

TUGAS AKHIR

(PENELITIAN)

**PENGARUH SUBTISUSI SEBAGIAN SEMEN DENGAN
LIMBAH SERBUK GERGAIJIAN BATU ANDESIT DAN
PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER SEBANYAK 1%
TERHADAP KUAT DESAK, GESER DAN LENTUR BETON**



Disusun oleh :

Wuriandreza Gigih Muktitama

NIM : 04 511 028

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

(PENELITIAN)

PENGARUH SUBTISUSI SEBAGIAN SEMEN DENGAN LIMBAH

SERBUK GERGAJIAN BATU ANDESIT DAN PENAMBAHAN

SUPERPLASTICIZER SEBANYAK 1% TERHADAP KUAT DESAK,

GESER DAN LENTUR BETON



Disusun oleh :

Wuriandreza Gigih Muktitama

NIM : 04 511 028

Mengetahui :

Ketua Jurusan,



Ir. H. FAISOL AM, MS

Tanggal :

Telah diperiksa/disetujui oleh:

Dosen Pembimbing,

Ir. H. A KADIR ABOE, MS

Tanggal: 04/09-2008

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sesuai dengan kurikulum dan persyaratan akademis, untuk menempuh derajat Sarjana Teknik Sipil program strata satu (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir, dengan tujuan untuk melatih proses berpikir mahasiswa dalam meneliti, menganalisis dan menyelesaikan suatu masalah yang berhubungan dengan bidang ilmu yang digelutinya.

Selama melaksanakan tugas akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. H Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Ir. H. Faisol AM, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Ir. H. A Kadir Aboe, MS selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
4. Bapak Suwarno, selaku Laboran Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII.
5. Bapak, Ibu, dan saudara yang senantiasa memberikan semangat dan doa,
6. Teman-teman yang selalu memberi motivasi dan membantu dalam penyelesaian penelitian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun menghaturkan maaf yang sebesar-besarnya bila tugas

akhir ini banyak kekurangan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 Juli 2008

Wuriandreza Gigih Muktitama

MOTTO

“P sesungguhnya Sholatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam”. (QS. Al-An’aam 162)

“Barang siapa menempuh suatu jalan dalam rangka mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga. P sesungguhnya malaikat merebahkan sayapnya karena ridha terhadap penuntut ilmu. Dan sesungguhnya orang yang berilmu, dosa-dosanya akan dimintakan ampun oleh siapa saja yang ada di langit dan di bumi termasuk ikan-ikan di dalam air.” (HR Abu Dawud dan Tarmidzi).

“sungguhnya dalam dirimu terdapat hal yang dicintai Allah dan Rasul-Nya : al-hilm dan al-anah.” (HR Muslim).

“Bukanlah orang cerdik kecuali orang yang pernah tergelincir, bukan pula orang yang bijaksana kecuali yang berpengalaman.” (HR Tarmidzi).

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini aku persembahkan untuk orang-orang yang selalu ada dalam hidupku sampai akhir dunia ini.

Kedua OrangtuaKu yang telah Membesarkan, mendidik, memelihara serta mengorbankan setiap detik waktu hidup mereka, setiap hembusan nafas yang keluar dari tubuh mereka juga untaian Doa kepada yang Maha Kuasa agar anaknya menjadi orang yang berhasil dalam kehidupan.

Adikku Sekar, yang selalu mendukungku dan mempersiapkan segala yang aku butuhkan sebagai perwakilan kedua orang tua. Semoga sukses serta dapat menjadi orang yang Aku banggakan

Kekasihku curahan cinta kasih dan sayangku “arinda” yang telah mendampingi selama aku dan semampuku menjadi orang yang selalu untuk menghadirkan kebahagiaan diantara kita

Semua sahabatku yang datang dan pergi seiring jalannya waktu kalian adalah orang yang tetap mewarnai kehidupanku

Akhirnya kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk kalian semua dengan harapan yang ada pada kalian.

♥ Tugas akhir ini kupersembahkan untuk ♥

Ayahanda dan ibunda tercinta atas doa,
cinta, kasih sayang dan dukungannya yang
selalu menyertai dalam setiap langkahku

Adik-adikku, Sekar, Mayang
Yang selalu membantu dengan doa, cinta
dan kasih sayang

Terin kamu orang terbaik yang pernah ku
sayangi dan cintai terima kasih atas kasih
sayangnya,
I LOVE YOU SO MUCH....

Semua keluarga di Yogyakarta,
Aku tidak akan mengecewakan kalian
semua...

Ligih, Novik, Anis, Mega kalian semua
my soulmate dan terlalu baik jadi
sahabatku...
Semoga kelak kiat dapat mendapat sukses
semua.... amin..

Dimas terima kasih atas persahabatan dan
bantuannya selama ini.

Teman-teman civil'04 & Ts mania
Terima kasih atas bantuan kalian semua
N'cepatan lulus ya....

Mas aris, Pak warno, dan karyawan-
karyawan BKT
Terima Kasih atas bantuan kalian dan
pengertian kalian.

DAFTAR ISI

	HALAMAN
JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAKSI	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Hipotesis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Beton	7
2.2. Penelitian Yang Pernah Dilakukan	8
2.3. Literatur-Literatur	10
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Penyusun Beton	12
3.1.1. Semen.....	12

3.1.2. Air	16
3.1.3. Udara	17
3.1.4. Agregat	18
3.1.5. Limbah Gergajian Andesit.....	21
3.1.6. Bahan Tambah.....	22
3.2. Bleeding	24
3.3. Faktor Air Semen	24
3.4. Slump	26
3.5. Workability	26
3.6. Segregasi	27
3.7. Kuat Tekan Beton	28
3.8. Kuat Tarik Beton	30
3.9. Kuat Lentur Beton	31

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Tempat Waktu Penelitian.	35
4.2. Identifikasi Variabel	35
4.2.1. Variabel Bebas	35
4.2.2. Variabel Terikat	36
4.3. Alat Dan Bahan	36
4.3.1. Alat-Alat Yang Dipakai	36
4.3.2. Bahan-Bahan Yang Digunakan	39

4.4. Pelaksanaan Penelitian	40
4.4.1. Tahapan Persiapan Bahan.... ..	40
4.4.2. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	42
4.5. Perencanaan Campuran	44
4.6. Pelaksanaan Pengujian.	55
 BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1. Hasil Penelitian	58
5.1.1. Pemeriksaan material dasar pembentuk beton ..	58
5.1.2. Pemeriksaan beton segar	63
5.1.3. Pengujian beton yang telah mengeras	65
5.2. Pembahasan	68
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	75
6.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	xi
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
(3.1) Porsentase komposisi Unsur Kima Semen.....	16
(3.2) Kandungan Unsur Kimia Batu Andesit.....	21
(4.1) Nilai Deviasi Standar.....	46
(4.2) Faktor Air Semen Maksimum.....	48
(4.3) Nilai Slump.....	49
(4.4) Ukuran Maksimum Agregat.....	49
(4.5) Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai Slump dan Ukuran Maksimum Agregat.....	50
(5.1) Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	59
(5.2) Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	60
(5.3) Pengujian Slump.....	64
(5.4) Kuat Desak Beton.....	65
(5.5) Kuat Tarik Beton.....	66
(5.6) Kuat Lentur Beton.....	67
(5.7) Pengujian terdahulu*.....	69
(5.8) Pengujian terdahulu**.....	69
(5.9) Pengaruh Bahan Tambah Pada Desak, Tarik, dan Lentur.....	73

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
(3.1) Hubungan Kuat Desak Dengan FAS.....	25
(3.2) Sket Pengujian Desak Beton.....	29
(3.3) Sket Pengujian Tarik Beton.....	21
(3.4) Sket Pengujian Kuat Lentur Beton.....	32
(3.5) Bentuk Penampang Balok.....	33
(4.1) Hubungan fas dan Kuat Desak Silinder Beton.....	46
(4.2) Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan Untuk Ukuran Butiran maksimum 10 – 40 mm.....	51
(4.3) Hubungan Kandungan air, Berat Jenis agregat Campuran dan Berat Beton.....	53
(4.4) Bagan Alur Penelitian.....	57
(5.1) Pengujian Slump.....	64
(5.2) Kuat Desak Beton.....	65
(5.3) Kuat Tarik Beton.....	66
(5.4) Kuat Lentur Beton.....	67
(5.5) Pengaruh Bahan Tambah Pada Desak, Tarik, dan Lentur.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
DATA-DATA PESERTA TA.....	1
PENGUJIAN BAHAN PENYUSUN BETON.....	2
PENGUJIAN KUAT DESAK, TARIK, LENTUR.....	3
DOKUMENTASI	4

DAFTAR NOTASI

SP	:	Superplasticizer
PC	:	Porland Cement
f_c	:	kuat tekan masing-masing benda uji
P	:	beban maksimum
A	:	Luas penampang benda uji
f_{cr}	:	kuat tekan rata-rata
n	:	jumlah semua benda uji yang diperiksa
f_t	:	kuat tarik
l	:	panjang silinder dalam
d	:	diameter dalam
σ_{lt}	:	kuat lentur
F	:	beban (gaya)
L	:	jarak antar tumpuan
b	:	lebar tampang balok
h	:	tinggi tampang balok

y	:	jarak garis netral ke titik yang ditinjau
M	:	Momen
I	:	Inersia
ACI	:	American Concrete Institut Code
PBI	:	Peraturan Beton Indonesia
BJ	:	Berat Jenis
MHB	:	Modulus Halus Butir
m	:	nilai margin
sd	:	Standar Deviasi
fas	:	Faktor Air Semen
Ah	:	Agregat Halus
Ak	:	Agregat Kasar
Ws	:	Berat semen
Bk	:	Kebutuhan kerikil
Bp	:	Kebutuhan pasir

ABSTRAKSI

Beton dibuat dari kombinasi campuran yang terdiri dari kumpulan agregat kasar dan agregat halus, kemudian dicampur dan dipadukan menggunakan semen dan air sebagai bahan pengikat antar agregat halus dengan agregat kasar. Tetapi semakin hari harga semen semakin meninggi, sehingga saya mencoba mensubstitusi sebagian semen dengan serbuk batuan, yaitu serbuk gergajian batu andesit. Pengujian beton ini menggunakan serbuk limbah andesit dan superplasticizer untuk meningkatkan kekuatan desak dan lentur beton tersebut. Di karenakan serbuk andesit meresap air, sehingga air yang dibutuhkan semakin banyak. Akibatnya dapat mengurangi nilai slump pada campuran tersebut. Untuk mencegah terjadinya penurunan slump yang terlalu jauh. Maka diberikan bahan tambahan berupa cairan superplasticizer. Sebagai peningkat nilai slump (kelecekan).

Dalam pengujian kuat tekan beton ini menggunakan alat tekanan beton yang memiliki kapasitas kuat tekan 150 ton dan macam bahan uji terdiri dari beton silinder mempunyai garis tengah 15 cm dan panjangnya 30 cm sebanyak 8 buah, 5 untuk uji kuat desak dan 3 untuk uji kuat tarik beton, kemudian balok dengan dimensi dengan dimensi 40 cm x 10 cm x 10 cm, sebanyak 2 buah untuk uji kuat lentur balok. Di riset ini menggunakan lima hipotesis masing-masing yang mana peningkatan serbuk limbah andesit adalah 0%, 5%, 10%, 15%, dan 25 % , kemudian setiap penambahan andesit diberi cairan superplasticizer sebesar 1%..

Dari hasil penelitian dan analisis data didapat bahwa nilai kuat desak, tarik dan lentur mengalami kenaikan. Kuat desak mengalami kenaikan yang optimal pada variasi 10 % serbuk gergajian andesit dengan penambahan 1 % superplastizer sebesar 40,57 % dari beton normal, kuat tarik mengalami kenaikan terbesar pada variasi 20 % dan superplastizer 1 % sebesar 11,23 % dari beton normal, kemudian nilai kuat lentur terbesar pada variasi 20 % dan superplasticizer 1 % sebesar 5,56 dari beton normal.

Key word : Beton – Andesit - Superplasticizer

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton pada dasarnya terdiri dari campuran semen, pasir, kerikil (batu pecah) dan air yang mengeras menjadi benda padat. Pada masa sekarang ini, beton merupakan salah satu unsur bangunan yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Beton banyak dipakai dalam berbagai jenis konstruksi mulai dari jembatan, bendungan, dermaga, sampai gedung-gedung pencakar langit. Banyak alasan mengapa beton dijadikan konstruksi bangunan, diantaranya beton relatif lebih murah harganya dibandingkan dengan konstruksi baja, sehingga dapatlah dikatakan bahwa beton merupakan bahan dasar bangunan modern.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pemanfaatan limbah serbuk batu andesit sebagai tambahan bahan pengikat campuran beton dan pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton kemudian ditambah dengan super plastizer untuk mempercepat pengerasan juga meningkatkan kemampuan beton. Hal ini karena selama ini limbah batu andesit masih belum dimanfaatkan semaksimal mungkin, terutama seperti di daerah-daerah yang ada pabrik batu andesit.

Selama ini limbah batu andesit ini, hanya dibuang dan digunakan sebagai tanah urugan. Padahal limbah ini mengandung zat yang tidak baik, sehingga dapat mengganggu unsur-unsur organik disekitarnya. Sehingga apabila limbah ini dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton, maka dapat mengurangi limbah ini.

Dari beberapa sumber (www.beecons.com) andesit memiliki ketahanan terhadap lumut dan cukup keras. Sebab batu andesit berasal dari batuan beku yang telah dikeluarkan dari dalam perut bumi.

Pada perkembangan teknologi beton di Indonesia menyebabkan adanya tuntutan akan beton mutu tinggi, lebih awet, dan lebih ekonomis. Untuk itu penulis mencoba mengadakan penelitian dengan mencoba memanfaatkan limbah serbuk batu Andesit sebagai tambahan bahan pengikat pada campuran beton yang selama ini dianggap kurang bermanfaat.

Penggunaan Superplasticizer pada beton ada sisi keuntungan, yaitu dari segi pelaksanaan konstruksi, beton yang lebih *workable* akan memberikan waktu pelaksanaan yang lebih cepat, tenaga lebih sedikit, pemadatan lebih mudah, pompa beton akan bekerja lebih ringan (awet) dan menyelesaikan pekerjaan beton lebih cepat. Kekuatan dimungkinkan lebih baik atau sama dikarenakan lebih mudah dilaksanakan.

1.2. Rumusan Masalah

Selama ini pemanfaatan limbah gergajian batu andesit belumlah maksimal, karena hanya sebatas digunakan sebagai tanah urug. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan pada laboraterium kimia analitik jurusan kimia, fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, batu Andesit memiliki kandungan silika 15,072 %. Dengan berpijak dari uraian diatas, maka dalam

penelitian ini akan timbul beberapa permasalahan yang akan adalah sebagai berikut :

1. Apakah limbah sisa gergajian andesit dan penambahan superplasticizer dapat meningkatkan kuat desak, geser dan lentur beton ?
2. Seberapa besar nilai tarik, lentur dan kuat desak dengan penambahan serbuk andesit dan superplasticizer terhadap beton normal ?
3. Seberapa besar proporsi optimal bahan pembentuk beton dari limbah sisa gergajian andesit ?
4. Apakah limbah serbuk gergajian andesit dapat digunakan sebagai substitusi sebagian dari semen ?

1.3. Manfaat dan Tujuan Penelitian

a. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini akan menghasilkan pemikiran guna memberikan masukan kepada para ahli konstruksi dan secara khusus berguna untuk mengetahui sampai sejauh mana peranan serbuk Andesit juga penambahan superplastizer sebanyak 1% dan pengaruhnya serta perbedaan pada hasil uji kuat tekan.

Dengan semakin mahalnya harga semen, dengan mensubstitusi semen dengan batu andesit. Diharapkan akan mengurangi biaya pembuatan dari beton. Kemudian dengan penggantian tersebut diharapkan pula serbuk gergajian andesit dapat meningkatkan dan memperbaiki kinerja beton.

b. Manfaat Penelitian

Manfaat utama dari penelitian ini adalah mengetahui bahan yang biasanya dianggap sebagai limbah akhirnya masih bisa kita olah atau kita pakai menjadi tambahan bahan pengikat pada campuran beton. Pentingnya penelitian ini bisa kita lihat secara teoritis dan secara praktis.

1. Kepentingan Praktis

Penelitian ini termasuk salah satu teknologi tepat guna yang hasilnya langsung atau tidak langsung dapat dinikmati oleh masyarakat. Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi untuk membantu harga material yang terus naik, dalam hal ini semen yang mana bisa menyebabkan barang lain ikut naik juga.

2. Kepentingan Teoritis

Membantu mengurangi pencemaran khususnya yang disebabkan oleh limbah serbuk andesit. Bagi peneliti menambah wawasan dalam menentukan penelitian lebih lanjut. Diharapkan penelitian mendapatkan hasil yang memenuhi syarat dan selanjutnya kita semua dapat memanfaatkan limbah keramik sebagai tambahan bahan pengikat campuran beton sehingga lingkungan tidak tercemar karenanya.

1.4. Batasan Masalah

Karena beberapa keterbatasan pada saat penelitian ini, maka diadakan pembatasan-pembatasan masalah guna menghindari penyimpangan kajian penelitian. Adapun pembatasan-pembatasan masalah itu adalah

- a. Yang dimaksud dengan beton pada penelitian ini adalah hasil campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air.
- b. Semen yang dipakai pada penelitian ini adalah semen Holcym type I dalam kemasan 50 kg.
- c. Air yang dipakai pada penelitian ini adalah air bersih yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kaliurang.
- d. Serbuk andesit yang digunakan adalah serbuk andesit dari perusahaan Citra Klasik dari daerah Muntilan.
- e. Bahan tambah *Superplasticizer* yang digunakan adalah sikament NN dari perusahaan Sika Nusantara.
- f. Agregat halus (pasir) yang digunakan adalah pasir dari daerah Kaliurang. Untuk mengetahui gradasinya dilakukan analisa ayakan.
- g. Agregat kasar (kerikil) yang digunakan adalah batu pecah.
- h. Benda uji yang digunakan untuk seluruh penelitian ini adalah berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan balok ukuran 10 x 10 x 40 cm.
- i. Pemeriksaan terhadap kekuatan beton dilakukan pada umur 28 hari.
- j. Dalam penelitian terdapat lima perlakuan, yaitu :
 - 1. Beton normal tanpa penambahan andesit dan superplasticizer
 - 2. Beton dengan penambahan Andesit 5%, superplasticizer 1%
 - 3. Beton dengan penambahan Andesit 10%, superplasticizer 1 %
 - 4. Beton dengan penambahan Andesit 15%, superplasticizer 1 %
 - 5. Beton dengan penambahan Andesit 20%, superplasticizer 1 %

masing-masing perlakuan diwakili oleh 10 sampel

- k. Kuat tekan beton rencana yang dicapai 20 MPa
- l. Reaksi kimia pada campuran beton diabaikan.
- m. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

1.5. Hipotesa

Dari tinjauan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya diatas, bisa diajukan sesuatu hipotesa penelitian sebagai berikut :

Diharapkan dengan menggunakan serbuk Andesit sebagai substitusi bahan pengikat pada campuran beton dan penambahan superplastizer sebanyak 1% akan dapat memberikan pengaruh terhadap kekuatan tekan,tarik dan lentur beton dan memberikan perbaikan dalam campuran beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton normal diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air, dan agregat. Adapun untuk jenis beton khusus (selain beton normal) ditambahkan bahan tambah, misalnya *pozzoland*, bahan kimia pembantu (*superplastizer*), serat dan sebagainya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan beton khusus yang lebih baik dari beton normal. (Try Mulyono, 2004)

Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor. antara lain : nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan, temperatur, dan kondisi pengerasannya. (Tri Mulyono. 2004)

Agregat, semen, dan air dicampur sehingga bersifat plastis dan mudah untuk dikerjakan. Sifat inilah yang memungkinkan adukan beton dapat dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dengan bercampurnya semen dengan air dan agregat, terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi yang menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan yang berlangsung terus-menerus pada suatu kelembapan dan suhu yang sesuai. (Murdock dan Brook. 1986)

Sifat kekuatan beton juga dipengaruhi oleh bahan susun yang digunakan, cara menakar dan mencampur bahan susun serta cara pengerjaan beton.

2.2. Penelitian Yang Pernah Dilakukan

2.2.1 "Pengaruh penambahan gergajian batu andesit terhadap kuat desak beton" (Evy Kusuma Ningrum dan Wahyuning Marfuatun, Teknik Sipil, UII, 2002)

Penelitian eksperimental menguji kuat desak dan lentur pada beton dengan persentase penambahan limbah gergajian batu andesit mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, dari berat semen awal. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan gergajian batu andesit sebagai *filler* terhadap kuat desak dan kuat lentur beton. hasil penelitian dan analisis data didapatkan nilai kuat desak beton, faktor kekakuan dan kekakuan balok mengalami kenaikan. Kuat desak beton mengalami kenaikan. Kuat desak mengalami kenaikan terkecil pada penggantian semen 5% sebesar 4,75% dari beton normal (48,55 Mpa), kenaikan terbesar terbesar pada penggantian 15% sebesar 15,05 % dari beton normal, sedangkan pada penambahan serbuk andesit sebesar 10 % kuat desak beton mengalami kenaikan sebesar 6,89 %.

2.2.2 "Pengaruh penggantian sebagian semen dengan gergajian batu andesit terhadap kuat desak dan kuat lentur beton" (Hadi Suyitno dan Momi Sagita, Teknik Sipil, UII, 2001).

Penelitian eksperimental menguji kuat desak dan lentur pada beton dengan persentase penggantian sebagian semen dengan limbah gergajian

batu andesit Mulai dari 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen awal. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan gergajian batu andesit sebagai *filler* terhadap kuat desak dan kuat lentur beton normal. Hasil penelitian dan analisis data didapatkan nilai kuat desak beton, mengalami kenaikan. Kuat desak mengalami penurunan terkecil pada penggantian semen 5% sebesar 3.84%, penurunan terbesar pada penggantian 20% sebesar 24.7% dari beton normal, faktor kekakuan balok (EI) mengalami penurunan terbesar pada penggantian semen 20% sebesar 52,661/c, sedangkan kekakuan balok (K) mengalami penurunan terkecil pada penggantian.

2.2.3 "Tinjauan Karakteristik Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan Filler Limbah Gergajian Batu Andesit" (A.Fajar Petra dan Nur Budi Setiawan, Teknik Sipil, UII, 2002).

Penelitian tentang penggunaan limbah gergajian batu andesit yang digunakan sebagai filler pada penelitian ini merupakan sisa penggergajian batu andesit. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah gergajian batu andesit ini dapat digunakan sebagai filler dalam campuran beton aspal. Hal tersebut didasari oleh karakteristik campuran beton aspal yang menggunakan filler limbah gergajian batu andesit yang memenuhi spesifikasi oleh direktorat jendral bina marga.

2.2.4 "Pengaruh Penambahan Superplasticizer sikamen NN sebesar 0,6 %, 1,0 % 1,5 % dan pengurangan air terhadap kuat desak beton" (Agung Budi Susilo dan Mikhado Magath, Teknik Sipil, UII, 2005)

Pengujian teknik penetrasi digunakan untuk meneliti kuat desak pada beton dengan berbeda dosis superplasticizer yaitu 0%, 0,6% ,1% dan 1,5%. hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan dosis Superplasticizer 1% memberikan hasil kuat desak 5,14 % lebih besar dibandingkan beton normal (45,09 Mpa). Pada penambahan superplasticizer 0,6 % menghasilkan desak aktual lebih tinggi sebesar 6,79% dari beton normal. Sedangkan dengan penambahan sebesar 1,5 % superplasticizer menghasilkan kuat desak sebesar 3,79 %. Mengalami penurunan kuat desak dari pada sikamen NN 0,6 %. Hal ini disebabkan terjadinya bleeding dan segregasi pada beton dengan campuran superplasticizer 1% dan 1,5 %. Untuk pengurangan kadar air untuk mencapai nilai slump 100 mm, pada penambahan 0,6 % superplasticizer pengurangan air sebesar 11,11 , pada penambahan 1 % superplasticizer terjadi pengurangan sebesar 19,26 %, kemudian pada dosis 1,5 % terjadi pengurangan sebesar 27,38 %.

2.3. Literatur Yang Menunjang Penelitian

Menurut Standar SK.SNI-T-15-03 (1990), beton terbuat dari bahan semen portland, air, agregat (agregat kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Kardiyono, Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak kecenderungan untuk terjadi *segregasi* (pemisahan kerikil dari adukan) maupun terjadinya *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan).

Tri Mulyono (2004). Mengatakan Mineral (additive) sebagai bahan tambah dapat memperbaiki kinerja beton.

Tri Mulyono (2004). Mengatakan beton yang baik harus memenuhi dua kinerja ujamanya, yaitu, kuat tekan yang tinggi (minimal sesuai rencana) dan mudah dikerjakan(workability).

Paul dan Antony (2007, B\mengatakan mineral yang ditambahkan ke dalam campuran beton, dapat berguna antara lain sebagai untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperatur akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan beton segar.

Kardiyono (1992), mengemukakan bahwa semakin sedikit pori-pori beton maka kuat tekannya semakin tinggi.

Murdock dan brook (1986), mengemukakan bahwa tepung batu dapat digunakan untuk digunakan sebagai pengisi pori, dan menambah karakteristik kohesif beton dan oleh karenanya memperbaiki ketahanan terhadap bleeding.

Murdock dan book (1986), mengemukakan bahwa hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Material Penyusun Beton

Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir, dan koral atau agregat lainnya, dan air Tri Mulyono (2004). Sifat beton yaitu, kuat desak, modulus elastis dipengaruhi sifat-sifat bahan. Sifat-sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran, pada kesempurnaan dari adukan bahan-bahan pembentuk campuran, dan perawatan beton. Uraian tentang bahan-bahan pembentuk beton adalah sebagai berikut.

3.1.1. Semen

Semen Portland (PC) dibuat dari semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan ditambah dengan bahan tambah lain.(SNI 15-2049-1994)

Semen merupakan hasil industri yang bermacam-macam jenisnya, baik campuran maupun kegunaanya. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu:

1. Semen non hidrolik, yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik ini adalah kapur.
2. Semen hidrolik, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik ini adalah kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspensif.

Semen yang paling banyak digunakan adalah semen portland. Penggunaan semen juga disesuaikan dengan kondisi-kondisi tertentu sesuai sifat-sifat khususnya semen portland merupakan semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-Silikat kalsium yang bersifat dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SNI.15-2049-1994 dan harus memenuhi syarat yang ditetapkan dalam standar tersebut. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Dengan banyaknya jenis semen yang diproduksi dengan tipe dan syarat-syarat khususnya maka pemilihan tipe semen lebih mudah dilakukan.

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat

(Tri Mulyono, 2003). Menurut SNI 15-2049-1994, semen portland diklasifikasikan dalam lima jenis yaitu:

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalori hidrasi sedang.
3. Jenis III: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis VI : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalori hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Menurut Tri Mulyono (2004), sifat-sifat fisik semen yang penting terdiri dari :

1. Kehalusan butir

Butir-butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat daripada semen dengan butir-butir yang lebih kasar. Semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada beton segar dan dapat pula mengurangi *bleeding*, akan tetapi menambah kecenderungan untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

2. Waktu ikat

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikatan semen dibedakan menjadi 2 yaitu : 1). Waktu ikat awal yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilang sifat ke plastisannya, 2). Waktu ikatan akhir yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras.

3. Panas hidrasi

Untuk semen dengan panas hidrasi rendah harus tidak lebih dari 66 kalori/gram sampai pada tujuh hari pertama, dan 75 kalori/gram sampai pada 28 hari. Laju hidrasi dan penambahan panas bertambah besar sejalan dengan semakin halusya semen, walaupun kuantitas total panas yang dibebaskan tidak dipengaruhi oleh kehalusan tersebut.

4. Berat jenis

Berat jenis bukan merupakan petunjuk kualitas semen, nilai ini hanya digunakan dalam perhitungan campuran saja.

Berikut ini persentase dari komposisi unsur kimia semen Portland (table 3.1).

Tabel 3.1. Persentase dari komposisi unsur kimia semen Portland (Paul dan Antony)

Unsur	Kandungan(%)
CaO	63
SiO ₂	22
Al ₂ O ₃	6
FeO ₃	2,5
MgO	2,6
SO ₃	2
K ₂ O	0,6
Na ₂ O	0.3
CO ₂	-

3.1.2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Penggunaan 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.

Air inipun harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam SK- SNI No S-04-1989-F yaitu :

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual

3. Tidak mengandung bahan-bahan tersuspensi lebih dari 2 g/l
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dsb) lebih dari 15 g/l. Kandungan klorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm, dan senyawa sulfat tidak lebih dari 100 ppm sebagai SO_3 .
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
6. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya
7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

3.1.3. Udara

Sebagai akibat terjadinya penguapan air secara perlahan-lahan dari campuran beton, mengakibatkan terjadinya rongga-rongga pada beton keras yang dihasilkan. Adanya rongga ini akan memudahkan pengerjaan beton, mengurangi *bleeding*, segregasi dan mengurangi jumlah pasir yang diperlukan dalam campuran yang beton.

3.1.4. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alam yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya. Sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. (Paul Nugraha dan Antoni, 2007)

Dalam praktek, agregat umumnya digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

- a. batu untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
- b. kerikil untuk besar butiran antara 5 mm dan 40 mm.
- c. pasir untuk besar butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Menurut SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengisi beton pada penelitian ini berasal dari kaliurang, dengan persyaratan sebagai berikut :

- 1) Butirannya tajam dan keras, dengan indeks kekerasan $< 2,2$ %.
- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- 3) Tidak mengandung lumpur (Butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5 %.
- 4) Tidak mengandung zat organik terlalu banyak.

- 5) Modulus halus butir antara 1,50 - 3,80.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas agregat halus :

- 1) Gradasi, mempengaruhi pada kemudahan pengerjaan.
- 2) Kadar air, mempengaruhi perbandingan air semen.
- 3) Lumpur, mempengaruhi kekuatan.
- 4) Kebersihan, mempengaruhi kekuatan dan keawetan beton.

b. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan sebagai bahan pengisi beton pada penelitian ini berasal dari daerah Kaliurang dengan persyaratan sebagai berikut :

- 1) Butirannya keras dan tidak berpori, dengan indeks kekerasan < 5
- 2) Kekal, tidak terpengaruh oleh cuaca.
- 3) Tidak mengandung lumpur (Butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 1 %. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap, alkali.
- 4) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %.
- 5) Modulus halus butir antara 6 - 10.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas agregat kasar

- 1) Gradasi, mempengaruhi kekuatan.
- 2) Kadar air, mempengaruhi kekuatan dan keawetan beton.

Agregat yang banyak digunakan untuk campuran beton adalah pasir dan kerikil karena pertimbangan ekonomis dan kemudahan pengerjaan. Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil dan lain-lain) ialah

kekuatan hancur dan ketahanannya terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi kekuatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia dan penyusutan. (Murdock dan Brook. 1986)

Menurut Paul dan Antoni (2007), bahwa penggunaan bahan bangunan atau agregat pada adukan dimaksudkan untuk :

- a. penghematan penggunaan semen *Portland*,
- b. menghasilkan kekuatan besar pada beton,
- c. mengurangi susut pengerasan pada beton,
- d. mencapai susunan pemampatan betonnya dengan gradasi (variasi ukuran butir) yang baik dari agregatnya,
- e. mengontrol kemudahan (*workability*) adukan beton plastis dengan gradasi baik.

3.1.5. Limbah Gergajian Andesit

Batu Andesit merupakan batuan beku luar terbentuk dari material yang keluar ke permukaan bumi saat gunung berapi meletus. Material tersebut kemudian mendingin dan membeku akibat pengaruh cuaca.

Limbah gergajian batu Andesit yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada penelitian ini diambil dari pabrik penggergajian batu Andesit, di Cv. Citra Klasik Muntilan. Limbah ini merupakan sisa penggergajian batu Andesit yang berbentuk debu.

Limbah gergajian batu andesit yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai bahan pengisi (filler) yang mempunyai ukuran butiran 75-150 μm . Bahan tambah ini diharapkan dapat mengisi pori-pori dalam beton, sehingga dapat meningkatkan mutu dan kinerja beton terhadap kuat desak. Hasil kandungan analisis unsur kimia pada batu dan gergajian andesit dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Unsur Kimia Batu Andesit

Parameter	Hasil Analisa (%)
SiO ₂	15.072
Al ₂ O ₃	2.97
CaO	0.1034

Sumber: Laboratorium Analisa Kimia dan Fisika UGM Yogyakarta

3.1.6. Superplasticizer

Sesuai dengan namanya, superplasticizer merupakan bahan tambah kimia pada sesuatu campuran beton yang bertujuan untuk kepentingan tertentu, oleh karena itu penggunaan bahan tambah harus benar-benar dipertimbangkan, misalnya campuran yang kaku dapat diubah lebih plastis dan kohesif dengan penambahan bahan untuk menjadikan plastis (*plasticizer*). Karena sesuatu bahan campuran pada umumnya dimasukkan kedalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar daripada beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis.

Agar dapat memahami kecocokan sesuatu bahan campuran, maka unsur-unsurnya yang aktif harus diketahui, ini karena beberapa sifat beton mungkin diperbaiki oleh salah satu unsur, tetapi pengaruh penurunan terhadap sifat-sifat lainnya mungkin disebabkan oleh unsur lainnya.

Alasan penggunaan bahan tambah menurut Tri Mulyono (2004), antara lain :

1. Menambah sifat kemudahan pekerjaan tanpa menambah kandungan air atau mengurangi kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama.
2. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton.
3. Mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton.
4. Mengurangi segregasi.

5. Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemampatan beton segar.
6. Mengurangi kehilangan nilai slump.
7. Menghambat atau mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal.
8. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
9. Menambah kekuatan beton.
10. Menambah sifat keawetan atau ketahanan dari gangguan luar, termasuk serangan garam-garam sulfat.
11. Mengurangi kapilaritas dari air.
12. Mengurangi sifat permeabilitas.
13. Menghasilkan warna tertentu pada beton.

Sedangkan Bahan tambah yang digunakan, yang bermerk produksi sikamen-NN, dijelaskan bahwa :

1. Menambah dan meningkatkan *workability*. Meningkatkan plastisitas dan mempermudah dalam pembuatan dan pencetakan beton segar.
2. Mengurangi terjadinya segregasi
3. Mengurangi pemadatan yang berlebihan dalam proses pemadatan.

4. Menambah Kemudahan tanpa penambahan air atau mengurangi air, sehingga diharapkan terjadi peningkatan kualitas beton, dengan berkurangnya nilai dari FAS.
5. Pengerasan hanya dalam waktu 12 jam, sehingga dapat mempercepat pembongkaran cetakan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 2.11

3.2. Bleeding

Bleeding adalah kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan. Air yang naik pada permukaan akan membawa semen dan air, butir halus, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* dipengaruhi oleh (Tri Mulyono, 2004):

1. Susunan butir agregat
Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya bleeding,
2. Banyaknya air
Semakin banyaknya air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya bleeding.
3. Kecepatan hidrasi
Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya bleeding
4. Proses pemadatan
Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya bleeding.

3.3. Faktor Air Semen

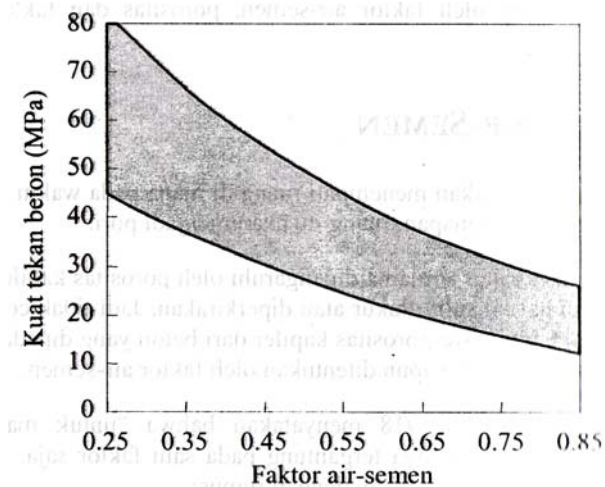
Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, Nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton akan semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. Hubungan antara FAS dengan kuat tekan beton (Duff Abrams, 1920 : 220) dinyatakan dalam persamaan :

$$f'c = \frac{A}{B(w/c)^{0.5}}$$

(1)

Dimana :

$f'c$	=	Kuat tekan pada umur tertentu
A	=	Konstanta empiris
B	=	Konstanta tergantung sifat semen, dan
w/c	=	Faktor air-semen



Gambar 3.1 Hubungan antara kekuatan tekan dengan FAS

3.4. Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan 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 berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Try Mulyono, 2004).

3.5. Workability

Paul dan Antoni (2007) mendefinisikan workability sekurang-kurangnya menjadi 3 sifat yang terpisah, yaitu :

- a. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan

rongga udara diambil.

- b. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
- c. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya

3.6. Segregasi

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan beton tersebut keropos. *Segregasi* disebabkan oleh beberapa hal (Tri Mulyono, 2004) :

- 1. Campuran kurus atau kurang semen
- 2. Terlalu banyak air
- 3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
- 4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat, maka semakin mudah terjadi *segregasi*.

3.7. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Pada tujuannya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat desak yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat desaknya saja. Umur beton berpengaruh pada kuat desak beton (Tri mulyono, 2004).

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain dari perbandingan air semen dan tingkat pemadatannya (Murdock dan Brook, 1985), diantara faktor penting lainnya sebagai berikut :

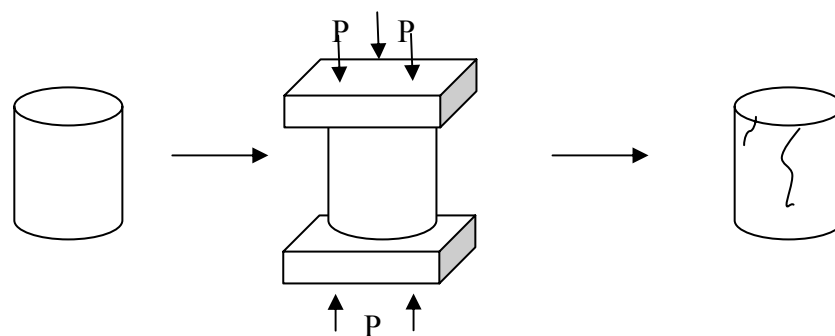
1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat. Bahwa agregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun kuat tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. Efisiensi dari perawatan (curing). Kehilangan kekuatan sampai 40 % dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya, Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umur. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen.

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada

saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, benda uji ini kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Beban maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang silinder maka diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam Mpa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kardiyo, 1992) :

$$\text{Kuat desak beton } f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan : f'_c = kuat tekan masing-masing benda uji
 P = beban maksimum
 A = Luas penampang benda uji



Gambar 3.2 Sket Pengujian Desak Beton

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi 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 persamaan (Paul dan Antoni, 2007)

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} f'c(i)}{n} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :

f_{cr}'	=	kuat tekan rata-rata
f_c	=	kuat tekan masing-masing benda uji
n	=	jumlah semua benda uji yang diperiksa

3.8. Kuat Tarik Beton

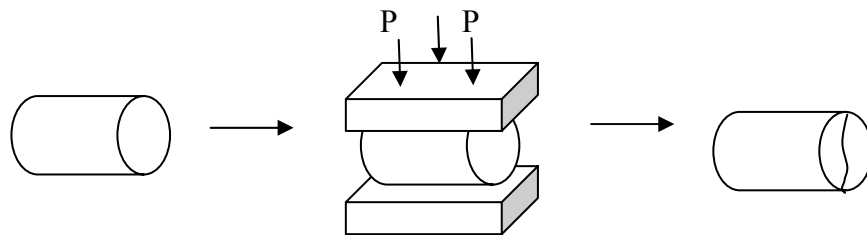
Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper-duapuluh sesudahnya (Murdock dan Brook, 1986)

Kelebihan beton yang paling utama adalah kemampuannya mendukung tegangan tekan yang cukup tinggi. Meskipun dernikian, beton merupakan bahan yang memiliki sifat getas (brittle) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar 9 - 15 % dari kuat tekannnya (Ir. Tri Mulyono,2004).

Kuat tarik didapatkan dari hasil pengujian, dengan uji pembelahan silinder-silinder oleh suatu desakan ke arah diameternya. Secara terperinci cara ini diuraikan pada British Standard – 1881 1970 (Murdock dan Brook, 1986), kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut:

$$f_t = \frac{2P}{\pi d} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana : f_t = kuat tarik
 P = beban maximal yang diberikan
 l = panjang silinder
 d = diameter silinder

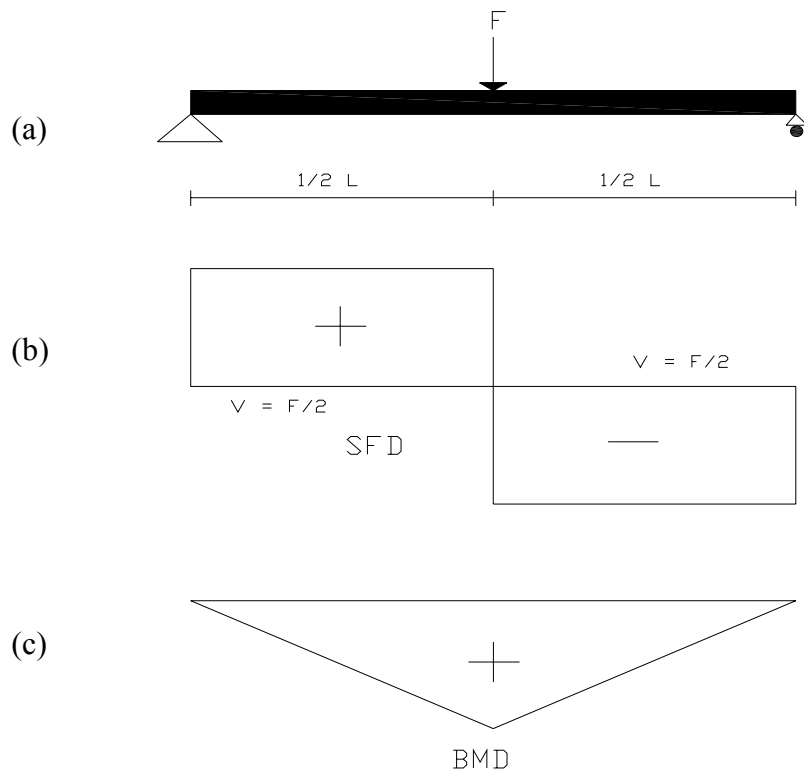


Gambar 3.3 Sket Pengujian Tarik Beton

3.9. Kuat Lentur Beton

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur (*bending momen*) konstan, yang berada bahwa suatu momen dimana gaya lintang pada dibawah titik (beban) tersebut sama dengan nol. Definisi dapat dilustrasikan oleh gambar 3.3 sebagai -berikut :

1. Sebuah balok sederhana yang dibebani secara sistematis oleh sebuah gaya F (Gambar 3.4 a)
2. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Garribar 3.4 b)
3. Di agram momen lentur (Gambar 3.4 c)



Gambar 3.4 Pengujian kuat lentur beton

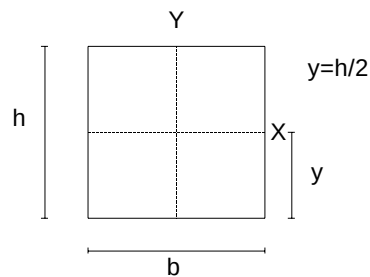
Maka besar momen lenturnya :

$$M = \frac{1}{2} F \times \frac{1}{2} L$$

.....(3.3)

Karena itu daerah pusat dari balok berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya $L/2$ dari ujung-ujung balok berada dalam keadaan lentur tidak menurun karena terdapat gaya-gaya lintang. Besarnya momen lentur (M) tergantung jaraknya dari tumpuan.

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.4 Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{M \cdot y}{I} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana : I =

$$\left(\frac{1}{12}\right)b \cdot h^3 \dots \dots \dots (3.5)$$

Dengan substitusi persamaan dan de dalam persamaan tersebut didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{\frac{1}{4} F \times L \times \left(\frac{h}{2}\right)}{\left(\frac{1}{12}\right) b \cdot h^3} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\sigma_{lt} = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times h^2} \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan : σ_{lt} = kuat lentur

F = beban (gaya)

L = jarak antar tumpuan

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

y = jarak garis netral ke titik yang ditinjau

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Dan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada pertengahan bulan maret 2008 sampai selesai. Selama tenggang waktu tersebut, kegiatan penelitian ini meliputi, pengadaan bahan, pengujian bahan, pembuatan benda uji dan uji terhadap silinder dan balok.

4.2. Identifikasi Variabel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah didasarkan pada SK-SNI-15-1990-03, sehingga pada nantinya penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan.

Adapun variabel yang akan diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

4.2.1. Variabel Bebas

Adalah suatu variabel yang ditentukan secara bebas oleh peneliti, didalam hal ini adalah penambahan serbuk limbah gergajian batu andesit bahan pengikat pengganti semen.

4.2.2. Variabel Terikat

Adalah suatu variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas, dalam hal ini adalah kuat tekan beton dan tarik yang terjadi pada beton.

4.3. Alat Dan Bahan

Untuk keperluan penelitian baik analisa pendahuluan maupun percobaan secara keseluruhan diperlukan peralatan dan material (bahan) sebagai berikut

4.3.1. Alat-Alat Yang Dipakai

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Mesin Pengaduk Beton (Mollen)

Alat ini digunakan untuk mencampur bahan susunan beton agar dapat tercampur secara merata. Mollen yang dipakai berkapasitas $0,07 \text{ m}^3$ Agar campuran beton dapat merata sebelum digunakan permukaan ketel mesin molen yang sudah dihidupkan dengan kecepatan tertentu terlebih dahulu dibasahi dengan semen dan air secukupnya (air dan semen yang bukan untuk campuran beton), setelah itu bahan campuran beton yang telah direncanakan dimasukkan secara bergantian kemudian dibiarkan beberapa menit sampai campuran dari bahan-bahan beton tersebut benar-benar menyatu

2. Saringan agregat (kasar dan halus)

Alat ini berupa ayakan yang digunakan untuk mengetahui besarnya butiran agregat baik agregat kasar maupun agregat halus. Terdiri dari susunan ayakan dengan ukuran tertentu dan digerakkan dengan motor listrik.

3. Cetakan

Cetakan yang digunakan adalah berbentuk silinder dan balok yang terbuat dari bahan plat besi dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dan balok dengan panjang bentang 40 cm lebar 10 cm dan tebal 10 cm.

4. Alat Test Slump

Alat ini digunakan untuk pengujian nilai slump dari campuran beton. Alat ini berbentuk kerucut dan biasa disebut sebagai kerucut Abhrams. Kerucut Abhrams ini memiliki diameter bagian atas 100 mm, dan diameter bagian bawah 200 mm dengan tinggi kerucut 300 mm. Pada waktu penggunaan kerucut ini bagian bawahnya diberikan talam baja tipis sebagai alas agar tidak terjadi kehilangan air semen. Adukan beton dimasukkan dalam kerucut sebanyak tiga tahap yaitu setiap tahap diisi sepertiga dari tinggi kerucut kemudian ditumbuk dengan tongkat baja sebanyak 25 kali tiap campuran dimasukkan. Setelah penuh bagian atas kerucut diratakan kemudian didiamkan selama 30 detik. Setelah itu kerucut diangkat secara

perlahan-lahan dan hati-hati. kemudian beton dan kerucut diukur selisihnya, nilai tersebut merupakan nilai dari slump beton segar.

5. Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah merk “Fagani” dengan kapasitas 150 kg dan merk “O house” kapasitas 20 kg dan 5 kg digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

6. Mesin Uji Desak Beton

Alat ini berfungsi untuk menguji kuat desak beton baik benda uji berupa kubus maupun berbentuk silinder, agar dapat diketahui daya hancur dari beton tersebut sehingga tegangan tekan rencana dapat diketahui. Kapasitas beban desak maksimal untuk alat ini adalah sebesar 150 ton.

7. Sendok Semen Alat

Ini digunakan untuk memasukkan bahan campuran beton kedalam cetakan dan juga untuk menghaluskan bagian permukaan beton pada cetakan.

8. Mistar dan Kaliper

Mistar dari logam untuk mengukur dimensi cetakan sampel silinder beton, sedangkan kaliper untuk mengukur balok benda uji.

4.3.2. Bahan-Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

Semen yang dipakai adalah semen Holcim Portland type I (SNI 15-2049-1994) berat 50 kg persak dengan spesifik gravity 3,15.

2. Agregat Kasar (kerikil)

Diambil dari daerah kaliurang mempunyai modulus kehalusan 7,70 dan berat isi 1600 kg/m³ serta spesifik gravity 2,52.

3. Agregat Halus (pasir)

Pasir yang digunakan adalah berasal dari daerah Kaliurang. Mempunyai modulus kehalusan 2,82 dan berat isi 1454 kg/m³ serta spesifik gravity 2,59.

4. Serbuk Gergajian Andesit.

Serbuk gergajian andesit yang dipakai adalah serbuk gergajian dari perusahaan Citra Klasik, Muntilan.

5. Air

Air yang digunakan adalah air bersih dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

6. Sikamen NN

Bahan superplastizer yang berfungsi mempermudah pengerjaan (*workability*) pada beton dan menambah nilai slump.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan sebagai berikut :

4.4.1. Tahapan Persiapan bahan

Pada penelitian ini persiapan bahan dimulai dengan pemilihan agregat yang akan dipakai. Agregat yang dipakai adalah yang lolos saringan 4,80 mm. Pemilihan agregat dilakukan dengan cara memisahkan pasir yang lolos saringan 2,40 mm dan tertahan saringan 2,40 mm. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan terhadap agregat yang meliputi:

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur.

Sampel agregat yang akan di uji diambil seberat 500 gr, lalu dibersihkan dengan air, dengan menggunakan saringan no.200 sampai air di wadah kelihatan bersih. Kemudian sampel agregat dimasukkan ke dalam oven dan dididarkan selama 24 jam. Setelah itu ditimbang berat agregat yang telah dioven.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh kandungan Lumpur untuk pasir halus (pasir) sebesar 4,2 %

Berarti agregat yang akan digunakan sudah memenuhi syarat agregat untuk pekerjaan beton baik menurut PBI 1971. untuk itu agregat yang dipakai dalam penelitian ini tidak perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan.

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) halus dengan menggunakan saringan yang tersedia. Gradasi dan Modulus Kehalusan dipergunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Dari hasil analisa saringan diperoleh Modulus Kehalusan Butir MHB adalah 2,82 sedangkan untuk agregat kasar modulus halus butirnya sebesar 7,70.

3. Penentuan *Specific Gravity* (berat jenis)

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Berat jenis agregat mempunyai hubungan dengan daya serap air dalam agregat, bila semakin tinggi nilai berat jenis agregat, maka semakin kecil daya serap air dalam agregat tersebut.

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis jenuh kering muka pasir atau SSD untuk agregat halus adalah $2,75 \text{ gr/cm}^3$ dan $2,51 \text{ gr/cm}^3$ untuk agregat kasar.

Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah persiapan bahan tambah superpalastizer sesuai yang dibutuhkan

4.4.2. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Adapun langkah-langkah pembuatan beton atau proses pengadukan beton (*mix design*) dan perawatan beton dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Masukkan agregat kasar dan agregat halus, dalam penelitian ini agregat kasar adalah pasir kasar dengan ukuran agregat $\geq 2,40$ mm dan ≤ 20 mm, Sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir halus dengan ukuran agregat $< 2,40$ mm, kemudian molen di jalankan.
4. Masukkan semen, kemudian molen di jalankan
5. kemudian masukkan serbuk gergajian andesit, kemudian molen kembali dijalankan.
6. Setelah agregat , serbuk andesit dan semen telah terlihat bercampur (homogen), kemudian masukan air, lalu molen di jalankan.
7. Setelah diaduk sampai rata dan permukaan telah terlihat mengkilap, kemudian diukur nilai slump dari adukan tersebut.
8. Setelah diadakan pengujian slump kemudian campuran diberikan superplasticizer, setelah itu diaduk dan di uji nilai slump dari adukan tersebut.
9. Kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder dan balok. Pengisian adukan dilakukan dengan tiga tahap, masing-masing $1/3$ dari

tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemadatan adukan.

10. Setelah pemadatan selesai, kemudian permukaannya diratakan memakai cetok atau lempeng kaca, agar rata.
11. Cetakan diletakkan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan selama 24 jam.
12. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat dengan cara merendam dalam bak air selama 28 hari.

Pembuatan benda uji terdiri atas 5 variasi penambahan serbuk gergajian limbah andesit yaitu 0% ; 5%; 10% ; 15 % dan 20% terhadap berat semen dalam campuran. Kemudian disetiap variasi diberikan cairan tambahan superplastizer sebesar 1%. Tiap variasi diwakili 10 buah benda uji yang terdiri atas:

1. 5 buah benda uji tekan dengan selinder diameter 15 m dan tinggi 30cm
2. 3 buah benda uji tarik dengan selinder diameter 15 m dan tinggi 30 cm
3. 2 buah benda uji lentur dengan balok 10 x 10x 40 (cm)

4.5. Perencanaan Campuran

Pengaturan campuran beton didasarkan pada data bahan penyusun beton sebagai berikut ini.

- | | | |
|----|---------------------------------|--------------------------|
| 1. | BJ agregat kasar | = 2,51 g/cm ³ |
| 2. | BJ agregat halus | = 2.75 g/cm ³ |
| 3. | MHB agregat halus | = 2,82. |
| 4. | Kandungan lumpur agregat halus | = 1.04 %. |
| 5. | BJ semen Portland | = 3,15 cm ³ . |
| 6. | Diameter maksimum agregat kasar | = 20 mm. |
| 7. | Kuat tekan rencana | = 20 MPa. |

Perancangan adukan beton pada penelitian ini menggunakan cara SK.SNI-15-1990-03. SNI menyarankan perancangan campuran supaya selalu memperhatikan nilai ekonomis, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kekuatan sesuai dengan yang diinginkan. Untuk membuat suatu adukan beton, terlebih dahulu perlu diketahui perbandingan komposisi bahan-bahan penyusunnya.

Uraian perencanaan campuran beton cara SNI sebagai berikut ini :

1. Mencari voleme total beton

Cetakan silinder : jumlah sampel untuk peneletian adalah 40 buah

- tinggi = 30 cm

- diameter = 15 cm

$$\text{Volume} = 0,25 \times 0,15^2 \times 0,3 \times 40 = 0.212 \text{ m}^3$$

Cetakan balok : jumlah sampel balok adalah 10 buah

- tinggi = 10 cm
- lebar = 10 cm
- panjang = 40 cm

$$\text{Volume} = 0,10 \times 0,10 \times 0,4 \times 10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi total volume beton} = 0,212 + 0,04 = 0.252 \text{ m}^3$$

2. Jenis konstruksi diamsuksikan untuk plat, balok, kolom

Digunakan nilai slump : min 7,5 cm ; max = 15 cm

3. Deviasi standar

$$\text{Diambil } s = 6,5 \text{ kg/cm}^2$$

Langkah-langkah perencanaan menurut metode SNI :

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan
yaitu disyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat
pengawasan mutunya

$$\text{Nilai margin : } m = K \times sd$$

$$m = 1,64 \times 6,5 = 10,66 \text{ Mpa}$$

dengan sd nilai deviasi diambil dari tabel 4.1

Kuat tekan rata-rata dihitung dari kuat tekan yang disyaratkan ditambah margin :

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 20 + 10.66 = 30.66 \text{ Mpa}$$

dengan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

Tabel 4.1. Faktor Pengali untuk deviasi standar (kg/cm^2)

Tingkat Pengendalian Mutu Pengerjaan	faktor Pengali Standar
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

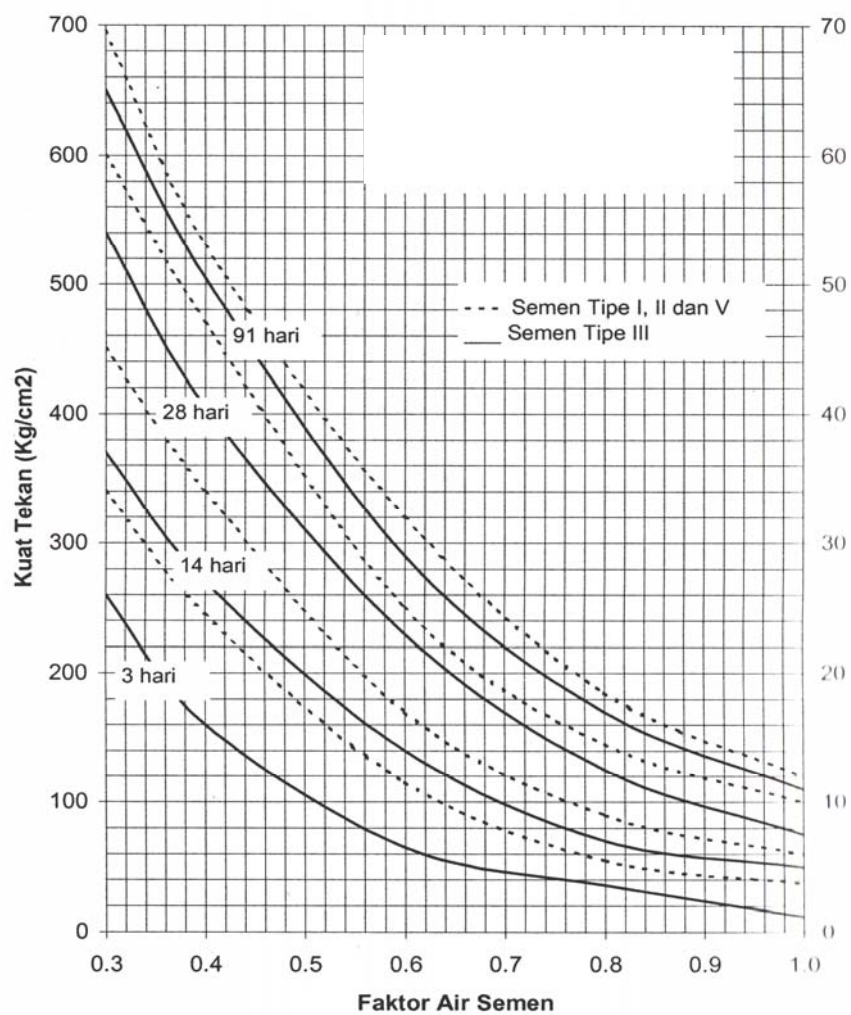
* bila data uji lapangan tidak tersedia maka kuat tekan rata-rata yang di

targetkan f'_{cr} harus diambil tidak kurang dari : $(f'_c + 12) \text{ Mpa}$

Dimana $K = 1,64$

4. Menetapkan faktor air semen

Berdasarkan kuat tekan rata-rata umur beton yang dikehendaki (lihat grafik (4.1) dan keawetan berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (4.3). Dari kedua tabel pilih yang paling rendah.



Gambar 4.1. Grafik hubungan faktor air semen dan kuat desak beton silinder beton diameter 150 mm x tinggi 300 mm

- Didapat nilai fas = 0,47

Tabel 4.2. Faktor air semen maksimum

Jenis pembetonan		F a s maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif		0.6
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		0.6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung		0.6
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti- ganti		0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		0.52
Beton yang kontinu selalu berhubungan		
a. Air tawar		0.57
b. Air laut		0.52

Dari tabel 4.3 dipakai untuk keadaan keliling non korosif = 0,6

- dipakai fas minimum = 0.47

5. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregatnya. (lihat tabel 4.3 dan 4.4)

Tabel 4.3. Nilai Slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	125 mm	50 mm
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur dibawah tanah	90 mm	25 mm
Pelat, balok, kolom dan dinding	150 mm	75 mm
Pengerasan jalan	75 mm	50 mm
Pembetonan masal	75 mm	25 mm

Dipakai slump antara 7,5 – 15 cm

Tabel 4.4. Ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi Minimum, mm	Balok/Kolom	Plat
62.5	13 mm	20 mm
150	40 mm	40 mm
300	40 mm	80 mm
750	80 mm	80 mm

Dipakai ukuran agregat 20 mm

6. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.(lihat table 4.6)

Tabel 4.5. Perkiraan kebutuhan berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, liter

Besar Ukuran 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
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

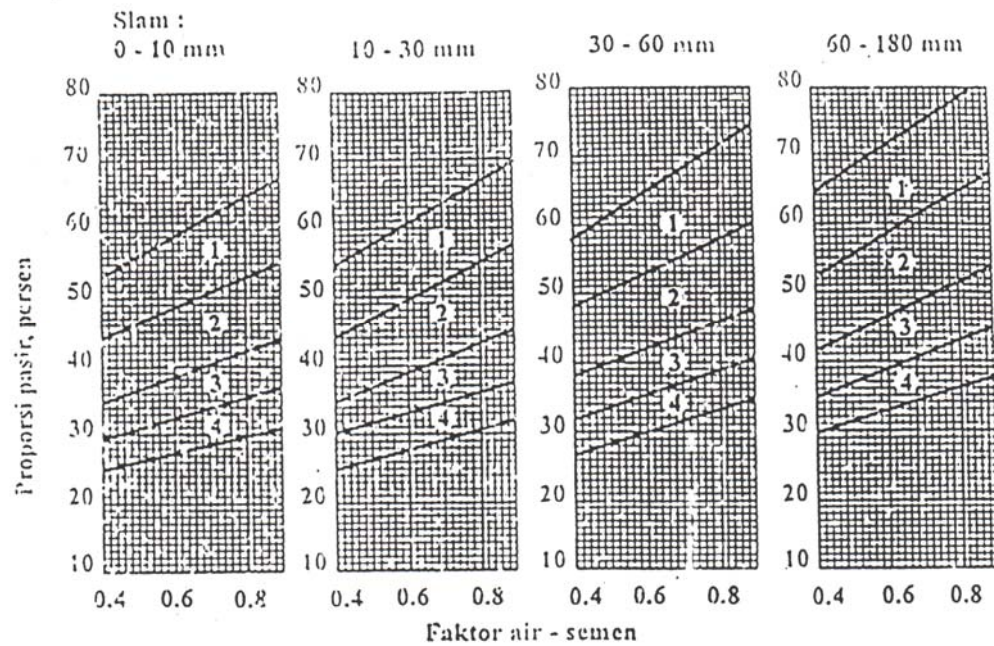
Diambil A = 225

7. Menghitung berat semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (6) dan (4) di atas

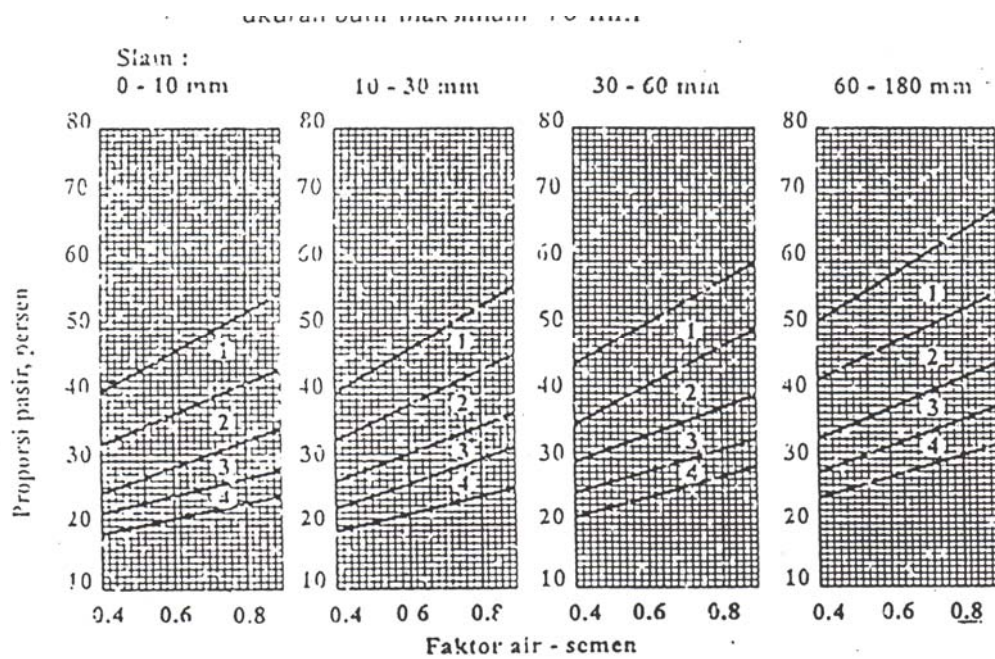
$$W_s = A/fas$$

$$W_s = 225/0,5 = 450 \text{ kg/m}^3$$

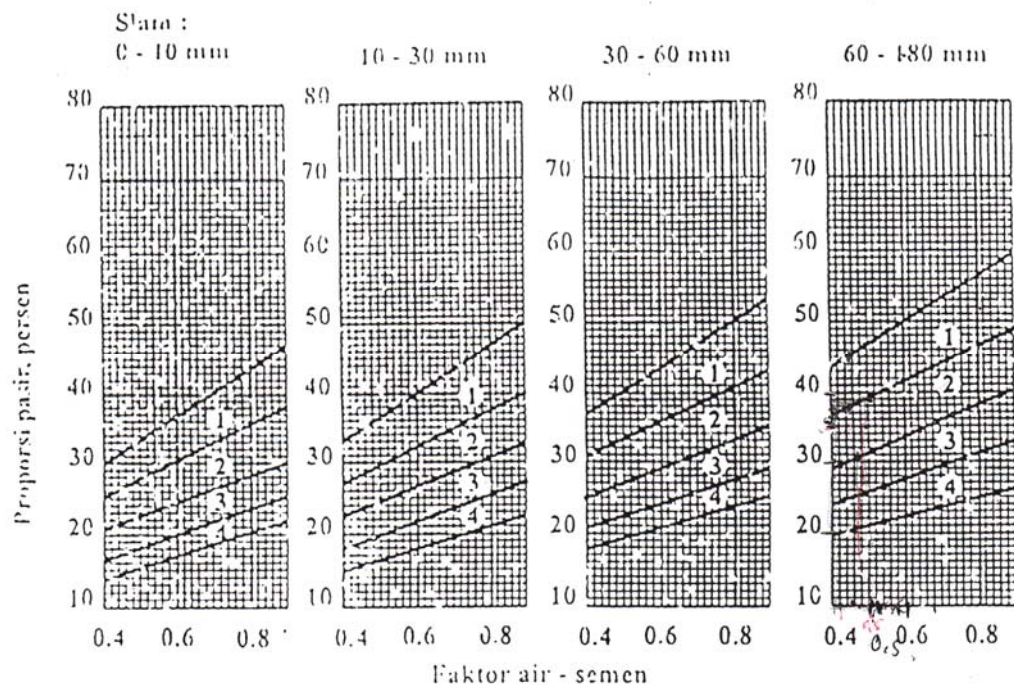
8. Menetapkan golongan pasir berdasarkan nilai prosentase kelolosan pasir. (lampiran 2)
9. Menetapkan proporsi pasir dalam persen berdasarkan ukuran agregat kasar, nilai slump, golongan pasir dan factor air semen



Gambar 4.2.a Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 4.2.b Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4.2.c Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

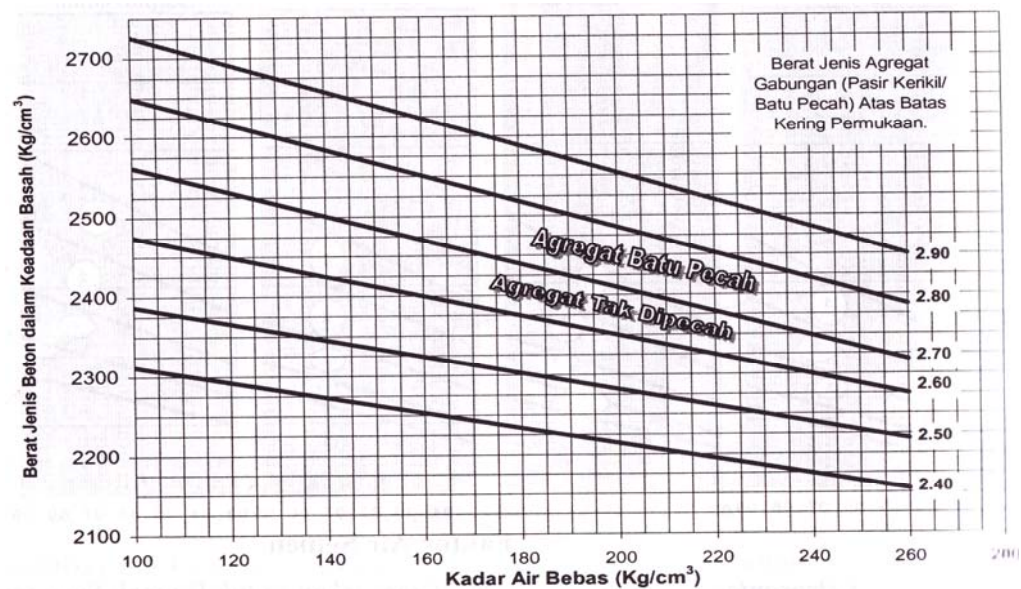
- didapat prosentase pasir adalah 39 %
- Maka prosentase agegat kasar = $100 - 39 = 61$ %

10. Mencari berat jenis campuran beton

$$BJ_{\text{camp}} = \frac{p}{100} \times BJ \text{ agregat halus} + \frac{p}{100} \times BJ \text{ agregat kasar}$$

$$BJ_{\text{camp}} = \frac{39}{100} \times 2,75 + \frac{61}{100} \times 2,51 = 2,601 \sim 2,6 \text{ kg/m}^3$$

11. Berat beton (Grafik 4.3) berdasarkan hubungan berat jenis campuran, nilai kandungan air, berat beton



Gambar 4.3. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

- Dari grafik ini didapat berat beton sebesar 2350 kg/m^3

12. Menentukan kebutuhan campuran pasir dan kerikil

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat campuran} &= \text{Berat Beton} + \text{air} + \text{semen} \\
 &= 2350 + 225 + 450 \\
 &= 1675 \text{ kg/ m}^3
 \end{aligned}$$

13. Kebutuhan pasir

$$B_p = \frac{p}{100} \times \text{berat agregat campuran}$$

$$B_p = \frac{p}{100} \times 1675 = 653,25 \text{ kg/ m}^3$$

Kebutuhan Kerikil

$$B_k = \text{berat agregat} - B_p$$

$$= 1675 - 653,25$$

$$= 1021,75 \text{ kg/ m}^3$$

14. Berat bahan bahan campuran untuk beton adalah

Kebutuhan 1 m³ :

-	air	=	225	l
-	semen	=	450	kg
-	pasir	=	653,25	kg
-	kerikil	=	1021,75	kg

(Untuk lebih lengkapnya dalam perencanaan kebutuhan bahan campuran beton dapat dilihat pada lampiran 5)

4.6 Pelaksanaan Pengujian

Pada tahap pengujian ini benda uji sebelum dilakukan pengujian ditimbang dan diukur dimensinya, kemudian semua data yang menyangkut benda uji dicatat dalam fomulir yang telah disediakan. Pengujian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu :

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji selinder beton. Benda uji ditekan dengan menggunakan mesin uji tekan (compressed testing machine) dengan kecepatan 265 KN/menit untuk benda uji selinder.

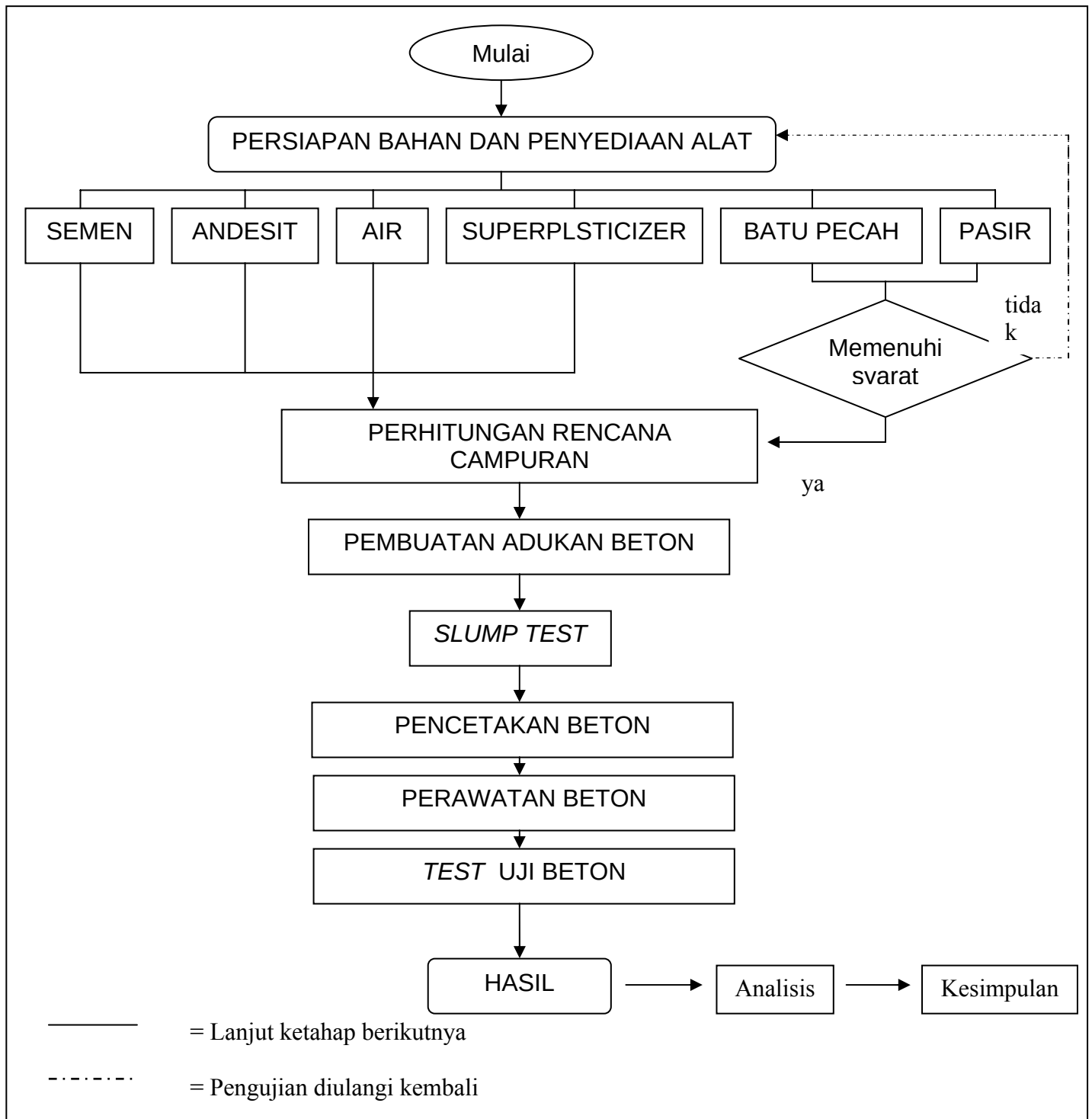
2. Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik dilakukan dengan menggunakan uji belah selinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji selinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah (tidur). Beban vertikal diberikan sepanjang selimut selinder berangsur-angsur dinaikkan pembebanannya dengan kecepatan 265 kN/menit hingga dicapai nilai maksimum dan selinder terbelah oleh beban tarik horizontal.

3. Pengujian Kuat Lentur

Benda uji yang dipakai adalah sebuah balok yang memiliki dimensi 10x10x40 (cm). Balok diletakkan diatas dua tumpuan dimana jarak antar tumpuan sepanjang 30 cm. Diantara dua tumpuan tersebut dikenakan

beban titik sehingga seolah-olah balok terbagi menjadi 2 bagian yang sama panjang. Beban dinaikkan dengan kecepatan 2000 N/menit. Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lenturnya.



Gambar. 4.4 Bagan Alur Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa pemeriksaan yang telah dilakukan antara lain ada tiga pemeriksaan yaitu pemeriksaan mengenai bahan pembentuk beton atau material pembentuk beton, pengujian beton segar atau beton yang belum mengeras, dan beton yang sudah mengeras.

5.1.1. Pemeriksaan material dasar pembentuk beton

Bahan dasar pembentuk beton yaitu aggregate kasar, agregat halus, semen dan air. Pada penelitian ini bahan dasar pembentuk beton yang diperiksa secara laboratorium hanya aggregate kasar yang berupa batu pecah dari daerah Kaliurang, Yogyakarta dan agregat halus yang berupa pasir alami berasal dari Kaliurang, Yogyakarta.

a. Hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah)

Pemeriksaan terhadap agregat kasar terdiri atas pemeriksaan kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi. Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan yaitu agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari daerah Kaliurang, Yogyakarta. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar yang lolos saringan 20 mm dan tertahan saringan No.4 (4,75 mm). Mengenai hasil pemeriksaan di laboratorium disajikan pada Tabel 5.1.

b. Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir alami)

Pada penelitian ini digunakan agregat halus dari Kaliurang, Yogyakarta. Agregat halus yang dipakai adalah pasir yang lolos saringan No.4.8 dan tertahan No. 200. Hasil pemeriksaan di laboratorium terhadap agregat halus ini disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah)

No	Uraian	Hasil
1	Berat jenis curah (gram/cm^3)	2,31
2	Berat jenis jenuh kering muka (gram/cm^3)	2,51
3	Berat jenis semu	2,88
4	Penyerapan air (%)	8,58

Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir alami)

No	Uraian	Hasil
1	Berat jenis curah (gram/cm^3)	2.64
2	Berat jenis jenuh kering muka (gram/cm^3)	2.7
3	Berat jenis semu	2.95
4	Penyerapan air (%)	4.01

c. Hasil pemeriksaan air

Proses pengerasan beton sangat dipengaruhi oleh reaksi antara semen dan air, maka diperlukan pemeriksaan terhadap air yang akan digunakan. Air yang akan digunakan sebagai campuran beton sebaiknya tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton. Pada penggunaan air untuk campuran beton ini tidak dilakukan pemeriksaan secara mendetail (kimiaawi) di laboratorium, melainkan hanya ditinjau persyaratan fisik dari air tersebut yang dapat digunakan untuk campuran dari beton yang akan dibuat. Persyaratan fisik tersebut antara lain :

- 1). tidak berwarna,
- 2). tidak berasa,
- 3). jernih,
- 4). tidak berbuih

Air tersebut berasal dari air laboratorium yang bisa dipastikan tidak mengandung senyawa-senyawa kimia lain yang dapat mempengaruhi kualitas air tersebut bila digunakan sebagai bahan pencampur beton.

d. Hasil pemeriksaan semen

Pada bahan material semen juga tidak dilakukan pemeriksaan di Laboratorium, namun hanya diperiksa secara visual saja dan langsung digunakan sebagai bahan campuran beton, pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen tipe I

dengan merk Holcim. Semen dalam kondisi masih tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan.

e. Pemeriksaan kadar lumpur

Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh bahan susunnya, jika bahan susunnya tidak memenuhi syarat teknis yang ditentukan maka beton yang dihasilkan mutunya akan rendah. Lumpur selain sebagai suspensi dalam campuran juga sebagai penghalang ikatan antara pasir dan pasta semen, sehingga beton kurang kuat menahan daya tekan, oleh karena itu sedapat mungkin kandungan Lumpur dalam pasir dihilangkan.

Menurut PBI 1971 Bab 3 pasal 3 (3) bahwa agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, apabila kadar lumpur lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci terlebih dahulu.

Pada penelitian ini agregat halus yang diperiksa berasal dari Kaliurang, Yogyakarta diperoleh rata-rata kandungan lumpur sebesar 1.04 % berarti lebih dari 1 % (lampiran 2), maka agregat kasar selanjutnya perlu dicuci karena tidak memenuhi persyaratan dan sehingga tidak dapat langsung digunakan dalam campuran.

f. Berat jenis

Pada penelitian ini Pasir yang digunakan adalah pasir dan kerikil dari Kaliurang, Yogyakarta dan dari hasil pemeriksaan diperoleh berat jenis pasir 2,7 (tabel 5.2). Berat jenis ini termasuk dalam berat jenis normal sebab bernilai antara 2,5 – 2,7 kemudian berat

jenis kerikil sebesar 2.51 (tabel 5.1). Berat jenis ini termasuk dalam berat jenis normalpula sehingga dapat digunakan dalam campuran beton.

g. Pemeriksaan modulus halus butir (MHB)

Modulus halus butir adalah suatu indeks yang digunakan untuk menentukan ukuran halus atau kasar. Pada penelitian ini digunakan agregat halus dan kasar dari Kaliurang, diperoleh nilai MHBnya adalah 3.58 (lampiran 2). Agregat halus yang digunakan tergolong pasir yang baik karena mempunyai nilai MHB yang sedang yaitu berada diantara nilai MHB yang normal yaitu antara 1,5 sampai 3,8. Makin besar nilai modulus halus butirnya menunjukkan makin besar butir-butir agregatnya. Kemudian MHB agregat kasar bernilai 7,70 maka masuk kategori sedang sebab nilainya diantara 5 sampai 8.

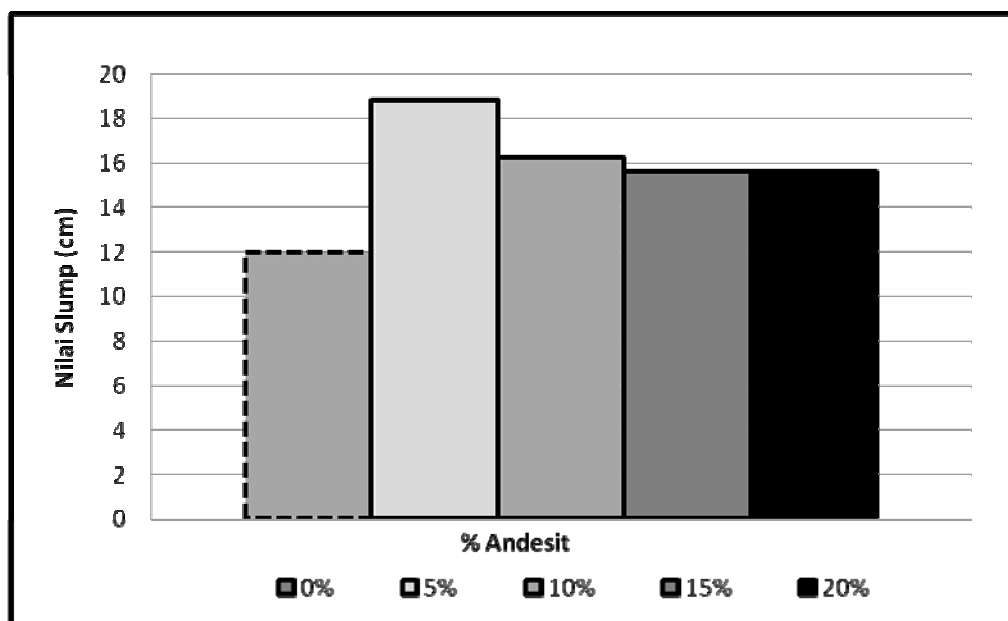
5.1.2. Pemeriksaan beton segar (beton yang belum mengeras)

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan dan tidak ada kecenderungan untuk terjadinya pemisahan kerikil dari adukan maupun *bleeding* (pemisahan air dari adukan). Dalam penelitian beton segar yang dimaksud adalah beton yang baru dibuat adukan sebelum dimasukkan kedalam cetakan. Pengujian yang dilakukan adalah meneliti nilai *slump* untuk beton segar dari beberapa variasi yang

digunakan. Dalam penelitian ini diperoleh nilai *slump* yang berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil pengujian *slump* beton

Persentase Andesit (%)	Superplasticizer (%)	Reduse (air) (%)	Nilai <i>slump</i> (cm)
0	0	0	12
5	1	20	18,8
10	1	20	16,2
15	1	20	15,6
20	1	20	15,6



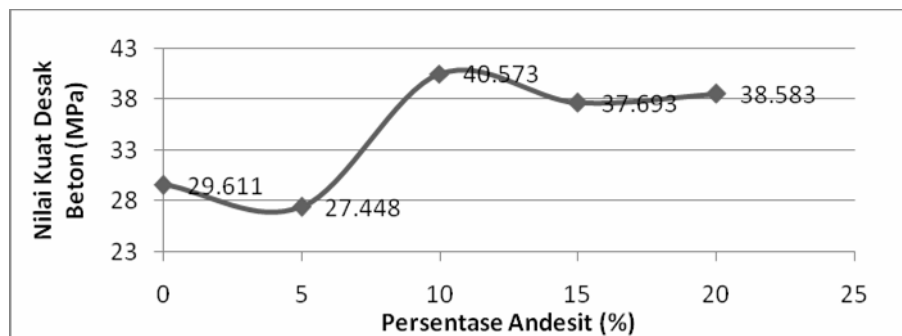
Gambar 5.1 Grafik Perubahab Nilai Slump Akibat Subtitusi Semen Dengan Andesit

5.1.3. Pengujian Beton yang sudah mengeras

a. Hasil uji kuat desak beton

Kuat desak beton yang direncanakan pada umur 28 hari adalah 20 MPa.

Dari hasil uji kuat desak beton, dapat digambarkan grafik yang memberikan hubungan prosentase gergajian andesit terhadap kenaikan kuat desak beton sebagai berikut (gambar 5.2 & Tabel 5.4).



Gambar 5.2 Grafik Kuat Desak Beton Akibat Substitusi Semen Dengan Andesit

Hasil analisis dari gambar 5.2 dapat dilihat dari table 5.5 berikut :

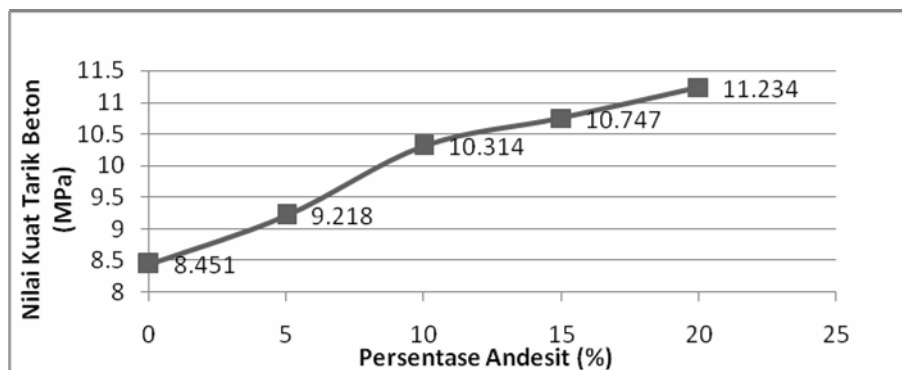
Tabel 5.4. Hasil Uji Desak Silinder Beton

No	Kode benda uji	Andesit (%)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Kenaikan/ Penurunan (MPa)	Prosentase (%)
1	DN	0	29,61	0	0
2	DI	5	27,45	-2,16	-7,31
3	DII	10	40,57	10,96	37,02
4	DIII	15	37,69	8,08	27,29
5	DIV	20	38,58	8,97	30,30

b. Hasil uji kuat tarik beton

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Peningkatan kuat tarik tertinggi sebesar 32.94 %

sebagai tersaji dalam table 5.6, dan gambar 5.3 dicapai oleh beton dengan kandungan gergajian andesit sebesar 20 % dari berat semen dengan penambahan superplasticizer sebesar 1% dari berat semennya. Hasil dari uji kuat tarik sebagai berikut (table 5.5 & gambar 5.3).



Gambar 5.3. Grafik Kuat Tarik Beton Akibat Substitusi Semen Dengan Andesit

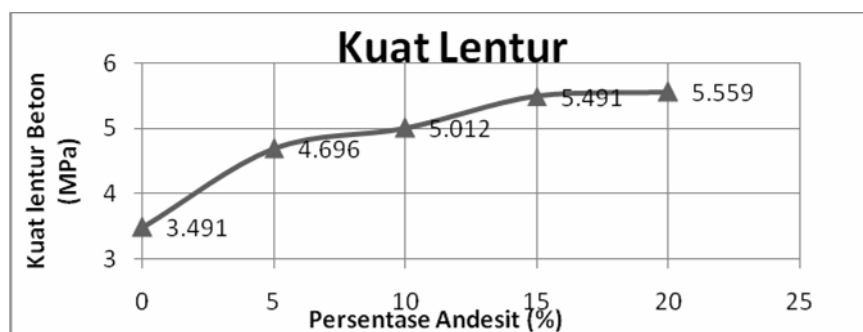
Tabel 5.5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Silinder Beton

No	Kode benda uji	Andesit (%)	Kuat Tarik rata-rata (MPa)	Kenaikan/ Penurunan (MPa)	Prosentase (%)
1	GN	0	8,45	0	0
2	GI	5	9,22	0,77	9,07
3	GII	10	10,31	1,86	22,04
4	GIII	15	10,75	2,30	27,17
5	DIV	20	11,23	2,78	32,93

c. Hasil uji kuat lentur beton

Pengujian lentur dilakukan terhadap benda uji dengan dua tumpuan dan satu titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah $L/2$, tepat ditengah-tengah bentang.

Pada pengujian balok uji, pada saat beban mencapai maksimum dan terjadi retak pertama maka balok akan segera runtuh. Hasil pengujian kuat lentur sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 5.7 dan gambar 5.4 bahwa peningkatan kuat lentur balok uji beton seiring penambahan serbuk gergajian andesit dalam adukan beton. Kenaikan paling tinggi terjadi pada balok uji beton dengan prosentase gergajian andesit sebesar 20% dari berat semen dan penambahan superplasticizer sebesar 1 % dari berast semen mengakibatkan kenaikan kuat lentur sebesar 59,22 % dari beton normal. Untuk mengetahui hasil dari pengujian lentur ini dapat dilihat pada gambar dan table berikut ini (tabel 5.6 & gambar 5.4).



Gambar 5.4. Grafik Kuat Lentur Beton Akibat Subtitusi Semen Dengan Andesit

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

No	Kode benda uji	Andesit (%)	Kuat Lentur rata-rata (Mpa)	Kenaikan/ Penurunan (MPa)	Prosentase (%)
1	BN	0	3,49	0	0
2	BI	5	4,70	1,21	34,52
3	BII	10	5,01	1,52	43,55
4	BIII	15	5,49	2,00	57,29
5	BIV	20	5,56	2,07	59,22

5.2. Pembahasan

a. Superplastizer dan Pengurangan air

Pada penambahan serbuk andesit sebesar 5% akibat penambahan SP sebesar 1% membuat beton menjadi sangat encer. Kemudian menurun nilai *slump*nya ketika diberi tambahan serbuk andesit dengan prosentase yang lebih besar, ini dikarenakan semakin besar serbuk andesit yang tercampur dalam adonan maka semakin besar air yang terserap oleh serbuk andesit atau serbuk andesit belum optimal dalam menyerap air karena kemampuan andesit dalam menyerap air kurang baik dibandingkan dengan semen. Sehingga mengakibatkan berkurangnya nilai pada tes *slump*.

Dengan pengurangan air, sehingga didapatkan nilai FAS yang kecil, sehingga didapat kuat beton dari keadaan normal. Akan tetapi pada penambahan andesit sebesar 5 % dan superplastizer sebesar 1, membuat beton encer sehingga terjadi bleeding dan segregasi yang membuat penurunan pada kuat desak beton.

b. Kuat Desak

Pada pengujian desak ini, saat campuran beton ditambahkan 5 % limbah gergajian andesit dan superplasticizer sebesar 1 % menyebabkan penurunan pada kuat desak beton, sedangkan bila dibandingkan dengan percobaan terdahulu :

1) Evy Kusuma, Teknik Sipil, UII (2002), "Pengaruh penambahan

gergajian batu andesit terhadap kuat desak beton" :

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Terdahulu*

Sampel	Pengurangan air (%)	f _c (Mpa)	Kenaikan (%)
Normal	0	48,55	0
Andesit 5%	0	50,86	4,75
Andesit 10%	0	51,9	6,89
Andesit 15%	0	55,86	15,05

*Sumber : Tugas akhir Evy Kusuma, Sipil, UII, 2002

- 2) Agung Budi, Teknik Sipil, UII (2005), "Pengaruh Penambahan Superplasticizer sikamen NN sebesar 0,6 %, 1,0 % 1,5 % dan pengurangan air terhadap kuat desak beton"

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Terdahulu**

Sampel	Pengurangan air (%)	f _c (Mpa)	Kenaikan (%)
Normal	0	45,09	0
Sika 0,6 %	11,11	48,15	6,79
Sika 1 %	19,26	47,41	5,14
Sika 1,5 %	27,38	46,8	3,79

*Sumber : Tugas akhir Agung Budi, Sipil, UII, 2005

Dapat kita lihat pada tabel 5.7 dan 5.8 bahwa pada penelitian penambahan andesit sebesar 5% terjadi kenaikan sebesar 4,75 % (Evy Kusuma,2002) dan penelitian dengan penambahan superplasticizer sebesar 1 % terjadi kenaikan sebesar 5,14% (Agung Budi,2005) dari beton normal. Pada penelitian saya, penambahan andesit 5% dan superplasticizer 1 %

mengakibatkan kuat desak turun, ini dikarenakan pada saat beton masih segar, nilai *slump*nya terlalu besar sehingga terlalu cair dan mengakibatkan terjadinya *bleeding*. Sehingga air *bleeding* yang naik akan membawa semen dan butir-butir halus pasir ke permukaan beton. Campuran terlalu encer disebabkan penambahan SP 1 % dan serbuk andesit belum mampu menyerap air dikarenakan jumlah andesit masih sedikit didalam campuran. Berikutnya pada penambahan serbuk andesit sebesar 10 % memberikan hasil kuat desak yang optimal, yaitu menaikkan kuat desak sebesar 37,02% (10,96 MPa) atau sebesar 40,57 MPa dimana hasil tersebut lebih besar daripada kuat desak beton normal sebesar 29,61 Mpa sedangkan pada penelitian sebelumnya dengan penambahan serbuk andesit sebesar 10% hanya terjadi kenaikan sebesar 6,89 % dan penambahan Superplasticizer 1 % hanya 5,14% dari beton normal sehingga hasil dari kombinasi dari kedua bahan tersebut dapat meningkatkan mutu beton. Disini jumlah serbuk gergajian andesit sudah relatif besar sehingga dapat meresapkan air lebih banyak walaupun masih terjadi bleeding tetapi relatif lebih kecil dibandingkan dengan penambahan andesit sebesar 5%.

Pada penambahan serbuk gergajian andesit 10 %, dapat diketahui bahwa pada saat itu serbuk andesit secara optimal memiliki sifat yang sama seperti semen yaitu sebagai pengikat dan pengisi sehingga dapat meningkatkan mutu dari beton tersebut.

Setelah penambahan serbuk andesir sebesar 15 %, ternyata kuat desak beton menurun tetapi masih lebih besar daripada beton normal. Kuat

desaknya adalah sebesar 37,69 MPa dan semakin besar lagi saat penambahan andesit 20 % menghasilkan kuat desak sebesar 38,58 MPa dan *bleeding* yang terjadi relatif lebih kecil dari penambahan sebelumnya. Secara visual beton lebih padat, karena pori-pori udara yang terlihat hampir tidak ada dikarenakan serbuk andesit dapat berfungsi juga sebagai pengisi (*filler*) dalam campuran dan tingginya nilai kelecakan (*slump*). Sehingga hal ini pula yang membuat nilai kuat desak beton menjadi meningkat

c. Kuat Tarik

Dengan semakin padatnya campuran dalam beton, mempengaruhi pula kekuatan pada kuat tarik. Sehingga apabila kuat desak meningkat, relatif akan meningkat juga. Dengan semakin padatnya beton, maka semakin kuat pula ikatan antar partikel-partikel didalam campuran beton. Tetapi didalam tari relatif peran yang lebih penting didalamnya adalah ikatan antar partikel. Walau kuat desak melemah belum tentu tarik juga menurun, sebab pada uji desak lebih berperan kekuatan dari material didalamnya, sedangkan pada pengujian tarik lebih dominan ikatan antar partikel. karena kekuatan tarik hanya sebesar serdelapan belas sampai seperduapuluh dari kuat desak. Ini dapat dilihat secara visual bahwa banyak agregat yang pecah dikarenakan kuatnya lekatan atau ikatan agregat dengan pasta semen dibandingkan yang lepas. Pengaruh penambahan serbuk gergajian andesit dan superplasticizer mengakibatkan bertambahnya kuat tarik beton. Dapat

kita lihat dari gambar 5.3, dengan bertambahnya kandungan serbuk andesit dalam campuran maka kuat desak pada beton juga semakin meningkat. Peningkatan yang paling optimal adalah pada penambahan serbuk andesit sebesar 20% dapat memberikan kenaikan kuat tarik beton sebesar 32,93% (2,78 MPa), atau sebesar 11.23 MPa lebih besar dari pada kuat tarik beton normal sebesar 8,45 MPa.

d. Kuat Lentur

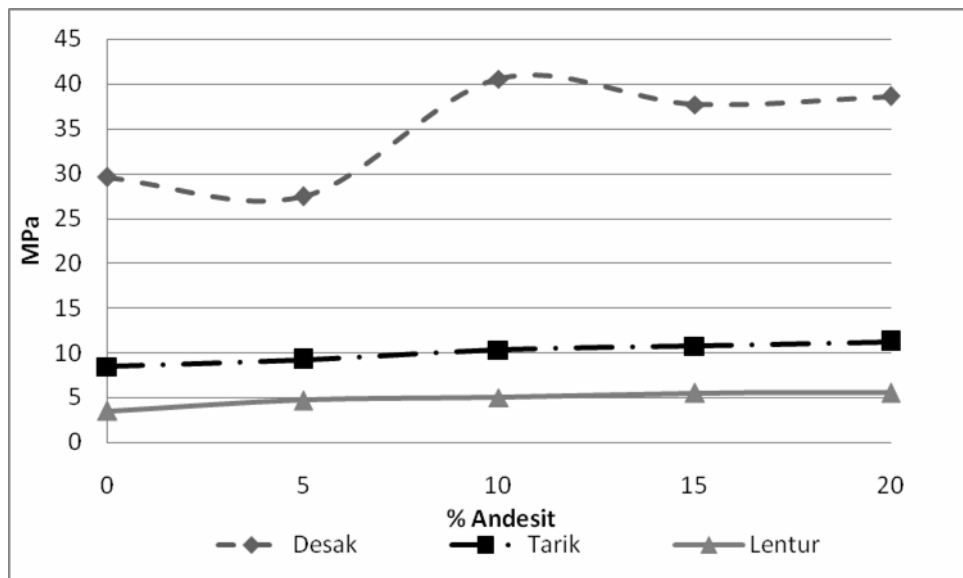
Dengan bertambahnya kuat tarik yang terus meningkat pada setiap penambahan serbuk andesit, maka berpengaruh pula pada kekuatan lentur pula. Ini dikarenakan kuat lentur berbanding lurus dengan kuat tarik. Semakin meningkat kuat tarik, maka akan semakin meningkat pula kuat lentur sampai batas tertentu. Kenaikan lentur yang optimal pada penambahan andesit sebesar 20 % yang menghasilkan kenaikan sebesar 59.22 % (naik 2,07 MPa), atau sebesar 5,56 MPa lebih besar daripada kuat lentur beton normal yaitu 3,49 MPa.

e. Kekuatan beton dengan penambahan Andesit

Dapat kita amati bahwa terjadi peningkatan pada mutu beton akibat dari penambahan serbuk andesit dan superplasticizer. (tabel 5.7 dan gambar 5.5)

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Lentur, Tarik dan Desak

No	Prosentase Andesit (%)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Kuat Tarik rata-rata (MPa)	Kuat Lentur rata-rata (MPa)
1	0	29,61	8,45	3,49
2	5	27,45	9,22	4,70
3	10	40,57	10,31	5,01
4	15	37,69	10,75	5,49
5	20	38,58	11,23	5,56



Gambar 5.5. Grafik Pengaruh substitusi semen terhadap Pada Desak, Tarik, dan Lentur

Serbuk gergajian andesit ternyata berguna sebagai bahan pengisi atau *filler* dan juga sebagai substitusi dari sebagian semen. Saat dimana serbuk gergajian andesit dapat digunakan sebagai pengikat dan sebagai bahan pengisi pada saat penambahan serbuk gergajian andesit sebesar 10% akan tetapi setelah penambahan serbuk gergajian andesit seterusnya, andesit

hanya berfungsi sebagai pengisi saja. Setelah dicermati lebih lanjut apabila beton ini akan digunakan pada struktur yang lebih mengutamakan kuat desak maka proporsi yang tepat yaitu dengan menambahkan serbuk andesit sebesar 10% dan superplasticizer 1%. Semen yang dapat dihemat dari substitusi ini sebesar 10% kemudian apabila digunakan pada struktur yang mengutamakan kuat tarik atau lenturnya, maka digunakan campuran yang kadar andesitnya sebesar 20% dan superplasticizer sebesar 1%. Sehingga menghemat semen sebesar 20%. Dan pengerjaan rata-rata pada setiap campuran relatif lebih mudah akibat penambahan super plasticizer dikarenakan nilai dari slump lebih besar dari 15 cm.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian yang dilakukan, serta dari hasil pembahasan yang berasal dari hasil penelitian tersebut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Semakin besar persentase substitusi serbuk gergajian andesit terhadap berat semen maka nilai *slump* nya semakin kecil. Ini disebabkan serbuk gergajian andesit mempunyai daya serap air yang relatif besar.
- b. Peningkatan optimum kuat tekan beton pada penelitian ini terjadi pada beton dengan penambahan andesit sebesar 10 % terhadap berat semen. Peningkatan kuat tekan tersebut sebesar 37,02 % (10,96 Mpa).
- c. Peningkatan maksimal kuat tarik beton pada penelitian ini terjadi pada beton dengan penambahan andesit sebesar 20 % terhadap berat semen. Peningkatan kuat tarik tersebut sebesar 32,93 % (2.78 MPa), sehingga menjadi sebesar 11,23 MPa dan kenaikan terkecil sebesar 9,07% (0,77 MPa) sehingga kuat tariknya menjadi 9,22 MPa, jika dibandingkan dengan kuat tarik beton normal yaitu sebesar 8,45 MPa pada umur 28 hari.
- d. Peningkatan maksimal kuat lentur beton pada penelitian ini terjadi pada beton dengan penambahan andesit sebesar 20 % terhadap berat semen.

Peningkatan kuat tekan tersebut sebesar 59,22 % (2,07 MPa), sehingga kuat lentur pada beton dengan penambahan andesit 20 % dan SP sebesar 1 % menjadi sebesar 5,56MPa dan kenaikan terkecil sebesar 34,52% (1,21 MPa) sehingga kuat tariknya menjadi 4,70 MPa, jika dibandingkan dengan kuat lentur beton normal yaitu sebesar 3,49 MPa pada umur 28 hari.

- e. Gergajian batu andesit “dapat” digunakan sebagai pengganti atau sebagai substitusi sebagian dari semen pada kadar penambahan andesit sebesar 10 % dan setelah itu andesit hanya sebagai pengisi saja.
- f. Penambahan superplasticizer membuat meningkatnya workabilitinya, sehingga akan meningkatkan kualitas dari beton. Ini dibuktikan pada penelitian terdahulu hanya terjadi kenaikan maksimal hanya sebesar 10-15 % saja. Sedangkan setelah diberi tambahan superplasticizer dalam campuran beton dan andesit, maka kenaikan kualitas beton sampai 37,02% pada kuat desak, 32,93 % pada kuat tarik dan 59,22 % pada kuat lentur.
- g. Meskipun penambahan serbuk andesit kedalam adukan beton dapat menurunkan kelecakan, tetapi akibat penambahan superplasticizer sebesar 1 % dari berat semen, mengakibatkan beton menjadi encer dan mudah dikerjakan.
- h. Meskipun dapat meningkatkan workability pada adukan beton, pada penambahan SP 1 % pada campuran andesit sebesar 5 % telah terjadi

bleeding yang relative besar sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan dari beton. Disebabkan air hanya sedikit terserat dalam penambahan andesit sebesar 5 %.

i. Penyebaran andesit sangat mempengaruhi kekuatan beton.

6.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang diharapkan mampu melengkapi penelitian lebih lanjut, antara lain :

- a. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian tahan api agar diketahui ketahanan pada saat kebakaran.
- b. Dalam penelitian selajutnya agar diadakan pengujian beton normal saja, kemudian beton normal dengan pengurangan air, beton normal dengan superplasticizer dan beton normal dengan substitusi semen, sehingga dapat digunakan sebagai dasar informasi dan sebagai pembanding.
- c. Dalam penggunaan material seperti agregat halus digunakan pada kondisi yang sama pada setiap sampel. Seperti kadar air dan jarak penggunaan setelah dibersihkan, agar didapat hasil yang lebih tepat.
- d. Juga pada pemakaian andesit juga harus sama dengan agregat, kondisi harus sama dengan sampel sebelumnya.

- e. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang limbah gergajian andesit ini untuk dipakai sebagai pensubstitusi semen atau sebagai bahan tambah.
- f. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump* dengan alat yang lebih akurat, agar diperoleh nilai *slump* yang lebih akurat pula.
- g. Perlunya ketelitian pada waktu penimbangan dalam berat pada masing-masing campuran dengan timbangan yang lebih teliti, agar didapat hasil yang lebih akurat.
- h. Dalam melaksanakan persiapan penelitian beton perlu dilakukan seteliti mungkin, terutama dalam perencanaan *mix design* karena hal ini nantinya sebagai dasar dari proporsi kebutuhan campuran material beton.
- i. Dalam melaksanakan penelitian terhadap material yang dipilih sebagai bahan penyusun beton harus dilakukan seteliti mungkin sesuai dengan tatacara metode penelitian yang dibutuhkan agar mendapatkan data yang lebih akurat.
- j. Dalam melaksanakan pembuatan benda uji harus benar-benar diperhatikan tata cara pencampuran dan pengadukan bahan penyusun beton, pengujian nilai slump serta pada saat pemadatan adukan beton segar harus dilakukan sebaik mungkin agar beton yang dihasilkan memiliki tingkat kepadatan yang relative sama.

- k. Pada saat perawatan beton dalam air tawar selama 28 hari juga perlu dipantau, h jangan sampai air yang diperlukan untuk perawatan mengalami susut yang berlebihan.
- l. Dalam melaksanakan pengujian terhadap benda uji, peneliti harus benar-benar sudah paham terhadap mesin uji tekan yang akan digunakan, serta ketika melakukan pembacaan terhadap mesin uji tekan harus seteliti mungkin agar didapatkan data yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chu-Kia Wang, Charles G.Salmon, 1993, DISAIN BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta
- Paul Nugraha dan Antoni, 2007, TEKNOLOGI BETON, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Ir. Tri Mulyono, MT, 2004, TEKNOLOGI BETON, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Murdock,LJ., Brook, K.M, 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.
-,2002, METODA TATA CARA DAN SPESIFIKASI, Bina Marga, Jakarta
- IR. Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E, 1992, TEKNOLOGI BETON, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nawy, EG, 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, P.T. Eresco, Bandung.
- Evy Kusuma, 2002, "Pengaruh Penambahan Gergajian Andesit Terhadap Kuat Desak dan Kuat Lentur Beton", Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.
- A. Fajar Petra, 2002, "Tinjauan Karakteristik Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan Filler Limbah Gergajian Batu Andesit", Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.
- Hadi Suyitno, 2001, "Pengaruh Penggantian sebagian Semen dengan Gergajian Andesit Terhadap Kuat Desak dan Kuat Lentur Beton", Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Heru Dwi Hantara, 1999, "Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Desak dan Permeabilitas Beton", Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Agung Budi Susilo, 2005, "Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadap Permeabilitas Beton Dengan Menggunakan Uji Penetrasi", Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Lampiran

1

- 1.1 Kartu Peserta Tugas Akhir Dan
Lembar Konsultasi Laporan Tugas Akhir



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
MURIANDREZA GIGIH M.	04511028	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 3(Maret 2008 - Agst.2008)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang-Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penambahan Serbuk Keramik Dalam campuran Beton Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Kuat tarik



Jogyakarta, 3/11/2008
an. Dekan
Ir. H. Faisol AM, MS.





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : 3(Maret 2008 - Agst.2008)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
MURIANDREZA GIGIH M.	04511028	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penambahan Serbuk Keramik Dalam campuran Beton Terhadap Uji Kuat Tekan Dan Kuat tarik

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.



Jogjakarta,
art. Dekan

3/11/2008

Ir. H. Faisol AM, MS. G

Catatan:

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

Lampiran

2

- 2.1. Pengujian Kandungan Limbah Andesit
- 2.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Kadar air Pasir
- 2.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Kadar air Kerikil
- 2.4. Uji Kandungan Lumpur Pada Pasir
- 2.5. Berat Isis Gembur Agregat Halus
- 2.6. Berat Isis Padat Agregat Halus
- 2.7. Berat Isis Gembur Agregat Kasar
- 2.8. Berat Isis Padat Agregat Kasar
- 2.9. Modulus Halus Butir Agregat Halus
- 2.10. Modulus Halus Butir Agregat Kasar
- 2.11. Sikament NN

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Pasir Asal : Kaliurang

URAIAN	CONTOH
Berat pasir kering mutlak, gram (BK)	480.7
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	969
Berat piknometer berisi air, gram (B)	651
Berat jenis curah, gram/cm ³ Bk / (B + 500 – Bt).....(1)	2,64
Berat jenis jenuh kering muka. gr/cm ³ 500 / (B + Bk - Bt)(2)	2,75
Berat jenis semu Bk / (B + Bk – Bt)(3)	2,95
Penyerapan air (500 - Bk) / Bk x 100 %.....(4)	4.01 %

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Mengetahui,

Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KERIKIL

Pasir Asal : Kaliurang

URAIAN	CONTOH
Berat kerikil kering mutlak, gram (BK)	1842
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	2000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	1202
Berat jenis curah, gram/cm ³ Bk / (Bj - Ba).....(1)	2.31
Berat jenis jenuh kering muka. gr/cm ³ Bj / (Bj - Ba)(2)	2,56
Berat jenis semu Bk / (Bk – Ba)(3)	2.88
Penyerapan air (Bj - Bk) / Bk x 100 %.....(4)	8.58 %

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

**HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN
NO.200 (UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)**

Pasir Asal : Kaliurang

URAIAN	SAMPEL
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	494.8
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100$	1.04 %

Menurut persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI – 1982)

berat bagian yang lewat ayakan no.200 (0,075) :

- a. Untuk pasir maksimum 5 %
- b. Untuk kerikil maksimum 1 %

Mengetahui,

Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR
AGREGAT HALUS**

Pasir Asal : Kaliurang

URAIAN	SAMPEL
Berat tabung (W_1), gram	11300
Berat tabung + agregat kering tungku (W_2), gram	18200
Berat agregat bersih (W_3), gram	6900
Volume tabung (V), cm^3	5301,44
Berat isi padat = (W_3 / V), gram/cm^3	1,30

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT
AGREGAT HALUS**

Pasir Asal : Kaliurang

URAIAN	SAMPEL
Berat tabung (W_1), gram	12900
Berat tabung + agregat kering tungku (W_2), gram	20500
Berat agregat bersih (W_3), gram	7600
Volume tabung (V), cm^3	5301,44
Berat isi padat = (W_3/V) , gram/cm^3	1,43

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR
AGREGAT KASAR**

Kerikil Asal : Clereng

URAIAN	SAMPEL
Berat tabung (W_1), gram	11300
Berat tabung + agregat kering tungku (W_2), gram	18500
Berat agregat bersih (W_3), gram	7200
Volume tabung (V), cm^3	5301.44
Berat isi padat = (W_3/V) , gram/cm^3	1,36

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT
AGREGAT KASAR**

Kerikil Asal : Clereng

URAIAN	SAMPEL
Berat tabung (W_1), gram	11000
Berat tabung + agregat kering tungku (W_2), gram	19100
Berat agregat bersih (W_3), gram	8100
Volume tabung (V), cm^3	5301,44
Berat isi padat = (W_3/V) , gram/cm^3	1,53

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Pasir Asal : Merapi

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
4,8	0	0	0	100
2,40	184,5	9,225	9,225	90,775
1,20	395,5	19,775	29	71
0,60	697,6	34,88	63,88	36,12
0,30	472,1	23,605	87,485	12,515
0,15	175,1	8,755	96,24	3,76
Sisa	75,2	3,76	-	-
Jumlah	2000	100	385,83	-

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{385,83}{100} = 3,86$$

Keterangan : Daerah : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Dari hasil pemeriksaan diatas diketahui bahwa pasir yang diteliti masuk pada Daerah II pasir agak kasar.

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Kerikil Asal : Kaliurang

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal Komulatif (%)	Persen lolos Komulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	3504	70,08	70,08	29,92
4,8	1490	29,8	100	0
2,4			100	0
1,2			100	0
0,6			100	0
0,3			100	0
0,15			100	0
sisa	6	0,12	100	0
Jumlah	5000		770,08	-
Modulus halus butir		=	7,7008	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{7.7}{100} = 7,7$$

Mengetahui,
Petugas Laboratorium

Penguji

(Wuriandreza Gigih M)

Lampiran

3

- 3.1. Pengujian Kuat Desak Beton
- 3.2. Pengujian Kuat Tarik Beton
- 3.3. Pengujian Kuat Lentur Beton

PENGUJIAN GAYA LENTUR PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI LENTUR						Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Perhitungan			Kuat Lentur (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi			Berat (gr)			Panjang (L) (mm)	3xPxL (Nmm)	2xbxd ² (mm ³)		
			Lebar (b)	Tinggi (d)	Panjang (Lt)								
Beton Normal (N)													
1	25 april '08	20	102	102	401	9300	25 mei '08	950	300	8379000	2122416	3,948	2229,145
2	25 april '08	20	102	102	401	9200	25 mei '08	730	300	6438600	2122416	3,034	2205,175
Rata-rata													
N	25 april '08	20	102	102	401	9250	25 mei '08	840	300	7408800	2122416	3,491	2217,16

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA LENTUR PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI LENTUR						Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Perhitungan			Kuat Lentur (Mpa)	Berat Volume (kg/m³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi			Berat (gr)			Panjang (L) (mm)	3xPxL (Nmm)	2xbxd² (mm³)		
			Lebar (b)	Tinggi (d)	Panjang (Lt)								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 5 % dan Superplastizer 1 % (B1)													
1	25 april '08	20	100	98	400	9400	2 juni '08	1080	300	9525600	1920800	4,96	2397,959
2	25 april '08	20	100	98	400	9300	2 juni '08	965	300	8511300	1920800	4,432	2372,449
Rata-rata													
BI	25 april '08	20	100	98	400	9350	2 juni '08	1022,5	300	9018450	1920800	4,696	2385,204

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA LENTUR PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI LENTUR						Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Perhitungan			Kuat Lentur (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi			Berat (gr)			Panjang (L) (mm)	3xPxL (Nmm)	2xbxd ² (mm ³)		
			Lebar (b)	Tinggi (d)	Panjang (Lt)								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 10 % dan Superplastizer 1 % (B2)													
1	25 april '08	20	102	102	400	9900	2 juni '08	1050	300	9261000	2122416	4,364	2378,893
2	25 april '08	20	100	102	400	10000	2 juni '08	1335	300	11774700	2080800	5,659	2450,98
Rata-rata													
BII	25 april '08	20	101	102	400	9950	2 juni '08	1192,5	300	10517850	2101608	5,0115	2414,937

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA LENTUR PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI LENTUR						Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Perhitungan			Kuat Lentur (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi			Berat (gr)			Panjang (L) (mm)	3xPxL (Nmm)	2xbxd ² (mm ³)		
			Lebar (b)	Tinggi (d)	Panjang (Lt)								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 15 % dan Superplastizer 1 % (B3)													
1	25 april '08	20	100	101	400	8700	3 juni '08	1230	300	10848600	2040200	5,318	2153,465
2	25 april '08	20	100	101	400	8600	3 juni '08	1310	300	11554200	2040200	5,664	2128,713
Rata-rata													
BIII	25 april '08	20	100	101	400	8650	3 juni '08	1270	300	11201400	2040200	5,491	2141,089

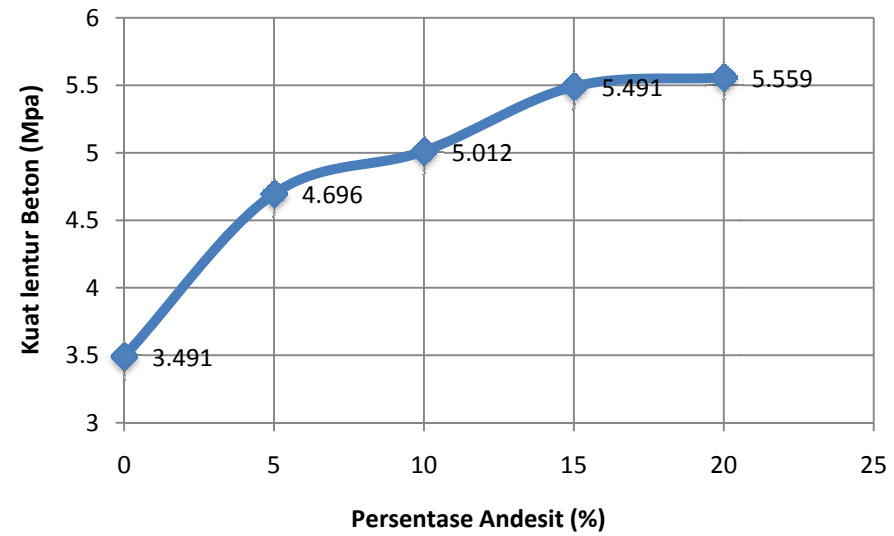
* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA LENTUR PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI LENTUR						Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Perhitungan			Kuat Lentur (Mpa)	Berat Volume (kg/m³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi			Berat (gr)			Panjang (L) (mm)	3xPxL (Nmm)	2xbxd² (mm³)		
			Lebar (b)	Tinggi (d)	Panjang (Lt)								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 20 % dan Superplastizer 1 % (B4)													
1	25 april '08	20	102	99	404	10100	3 juni '08	1285	300	11333700	1999404	5,669	2475,738
2	25 april '08	20	102	100	405	10100	3 juni '08	1260	300	11113200	2040000	5,448	2444,929
Rata-rata													
BIV	25 april '08	20	102	99,5	404,5	10100	3 juni '08	1272,5	300	11223450	2019702	5,5585	2460,333

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

Grafik Kuat Lentur



PENGUJIAN GAYA DESAK PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI DESAK					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Desak (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f _c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Diameter (mm)	Panjang (mm)	Luas (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Normal (N)												
1	25 april '08	20	151	302	12400	25 mei '08	614	151	302	17908	34,28*	2292,83
2	25 april '08	20	152	302	12600	25 mei '08	520	152	302	18146	28,657	2299,25
3	25 april '08	20	150	302	12600	25 mei '08	536,7	150	302	17671	30,372	2360,97
4	25 april '08	20	151	301	12400	25 mei '08	544,6	151	301	17908	30,412	2300,44
5	25 april '08	20	152	303	12800	25 mei '08	526,3	152	303	18146	29,004	2328,04
rata-rata												
N	25 april '08	20	151,2	302	12560	25 mei '08	548,32	151,2	302	17956	29,611	2322,18

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA DESAK PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI DESAK					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Desak (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Diameter (mm)	Panjang (mm)	Luas (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 5 % dan Superplastizer 1 % (D1)												
1	2 mei '08	20	150	300	12900	2 juni '08	518,6	150	300	17671	29,347	2433,3
2	2 mei '08	20	150	299	12500	2 juni '08	388	150	299	17671	21,95*	2365,74
3	2 mei '08	20	150	301	12800	2 juni '08	455,9	150	301	17671	25,799	2406,42
4	2 mei '08	20	151	301	12500	2 juni '08	358,7	151	301	17908	20,03*	2318,99
5	2 mei '08	20	150	301	12800	2 juni '08	480,6	150	301	17671	27,197	2406,42
rata-rata												
DI	2 mei '08	20	150,2	300,4	12700	2 juni '08	440,36	150,2	300,4	17719	27,448	2415,38

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA DESAK PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI DESAK					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Desak (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f ^c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)							
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 10 % dan Superplastizer 1 % (D2)												
1	2 mei '08	20	150	303	12900	2 juni '08	682,6	150	303	17671	38,628	2409,21
2	2 mei '08	20	151	303	13100	2 juni '08	783,8	151	303	17908	43,769	2414,26
3	2 mei '08	20	151	301	12600	2 juni '08	610,6	151	301	17908	34,097	2337,55
4	2 mei '08	20	151	300	12800	2 juni '08	298,5	151	300	17908	16,66*	2382,57
5	2 mei '08	20	151	298	12700	2 juni '08	820,1	151	298	17908	45,796	2379,82
rata-rata												
DII	2 mei '08	20	150,8	301	12820	2 juni '08	639,12	150,8	301	17861	40,573	2385,21

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA DESAK PADA BETON

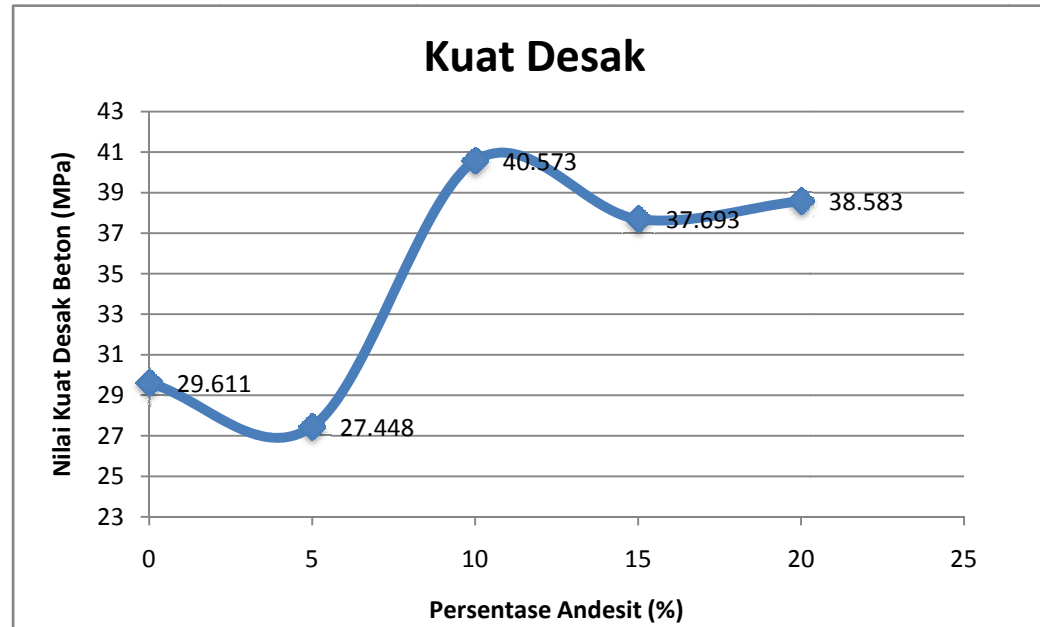
NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI DESAK					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Desak (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f ^c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)							
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 15 % dan Superplastizer 1 % (D3)												
1	3 mei '08	20	151	303	12900	3 juni '08	602,2	151	303	17908	33,628	2377,41
2	3 mei '08	20	150	304	12700	3 juni '08	739,7	150	304	17671	41,859	2364,06
3	3 mei '08	20	150	304	12900	3 juni '08	608,6	150	304	17671	34,44	2401,29
4	3 mei '08	20	151	303	12800	3 juni '08	707,5	151	303	17908	39,508	2358,98
5	3 mei '08	20	151	304	12900	3 juni '08	698,9	151	304	17908	39,028	2369,59
rata-rata												
DIII	3 mei '08	20	150,6	303,6	12840	3 juni '08	671,38	150,6	303,6	17813	37,693	2374,26

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA DESAK PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI DESAK					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Desak (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f ^c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Diameter (mm)	Panjang (mm)	Luas (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 20 % dan Superplastizer 1 % (D4)												
1	3 mei '08	20	150	302	12500	3 juni '08	550,8	150	302	17671	31,169	2342,24
2	3 mei '08	20	151	304	13000	3 juni '08	806,2	151	304	17908	45,02	2387,95
3	3 mei '08	20	150	299	12500	3 juni '08	721,7	150	299	17671	40,84	2365,74
4	3 mei '08	20	150	307	13100	3 juni '08	659,2	150	307	17671	37,304	2414,69
5	3 mei '08	20	150	303	12700	3 juni '08	524,9	150	303	17671	29,70*	2371,86
rata-rata												
DIV	3 mei '08	20	150,2	303	12760	3 juni '08	652,56	150,2	303	17719	38,583	2377,65

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.



PENGUJIAN GAYA GESER PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI GESER					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Tarik (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Lebar (mm)	Panjang (mm)	L x P (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Normal (N)												
1	25 april '08	20	151	303	11260	25 mei '08	142	151	303	45753	6,208	2075,16
2	25 april '08	20	150	301	12500	25 mei '08	236	150	301	45150	10,455	2350,02
3	25 april '08	20	150	303	12700	25 mei '08	197,5	150	303	45450	8,691	2371,86
rata-rata												
N	25 april '08	20	150,3333	302,3333	12153,3	25 mei '08	189	150,33	302,333	45451	8,4513	2265,68

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA GESER PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI GESER					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Tarik (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f _c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Lebar (mm)	Panjang (mm)	L x P (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gerrgajian Batu Andesit 5 % dan Superplastizer 1 % (G1)												
1	2 mei '08	20	150	299	12500	2 juni '08	220,4	150	299	44850	9,829	2365,74
2	2 mei '08	20	151	304	12900	2 juni '08	221,2	151	304	45904	9,638	2369,59
3	2 mei '08	20	151	304	12900	2 juni '08	187,9	151	304	45904	8,187	2369,59
rata-rata												
GI	2 mei '08	20	150,6667	302,3333	12766,7	2 juni '08	209,83333	150,67	302,333	45553	9,218	2368,3

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA GESER PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI GESER					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Tarik (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Lebar (mm)	Panjang (mm)	L x P (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 10 % dan Superplastizer 1 % (G2)												
1	2 mei '08	20	151	301	12700	2 juni '08	290	151	301	45451	12,761	2356,1
2	2 mei '08	20	151	304	12800	2 juni '08	225,2	151	304	45904	9,812	2351,22
3	2 mei '08	20	151	302	12600	2 juni '08	190,8	151	302	45602	8,369	2329,81
rata-rata												
GII	2 mei '08	20	151	302,3333	12700	2 juni '08	235,33333	151	302,333	45652	10,314	2345,71

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA GESER PADA BETON

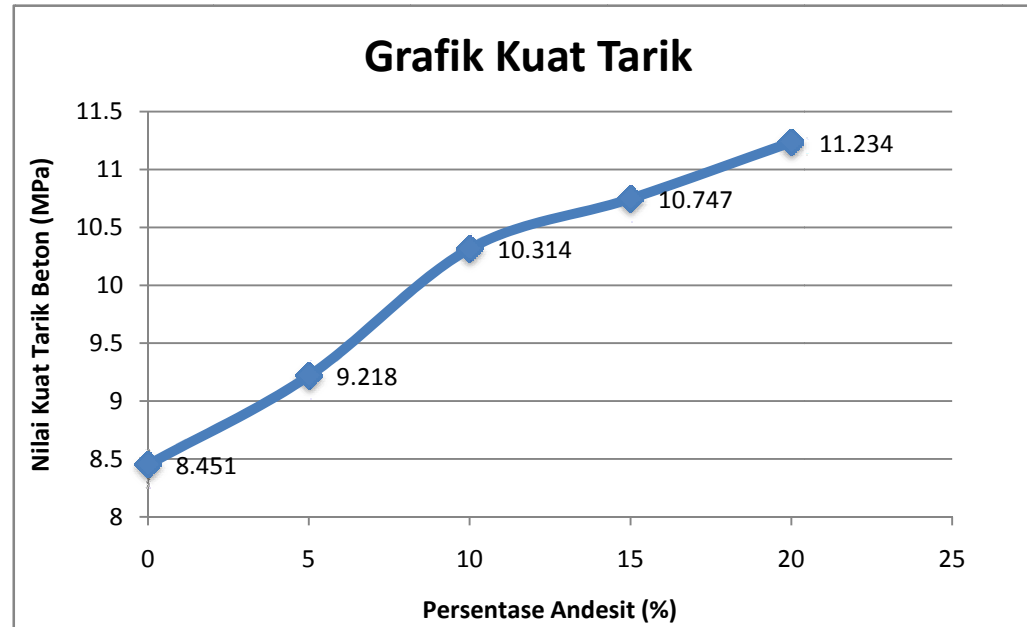
NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI GESER					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Tarik (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f'c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Lebar (mm)	Panjang (mm)	L x P (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 15 % dan Superplastizer 1 % (G3)												
1	3 mei '08	20	150	302	12800	3 juni '08	192,4	150	302	45300	8,495	2398,45
2	3 mei '08	20	150	302	12500	3 juni '08	259,4	150	302	45300	11,453	2342,24
3	3 mei '08	20	150	304	12800	3 juni '08	280,3	150	304	45600	12,294	2382,67
rata-rata												
GIII	3 mei '08	20	150	302,6667	12700	3 juni '08	244,03333	150	302,667	45400	10,747	2374,45

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.

PENGUJIAN GAYA GESER PADA BETON

NOMOR URUT	IDENTIFIKASI BENDA UJI GESER					Tanggal Uji atau umur Uji	Beban (P) Maksimum kgf	Dimensi			Kuat Tarik (Mpa)	Berat Volume (kg/m ³)
	Tanggal Pembuatan	f _c (Mpa) rencana	Dimensi		Berat (gr)			Lebar (mm)	Panjang (mm)	L x P (mm ²)		
			Diameter	Panjang								
Beton Dengan penambahan Gergajian Batu Andesit 20 % dan Superplastizer 1 % (G4)												
1	3 mei '08	20	150	304	12800	3 juni '08	256,4	150	304	45600	11,246	2382,67
2	3 mei '08	20	150	300	12700	3 juni '08	252,5	150	300	45000	11,223	2395,58
3	3 mei '08	20	151	304	13000	3 juni '08	257,8	151	304	45904	11,233	2387,95
rata-rata												
GIV	3 mei '08	20	150,3333	302,6667	12833,3	3 juni '08	255,56667	150,33	302,667	45501	11,234	2388,73

* Tidak dipakai dalam perhitungan rata-rata.



Lampiran

4

- 4.1. Dokumentasi Alat – Alat Yang digunakan
- 4.2. Dokumentasi Bahan-bahan
- 4.3. Dokumentasi Pembuatan Beton
- 4.4. Dokumentasi Uji Kuat Desak Beton
- 4.5. Dokumentasi Uji Kuat Tarik Beton
- 4.6. Dokumentasi Uji Kuat Lentur Beton

BAHAN MATERIAL BETON



Aggregat Kasar



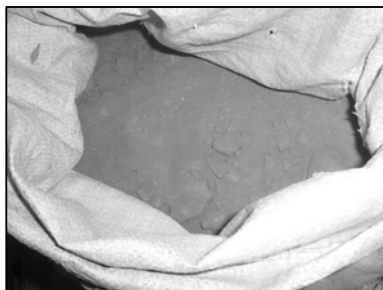
Superplasticizer



Aggregat Halus



Semen Holcym



Limbah Gergajian Andesit

DOKUMENTASI

PENGUJIAN KUAT DESAK BETON



Sample Beton



Penimbangan Berat Beton



Mesin Uji Desak



Pengujian Desak

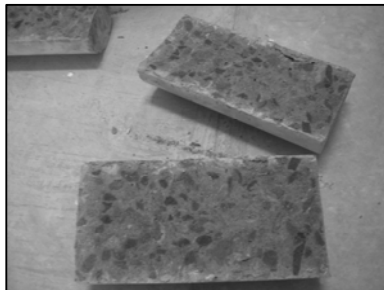


Hasil Sampel Beton Yang telah Dilakukan Pengujian Desak

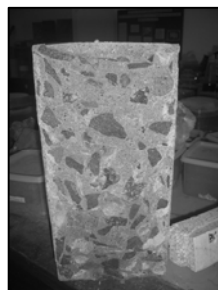
DOKUMENTASI
PENGUJIAN KUAT TARIK BETON



Sampel beton sebelum di uji



*Sampel Setelah
diuji Tes Belah
Beton*



DOKUMENTASI

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON



Sampel Balok 10x10x40cm



Pengujian Lentur



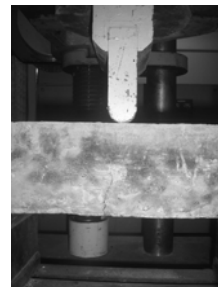
Penandaan garis titik tumpuan dan titik pembebanan



Alat Pengujian Lentur



Tempat Peletakan Sampel



Pembebanan tepat Ditengah bentang

DOKUMENTASI
PEMBUATAN BENDA UJI



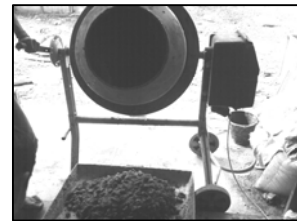
Cetakan Silinder



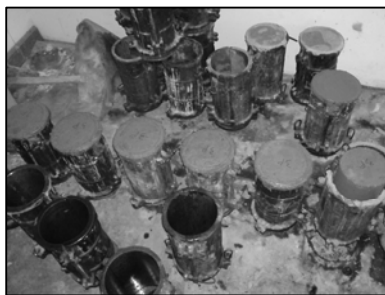
Cetok



Campuran Yang telah dikeluarkan dari molen



Pengadukan Dengan Molen



Tempat Meletakkan Cetakan Yang telah Terisi
Beton segar



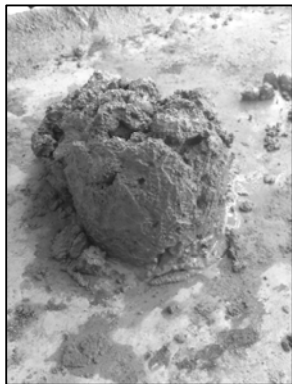
Memasukkan Beton Segar
Kedalam Cetakan



Memasukkan Beton Kedalam Kerucut Abrams



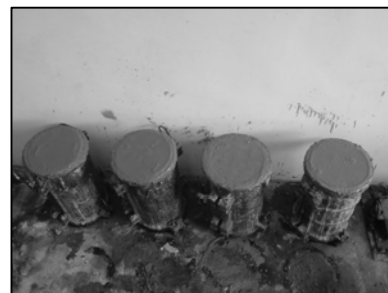
Kerucut Abrams



Hasil Pengujian Slump



Pemadatan beton segar
didalam cetakan



Cetakan Yang telah terisi
disimpan dan ditunggu 1 hari
Kemudian cetakan dibuka

Lampiran

5

5.1. Mix Design

MIX DESIGN

Pengaturan campuran beton didasarkan pada data bahan penyusun beton sebagai berikut ini.

- | | | |
|-----|---------------------------------|--------------------------|
| 8. | BJ agregat kasar | = 2,51 g/cm ³ |
| 9. | BJ agregat halus | = 2.75 g/cm ³ |
| 10. | MHB agregat halus | = 2,82. |
| 11. | Kandungan lumpur agregat halus | = 1.04 %. |
| 12. | BJ semen Portland | = 3,15 cm ³ . |
| 13. | Diameter maksimum agregat kasar | = 20 mm. |
| 14. | Kuat tekan rencana | = 20 MPa. |

Perancangan adukan beton pada penelitian ini menggunakan cara SK.SNI-15-1990-03. SNI menyarankan perancangan campuran supaya selalu memperhatikan nilai ekonomis, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kekuatan sesuai dengan yang diinginkan. Untuk membuat suatu adukan beton, terlebih dahulu perlu diketahui perbandingan komposisi bahan-bahan penyusunnya.

Uraian perencanaan campuran beton cara SNI sebagai berikut ini :

15. Mencari voleme total beton

Cetakan silinder : jumlah sampel untuk peneletian adalah 40 buah

- tinggi = 30 cm
- diameter = 15 cm

$$\text{Volume} = 0,25 \times 0,15^2 \times 0,3 \times 40 = 0.212 \text{ m}^3$$

Cetakan balok : jumlah sampel balok adalah 10 buah

- tinggi = 10 cm
- lebar = 10 cm
- panjang = 40 cm

$$\text{Volume} = 0,10 \times 0,10 \times 0,4 \times 10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi total volume beton} = 0,212 + 0,04 = 0.252 \text{ m}^3$$

16. Jenis konstruksi diasumsikan untuk plat, balok, kolom

Digunakan nilai slump : min 7,5 cm ; max = 15 cm

17. Deviasi standar

$$\text{Diambil } s = 6,5 \text{ kg/cm}^2$$

Langkah-langkah perencanaan menurut metode SNI :

2. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan yaitu disyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat pengawasan mutunya

$$\text{Nilai margin : } m = K \times s$$

$$m = 1,64 \times 6,5 = 10,66 \text{ Mpa}$$

dengan s nilai deviasi standar dan faktor pengali diambil dari tabel 4.1

Kuat tekan rata-rata dihitung dari kuat tekan yang disyaratkan ditambah margin :

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 20 + 10.66 = 30.66 \text{ Mpa}$$

dengan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

Tabel 4.1. Faktor Pengali untuk deviasi standar (kg/cm^2)

Tingkat Pengendalian Mutu Pengerjaan	faktor Pengali Standar
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

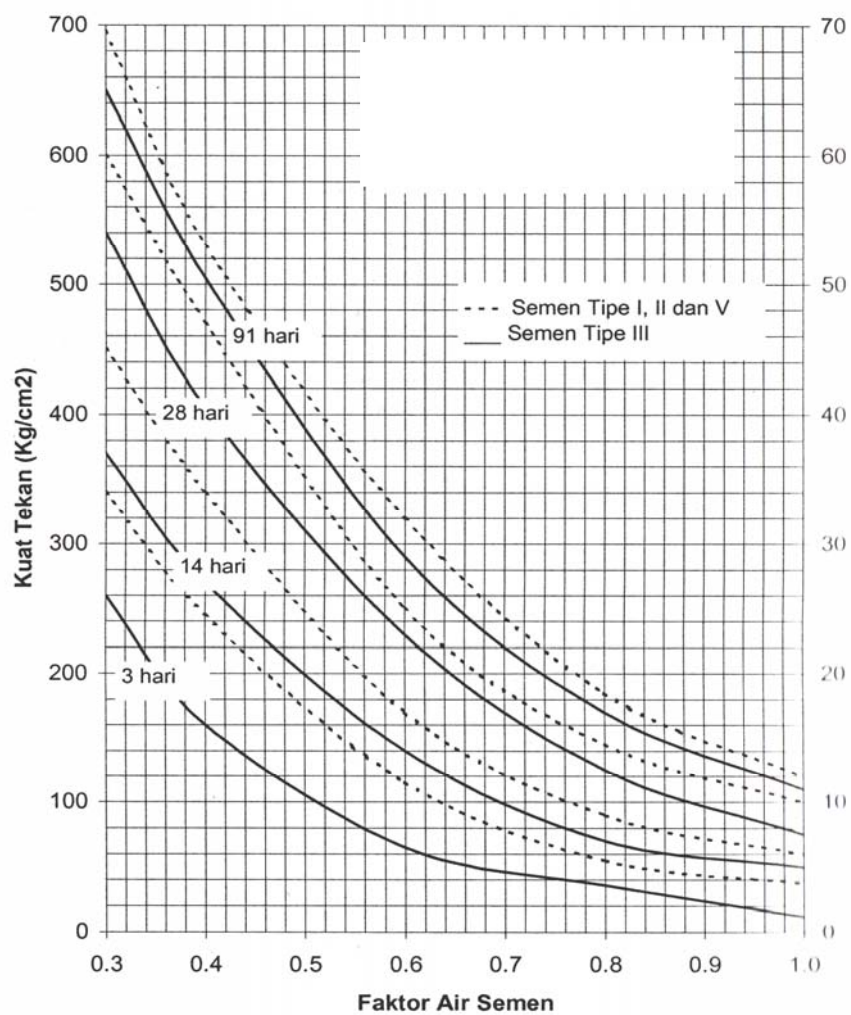
* bila data uji lapangan tidak tersedia maka kuat tekan rata-rata yang di

targetkan f'_{cr} harus diambil tidak kurang dari : $(f'_c + 12) \text{ Mpa}$

Dimana $K = 1,64$

18. Menetapkan faktor air semen

Berdasarkan kuat tekan rata-rata umur beton yang dikehendaki (lihat grafik (4.1) dan keawetan berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (4,3). Dari kedua tabel pilih yang paling rendah.



Gambar 4.1. Grafik hubungan faktor air semen dan kuat desak beton silinder beton diameter 150 mm x tinggi 300 mm

- Didapat nilai fas = 0.47

Tabel 4.2. Faktor air semen maksimum

Jenis pembetonan	F a s maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non-korosif	0.6
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	0.6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.6
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti- ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0.52
Beton yang kontinu selalu berhubungan	
a. Air tawar	0.57
b. Air laut	0.52

Dari tabel 4.3 dipakai untuk keadaan keliling non korosif = 0.6

- dipakai fas minimum = 0.47

19. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregatnya. (lihat tabel 4.3 dan 4.4)

Tabel 4.3. Nilai Slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	125 mm	50 mm
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur dibawah tanah	90 mm	25 mm
Pelat, balok, kolom dan dinding	150 mm	75 mm
Pengerasan jalan	75 mm	50 mm
Pembetonan masal	75 mm	25 mm

Dipakai slump antara 7.5 – 15 cm

Tabel 4.4. Ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi Minimum, mm	Balok/Kolom	Plat
62.5	13 mm	20 mm
150	40 mm	40 mm
300	40 mm	80 mm
750	80 mm	80 mm

Dipakai ukuran agregat 20 mm

20. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.(lihat table 4.6)

Tabel 4.5. Perkiraan kebutuhan berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, liter

Besar Ukuran 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
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

$$A = 225$$

21. Menghitung berat semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (6) dan (4) di atas

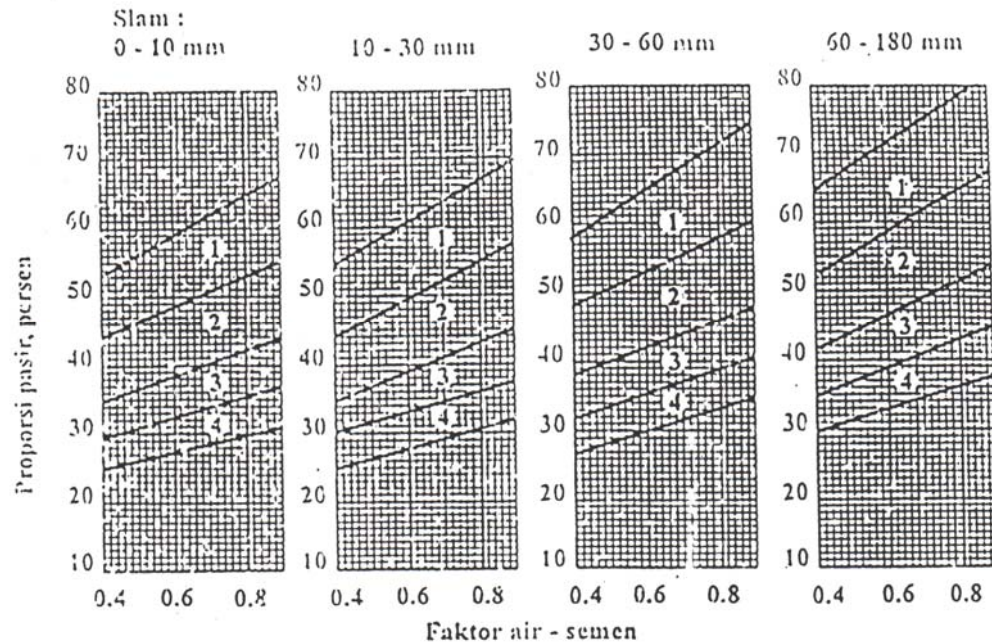
$$W_s = A/fas$$

$$W_s = 225/0.5 = 450 \text{ kg/m}^3$$

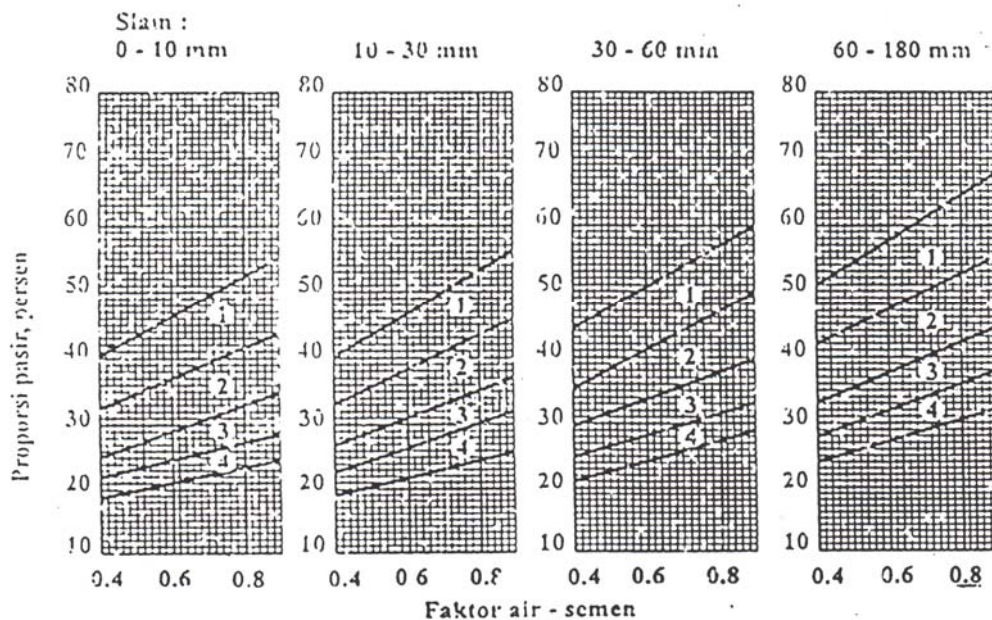
22. Menetapkan golongan pasir berdasarkan nilai prosentase kelulusan pasir. (lampiran 2)

23. Menetapkan proporsi pasir dalam persen berdasarkan ukuran agregat

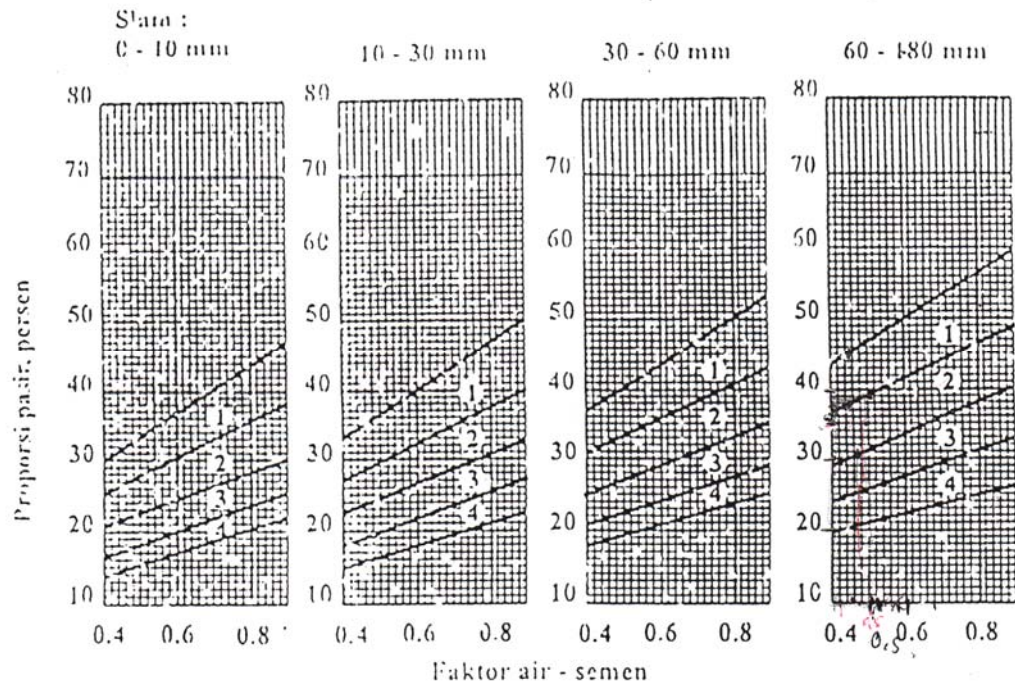
kasar, nilai slump, golongan pasir dan factor air semen



Gambar 4.2.a Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 4.2.b Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4.2.c Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

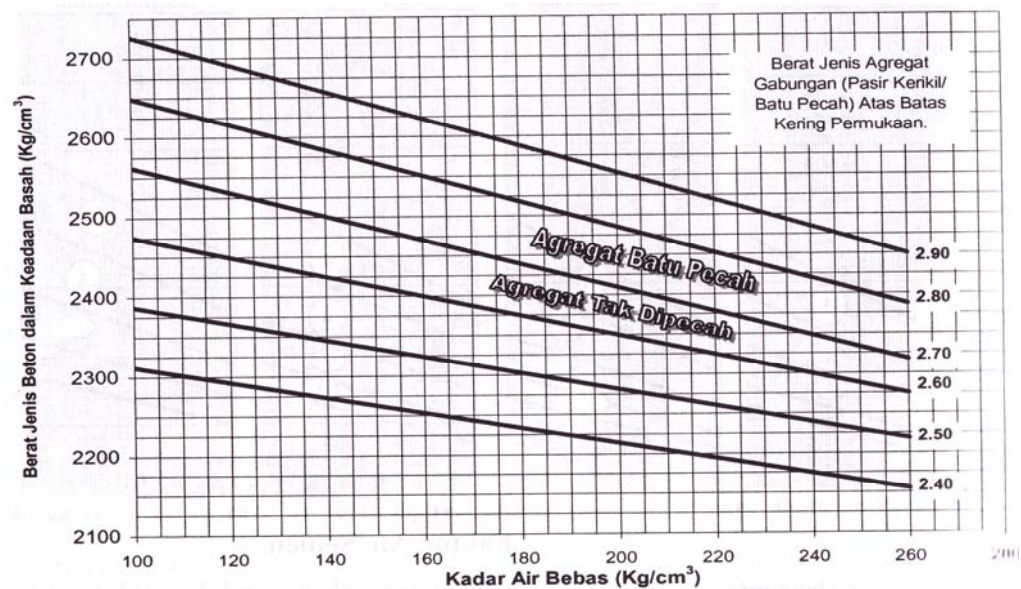
- didapat prosentase pasir adalah 39 %
- Maka prosentase agegat kasar = $100 - 39 = 61$ %

24. Mencari berat jenis campuran beton

$$BJ_{\text{camp}} = \frac{p}{100} \times BJ \text{ agregat halus} + \frac{p}{100} \times BJ \text{ agregat kasar}$$

$$BJ_{\text{camp}} = \frac{39}{100} \times 2.75 + \frac{61}{100} \times 2.51 = 2.601 \sim 2.6 \text{ kg/m}^3$$

25. Berat beton (Grafik 4.3) berdasarkan hubungan berat jenis campuran, nilai kandungan air, berat beton



Gambar 4.3. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

- Dari grafik ini didapat berat beton sebesar 2350 kg/m^3

26. Menentukan kebutuhan campuran pasir dan kerikil

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat campuran} &= \text{Berat Beton} + \text{air} + \text{semen} \\ &= 2350 + 225 + 450 \\ &= 1675 \text{ kg/ m}^3\end{aligned}$$

27. Kebutuhan pasir

$$B_p = \frac{p}{100} \times \text{berat agregat campuran}$$

$$B_p = \frac{p}{100} \times 1675 = 653.25 \text{ kg/ m}^3$$

Kebutuhan Kerikil

$$B_k = \text{berat agregat} - B_p$$

$$= 1675 - 653.25$$

$$= 1021.75 \text{ kg/ m}^3$$

28. Berat bahan bahan campuran untuk beton adalah

$$\text{Berat total volume} = 0.252 \text{ m}^3$$

Koreksi untuk faktor keamanan dalam pengerjaan sebesar 15 %

Kebutuhan 1 m³ :

-	air	=	225	l
-	semen	=	450	kg
-	pasir	=	653,25	kg
-	kerikil	=	1021,75	kg

Kebutuhan 8 silinder dan 2 balok :

$$\text{Air} = 0,252 \times 1,15 \times 225 = 13,05 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 0,252 \times 1,15 \times 450 = 26,09 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,252 \times 1,15 \times 653,25 = 37,88 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,252 \times 1,15 \times 1021,75 = 59,24 \text{ kg}$$

29. Untuk Penambahan Andesit 5 % dan SP 1 %

Kebutuhan 8 silinder dan 2 balok :

Air	$= 0,252 \times 1,15 \times 225$	=	13,05 kg
Andesit	$= 5 \% \times 26,09$	=	1,30 kg
Semen	$= 26,09 - 1,30$	=	24,79 kg
Pasir	$= 0,252 \times 1,15 \times 653,25$	=	37,88 kg
Kerikil	$= 0,252 \times 1,15 \times 1021,75$	=	59,24 kg
SP	$= 1 \% \times 24,79$	=	0,25 kg

30. Untuk Penambahan Andesit 10 % dan SP 1 %

Kebutuhan 8 silinder dan 2 balok :

Air	$= 0,252 \times 1,15 \times 225$	=	13,05 kg
Andesit	$= 10 \% \times 26,09$	=	2,61 kg
Semen	$= 26,09 - 2,61$	=	23,48 kg
Pasir	$= 0,252 \times 1,15 \times 653,25$	=	37,88 kg
Kerikil	$= 0,252 \times 1,15 \times 1021,75$	=	59,24 kg
SP	$= 1 \% \times 23,48$	=	0,23 kg

31. Untuk Penambahan Andesit 15 % dan SP 1 %

Kebutuhan 8 silinder dan 2 balok :

Air	$= 0,252 \times 1,15 \times 225$	=	13,05 kg
Andesit	$= 15 \% \times 26,09$	=	3,91 kg
Semen	$= 26,09 - 3,91$	=	22,18 kg

Pasir	$= 0,252 \times 1,15 \times 653,25$	$=$	37,88 kg
Kerikil	$= 0,252 \times 1,15 \times 1021,75$	$=$	59,24 kg
SP	$= 1 \% \times 22,18$	$=$	0,22 kg

32. Untuk Penambahan Andesit 20 % dan SP 1 %

Kebutuhan 8 silinder dan 2 balok :

Air	$= 0,252 \times 1,15 \times 225$	$=$	13,05 kg
Andesit	$= 20 \% \times 26,09$	$=$	5,21 kg
Semen	$= 26,09 - 5,21$	$=$	20,88 kg
Pasir	$= 0,252 \times 1,15 \times 653,25$	$=$	37,88 kg
Kerikil	$= 0,252 \times 1,15 \times 1021,75$	$=$	59,24 kg
SP	$= 1 \% \times 20,88$	$=$	0,23 kg

PERHITUNGAN MIX DESIGN

1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari	f'_c	20	Mpa
2	Deviasi standart	$s = 5 s/d 7$	6,5	MPa
3	Nilai tambah	$m = 1,64 \times (2)$	10,66	MPa
4	Kuat tekan rata - rata yang ditargetkan	$f'_{cr} = (1) + (3)$	30,66	MPa
5	Jenis semen	Biasa / Khusus	Biasa	
6	Jenis kerikil	Alami / Pecah	Batu pecah	
7	Faktor air semen, untuk berbagai benda uji	Grafik 1a & 1b	0,6	
8	Faktor air semen maks	Tabel 3a	0,5	
		ambil terkecil	0,5	
9	Nilai slump	Tabel 4	10	cm
10	Ukuran butiran maksimum kerikil		20	cm
11	kebutuhan air	Tabel 5	225	liter
12	Kebutuhan semen portland	$(11) / (8)$	450	kg
13	Kebutuhan semen portland minimum	Tabel 6a	275	kg
	diambil yg besar		450	kg
14	Penyesuaian jumlah air atau $f_a s$		tidak	
15	Pasir masuk golongan		zona 2	
16	Persentase pasir terhadap agregat Campuran	Grafik 2c	39	61
17	Berat Jenis Campuran, dari data material		2,6	kg/m^3
18	Berat beton	Grafik 3	2350	kg/m^3
19	Kebutuhan campuran pasir dan kerikil		1675	kg/m^3
20	kebutuhan pasir		653,25	kg/m^3
21	kebutuhan kerikil		1021,75	kg/m^3

Berat 1
 m^3

air	semen	pasir	kerikil	total
225	450	653,25	1021,75	2350

