TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KUAT DESAK BETON DENGAN BAHAN-IKAT SEMEN PORTLAND POZZOLAN (PPC) DAN SEMEN PORTLAND (PC)

Disusun oleh :

Nama : **Lisa Wijayanti**
No. mhs. : **95 310 090**
Nirm : **950051013114120089**

Nama : **Kiswantoro**
No. mhs. : **95 310 272**
Nirm : **950051013114120269**

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

2000

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KUAT DESAK BETON DENGAN BAHAN-IKAT SEMEN PORTLAND POZZOLAN (PPC) DAN SEMEN PORTLAND (PC)

Disusun oleh:

Nama : Lisa Wijayanti
No. Mhs : 95 310 090
NIRM : 950051013114120089

Nama : Kiswantoro
No. Mhs : 95 310 272
NIRM : 950051013114120269

Telah diperiksa dan disetujui:

Ir. H. Moch. Teguh, MSCE

Dosen Pembimbing I

Tanggal: 20 - 12 - 2000

Ir. H. Ilman Noor, MSCE

Dosen Pembimbing II

Tanggal: 20/12 - 2000

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan ridho-Nya kepada kita semua, karena dengan kasih dan sayang-Nyalah Tugas Akhir ini dapat kami selesaikan. Sholawat dan salam semoga terlimpah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas Akhir dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul "Perbandingan Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat Semen Portland Pozzolan (ppc) dan Semen Portland (pc)" diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Hal ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Ir. H. Widodo, M.S.C.E, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Moch. Teguh, M.S.C.E, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. H. Ilman Noor, M.S.C.E, selaku Dosen Pembimbing II.

4. Bapak dan Ibu tercinta yang telah banyak memberi bantuan dan dorongan moril maupun materiil dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan karyawan di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan di masa mendatang. Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua, dan kita dapat selalu berkreasi untuk mencapai hal yang lebih baik dari apa yang telah kita peroleh sekarang. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, November 2000

Penulis

LISA WIJAYANTI

KISWANTORO

DAFTAR ISI

		Halaman
Halaman Judul		i
Halaman Pengesahan		ii
Prakata		iii
Daftar Isi		v
Daftar Tabel		viii
Daftar Gambar		xi
Abstraksi		xii
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Pokok Masalah	2
	1.3 Rumusan Masalah	2
	1.4 Tujuan Penelitian	2
	1.5 Manfaat Penelitian	2
	1.6 Batasan Masalah	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III	LANDASAN TEORI	6
	3.1 Tinjauan Umum	6
	3.2 Material Penyusun Beton	6

3.2.1 Semen Portland Biasa (tipe 1)..... 7

3.2.2 Semen Portland Pozzolan..... 12

3.2.3 Agregat Halus..... 14

3.2.4 Agregat Kasar..... 16

3.2.5 Air..... 17

3.3 Faktor Air Semen (FAS)..... 18

3.4 Slump..... 20

3.5 *Workability*..... 20

3.6 Metode Perencanaan Adukan Beton..... 22

3.7 Kekuatan Beton..... 27

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN..... 29

4.1 Standar Tes dan Spesifikasi Bahan..... 29

4.2 Alat-alat yang Digunakan..... 31

4.3 Cara Penelitian..... 33

4.4 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton..... 37

4.4.1 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton untuk Kuat Desak Rencana fc'= 20 Mpa..... 37

4.4.2 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton untuk Kuat Desak Rencana fc'= 25 Mpa..... 40

4.4.3 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton untuk Kuat Desak Rencana fc'= 30 Mpa..... 42

4.5 Pembuatan Campuran Beton..... 45

4.6 Pengujian Slump..... 45

4.7 Pembuatan Benda Uji..... 45

4.8 Rawatan Benda Uji..... 46

4.9 Pengujian Benda Uji..... 46

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN..... 47

5.1 Hasil Penelitian..... 47

5.2 Pembahasan..... 71

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... 76

6.1 Kesimpulan..... 76

6.2 Saran-saran..... 77

DAFTAR PUSTAKA..... 78

LAMPIRAN..... 79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Susunan Unsur Semen Portland..... 7

Tabel 3.2 Komposisi Empat Unsur Penting dalam Semen Portland..... 8

Tabel 3.3 Ikhtisar Jenis dan Kekuatan Semen..... 12

Tabel 3.4 Kandungan unsur-unsur kimia penyusun semen..... 13

Tabel 3.5 Nilai Slump untuk Berbagai Jenis Struktur..... 20

Tabel 3.6 Nilai k untuk Beberapa Keadaan..... 22

Tabel 3.7 Nilai Deviasi Standar..... 23

Tabel 3.8 Faktor Modifikasi Simpangan Baku..... 23

Tabel 3.9 Hubungan fas dengan Kuat Desak Rata-rata Silinder Beton Umur 28 Hari..... 24

Tabel 3.10 Fas Berdasarkan Pengaruh Tempat Elemen Struktur..... 24

Tabel 3.11 Nilai Slump Berdasarkan Jenis Elemen Struktur..... 25

Tabel 3.12 Perkiraan Nilai Slump Berdasarkan Ukuran Agregat Maksimum..... 25

Tabel 3.13 Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar per m^3 Beton Berdasarkan Ukuran Agregat Maksimum dan Modulus Halus Butir Pasir..... 26

Tabel 4.1 Gradasi Pasir Alam Asal Sungai Krasak..... 30

Tabel 4.2 Alat-alat yang Digunakan..... 32

Tabel 4.3 Komposisi Benda Uji..... 34

Tabel 5.1 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan

fc'= 20 Mpa (7 Hari)..... 48

Tabel 5.2 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 25 Mpa (7 Hari)..... 49

Tabel 5.3 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 30 Mpa (7 Hari)..... 50

Tabel 5.4 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 20 Mpa (14 Hari)..... 51

Tabel 5.5 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 25 Mpa (14 Hari)..... 52

Tabel 5.6 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 30 Mpa (14 Hari)..... 53

Tabel 5.7 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 20 Mpa (21 Hari)..... 54

Tabel 5.8 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 25 Mpa (21 Hari)..... 55

Tabel 5.9 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 30 Mpa (21 Hari)..... 56

Tabel 5.10 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 20 Mpa (28 Hari)..... 57

Tabel 5.11 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 25 Mpa (28 Hari)..... 58

fc'= 25 Mpa (28 Hari)..... 58

Tabel 5.12 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 30 Mpa (28 Hari)..... 59

Tabel 5.13 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 20 Mpa (60 Hari)..... 60

Tabel 5.14 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 25 Mpa (60 Hari)..... 61

Tabel 5.15 Hasil Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat PPC dan PC dengan fc'= 30 Mpa (60 Hari)..... 62

Tabel 5.16 Kuat Desak Rata-rata Beton dengan Menggunakan Semen Portland Biasa..... 63

Tabel 5.17 Kuat Desak Rata-rata Beton dengan Menggunakan Semen Portland Pozzolan..... 63

Tabel 5.18 Hasil konversi kuat desak beton yang menggunakan pc..... 64

Tabel 5.19 Hasil konversi kuat desak beton yang menggunakan ppc..... 64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hubungan Umur dengan Kuat Desak pada Unsur-unsur Semen.....	10
Gambar 3.2	Hubungan Antara Kuat Desak Beton dengan Nilai fas.....	19
Gambar 4.1	Bagan Alir Prosedur Penelitian.....	36
Gambar 5.1	Hubungan kuat desak rata-rata dengan umur beton	65
Gambar 5.2	Hubungan konversi kuat desak beton pc terhadap standar PBI '71.....	73
Gambar 5.3	Hubungan konversi kuat desak beton ppc terhadap standar PBI '71.....	74

ABSTRAK

Perkembangan teknologi industri selalu menimbulkan berbagai dampak bagi kehidupan manusia. Adanya masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah produksi industri adalah salah satu dampak negatif yang nyata. Sedangkan salah satu dampak positif dalam industri semen adalah keluarnya produksi semen portland pozzolan (ppc) dalam isi kemasan 40 kg/sak. Pemakaian dari semen portland pozzolan sendiri adalah sama dengan semen portland biasa (pc), yaitu untuk pemakaian umum tanpa memerlukan persyaratan khusus.

Perbedaan harga antara ppc dan pc serta kebutuhan jumlah semen dalam pemakaiannya membuat kecenderungan masyarakat lebih memilih ppc. Adanya bahan pozzolan dalam semen portland pozzolan tentunya akan menghasilkan kualitas beton yang berbeda bila dibandingkan dengan beton yang memakai semen portland biasa. Suatu studi terhadap kedua macam semen tersebut untuk pembuatan beton telah dilakukan, dan salah satunya adalah penelitian yang mengambil topik Perbandingan Kuat Desak Beton dengan Bahan-ikat Semen Portland Tipe 1 (pc) dan Semen Portland Pozzolan (ppc). Dengan membuat variasi terhadap mutu beton fc'=20 Mpa, fc'= 25 Mpa, dan fc'= 30 Mpa akan dilakukan uji kuat desak untuk mengetahui keunggulan dari masing-masing beton.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan umur 60 hari, kuat desak rata-rata beton yang memakai semen portland pozzolan selalu lebih rendah dari kuat desak rata-rata beton yang memakai semen portland biasa. Pada umur 7 hari hasil kuat desak rata-rata beton ppc masih dibawah kuat desak rencana. Pada umur 28 hari untuk kuat desak rencana fc'= 20 Mpa diperoleh kuat desak rata-rata beton pc 30, 5023 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc, untuk kuat desak rencana fc'= 25 Mpa diperoleh kuat desak rata-rata beton pc 20,3573 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc, dan untuk kuat desak rencana fc'= 30 Mpa diperoleh kuat desak rata-rata beton pc 17,0517 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc Setelah semua hasil penelitian dikonversikan terhadap standar PBI '71, hasil konversi untuk beton pc sudah sesuai, sedangkan hasil konversi untuk beton ppc hasilnya masih dibawah standar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semen portland merupakan bahan konstruksi yang memiliki peranan penting dalam pembuatan beton. Semen sebagai salah satu bahan pokok penyusun beton harus memiliki kontribusi yang cukup terhadap kekuatan beton seperti yang diharapkan. Semakin tinggi daya-ikat semen terhadap agregat-agregat penyusunnya, maka beton yang dihasilkan semakin baik.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terus mendorong manusia untuk berkarya dan mencari penemuan baru lainnya di berbagai bidang. Salah satu terobosan baru dalam bidang konstruksi adalah munculnya semen portland pozzolan selain semen portland yang biasa digunakan. Baik semen portland pozzolan maupun semen portland keduanya termasuk semen portland jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum tanpa memerlukan persyaratan khusus. Di pasar semen portland pozzolan dikemas dengan isi 40 kg/sak, sedangkan semen portland dikemas dengan isi 50 kg/sak. Dengan adanya semen portland pozzolan tersebut dapat memberikan alternatif lain dalam pemakaian semen portland jenis 1 untuk membuat beton.

1.2 Pokok Masalah

Penelitian terdahulu (Sulastri, 1996) menghasilkan suatu kesimpulan bahwa kuat tekan mortar semen portland pozzolan lebih rendah bila dibandingkan dengan kuat tekan mortar semen portland. Pokok permasalahannya adalah apabila semen portland pozzolan dipakai untuk membuat beton dengan berbagai variasi mutu beton kemudian bagaimana kuat desaknya bila dibandingkan dengan beton yang memakai semen portland.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan variasi mutu beton 20, 25, dan 30 Mpa, apakah benar dengan perbandingan campuran adukan beton tertentu akan diperoleh kuat desak beton yang signifikan antara semen portland pozzolan dan semen portland.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat desak beton yang memakai semen portland pozzolan dibandingkan dengan beton yang memakai semen portland dan untuk menentukan nilai konversinya terhadap standar PBI' 71 untuk beton normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keunggulan beton yang menggunakan semen portland pozzolan dibandingkan

dengan beton yang menggunakan semen portland, dan untuk memastikan alternatif lain dari penggunaan semen portland yang umum digunakan.

1.6 Batasan masalah

Untuk mendapatkan penelitian yang sempurna, macam dan jenis penelitian akan dibatasi pada permasalahan berikut ini.

1. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter 10 - 20 mm, dan diambil dari Celereng, Kulonprogo.
2. Agregat halus digunakan pasir dari Sungai Krasak.
3. Pengujian tekan pada umur 7, 14, 21, 28 dan 60 hari.
4. Mutu beton direncanakan 20, 25 dan 30 Mpa.
5. Jumlah benda uji yang digunakan untuk masing-masing mutu beton sebanyak 5 buah.
6. Dimensi benda uji menggunakan silinder berukuran, tinggi (t) = 300 mm, dan diameter (d) = 150 mm.
7. Bahan-ikat semen yang digunakan adalah semen portland dan Portland Pozzolan Cement (PPC) merk Nusantara.
8. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium BKT UII Yogyakarta.
9. Hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut adalah perbandingan kuat tekan beton yang memakai semen portland dengan beton yang memakai semen portland pozzolan .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan rawatan beton berlangsung (**Istimawan,1996**). Salah satu kebaikan beton adalah termasuk bahan yang berkekuatan tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya akan sama dengan batuan alami (**Kardiyono, 1996**). Beton adalah campuran semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (**SK-SNI-T-15-1991-03,1991**)

Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasar penyusunnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukannya, maupun cara pengerjaan selama proses pengerasan (**Tjokrodimulyo,1995**).Kelompok butiran dan perbandingan berat semen terhadap berat air adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton selain semen (**Suhud,1991**).

Membuat beton sebenarnya tidaklah sesederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana yang sering terlihat pada bangunan sederhana, tetapi jika ingin membuat bangunan beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena

tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton yang baik sehingga beton yang dihasilkan juga baik.Pada perbandingan adukan yang sama, kuat tekan, kuat tarik dan kuat lekat mortar semen pozzolan lebih rendah dibanding mortar semen portland tipe 1 pada umur 7 dan 28 hari (**Sulastri,1996**).

Semen pozzolan mempunyai tahanan yang lebih tinggi terhadap desintregasi kimia daripada semen portland dasar yang dikandungnya, dan ketahanan agresi sulfat semen pozzolan hampir sama dengan semen portland tahan sulfat (**Murdock,L.J** dan **Brook, K.M,1991**).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton merupakan bahan bangunan yang digunakan secara luas yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah. Reaksi yang terjadi antara semen dengan air akan membentuk suatu pasta pengikat yang dalam jangka waktu tertentu akan mengeras. Beton yang mengeras dapat dianggap sebagai batu tiruan yang tersusun dari agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan agregat halus (pasir), pasta semen, serta bahan-tambah yang mengisi rongga-rongga kecil antara butiran pasir.

Peningkatan mutu beton yang sejalan dengan pengurangan fas yang dipergunakan berlaku juga pada struktur lain. Kenyataan menunjukkan bahwa semakin padat mortar beton atau semakin kecil pori-pori yang ada maka semakin tinggi mutu beton yaang dihasilkan.

3.2 Material Penyusun Beton

Bahan-bahan penyusun beton dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu bahan pasif dan bahan aktif. Kelompok pasif yaitu pasir dan kerikil (agregat halus dan agregat kasar), sedangkan kelompok aktif yaitu semen dan air. Kelompok pasif disebut pengisi sedangkan kelompok aktif disebut pengikat atau perekat karena

berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat.

3.2.1 Semen Portland Biasa

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Bahan dasar semen terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina dan oksida besi maka bahan-bahan ini menjadi unsur-unsur pokok semennya. Sebagai hasil dari perubahan susunan kimia yang terjadi diperoleh susunan kimia yang komplek pada semen, dan pada semen portland biasa dapat dilihat sebagaimana pada tabel 3.1. Oksida-oksida tersebut berinteraksi satu sama lain untuk membentuk serangkaian produk yang lebih komplek selama proses peleburan.

Tabel 3.1 Susunan unsur semen portland (Nevile,1975)

Oksida	%
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO_2)	17-25
Alumina (Al_2O_3)	3-8
Besi (Fe_2O_3)	0,5-6
Magnesia (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO_3)	1-2
Soda/potash ($Na_2O + K_2O$)	0,5-1

Walaupun demikian pada dasarnya dapat disebutkan empat unsur yang paling penting seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komposisi 4 unsur penting dalam semen portland (Nevile,1975)

Komposisi	Simbol
Trikalsium Silikat (3 CaO. SiO_2)	C_3S
Dikalsium Silikat (2 CaO. SiO_2)	C_2S
Trikalsium Aluminat (3 CaO. Al_2O_3)	C_3A
Tetrakalsium Aluminoferit (4 CaO. Al_2O_3. Fe_2O_3.)	C_4AF

dengan : C= CaO, S= SiO_2, A= Al_2O_3 dan F= Fe_2O_3

Keempat unsur semen tersebut mempunyai sifat yang berbeda-beda seperti diuraikan di bawah ini.

1. Trikalsium Silikat (3 CaO. SiO_2)

   Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umumnya, terutama dalam 14 hari pertama.

2. Dikalsium Silikat (2 CaO. SiO_2)

   Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan yang terjadi setelah 14-28 hari, dan seterusnya.

3. Trikalsium Aluminat ($3\ CaO.\ Al_2O_3$)

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas,kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi, paling menonjol mengalami desintregasi oleh sulfat air tanah, tendensinya sangat besar untuk retak-retak oleh perubahan volume.

4. Tetrakalsium Aluminoferit ($4\ CaO.\ Al_2O_3.\ Fe_2O_3.$)

Adanya senyawa ini kurang begitu penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen lainnya.

Disamping keempat unsur diatas terdapat MgO dan CaO bebas (Whithey dan Washa,1954, dan Nurmasitoh, 1993).

Ketika semen dicampur dengan air, maka terjadi reaksi kimia dan terbentuklah massa koloidal tipis yang plastis (Tobermorit yang berbentuk gel) dikarenakan terjadi proses hidrasi pada C_2S dan C_3S.

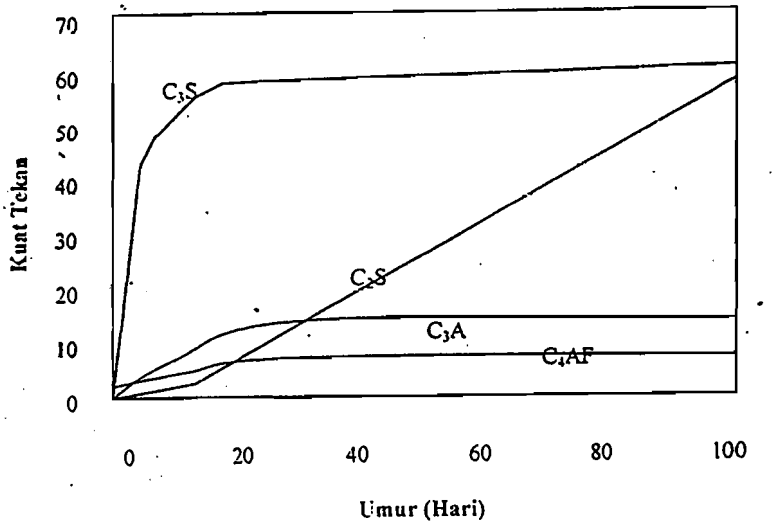
Reaksi dari unsur C_2S dan C_3S adalah sebagai berikut ini (Kardiyono,1992):

$2\ (3CaO.SiO_2) + 7\ H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 3CaO.SiO_2.\ 4\ H_2O$

$2\ (2CaO.SiO_2) + 5\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 ++ 3CaO.2SiO_2.\ 4\ H_2O$

Hasil dari proses reaksi hidrasi di atas adalah $C_3S_2H_3$ yang disebut *Tubermorit* dalam bentuk gel. Gel ini menyelubungi partikel semen dan secara bertahap terhidrasi dan menjadi padat dan mengeras (Whithey dan Washa, 1954, dan Nurmasitoh, 1993), karena bila C_3S dikenai air akan terbentuk massa koloidal dari kalsium hidroksilat

dan massa kristal dari $Ca(OH)_2$.Koloidal ini dengan adanya air akan mengembang dan selanjutnya menyusut dan membentuk gel, yang setiap 1 cc semen dapat menghasilkan ± 2,2 cc gel. Gel ini menyelubungi partikel-partikel semen dan secara bertahap terhidrasi menjadi padat dan semakin mengeras. Hal ini berlangsung selama 24 jam dan sesudah 7 hari menjadi sangat keras. C_2S terhidrolisis menjadi gel dengan kecepaatan lebih kecil daripada C_3S. Oleh karena itu C_3S menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya terutama dalam 14 hari pertama. Sedangkan C_2S berpengaruh pada proses peningkatan kekuatan yang terjadi pada usia 14-28 hari, dan seterusnya (Murdock dan Brook, 1986), sehingga dapat digambarkan grafik hubungan umur dan kuat tekan pada unsur-unsur semen (Kardiyono,1992) yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hubungan umur dengan kuat tekan pada unsur-unsur semen (Kardiyono,1992)

Perbedaan sifat jenis semen satu terhadap semen yang lain terjadi karena perubahan susunan kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis (PUBI-1982).

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum tanpa memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland yang menuntut persyaratan awal yang tinggi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan tahan terhadap sulfat.

Tabel 3.3 Ikhtisar jenis dan kekuatan semen (DPU,1984)

Jenis semen portland	Kuat tekan % terhadap tipe 1			
	1 hari	7 hari	28 hari	3 bulan
I. Normal : kenaikan suhu akibat hidrasi	100	100	100	100
II. Moderate: mengurangi kenaikan suhu	75	85	90	100
III. Kuat awal tinggi	190	120	110	100
IV. Panas hidrasi rendah	55	55	75	100
V. Tahan sulfat	65	75	85	100

Pada penelitian ini dipakai semen Nusantara dengan kemasan 50 kg untuk semen portland biasa dan 40 kg untuk semen portland pozzolan yang ada di pasaran.

3.2.2 Semen Portland Pozzolan

Semen Portland Pozzolan adalah campuran dari 60-85% semen portland dan 15-40% pozzolan. Pozzolan adalah bahan aktif alamiah seperti abu vulkanis, batu apung, abu bahan bakar, tanah liat bakar atau batu tulis. Kecepatan pertambahan kekuatan semen pozzolan lebih rendah daripada semen portland biasa, terutama pada suhu rendah karena kandungan C_3S dikurangi. Bahan pozzolan baru dapat bereaksi setelah kapur bebas terbentuk dalam adukan. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut (Nevile,1975).

setelah kapur bebas terbentuk dalam adukan. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut (Nevile,1975).

2 $C_3S + 6H_2O \rightarrow 2(C_3S_2H_3) + 3\ Ca(OH)_2$

$3\ Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \rightarrow C_3S_2H_3$

dengan : $C_3S_2H_3$ = beton

$Ca(OH)_2$ = kapur bebas

SiO_2 = kandungan terbesar dalam pozzolan

Semen Portland Pozzolan mempunyai sifat yang lebih tahan terhadap sulfat daripada semen portland biasa karena kadar trikalsium aluminat (C_3A) dikurangi (Murdock dan Brook,1986). Untuk lebih jelasnya mengenai unsur-unsur utama penyusun semen portland pozzolan dan semen portland dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kandungan unsur-unsur kimia penyusun semen

SEMEN / UNSUR	PPC	PC
CaO	60 %	65 %
SiO_2	18 %	21 %
Al_2O_3	5,5 %	5,4 %
Fe_2O_3	3,8 %	3,8 %

Semen Portland Pozzolan menghasilkan panas hidrasi yang lebih kecil daripada semen portland biasa.Sifat ketahanan terhadap kotoran dalam air lebih baik, sehingga

cocok untuk bangunan di laut, bangunan pengairan, dan beton massa (Tjokrodimulyo, 1992). Pembuatan semen portland pozzolan ada 2 cara yaitu sebagai berikut:

1. menggiling secara bersama-sama klinker semen dan pozzolan dengan bahan tambah gips atau kalsium sulfat,
2. mencampur sampai rata gerusan semen dan pozzolan halus.

Penggilingan dua meterial secara bersama-sama pada cara pertama lebih mudah daripada mencampur bubuk kering secara baik sebagaimana cara kedua.

3.2.3 Agregat Halus

Agregat halus merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran < 5 mm. Agregat halus atau pasir dapat berupa pasir alam atau debu hasil dari pecahan batu yang dihasilkan alat/mesin pemecah batu *(stone crusher)*. Walaupun hanya sebagai pengisi, akan tetapi agregat menempati sekitar 70% volume beton, karena itu agregat adalah komponen yang paling berpengaruh terhadap sifat-sifat dan kekuatan dalam beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar, sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus. Dalam teknologi beton, agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm

disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus.

Pasir alam dapat digolongkan menjadi tiga macam (Kardiyono,1992), seperti di bawah ini.

1. Pasir galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

3. Pasir laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain dari garam-garaman ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton. Oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

3.2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil dari desintegrasi alami dari batuan alam atau berupa batu pecah dengan ukuran 5-40 mm (Kusuma dan Vis,1993).

Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 golongan sebagai berikut ini (Kardiyono,1992).

1. Agregat Normal

   Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5-2,7 gram/cm, dimana agregat ini biasanya berasal dari basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Adapun beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 gram/cm^3.

2. Agregat Berat

   Adalah agregat yang memiliki berat jenis lebih dari 2,8 gram/cm^3, misalnya magnetik (Fe_3SO_4), Barit ($BaSO_4$) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan dari jenis agregat ini memiliki berat jenis tinggi sampai dengan 5 gram/cm^3, dan biasanya digunakan sebagai pelindung radiasi.

3. Agregat ringan

   Adalah agregat yang memilki berat jenis lebih kecil dari 2,0 gram/cm^3, yang biasanya dibuat sebagai beton ringan.

Agregat kasar harus memenuhi persyaratan gradasi yang disyaratkan. Apabila butir-butir agregat mempunyai gradasi yang sama atau seragam maka volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butirnya bervariasi atau bergradasi baik maka akan didapat volume pori yang kecil. Pada pelaksanaan beton, diinginkan komposisi

butiran dengan kemampuan tinggi karena volume porinya sedikit dan ini hanya membutuhkan bahan-ikat yang sedikit pula.

3.2.5 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Didalam campuran beton, air mempunyai 2 buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan daan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelumas campuran pasir dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (Murdock dan Brook, 1991).

Air yang diperlukan dalam adukan beton hanya sekitar 20-30% dari berat semen. Nilai fas (faktor air semen) yang kecil adukan beton menjadi sulit dikerjakan, maka diberikan tambahan air sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang.

Air yang memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai campuran beton adalah air minum, tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi persyaratan air minum. Secara umum air yang dipakai untuk mencampur beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling. Kekuatan beton akan turun apaabila air pencampur mortar beton tercampur dengan kotoran. Dalam pemakaiannya, air sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini.

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram/liter, tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
2. Tidak mengandung klorida (Cl_2) lebih dari 0,5 gram/liter.
3. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

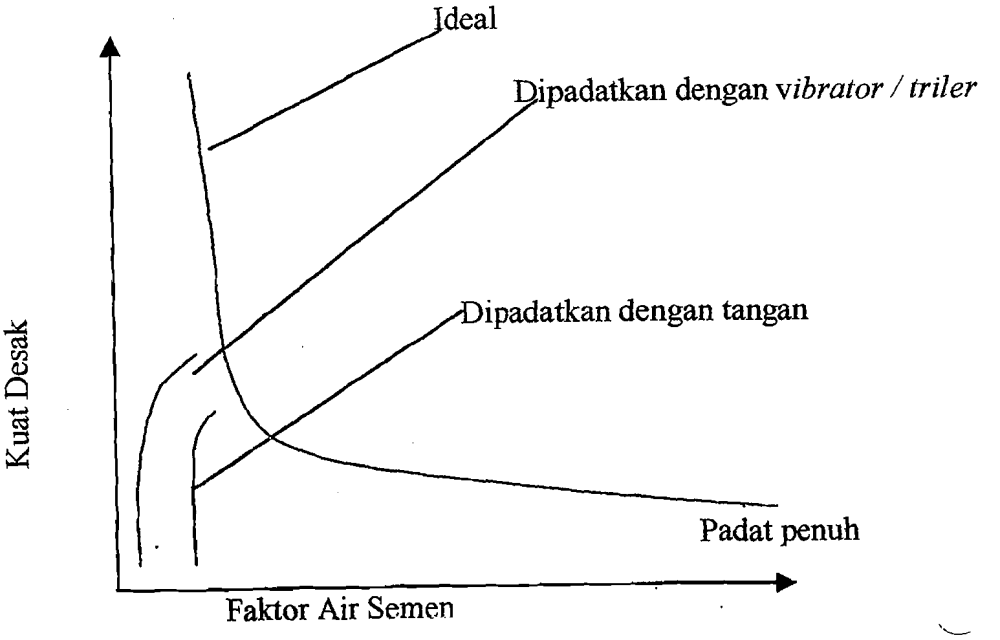
Untuk air rawatan dapat dipakai air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika rawatan cukup lama.

3.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai fas 0,40-0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. Faktor air semen ditentukan dari nilai terendah antara pengaruh kuat desak rata-rata seperti terlihat pada tabel 3.9 dengan pengaruh keawetan elemen struktur terhadap kondisi lingkungan seperti terlihat pada tabel 3.10.

Bila fas terlalu rendah, pasta semen tidak cukup untuk menutupi agregat kasarnya, dan bila terlalu tinggi maka adukan akan terlalu encer.Dengan demikian semakin besar fas, semakin rendah kuat desak betonnya, seperti diperlihatkan pada gambar 3.2. Walaupun menurut rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil fas

semakin tinggi kuat desak betonnya, akan tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan dalam pemadatan sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton menjadi kurang padat, oleh sebab itu ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum.



Gambar 3.2 Hubungan antara kuat desak beton dengan nilai faktor air semen (Kardiyono,1992)

3.4 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan (workabilitas). Semakin besar nilai slump berarti semakin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.Nilai slump untuk berbagai macam struktur diperlihatkan pada tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5. Nilai slump untuk berbagai jenis struktur

JENIS STRUKTUR	NILAI SLUMP	
	MINIMUM	MAKSIMUM
Pondasibertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi bertulang, caison	2,5	10
Pelat, balok, kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa(struktur massa yang berat)	2,5	7,5

3.5 *Workability*

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton termasuk menuang dan memadatkannya, dan tingkat kemudahan ini sangat dipengaruhi oleh nilai slump. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain.

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan akan semakin cair, sehingga semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas yang tetap.
3. Pemakaian bahan tambah (*admixture*) tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan *workability* adukan pada fas rendah, misalnya dengan penambahan *plastizer.*

Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi memiliki resiko yang besar terhadap *bleeding.* Hal ini akan terjadi karena bahan-bahan padat adukan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran. Resiko *bleeding* dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

1. Air campuran yang dipakai sebanyak yang diperlukan sesuai dengan hitungan *mix design.*
2. Pasir yang dipakai memiliki bentuk seragam dan memiliki kadar butiran yang halus.
3. Gradasi agregat yang dipakai sesuai dengan persyaratan yang diperlukan menurut metode yang dipakai.

3.6 Metode Perencanaan Adukan Beton

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai standar ACI (*American Concrete Institute*). Salah satu tujuan yang hendak dicapai dengan pemakaian standar ACI adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat pada pengujian slump. Adapun urutan perencanaan campuran adukan beton dengan standar ACI adalah sebagai berikut ini.

1. Perhitungan kuat desak rata-rata beton.

   Perhitungan kuat desak rata-rata beton memiliki syarat terhadap nilai margin akibat pengawasan dan jumlah sampel yang ditambahkan pada penjumlahan kuat desak rencana beton sesuai dengan rumus sebagai berikut:

   $fcr' = fc' + k.sd$

   dengan : fcr' = kuat desak rata-rata beton (kg/cm^2)

   fc' = kuat desak rencana beton (kg/cm^2)

   k = tetapan stastitik (k=1,64, untuk 5 % defektif)

   sd = standar deviasi

Tabel 3.6. Nilai deviasi standar (kg/cm^2)

Volume Pekerjaan (m^3)		Mutu Pelaksanaan		
		Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45< sd <55	50< sd <65	65< sd < 85
Sedang	1000-3000	35< sd <45	45< sd <55	55< sd < 75
Besar	> 3000	25< sd <35	35< sd <45	45< sd <65

Tabel 3.7 Kekuatan rata-rata yang diperlukan jika tidak tersedia data untuk menentukan simpangan baku

Kekuatan tekan yang dispesifikasikan fc' (Psi)	Kekuatan rata-rata yang diperlukan fcr' (Psi)
< 3000	fc' + 1000
3000 – 5000	fc' + 1200
> 5000	fc' + 1400

Tabel 3.8 Faktor modifikasi simpangan baku jika data uji yang tersedia kurang dari 30 sampel

Banyaknya	Faktor pengali standar deviasi
< 15	Gunakan tabel 3.7
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,0

2. Menentukan faktor air semen (fas)

Faktor air semen ditentukan dari nilai terendah antara pengaruh kuat desak rata-rata (tabel 3.9) dengan pengaruh keawetan elemen struktur terhadap kondisi lingkungan (tabel 3.10).

Tabel 3.9 Hubungan fas dengan kuat desak rata-rata silinder umur 28 hari

Faktor air semen (fas)	Perkiraan kuat desak (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,5
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 3.10. Fas berdasarkan pengaruh tempat elemen struktur

Kondisi elemen struktur	Nilai fas
1. Beton dalam ruangan bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
2. Beton di luar ruangan bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
3. Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
4. Beton yang kontinyu berhubungan dengan	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

3. Menentukan besarnya nilai slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan penggunaan elemen struktur.

Tabel 3.11. Nilai slump berdasarkan jenis elemen struktur

Jenis struktur	Nilai slump	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi bertulang, caison	2,5	10
Pelat, balok, kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (struktur massa yang berat)	2,5	7,5

4. Menetapkan jumlah air yang dibutuhkan

Jumlah kebutuhan air dalam setiap 1 m^3 campuran adukan beton dapat ditentukan berdasarkan diameter maksimum agregat dan nilai slump seperti pada tabel 3.12.

Tabel 3.12. Perkiraan nilai slump berdasarkan ukuran agregat maksimum

Slump	Ukuran Maksimum Agregat (mm)		
	10	20	30
25-50	206	182	162
75-100	226	203	177
150-175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

5. Menghitung kebutuhan semen didasarkan hasil penentuan langkah kedua (didapat nilai fas) dan keempat (didapat jumlah air) dengan membagi rasio kebutuhan air dengan nilai fas.

$$fas = \frac{w\ air}{w\ semen} \qquad w\ semen = \frac{w\ air}{fas}$$

6. Menetapkan volume agregat kasar

Penetapan volume agregat kasar didasarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.13 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m^3 beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir pasir (m^3)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan.

Perhitungan volume agregat halus didasarkan pada pengurangan volume absolute terhadap volume agregat kasar, volume semen, volume air serta persentase udara yang terperangkap dalam adukan.

3.7 Kekuatan Beton

Beton memiliki kuat desak yang lebih besar daripada kuat tariknya. Kuat desak beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasarnya dan pada umumnya ditentukan oleh tingkat kekerasan agregatnya, namun perlu diperhatikan mutu pasta semennya, karena pasta semen merupakan bahan ikat yang mengikat agregat-agregat penyusun beton.

Untuk mendapatkan kekuatan beton yang memuaskan, maka perlu diperhatikan selama terjadinya proses pemadatan dan rawatan beton dengan penjelasan sebagai berikut ini.

1. Tinjauan terhadap pemadatan beton

Tujuan pemadatan adukan beton adalah untuk mengurangi rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang tinggi. Beton dengan kepadatan yang tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara manual dan dengan menggunakan mesin pemadat bergetar (*vibrator*). Kekuatan beton yang dihasilkan pemadat manual tergantung dari kemampuan tenaga manusia yang memadatkannya. Kekuatan beton dengan menggunakan mesin pemadat atau penggetar dapat lebih tinggi kepadatannya, hal ini tergantung pada metode serta kepiawaian pelaksana dari faktor operator manusianya. Selain itu mesin penggetar dapat digunakan pada campuran yang memiliki *workability* rendah.

2. Tinjauan terhadap rawatan beton, reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Meskipun pada keadaan normal, air tersedia dalam jumlah yang memadai untuk proses hidrasi penuh selam pencampuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia itu. Penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Oleh karena itu direncanakan suatu cara rawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu dengan direndam dalam air pada suatu bak.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Standar Tes dan Spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Semen Portland

   Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland dan semen portland pozzolan merk Nusantara dengan data sebagai berikut:

   a. Berat jenis : 3,15 gram/cm^3

   b. Jenis semen : semen jenis I

   c. Isi : 50 kg/sak untuk semen portland biasa dan 40 kg/sak untuk semen portland pozzolan.

2. Agregat halus

   Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dengan data sebagai berikut:

   a. Asal pasir : Sungai Krasak

   b. Berat jenis : 2,581 gram/cm^3

   Adapun modulus halus butir (mhb) dari pasir diatas ditunjukkan dengan tabel 4.1 sebagai berikut ini.

Tabel 4.1 Gradasi pasir alam asal Sungai Krasak

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal (%) kumulatif	
Percobaan	I	II	I	II	I	II
4,80	2	3	0,1	0,15	0,1	0,15
2.40	103	100	5,15	5	5,25	5,15
1,20	340,5	346	17,025	17,3	22,275	22,45
0,6	607,5	609	30,375	30,45	52,650	52,9
0,3	524,5	542	26,225	27,1	78,875	80
0,15	364	351	18,2	17,55	97,075	97,55
SISA	58,5	49	2,925	2,45	-	-
Jumlah	2000	2000	100	100	256,225	258,2
Jumlah rata-rata	2000		100		257,213	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\text{\% berat tertinggal kumulatif rata-rata}}{100}$$

$$= \frac{257,213}{100}$$

$$= 2,57213$$

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat batu alam pecah dengan data sebagai berikut:

a. asal agregat : Celereng, Kulonprogo

b. berat jenis (SSD) : 2,66 gr/cm^3

c. berat volume agregat : 1,433 gr/cm^3

d. diameter : 10-20 mm

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta.

4.2 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini akan ditampilkan di dalam tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Alat-alat yang dipergunakan

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Cangkul	Mengaduk agregat
10	Sekop kecil	Memasukkan adukan ke dalam cetakan
11	Penggaris	Mengukur slump
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
14	Kapiler	Mengukur diameter benda uji
15	Mesin uji desak	Uji desak beton
16	Kolom perendam	Menjaga kelembaban beton/perawatan beton

4.3 Cara penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik, maka dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan bahan campuran beton.

   Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan terhadap semen, pasir, dan kerikil. Semen yang dipakai dipastikan masih dalam kondisi baik yaitu semen yang belum menggumpal atau mengeras. Pasir dan kerikil yang akan digunakan telah dicuci sebelumnya untuk mengurangi kandungan lumpur yang ada. Selain itu dilakukan pemeriksaan terhadap mhb pasir dan berat jenis dari masing-masing bahan.

2. Perencanaan campuran beton.

   Perencanaan campuran dibuat dengan metode ACI (*American Concrete Institute).*

3. Pembuatan campuran beton.

   Pembuatan campuran dilakukan dengan molen dan setiap adukan direcanakan untuk 5 buah benda uji.

4. Pengukuran nilai slump.

   Setelah adukan beton dalam molen telah tercampur rata, kemudian adukan bisa dikeluarkan dari molen dan diukur slumpnya.

5. Pembuatan benda uji.

Pembuatan benda uji berupa silinder beton direncanakan sebanyak 150 buah dan komposisinya seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Komposisi benda uji

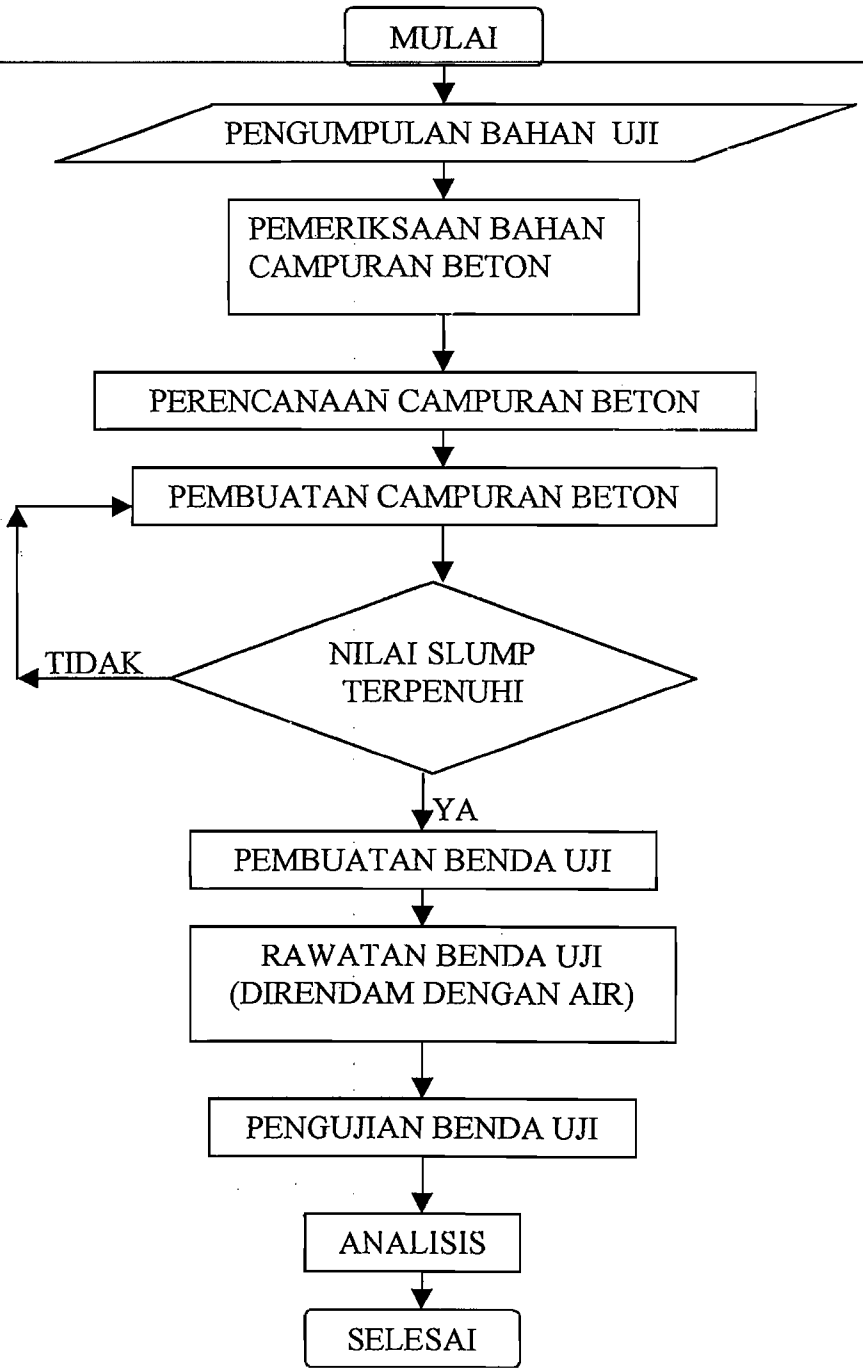
Semen	Mutu beton (Mpa)	Umur beton (hari)	Jumlah benda uji
Semen Portland (PC)	20	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	25	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	30	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
Semen Portland Pozzolan (PPC)	20	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	25	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	30	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5

6. Rawatan benda uji.

   Rawatan terhadap benda uji dilakukan dengan merendam benda uji dalam air dan diangkat dua hari sebelum dilakukan pengujian.

7. Pengujian benda uji.

   Pengujian benda uji dilakukan dengan mesin desak dan dicatat beban maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi dan kemudian diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan yang ada.



Gambar 4.1 Bagan alir prosedur penelitian

4.4 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Perhitungan perencanaan campuran beton didalam penelitian ini menggunakan metode standar ACI dengan data sebagai berikut ini.

1. Kuat desak rencana : 20,25, dan 30 Mpa.
2. Diameter agregat : 10-20 mm
3. Modulus halus butir (mhb) pasir : 2,57
4. Berat jenis pasir (SSD) : 2,581 gram/cm^3
5. Berat jenis kerikil (SSD) : 2,66 gr/cm^3
6. Berat volume agregat kasar : 1,433 gr/cm^3
7. Berat jenis semen : 3,15 gr/cm^3

Adapun langkah-langkah perhitungan perencanaannya adalah sebagai berikut ini.

4.4.1 Perhitungan perencanaan campuran beton untuk kuat desak rencana fc'=20 Mpa

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

   Karena jumlah sampel yang digunakan kurang dari 15 benda uji maka kuat desak beton rata-rata dihitung berdasarkan kuat desak beton rencana (tabel 3.7). Untuk mutu beton fc'= 20 Mpa atau 2900,65 Psi (< 3000 Psi), sehingga kuat desak beton rata-rata dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$f_{cr}' = f_c' + 1000$ (Psi)

$= 2900,65 + 1000$

$= 3900,65$ Psi

$= 26,895$ Mpa

2. Menentukan faktor air semen

   a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 26,895 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai fas sebesar 0,548.

   b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh fas maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6.

   Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,548.

3. Menetapkan nilai slump

   Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

4. Menetapkan kebutuhan air

   Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$fas = \frac{w\ air}{w\ semen}$$

$$w\ semen = \frac{w\ air}{fas} = \frac{203}{0{,}548} = 370{,}438\ kg$$

6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,633 m^3 = 63,3 % .

Berat agregat kasar = 0,633 x 1433 = 907,089 kg/m^3

7. Volume agregat halus

Volume semen	= 370,438 /(3,15 x 1000)	= 0,118
Volume air	= 203/1000	= 0,203
Volume agregat kasar	= 907,089/ (2,66x 1000)	0,341
Volume udara terperangkap = 2%		= 0,02
		Σ = 0,6820 m^3

Volume agregat halus = 1,0 - 0,6820 = 0,318 m^3

Berat agregat halus = 0, 318 x 2,581 x1000 = 821,792 kg

8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m^3 beton dengan perbandingan berat Pc : Ps : Kr : A = 1 : 2,218 : 2,449 : 0,548 diperlukan material :

a. semen : 370,438 kg

b. pasir : 821,792 kg

c. kerikil : 907,089 kg

d. air : 203 liter

4.4.2 Perhitungan perencanaan campuran beton untuk kuat desak rencana fc'=25 Mpa (3625,82 Psi)

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

$$fcr' = fc' + 1200$$

$$= 3625,82 + 1200$$

$$= 4825,82 \text{ Psi}$$

$$= 33,274 \text{ Mpa}$$

2. Menentukan faktor air semen

a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 33,274 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai fas sebesar 0,462.

b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh fas maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6.

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,462.

3. Menetapkan nilai slump

   Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

4. Menetapkan kebutuhan air

   Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

5. Menghitung kebutuhan semen

   Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$fas = \frac{w\ air}{w\ semen}$$

$$w\ semen = \frac{w\ air}{fas} = \frac{203}{0{,}462} \quad 439{,}394\ kg$$

6. Menentukan volume agregat kasar

   Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,633 m^3 = 63,3 % .

   Berat agregat kasar = 0,633 x 1433 = 907,089 kg/m^3

7. Volume agregat halus

   Volume semen = 439,394 /(3,15 x 1000) = 0,139

Volume air	= 203/1000	= 0,203
Volume agregat kasar	= 907,089/ (2,66x 1000)	= 0,341
Volume udara terperangkap = 2%		= 0,02
		Σ = 0,703 m^3

Volume agregat halus = 1,0 - 0,703 = 0,297 m^3

Berat agregat halus = 0, 297 x 2,581 x1000 = 765,292 kg

8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m^3 beton dengan perbandingan berat Pc : Ps : Kr : A = 1 : 1,742 : 2,064 : 0,462 diperlukan material :

a. semen : 439,394 kg

b. pasir : 765,292 kg

c. kerikil : 907,089 kg

d. air : 203 liter

4.4.3 Perhitungan perencanaan campuran beton dengan kuat desak rencana 30 Mpa (4350,98 Psi)

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

$f'cr = f'c + 1200$

$= 4350,98 + 1200$

$= 5550,98$ Psi

$= 38,274$ Mpa

2. Menentukan faktor air semen

a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 38,274 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai fas sebesar 0,398.

b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh fas maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,398.

3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$fas = \frac{w\ air}{w\ semen}$$

$$w\ semen = \frac{w\ air}{fas} = \frac{203}{0,398} = 510,05\ kg$$

6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,633 m^3 = 63,3 % .

Berat agregat kasar = 0,633 x 1433 = 907,089 kg/m^3

7. Volume agregat halus

Volume semen	= 510,05 /(3,15 x 1000)	= 0,162
Volume air	= 203/1000	= 0,203
Volume agregat kasar	= 907,089/ (2,66x 1000)	= 0,341
Volume udara terperangkap = 2%		= 0,02
		Σ = 0,726 m^3

Volume agregat halus = 1,0 - 0,726 = 0,274 m^3

Berat agregat halus = 0, 274 x 2,581 x1000 = 707,399 kg

8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m^3 beton dengan perbandingan berat Pc : Ps : Kr : A = 1 : 1,387 : 1,778 : 0,398 diperlukan material :

a. semen : 510,05 kg

b. pasir : 707,399 kg

c. kerikil : 907,089 kg

d. air : 203 liter

4.5 Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SK-SNI T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Cara pembuatan campuran beton dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran adukan (*mix design*).

4.6 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut standar Abrams. Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan atau kemudahan pengerjaan (*workability*) dari setiap campuran yang telah dibuat. Pada penelitian ini dipakai nilai slump 75 mm-150 mm.

4.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilaksanakan setelah pengujian slump mencapai nilai yang dikehendaki. Dalam penelitian ini digunakan cetakan silinder standar dengan ukuran berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Selama pembuatan benda uji khususnya pada saat penuangan campuran beton diikuti dengan proses pemadatan manual dengan batang besi tulangan agar dapat dicapai kepadatan yang diinginkan atau direncanakan. Beton yang dirancang dengan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang direncanakan.

4.8 Rawatan Benda Uji

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman sampel beton didalam bak perendaman dan diangkat 2 hari sebelum dilakukan pengujian untuk umur sampai 28 hari, sedangkan untuk umur 56 hari perendaman dilakukan maksimum selama 28 hari.

4.9 Pengujian Benda uji

Pada penelitian ini kami melakukan pengujian kuat desak beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM yaitu dengan pembebanan vertikal yang menggunakan mesin desak hidrolik dengan benda uji diletakkan pada tempat pengujian lalu dilakukan pembebanan secara bertahap sampai mencapai beban maksimum (benda uji mengalami kehancuran).

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian desak beton terhadap benda uji yang telah berumur 7, 14, 21, 28 dan 60 hari, maka diperoleh hasil kuat desak yang ditunjukkan pada tabel 5.1 sampai dengan 5.15, dan semua hasil kuat desak tersebut akan dikonversikan terhadap hasil kuat desak setelah beton berumur 28 hari seperti terlihat pada tabel 5.18 dan 5.19.

Tabel 5.1 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 20 Mpa (7 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,721	180,267	328	18,20
2	12,800	177,422	353	19,90
3	12,823	175,583	317	18,06
4	12,735	179,079	339	18,93
5	12,932	178,131	360	20,21
				Σ= 95,30
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,942	178,368	445	24,95
2	12,634	179,316	480	26,77
3	12,695	177,895	440	24,73
4	12,918	181,458	485	26,73
5	12,747	178,605	440	24,64
				Σ= 127,82

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 19,06 Mpa

semen portland (pc):

fcr' = 25,56 Mpa

Tabel 5.2 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 25 Mpa (7 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,827	177,895	420	23,61
2	12,796	179,079	480	23,80
3	12,544	179,079	420	23,45
4	12,590	176,715	440	24,90
5	12,728	179,079	430	24,01
				Σ= 122,77
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	13,075	177,895	525	29,51
2	12,772	177,895	615	34,57
3	12,782	177,658	545	30,68
4	12,845	177,895	510	28,67
5	12,895	179,079	525	29,32
				Σ= 152,75

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 23,554 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 30,55 Mpa

Tabel 5.3 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 30 Mpa (7 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,595	178,131	440	24,70
2	12,602	175,538	485	27,60
3	12,917	179,791	460	25,60
4	12,677	180,029	480	26,70
5	12,674	181,697	465	25,60
				Σ= 130,20
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,782	177,658	540	30,40
2	12,811	178,605	570	31,91
3	12,812	178,368	600	33,64
4	12,893	176,950	615	34,76
5	12,690	177,422	575	32,41
				Σ= 163,12

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 26,04 Mpa

Semen portland (pc)

fcr' = 33,61 Mpa

Tabel 5.4 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 20 Mpa (14 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,584	180,029	420	23,33
2	12,583	178,368	405	22,71
3	12,527	178,368	425	23,83
4	12,620	194,828	415	21,3
5	12,500	178,368	415	23,27
				Σ= 114,44
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,782	175,538	535	30,48
2	12,818	176,715	550	31,12
3	12,040	177,658	550	30,96
4	12,732	175,538	500	28,48
5	12,820	178,605	505	28,27
				Σ=149,31

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 22,89 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 29,86 Mpa

Tabel 5.5 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 25 Mpa (14 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,736	179,079	480	26,80
2	12,569	177,895	515	28,95
3	12,658	177,186	500	28,22
4	12,694	174,366	590	28,10
5	12,668	178,365	500	28,03
				Σ= 140,1
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,789	177,895	700	39,35
2	12,795	177,422	720	40,58
3	12,820	178,365	685	38,40
4	12,165	177,422	660	37,20
5	12,759	176,715	690	39,05
				Σ= 194,58

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 28,02 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 38,92 Mpa

Tabel 5.6 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 30 Mpa (14 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,692	171,801	630	36,67
2	12,566	178,131	625	35,09
3	12,499	176,244	585	33,19
4	12,654	177,786	605	34,14
5	12,527	178,605	620	34,71
				Σ= 173,80
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,678	176,008	750	42,61
2	12,738	176,950	755	42,67
3	12,811	179,079	745	41,60
4	12,793	177,895	720	40,47
5	12,931	178,368	720	40,37
				Σ=207,72

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 34,76 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 41,54 Mpa

Tabel 5.7 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc' = 20 Mpa (21 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,536	178,842	465	26
2	12,870	178,131	490	27,51
3	12,341	177,658	460	25,89
4	12,505	176,715	345	19,52
5	12,581	178,131	480	26,95
				Σ= 125,87
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,898	178,131	615	34,53
2	12,703	176,715	630	35,65
3	13,159	181,936	650	35,73
4	12,796	176,715	670	37,91
5	12,819	177,422	670	37,76
				Σ= 181,58

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 25,17 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 36,32 Mpa

Tabel 5.8 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc' = 25 Mpa (21 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,609	177,895	555	31,20
2	12,590	177,368	580	32,52
3	12,438	177,715	500	28,29
4	12,714	177,168	585	33,02
5	12,608	177,422	600	33,82
				Σ= 158,85
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,592	176,479	655	37,11
2	12,636	174,366	750	43,01
3	12,784	175,773	720	40,96
4	12,640	175,538	665	37,88
5	12,892	176,715	750	42,44
				201,4

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 31,77 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 40,28 Mpa

Tabel 5.9 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 30 Mpa (21 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,468	175,538	630	35,89
2	12,810	176,715	660	37,35
3	12,616	175,773	610	34,70
4	12,486	177,422	630	35,51
5	12,726	173,665	640	36,85
				Σ= 180,30
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,770	177,895	775	43,57
2	12,100	177,895	765	43,00
3	12,863	177,895	760	42,72
4	12,947	177,658	770	43,34
5	12,725	172,965	755	43,65
				Σ= 216,28

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 36,06 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 43,26 Mpa

Tabel 5.10 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 20 Mpa (28 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,702	177,422	520	29,31
2	12,622	176,715	575	32,54
3	12,615	178,605	460	25,76
4	12,750	175,304	555	31,66
5	12,800	177,895	570	32,04
				Σ= 151,31
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,740	179,079	740	41,32
2	12,771	178,365	710	39,81
3	12,757	178,842	706	33,55
4	12,826	178,605	735	41,15
5	12,859	179,079	745	41,60
				Σ= 197,43

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 30,26 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 39,49 Mpa

Tabel 5.11 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 25 Mpa (28 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,887	179,553	650	36, 20
2	12,748	177,186	660	37,25
3	12,657	177,658	670	37,71
4	12,846	177,895	665	37,38
5	12,753	179,791	650	36,15
				Σ= 184,69
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,967	177,895	780	43,85
2	12,943	177,186	790	44,59
3	12,950	177,422	785	44,24
4	12,916	177,422	775	43,68
5	12,985	175,304	805	45,92
				Σ= 222,28

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 36,94 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 44,46 Mpa

Tabel 5.12 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc' = 30 Mpa (28 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,778	177,186	720	40,64
2	12,664	177,658	675	37,99
3	12,669	178,131	690	38,74
4	12,670	177,895	730	41,04
5	12,705	176,950	720	40,69
				Σ= 199,10
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	13,034	176,479	845	47,88
2	12,750	175,773	840	47,79
3	12,886	175,069	815	46,55
4	13,069	179,316	780	43,50
5	12,821	175, 304	830	47,35
				Σ= 233,07

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 39,82 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 46,61 Mpa

Tabel 5.13 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 20 Mpa (60 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,648	177,422	540	30,436
2	12,612	176,008	610	34,658
3	12,837	177,422	640	36,072
4	12,549	177,658	560	31,521
5	12,550	178,131	630	35,367
				Σ= 168,05
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,578	177,895	700	39,349
2	12,533	174,835	695	39,752
3	13,028	181,450	805	44,365
4	12,633	177,895	690	38,787
5	12,485	177,186	675	38,096
				Σ=200,349

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 32,61 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 40,07 Mpa

Tabel 5.14 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc'= 25 Mpa (60 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,592	176,479	655	37,11
2	12,636	174,366	750	43,01
3	12,784	175,773	720	40,96
4	12,640	175,538	665	37,88
5	12,892	176,715	750	42,44
				Σ= 201,4
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,780	177,186	890	50,230
2	13,015	179,791	870	48,390
3	12,599	180,981	895	49,453
4	12,864	177,422	870	49,036
5	12,688	175,773	850	48,358
				Σ=245,467

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 40,280 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 49,093 Mpa

Tabel 5.15 Hasil kuat desak beton dengan bahan-ikat ppc dan pc

fc' =30 Mpa (60 hari)

ppc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	12,645	176,950	855	48,319
2	12,737	178,368	750	42,048
3	12,600	177,422	840	47,345
4	12,536	177,895	765	39,630
5	12,599	177,895	820	46,095
				Σ– 223,437
pc				
Nomor sampel	Berat (kg)	Luas (cm^2)	Beban maks (KN)	fb' (Mpa)
1	13,016	180,029	895	49,714
2	12,788	175,773	940	53,478
3	13,025	180,505	965	53,461
4	12,874	179,316	970	54,094
5	12,751	179,079	900	50,257
				Σ=261,004

Semen portland pozzolan (ppc):

fcr' = 44,687 Mpa

Semen portland (pc):

fcr' = 52,201 Mpa

Tabel 5.16 Kuat desak rata-rata beton dengan menggunakan semen portland

Umur (hari)	Kuat desak rata-rata beton (Mpa)		
	Mutu beton 20 Mpa	Mutu beton 25 Mpa	Mutu beton 30 Mpa
7	25,56	30,55	33,61
14	29,86	38,92	41,54
21	36,32	40,28	43,26
28	39,49	44,46	46,61
60	40,07	49,09	52,20

Tabel 5.17 Kuat desak rata-rata beton dengan menggunakan semen portland pozzolan

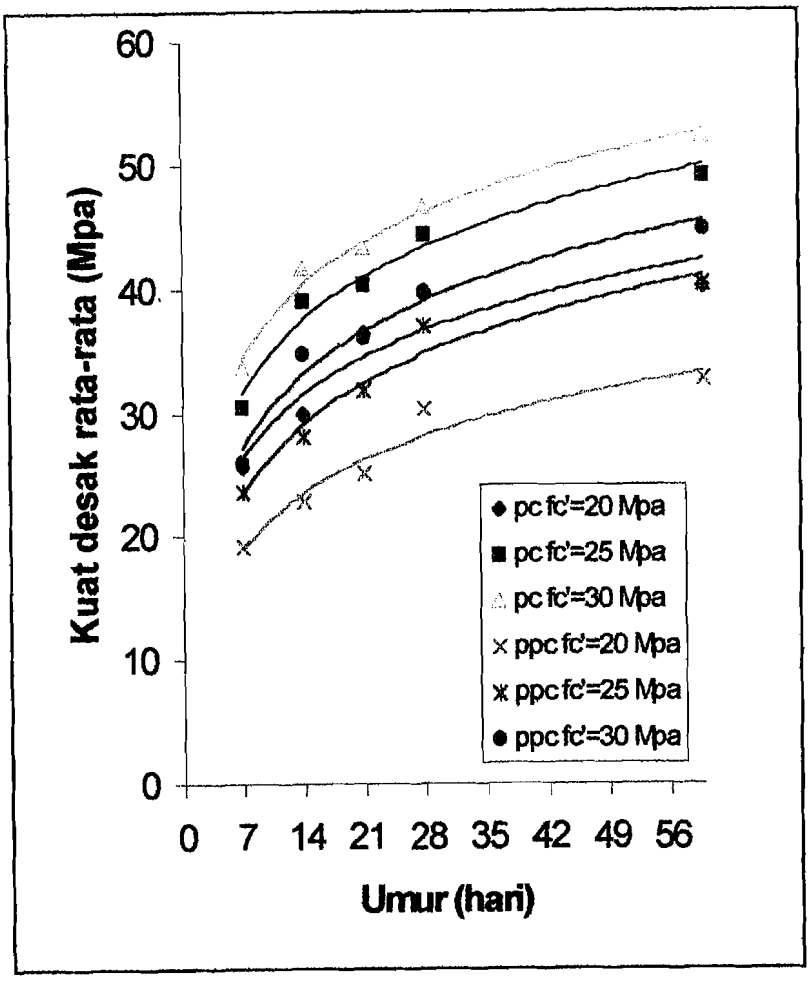
Umur (hari)	Kuat desak rata-rata beton (Mpa)		
	Mutu beton 20 Mpa	Mutu beton 25 Mpa	Mutu beton 30 Mpa
7	19,06	23,55	26,04
14	22,89	28,02	34,76
21	25,17	31,77	36,06
28	30,26	36,94	39,82
60	32,61	40,28	44,69

Tabel 5.18 Hasil konversi kuat desak beton yang menggunakan pc

Umur (hari)	Mutu beton fc'= 20 Mpa		Mutu beton fc'= 25 Mpa		Mutu beton fc'= 30 Mpa		Nilai konversi beton normal
	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	
7	25,56	0,65	30,55	0,69	33,61	0,72	0,65
14	29,86	0,76	38,92	0,88	41,54	0,89	0,88
21	36,32	0,92	40,28	0,91	43,26	0,93	0,95
28	39,49	1	44,46	1	46,61	1	1
60	40,07	1,02	49,09	1,1	52,20	1,12	1,1

Tabel 5.19 Hasil konversi kuat desak beton yang menggunakan ppc

Umur (hari)	Mutu beton fc'= 20 Mpa		Mutu beton fc'= 25 Mpa		Mutu beton fc'= 30 Mpa		Nilai konversi beton normal
	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	Kuat desak rata-rata (Mpa)	Hasil konversi	
7	19,06	0,63	23,55	0,64	26,04	0,65	0,65
14	22,89	0,76	28,02	0,76	34,76	0,87	0,88
21	25,17	0,83	31,77	0,86	36,06	0,91	0,95
28	30,26	1	36,94	1	39,82	1	1
60	32,62	1,08	40,28	1,09	44,69	1,12	1,1



Gambar 5.1 Hubungan kuat desak rata-rata dengan umur beton

Kuat desak rata-rata pada tiap variasi benda uji adalah sebagai berikut:

a. Variasi I, benda uji dengan mutu beton fc=20 Mpa

a) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 7 hari kuat desak rata-ratanya adalah 25,56 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 19,06 Mpa atau 6,5 Mpa (34,10 %) lebih rendah.

b) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 14 hari kuat desak rata-ratanya adalah 29,86 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 22,89 Mpa atau 6,97 Mpa (30,45 %) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 4,3 Mpa (16,82%) sedangkan untuk beton ppc sebesar 3,83 Mpa (20,09 %) dari umur 7 hari.

c) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 21 hari kuat desak rata-ratanya adalah 36,32 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 25,17 Mpa atau 11,15 Mpa (44,3 %) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 6,46 Mpa (21,63 %) sedangkan untuk beton ppc sebesar 2,28 Mpa (9,96 %) dari umur 14 hari.

d) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 28 hari kuat desak rata-ratanya adalah 39,49 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 30,26 Mpa atau 9,23

Mpa (30,5 %) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 3,17 Mpa (8,73%) sedangkan untuk beton ppc sebesar 5,09 Mpa (20,22 %) dari umur 21 hari.

e) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 56 hari kuat desak rata-ratanya adalah 40,07 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 32,61 Mpa atau 7,46 Mpa (22,8 %) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 0,5 Mpa (!,47%),sedangkan untuk beton ppc sebesar 2,35 Mpa (7,77%) dari umur 28 hari.

b. Variasi II, benda uji dengan mutu beton f'c=25 Mpa

a) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 7 hari kuat desak rata-ratanya adalah 30,55 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 23,55 Mpa atau 7 Mpa (29,72 %) lebih rendah.

b) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 14 hari kuat desak rata-ratanya adalah 38,92 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 28,02 Mpa atau 10,9 Mpa (38,9%) lebih rendah. Untu beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 8,37 Mpa (27,4%), sedangkan beton ppc sebesar 4,47 Mpa (18,98%) dari umur 7 hari.

c) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 21 hari kuat desak rata-ratanya adalah 40,28 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 31,77 Mpa atau 8,51 Mpa (26,97%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 1,36 Mpa (3,5%), sedangkan untuk beton ppc sebesar 3,75 Mpa (13,38%) dari umur 14 hari.

d) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 28 hari kuat desak rata-ratanya adalah 44,46 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 36,94 Mpa atau 7,52 Mpa (20,36 %) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 4,18 Mpa (10,38 %), sedangkan untuk beton ppc sebesar 5,17 Mpa (16,27 %) dari umur 21 hari.

e) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 60 hari kuat desak rata-ratanya adalah 49,09 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 40,28 Mpa atau 8,81 Mpa (21,87%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 4,63 Mpa (10,41 %), sedangkan untuk beton ppc sebesar 3,34 Mpa (9,04%) dari umur 28 hari.

c. Variasi III, benda uji dengan mutu beton f'c=30 Mpa

a) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 7 hari kuat desak rata-ratanya adalah 33,61 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan

semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 26,04 Mpa atau 7,57 Mpa (29,07 %) lebih rendah.

b) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 14 hari kuat desak rata-ratanya adalah 41,54 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 34,76 Mpa atau 6,78 Mpa (19,51%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 7,93 Mpa (23,59 %), sedangkan untuk beton ppc sebesar 8,72 Mpa (33,49%) dari umur 7 hari.

c) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 21 hari kuat desak rata-ratanya adalah 43,26 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 36,06 Mpa atau 7,2 Mpa (19,97%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 1,72 Mpa (4,14%), sedangkan untuk beton ppc sebesar 1,3 Mpa (3,74 %) dari umur 14 hari.

d) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 28 hari kuat desak rata-ratanya adalah 46,61 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 39,82 Mpa atau 6,79 Mpa (17,05%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 3,35 Mpa (7,74 %), sedangkan untuk beton ppc sebesar 3,76 Mpa (10,43%) dari umur 21 hari.

e) Untuk beton menggunakan semen portland pada umur 60 hari kuat desak rata-ratanya adalah 52,20 Mpa, sedangkan untuk beton menggunakan semen portland pozzolan kuat desak rata-ratanya 44,69 Mpa atau 7,51 Mpa (16,8%) lebih rendah. Untuk beton pc kuat desak rata-ratanya naik sebesar 5,59 Mpa (11,99%), sedangkan untuk beton ppc sebesar 4,87 Mpa (12,23%) dari umur 28 hari.

5.2 Pembahasan

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, 28, dan 60 hari dengan mutu beton 20, 25, dan 30 Mpa, dengan masing-masing variasi sebanyak 5 buah benda uji. Maksud pengujian kuat desak adalah untuk memperoleh beban maksimum yang mampu didukung oleh silinder. Besarnya kuat desak maksimum beton diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dengan luas penampang beton tertahan. Dari ke-5 benda uji tersebut, kemudian dibuat rata-rata dari kuat desaknya, yang dapat dilihat seperti pada tabel 5.16 dan 5.17.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan umur 7 hari hasil kuat desak rata-rata beton yang memakai ppc masih di bawah kuat desak rencana. Sedangkan pada umur 28 hari, yang diperkirakan kekuatan beton telah mencapai 100% didapat kuat desak rata-rata beton seperti dibawah ini.

1. Kuat desak rencana fc' = 20 Mpa

   Pada beton yang memakai pc kuat desak rata-ratanya bisa mencapai 39,49 Mpa dan 30,26 Mpa untuk beton yang memakai ppc atau 30,5023 % lebih rendah.

2. Kuat desak rencana fc'= 25 Mpa

   Pada beton yang memakai pc kuat desak rata-ratanya bisa mencapai 44,46 Mpa dan 36,94 Mpa untuk beton yang memakai ppc atau 20,3573% lebih rendah.

3. Kuat desak rencana fc'= 30 Mpa

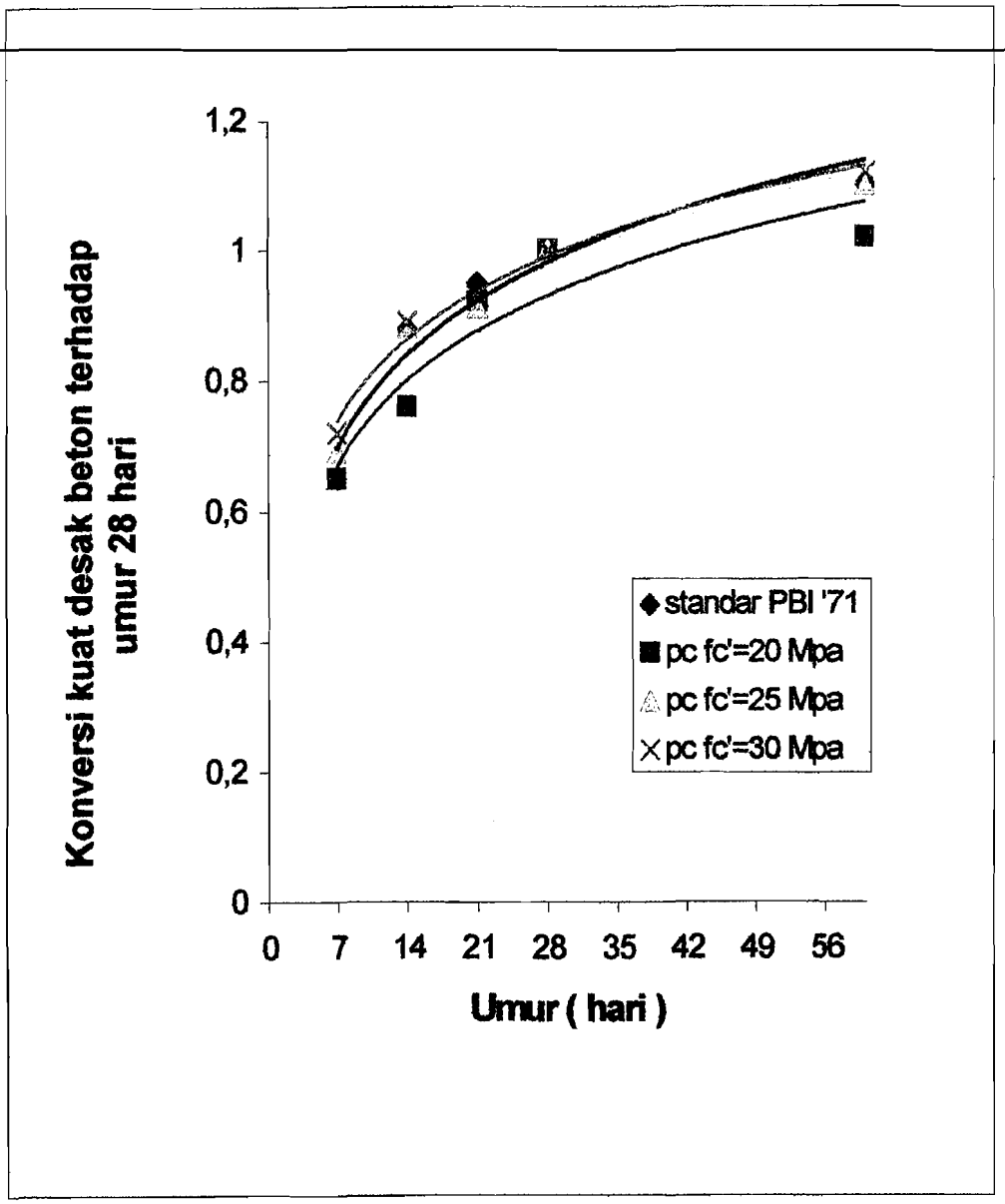
   Pada beton yang memakai pc kuat desak rata-ratanya bisa mencapai 46,61 Mpa dan 39,82 Mpa untuk beton yang memakai ppc atau 17,0517% lebih rendah.

Dari hasil penelitian kuat desak rata-rata tersebut diperoleh kuat desak rata-rata beton yang memakai pc lebih tinggi daripada kuat desak rata-rata beton yang memakai ppc. Hal ini terjadi karena:

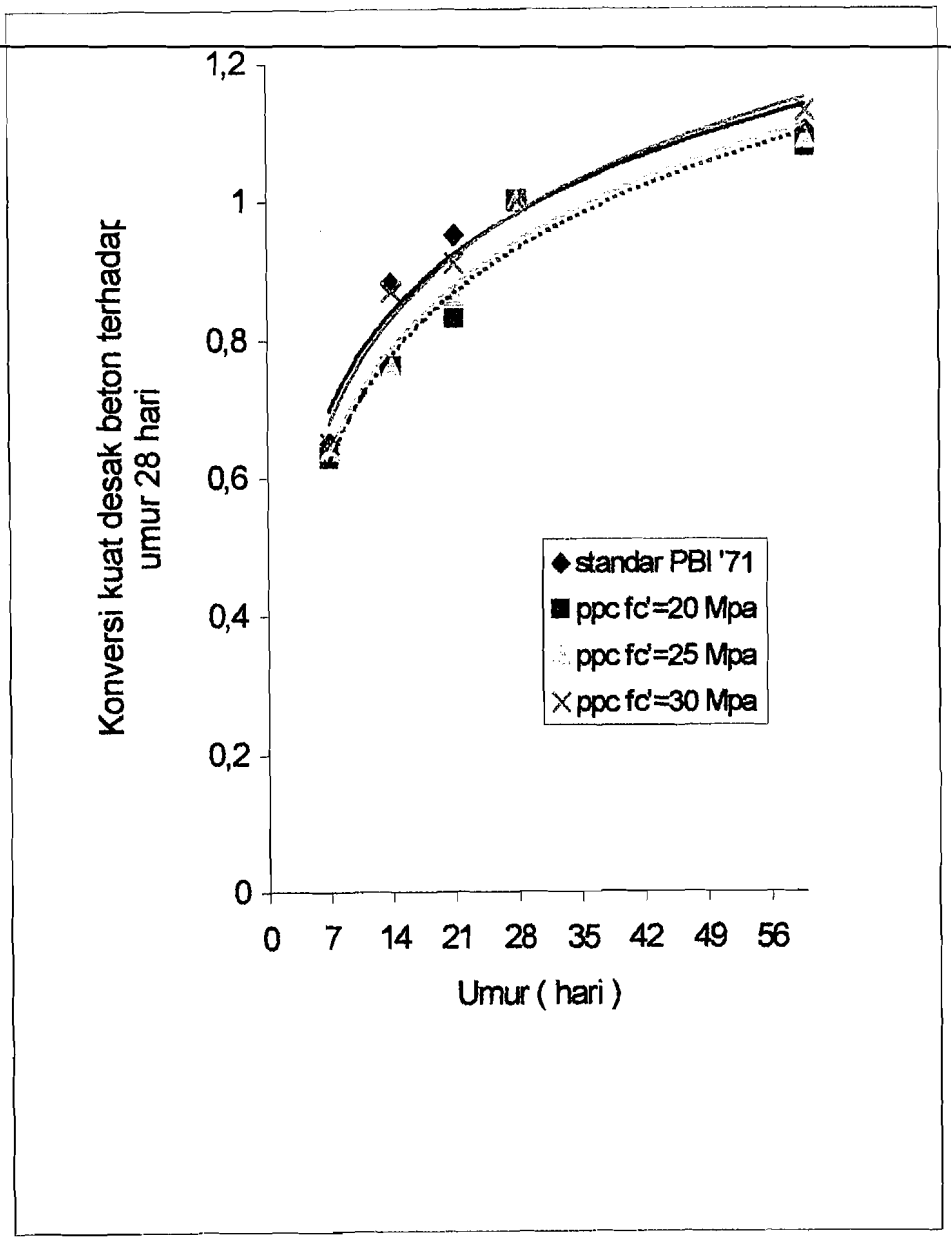
1. kandungan C_2S dan C_3S pada semen portland pozzolan lebih rendah, seperti terlihat pada tabel 3.4, sedangkan diketahui bahwa C_2S dan C_3S itu yang akan berreaksi pertama dan akan memberi kekuatan tinggi pada awal hidrasi,
2. pozzolan belum berreaksi secara optimal karena menunggu reaksi hidrasi semen, sehingga terbentuk kapur bebas untuk diikat oleh pozzolan.

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa kerikil yang terlepas saat uji desak lebih banyak terjadi pada beton yang menggunakan semen portland pozzolan dibanding beton yang menggunakan semen portland biasa. Hal ini menunjukkan bahwa kuat lekat semen portland lebih tinggi daripada semen pozzolan.

Selanjutnya semua hasil penelitian yang diperoleh akan dikonversikan dengan hasil yang diperoleh setelah beton berumur 28 hari, dan akan dibandingkan dengan standar yang ada dalam PBI 1971. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang ada antara hasil penelitian dengan ketentuan yang ada dan berhasil atau tidaknya penelitian ini. Hasil konversi tersebut seperti pada tabel 5.18 dan 5.19, dan grafiknya seperti dibawah ini.



Gambar. 5.2 Hubungan konversi kuat desak beton pc terhadap standar PBI '71



Gambar. 5.3 Hubungan konversi kuat desak beton ppc terhadap standar PBI '71

Pada gambar 5.2 untuk beton pc, terlihat bahwa hasil penelitian setelah dikonversikan dan dibandingkan dengan standar PBI '71, hasilnya sudah mendekati atau perbedaannya kecil. Pada mutu beton yang lebih rendah yaitu fc'= 20 Mpa perbedaannya sedikit lebih besar, sedangkan pada mutu beton yang lebih tinggi yaitu fc'=25 Mpa dan fc'=30 Mpa perbedaannya sangat kecil sehingga grafik keduanya hampir berimpit dengan grafik standar untuk beton normal. Hal ini berarti untuk beton pc hasil penelitian sesuai yang diharapkan, karena dari ketiga beton normal yang ada, dua diantaranya mempunyai hasil yang berdekatan dengan standar untuk beton normal dan satu yang meyimpang.

Sedangkan pada gambar 5.3 untuk beton ppc, diperoleh hasil konversi yang rata-rata masih dibawah standar PBI '71. Hasil yang hampir sama ditunjukkan oleh ppc fc'=20 Mpa dan ppc fc'=25 Mpa, dan mempunyai perbedaan yang cukup besar terhadap standar PBI '71, sedangkan untuk ppc fc'=30 Mpa hasilnya berjauhan dengan ppc fc'=20 Mpa dan ppc fc'=25 Mpa dan lebih dekat dengan standar PBI '71. Hal ini berarti untuk beton ppc fc'=30 Mpa hasil konversinya telah memenuhi standar beton pc, meskipun demikian hasil kuat desaknya tetap lebih tinggi beton pc pada mutu rencana yang sama.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut dibawah ini.

1. Pada rencana kuat desak yang sama, diperoleh kuat desak ultimit pada beton ppc lebih rendah dibandingkan pada beton pc, dan rata-rata hasil dari seluruh benda uji terhadap umur 28 hari seperti di bawah ini (periksa gambar 5.1).
   a. Untuk kuat desak rencana fc' = 20 Mpa, kuat desak rata-rata beton pc 30,5023 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc.
   b. Untuk kuat desak rencana fc' = 25 Mpa, kuat desak rata-rata beton pc 20,3573 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc.
   c. Untuk kuat desak rencana fc' = 30 Mpa, kuat desak rata-rata beton pc 17,0517 % lebih tinggi dari kuat desak rata-rata beton ppc
2. Mulai umur 7 hari sampai 60 hari kuat desak rata-rata beton pc selalu lebih tinggi dari beton ppc, dan terus mengalami kenaikan sampai umur 60 hari serta mempunyai kecenderungan kenaikkan sampai umur 365 hari (PBI' 71). Pada 7 hari pertama kuat desak rata-rata beton ppc masih dibawah kuat desak rencana dan setelah 14 hari kuat desak rata-ratanya sudah melampaui kuat desak rencana.

3. Konversi terhadap beton pc memberikan hasil yang sesuai dengan standar PBI' 71 untuk pc fc'=25 Mpa dan pc fc'=30 Mpa, sedangkan konversi terhadap beton ppc, hasilnya masih dibawah standar PBI '71, untuk ppc fc'=20 Mpa dan ppc fc'= 25 Mpa dan untuk ppc fc'=30 Mpa hasilnya telah sesuai dengan standar PBI '71, walaupun demikian kuat desak rata-rata yang dihasilkan beton ppc fc'=30 Mpa tetap lebih rendah dari kuat desak rata-rata beton pc fc'=30 Mpa. (periksa gambar 5.2 dan gambar 5.3).

6.2 Saran-saran

Penelitian ini banyak mempunyai keterbatasan, baik dari segi waktu, biaya dan material/bahan, maka dapat dikatakan hasil penelitian ini masih kurang sempurna. Berkaitan dengan hal tersebut di atas dapat dikemukakan saran-saran untuk melengkapi penelitian baik selama proses pembuatan benda uji beton, maupun hingga umur pelayanan beton, sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut bahan material penyusun beton dapat diambil dari tempat yang lebih variatif dan berragam.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui berapa besar kuat desak beton yang menggunakan semen portland biasa dengan beton yang menggunakan semen portland pozzolan jika dipakai bahan tambah dan digunakan untuk beton mutu tinggi.
3. Untuk pengujian sebaiknya dilakukan sampai umur beton 90 hari atau lebih untuk memperoleh kuat desak beton maksimumnya, karena sampai umur 60 hari grafik kuat desaknya masih mengalami kenaikan.
4. Untuk penelitian lebih lanjut perlu adanya pengujian terhadap regangan untuk mengetahui modulus elastisitas dari beton pc dan beton ppc, dan juga terhadap permeabilitas beton.
5. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid, sebaiknya jumlah benda uji untuk penelitian selanjutnya minimal 30 benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Antono, Prof, Ir, 1998, BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK SIPIL I, Bahan Perkuliahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta,

Murdock, L.J dan Brook, K.M, 1991, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta,

Kardiyono Tjokrodimuljo, Ir, ME, 1992, TEKNOLOGI BETON, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta,

Lydon, FD, 1979, CONCRETE MIX DESAIGN, Applied Sciene Publisher Ltd., London,

---------, SK SNI-14-1989-F,1989, METODE PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta,

---------,SK SNI-28-1989-03,1991, TATA CARA PENGADUKAN DAN PENGECORAN BETON, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Bandung,

---------, 1977, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA N.I-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan DPU, Bandung.

LAMPIRAN

Proposal I.M
TA 3 Ok

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	KISWANTORO	95 310 272		TSS.
2.	LISA WIJAYANTI	95 310 090		TSS.

JUDUL TUGAS AKHIR : ~~KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG NON TUNGGU/UJI LABORATORIUM.~~
PERBANDINGAN KUAT DESAK BETON DENGAN BAHAN – IKAT SEMEN PORTLAND POZZOLAN (PPC) DAN SEMEN PORTLAND (PC)

Dosen Pembimbing I : IR. H. MOCH. TEGUH, MSCE
Dosen Pembimbing II : IR. H. ILMAN NOER, MSCE

Yogyakarta, 21 Feb. 2000
a.n. Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

1

2

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

.....

Dosen Pembimbing I :
Dosen Pembimbing II :

1

3 x 4

2

3 x 4

Yogyakarta,
D e k a n,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis Benda Uji : AGREGAT KASAR
Nama Benda uji : KERIKIL
Asal : SELEBENG, KULON PROGO
Keperluan : PENELITIAN TA

Diperiksa oleh :
1) LISA WIDAYANTI 95 310 090
2) KISWANTORO 95 310 272

Tanggal : 5 MEI 2000

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BEDA UJI II
Berat Agregat (W)	400 Gram	400 Gram
Gelas ukur + Air (V1)	500 Cc	500 Cc
Gelas ukur + Air + Agregat (V2)	650 Cc	650 Cc
BERAT JENIS (BJ) = $\frac{W}{V2 - v1}$	$\frac{400}{650-500} = 2,667$	$\frac{400}{650-500} = 2,667$
BERAT JENIS (BJ) RATA-RATA	2,667 gr/cc	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS
Nama Benda uji : PASIR
Asal : SUNGAI KRASAK
Keperluan : PENELITIAN TA

Diperiksa oleh :
1) LISA WIJAYANTI 95 310 0
2) KISWANTORO 95 310 2

Tanggal : 5 MEI 2000

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sekop kecil

	BENDA UJI I	BEDA UJI II
Berat Agregat (W)	400 Gram	400 Gram
Gelas ukur + Air (V1)	500 Cc	500 Cc
Gelas ukur + Air + Agregat (V2)	655 Cc	655 Cc
BERAT JENIS (BJ) $\frac{W}{V2 - v1}$	$\frac{400}{655-500} = 2,581$	$\frac{400}{655-500} = 2,581$
BERAT JENIS (BJ) RATA-RATA	2,581 gr/cc	

Yogyakarta, ...

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS
Nama Benda uji : PASIR
Asal : SUNGAI KRASAK
Keperluan : PENELITIAN TA

Diperiksa oleh :
1) LISA WIDAYANTI 95 310 090
2) KISWANTORO 95 310 272

Tanggal : 5 MEI 2000

ALAT – ALAT

1. Timbangan Kapasitas 2610 gram
2. Oven
3. Gelas ukur Volume 100 cc
4. Stop wacth
5. Piring., gayuh
6. Sendok, lap, torong, penggaris
7. Dan lain-lain

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat piring kosong (W1)	148,8 gram	162,6 gram
Berat piring + pasir kering oven (W2)	248,8 gram	162,6 gram
Berat pasir kering oven (W_{ko1}) (W2 - W1)	100 gram.	100 gram.
Pasir kering oven setelah dicuci (W_{ko2})	98,8 gram	98,6 gram
Kandungan lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100\ \%$	1,7294 %	1,4187 %
Kandungan Lumpur Rata – rata	1,57 %	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI T
FAKULTAS TEKNI

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS
Nama Benda uji : PASIR
Asal : SUNGAI KRASAK
Keperluan : PENELITIAN TA

Diperiksa oleh :
1) LISA WIJAYANTI 95 310 090
2) KISWANTORO 95 310 272

Tanggal : 5 MEI 2000

ALAT – ALAT

1. Timbangan Kapasitas minimal 20 Kg
2. Cetakan silinder (Ø15 x t 30) cm
3. Tongkat penumbuk Ø 16 mm panjang 60 cm
4. Serok /cetok
5. Dan lain-lain

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat cetakan silinder (W1)	5,717.. Kg	5.717... Kg
Berat cetakan silinder + Agregat (W2)	13,320 Kg	13.304 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4}\pi.d^2.t$	5298,175 cM^3	5298,175. cM^3
Berat Volume Agregat = $\frac{W2 - W1}{V}$	$\frac{13320 - 5,717}{5298,175} = 1,434$	$\frac{13304 - 5717}{5298,175} = 1,4318$
Berat Volume Agregat Rata - rata	1,4333 gr/cc.	

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEK
FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN
GRADASI AGREGAT ~~KASAR~~ HALUS

Jenis Benda Uji : AGREGAT HALUS
Nama Benda uji : ~~PASIR KALI~~
Asal : ~~MERAPI~~
Keperluan : PENELITIAN TA

Diperiksa oleh :
1) LISA WIJAYANTI 95-05
2) KISWANTORO 95-27

Tanggal : 5 MEI 2000

ALAT – ALAT :
1. Timbangan kapaitas ~~20 kg~~ 1,5 kg
2. Mesin penggetar / mesin ayak
3. Saringan 1 (satu) set (40, 20, 10, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, 0.15, pan) mm
4. Sikat baja (Kasar / halus)
5. Kuas , Lap kaos
6. Piring, serok . dll

LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL (gram)		BERAT TERTINGGAL (%)		BERAT TERTINGGAL KUMULATIF	
PERCOBAAN KE :	I	II	I	II	I	II
~~40~~	.....	.....	.....	.....	.....	.....
~~20~~	.....	.....	.....	.....	.....	.....
~~10~~	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.80	..8.	..3.	0,1	0,15	0,1	0,15
2.40	.103	.100	5,15	...5	5,25	5,15
1.20	340,5	346	17,025	17,3	22,275	22,45
0.60	607,5	609	30,375	30,45	52,650	52,9
0.30	524,5	542	26,225	27,1	78,875	80
0.15	364	351	18,2	17,55	97,075	97,55
SISA	58,5	49	2,925	2,45		
Jumlah	2000	2000	100	100	256,225	258,2
Jumlah rata-rata	 2000		 100		257,213	

Modulus Halus Butir (MHB) _____ = $\frac{257,213}{100}$ = 2,57213

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat ~~PPC~~

umur beton : 7 hari (f_c' = 20 MPa.)

dibuat tanggal : 14 JUNI 2000

diuji tanggal : 21 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	~~15,05~~	30,35	180,267	12,721	328	1.14
2	15,03	30,34	177,422	12,800	353	1.13
3	14,95	30,54	175,583	12,823	317	1.08
4	15,10	30,44	179,079	12,735	339	1.12
5	15,00	30,30	178,131	12,932	360	1.15

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 7 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 14 JUNI 2000

diuji tanggal : 21 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,95	30,38	178,368	12,782	445	1.46
2	15,00	30,48	179,316	12,818	480	1.51
3	15,09	30,65	177,895	13,040	440	1.50
4	14,95	30,38	181,458	12,732	485	1.42
5	15,08	30,5	178,605	12,820	440	1.42

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 7 hari (f_c' = 25 MPa)

dibuat tanggal : 14 JUNI 2000

diuji tanggal : 21 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,72	177,895	12,827	420	1.25
2	15,10	30,47	179,079	12,796	480	1.38
3	15,10	30,52	179,079	12,544	420	1.28
4	15,00	30,50	176,715	12,590	440	1.43
5	15,10	30,42	179,079	12,728	430	1.29

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 7 hari (f_c' = 25 MPa)

dibuat tanggal : 14 JUNI 2000

diuji tanggal : 21 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,76	177,895	13,075	525	1.47
2	15,05	30,35	177,895	12,772	615	2.07
3	15,04	30,45	177,658	12,782	545	1.48
4	15,05	30,38	177,895	12,845	510	1.38
5	15,10	30,57	179,079	12,895	525	1.49

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat ~~PPC~~

~~umur beton~~ : 7 hari (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 10 JUNI 2000

diuji tanggal : 17 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,09	29,95	178,131	12,595	440	1.36
2	15,06	30,39	175,538	12,602	485	1.47
3	15,04	30,03	179,791	12,917	460	1.36
4	15,0	30,15	180,029	12,677	480	1.16
5	15,06	30,17	181,697	12,674	465	1.40

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 7 hari (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 10 JUNI 2000

diuji tanggal : 17 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,04	30,18	177,658	12,782	540	1.51
2	15,08	30,21	178,605	12,811	570	1.57
3	15,07	30,18	178,368	12,812	600	2.06
4	15,01	30,27	176,950	12,893	615	2.10
5	15,03	30,10	177,422	12,690	575	1.56

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNI-
FAKULTAS TEKNIK U.I.

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat ~~PPC~~

umur beton : 14 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 12 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,135	30,14		12,584	420	1.30
2	15,065	30,220		12,583	405	1.22
3	15,07	30,3		12,527	425	1.26
4	15,75	30,480		12,620	415	1.25
5	15,07	30,335		12,5	415	1.16

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 14 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 31 MEI 2000

diuji tanggal : 13 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,07	30,455		12,942	535	1.34
2	15,11	29,895		12,634	550	1.39
3	15,05	30,070		12,695	550	1.35
4	15,195	30,19		12,918	500	1.53
5	15,075	30,31		12,747	505	1.30

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 14 hari (f'c = 25 MPa)

dibuat tanggal : 2 JUNI 2000

diuji tanggal : 16 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,10	29,90	179,079	12,736	480	1.41
2	15,05	30,06	177,895	12,569	515	1.47
3	15,02	30,16	177,186	12,658	500	1.36
4	14,9	29,75	174,366	12,694	590	1.42
5	15,07	30,245	178,365	12,668	560	1.49

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 14 hari (f'c = 25 MPa)

dibuat tanggal : 2 JUNI 2000

diuji tanggal : 16 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,2	177,895	12,789	700	2.36
2	15,03	30,09	177,422	12,795	720	2.59
3	15,065	30,17	178,365	12,820	685	2.50
4	15,025	30,4	177,422	12,165	660	2.48
5	15,0	30,075	176,715	12,759	696	2.35

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 14 hari (f'c = 30 MPa)

dibuat tanggal : 10 JUNI 2000

diuji tanggal : 24 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,79	30,4	171,801	12,692	630	2.08
2	15,06	30,23	178,131	12,566	625	2.15
3	14,98	30,22	176,249	12,499	585	2.08
4	15,02	30,22	177,786	12,654	605	2.15
5	15,08	29,97	178,605	12,527	620	2.25

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 14 hari (f'c = 30 MPa)

dibuat tanggal : 10 JUNI 2000

diuji tanggal : 24 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,995	30,18	176,008	12,678	750	2.33
2	14,9	30,25	176,950	12,738	755	2.31
3	14,96	29,91	179,079	12,811	745	2.25
4	14,95	30,11	177,895	12,793	720	2.34
5	15,00	30,36	178,368	12,931	720	2.31

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKN
FAKULTAS TEKNIK U

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 21 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 19 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,03	30,81	178,892	12,536	465	1.25
2	15,00	29,90	178,131	12,870	490	1.58
3	15,08	30,50	177,658	12,341	460	1.38
4	14,94	30,16	176,715	12,505	345	1.51
5	15,05	30,50	178,131	12,581	480	2.03

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 21 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 19 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,06	30,31	178,131	12,898	615	2.07
2	15,00	30,17	176,715	12,703	630	2.09
3	15,22	30,40	181,936	13,159	650	2.22
4	15,00	30,30	176,715	12,796	670	2.45
5	15,03	30,45	177,423	12,819	676	2.17

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat ~~PPC~~

~~umur beton : 21 hari (f_c' = 25 MPa)~~

dibuat tanggal : 2 JUNI 2000

diuji tanggal : 23 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,03	177,895	12,609	555	1.55
2	15,07	30,14	177,368	12,590	580	1.57
3	15,0	30	177,715	12,438	500	1.42
4	15,02	30,10	177,168	12,714	585	1.58
5	15,03	30,05	177,422	12,608	600	2.01

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 21 hari (f_c' = 25 MPa)

dibuat tanggal : 2 JUNI 2000

diuji tanggal : 23 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,97	30,05	176,479	12592	655	2.36
2	15,01	29,95	174,366	12,636	750	2.39
3	15,10	30,29	175,773	12,784	720	2.25
4	15,05	30,04	175,538	12,640	665	2.37
5	15,07	30,48	176,715	12,892	750	2.45

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 21 hari (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 6 JUNI 2000

diuji tanggal : 27 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,95	30,42	175,538	12,468	630	2.12
2	15,00	30,38	176,715	12,810	660	2.0
3	14,96	30,18	175,773	12,616	610	2.04
4	15,03	30	177,422	12,486	630	2.28
5	14,87	30,31	173,665	12,726	640	2.08

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 21 hari (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 6 JUNI 2000

diuji tanggal : 27 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,30	177,895	12,770	775	3.46
2	15,05	30,48	177,895	12,10	765	2.41
3	15,05	30,08	177,895	12,863	760	2.25
4	15,04	30,50	177,658	12,947	770	2.56
5	14,84	30,18	172,965	12,725	755	2.16

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : 28 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 26 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,06	30,25	177,422	12,702	520	1.34
2	14,95	30,33	176,715	12,622	575	1.35
3	15,13	30,66	178,605	12,615	460	1.38
4	15,14	30,09	175,304	12,750	555	2,02
5	15,21	30,33	177,895	12,80	570	1.35

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 28 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 26 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,10	30,11	179,079	12,740	740	2.28
2	15,07	30,44	178,365	12,771	710	2.22
3	15,09	30,30	178,842	12,757	706	1.53
4	15,08	30,09	178,605	12,826	735	1.27
5	15,10	30,18	179,079	12,859	745	2.28

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UI

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

~~umur beton : 28 hari (fc' = 25 MPa)~~

dibuat tanggal : 31 MEI 2000

diuji tanggal : 27 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,12	30,36	179,553	12,887	650	2.40
2	15,02	30,01	177,186	12,748	660	2.30
3	15,04	30,07	177,658	12,657	670	2.21
4	15,05	30,35	177,895	12,846	665	2.44
5	15,13	30,29	179,791	12,753	650	2.29

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 28 hari (fc' = 25 MPa)

dibuat tanggal : 31 MEI 2000

diuji tanggal : 27 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,38	177,895	12,967	780	3.24
2	15,02	30,41	177,186	12,943	790	3.16
3	15,03	30,59	177,422	12,950	785	2.40
4	15,03	30,44	177,422	12,916	775	2.28
5	14,94	30,28	175,304	12,985	805	3.06

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : ~~28 hari~~ (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 31 MEI 2000

diuji tanggal : 28 JUNI 2006

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,02	30,18	177,186	12,778	720	1.59
2	15,04	30,05	177,658	12,664	675	2.11
3	15,06	30,37	178,131	12,669	690	2.17
4	15,05	30,31	177,895	12,670	730	2.34
5	15,01	30,26	176,956	12,705	720	2.03

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 28 hari (f_c' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 31 MEI 2000

diuji tanggal : 28 JUNI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,99	30,56	176,479	13,034	845	2.59
2	14,96	30,41	175,773	12,750	840	3.02
3	14,93	30,10	175,069	12,886	815	2.35
4	15,11	30,4	179,316	13,069	780	3.28
5	14,94	30,37	175,304	12,821	836	2.22

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat ppc

umur beton : 60 hari (f_c' = 20 MPa)

~~dibuat tanggal : 26 MEI 2000~~

diuji tanggal : 24 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,15	30,35		12,618	540	1.63
2	15,03	30,34		12,612	610	2.13
3	14,95	30,54		12,837	640	2.08
4	15,10	30,44		12,549	560	2,12
5	15,06	30,30		12,550	630	2.15

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat pc

umur beton : 60 hari (f_c' = 20 MPa)

dibuat tanggal : 30 MEI 2000

diuji tanggal : 24 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,95	30,38		12,578	700	2.1
2	15,0	30,48		12,533	695	2,3.
3	15,04	30,65		13,028	805	2.5
4	14,95	30,38		12,633	690	2.42
5	15,08	30,50		12,485	675	2.42

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : ~~60 hari (fc' = 25 MPa)~~

dibuat tanggal : 24 MEI 2000

diuji tanggal : 22 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,72		12,592	655	2.47
2	15,10	30,47		12,636	750	2.07
3	15,10	30,52		12,784	720	2.48
4	15,00	30,50		12,640	665	2.38
5	15,10	30,42		12,892	750	2.49

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 60 hari (fc' = 25 MPa)

dibuat tanggal : 24 MEI 2000

diuji tanggal : 22 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,76		12,780	890	2.25
2	15,05	30,35		13,015	870	2.38
3	15,04	30,45		12,599	895	2.28
4	15,05	30,38		12,864	870	2.43
5	15,10	30,57		12,688	850	2.29

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PPC

umur beton : ~~60 hari (fc' = 30 MPa)~~

dibuat tanggal : 22 MEI 2000

diuji tanggal : 20 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	15,05	30,03		12,645	855	2.55
2	15,07	30,14		12,747	750	2.57
3	15	30		12,[illegible]	840	2.42
4	15,02	30,10		[illegible]	765	2.58
5	15,05	30,05			820	2.01

Hasil kuat desak silinder beton dengan bahan-ikat PC

umur beton : 60 hari (fc' = 30 MPa)

dibuat tanggal : 22 MEI 2000

diuji tanggal : 20 JULI 2000

Nomer sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Berat (kg)	Beban maksimum (KN)	Waktu (detik)
1	14,97	30,05			895	3.36
2	15,01	29,95			940	3.39
3	15,10	30,29			965	3.25
4	15,05	30,04			970	3.37
5	15,07	30,48			900	3.45

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKN[illegible]
FAKULTAS TEKNIK UI