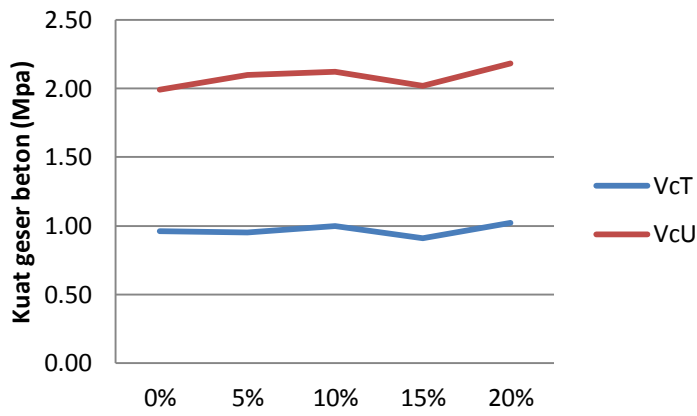


Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji

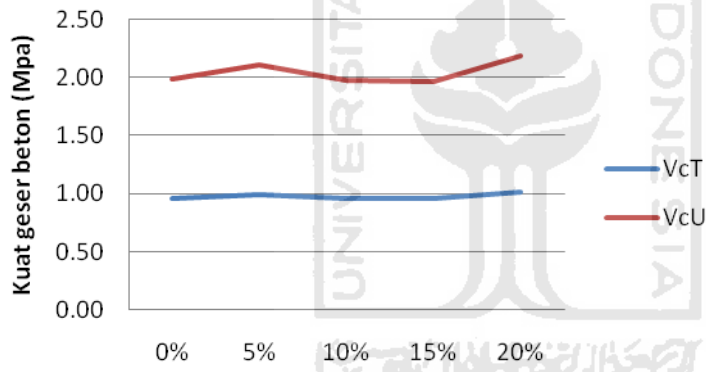
variasi	Kuat Geser Rerata (Mpa)							
	umur							
	21 Hari		28 Hari		35 Hari		48 Hari	
	V _{cT}	V _{cU}	V _{cT}	V _{cU}	V _{cT}	V _{cU}	V _{cT}	V _{cU}
0%	0.93	1.85	0.96	1.98	0.96	1.99	0.96	1.99
5%	0.93	1.84	0.98	2.08	0.95	2.10	0.99	2.11
10%	0.96	1.98	0.97	2.04	1.00	2.12	0.96	1.98
15%	0.89	1.69	0.96	2.01	0.91	2.02	0.96	1.97
20%	0.98	2.08	1.00	2.08	1.02	2.18	1.01	2.19



GRAFIK KUAT GESER 35 HARI



GRAFIK KUAT GESER 48 HARI



LAMPIRAN 1.4

Gambar-gambar





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



