TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN ALWA SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON RINGAN

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

HIDAYANTO
No. Mhs. : 91 310 044
NIRM : 910051013114120042

HERI ISMAYANTO
No. Mhs. : 91 310 163
NIRM : 910051013114120158

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

1997

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN ALWA SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON RINGAN

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

OLEH :

Nama	: Hidayanto
No. Mhs	: 91 310 044
NIRM.	: 910051013114120042
Nama	: Heri Ismayanto
No. Mhs	: 91 310 163
NIRM.	: 910051013114120158

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

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

1997

HALAMAN PENGESAHAN

PENGGUNAAN ALWA SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON RINGAN

OLEH :

Nama : Hidayanto
No. Mhs : 91 310 044
NIRM. : 910051013114120042

Nama : Heri Ismayanto
No. Mhs : 91 310 163
NIRM. : 910051013114120158

Telah diperiksa dan disetujui oleh

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Ir. H. M Samsudin
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 21 — 05 — 97.

Ir. Tadjuddin BMA, MS
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 15-5-97

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalaamu'alaikum wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Adapun tugas akhir ini dilaksanakan sebagai prasarat untuk memenuhi jenjang strata satu pada Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Permasalahan yang kami angkat dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Penggunaan Alwa Sebagai Alternatif Pengganti Aggregat Kasar Pada Beton. Dengan segala keterbatasan yang ada, kami berusaha menerapkan apa yang telah kami dapatkan untuk menyelesaikan permasalahn yang kami hadapi. Penulisan Tugas Akhir ini dilaksanakan pada bulan Nopember 1996 sampai dengan Maret 1997.

Selama melaksanakan penulisan Tugas Akhir ini, tentunya kami tidak lepas dari rintangan dan hambatan. Namun demikian berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya kami dapat mengatasi rintangan dan hambatan tersebut. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam - dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku ketua jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. M Samsudin, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS, selaku dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh Karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah membalas semua amalnya dan kami berharap penulisan Tugas Akhir ini tidak hanya menjadi arsip yang tertumpuk dan terlupakan, akan tetapi lebih dari itu dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amiin.

Wabillaahitaufik wal hidayah.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 1997

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Halaman Pengesahan ii

Kata Pengantar iii

Daftar Isi v

Daftar Tabel viii

Daftar Gambar xi

Daftar Lampiran xii

Notasi xiii

Abstrak xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Permasalahan 2

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Masalah 5

1.5 Metode Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8

2.1 Beton Ringan 8

2.2 Material Penyusun Beton Ringan 11

2.2.1 Semen 11

2.2.2 Agregat 12

2.2.3 Air 15

2.3 Metode Perencanaan Adukan Beton 16

BAB III LANDASAN TEORI 20

3.1 Umum 20

3.2 Faktor Air Semen 21

3.3 Slump 23

3.4 Workability 24

3.5 Kekuatan Beton 25

3.6 Umur Beton 27

BAB IV HIPOTESIS 29

BAB V METODE PELAKSANAAN 31

5.1 Umum 31

5.2 Persiapan Material 31

5.3 Peralatan Penelitian 34

5.3.1 Alat Uji Desak 34

5.3.2 Alat Pembuat Benda Uji 35

5.4 Perencanaan Bahan Susun Beton 36

5.5 Proses Pengujian Benda Uji 41

5.6 Kendala Dan Cara Penyelesaiannya 41

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN 43

6.1 Hasil Uji 43

6.1.1 Hasil Pengujian Berat volume 43

6.1.2 Hasil Pengujian Kuat Desak 46

6.1.3 Perhitungan Kuat Desak Yang Disyaratkan..... 53

6.2 Pembahasan 77

6.2.1 Penyimpangan Data 77

6.2.2 Berat Volume Beton 78

6.2.3 Kuat Desak Beton 79

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 81

7.1 Kesimpulan 81

7.2 Saran 82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
2.1	Macam - macam Agregat Ringan	13
2.2	Data Teknis Agregat Alwa	14
2.3	Daftar Kebutuhan Bahan Campuran Beton Pada Beberapa Fas	17
3.1	Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur	24
3.2	Perbandingan Kuat Desak Beton Pada Berbagai Umur	27
5.1	Gradasi Pasir Alam Asal Sungai Progo	32
5.2	Gradasi Agregat Kasar Alwa	33
5.3	Perbandingan Berat Bahan Penyusun Beton	37
5.4	Perbandingan Volume Bahan Penyusun Beton	37
5.5	Volume Bahan Penyusun Beton Yang Dibutuhkan	38
5.6	Bahan Penyusun Beton Yang Dibutuhkan Dalam Satuan Berat	38
5.7	Penambahan Bahan Penyusun Beton Dalam Satuan Berat	39
5.8	Kebutuhan Total Bahan Penyusun Beton Yang Digunakan	40
5.9	Perbandingan Bahan Penyusun Beton Yang Digunakan	40
6.1	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.4450	43
6.2	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.4895	44
6.3	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.5340	44
6.4	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.5785	45
6.5	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.6230	45
6.6	Data Berat volume Beton Pada Variasi Fas 0.6675	46
6.7	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.4450	47
6.8	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.4895	47
6.9	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.5340	48

No.	Nama Tabel	Hal.
6.10	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.5785	48
6.11	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.6230	49
6.12	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.6675	49
6.13	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.4450 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	50
6.14	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.4895 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	51
6.15	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.5340 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	51
6.16	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.5785 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	52
6.17	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.6230 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	52
6.18	Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Fas 0.6675 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	53
6.19	Faktor Pengali Untuk Deviasi Standar	55
6.20	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.4450	55
6.21	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.4895	56
6.22	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.5340	56
6.23	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.5785	57
6.24	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.6230	57
6.25	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas	

No.	Nama Tabel	Hal.
	0.6675	58
6.26	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.4450 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	58
6.27	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.4895 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	59
6.28	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.5340 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	59
6.29	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.5785 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	60
6.30	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.6230 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	60
6.31	Perhitungan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Pada Fas 0.6675 Dengan Mengurangi Sampel Yang Menyimpang	61
6.32	Selisih fc' Dengan fcr Pada Jumlah Benda Uji 20 Buah	62
6.33	Selisih fc' Dengan fcr Pada Jumlah Benda Uji Kurang Dari 20 Buah	63
6.34	Hasil fc' Yang Terpakai	64
6.35	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.4450	65
6.36	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.4895	67
6.37	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.5340	69
6.38	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.5785	71
6.39	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.6230	73
6.40	Perhitungan Kontrol Kuat Desak Beton Pada FAS 0.6675	75
6.41	Berat Volume Beton Pada Setiap Variasi FAS	78
6.42	Hasil fc' Yang Sesuai Dengan Persyaratan	79

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
2.1	Grafik Perkiraan Berat Jenis Dan Penggolongan Agregat Beton Ringan	10
3.1	Grafik Hubungan Antara Kuat Desak Beton Dengan Fas	22
3.2	Gambar Hubungan Antara Kuat Desak Kubus Beton Dan Kandungan Semen Pada Beberapa Beton Yang Menggunakan Agregat Ringan	23
3.3	Grafik Hubungan Kuat Desak Beton Pada Berbagai Umur Beton	28
6.1	Distribusi Normal Dari Kekuatan Tekan Beton	62
6.2	Grafik Hubungan Fas Dengan Kuat Desak Yang Didapat Pada Benda Uji Sebanyak 20 Buah	63
6.3	Grafik Hubungan Fas Dengan Kuat Desak Yang Didapat Pada Benda Uji Kurang Dari 20 Buah	63
6.4	Grafik Hubungan Fas Dengan Kuat Desak Yang Sesuai Dengan Persyaratan Pada Umur 28 Hari	79

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Uraian
1	Pemeriksaan Keausan Agregat

NOTASI

Simbol	Keterangan
fc'	Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan
k	Faktor Pengali Deviasi Standar
S	Deviasi Standar
fcr	Kuat Desak Beton Rata-rata
N	Jumlah Benda Uji
fc_{28}	Kuat Desak Beton Umur 28 Hari

ABSTRAKSI

Beton ringan ("light weight concrete") dihasilkan dari penggunaan agregat ringan sebagai campurannya, baik hasil alami maupun buatan seperti batu apung, fly ash, aglite, foamed slag dan leca. Beton ringan ini telah banyak dikenal di Eropa, Australia maupun Amerika untuk keperluan konstruksi. Beratnya relatif ringan karena mengandung pori, oleh karena itu banyak menyerap air.

Alwa dibuat dari bahan lempung sedimen yang dapat berkembang ("expanded clay") sehingga dapat disetarakan dengan Leca. Pada tahap persiapan lempung dipecah menjadi partikel-partikel kecil dengan diameter 0,5 sampai dengan 2,0 cm, kemudian dikeringkan, dan dibakar secara cepat (5 - 10 menit) dalam tungku pembakaran yang dapat berputar dengan suhu 1150 - 1250^{0}C. Bahan dasar Alwa digali dari pinggiran maupun di tengah sepanjang sungai Tajum, Wangon, kabupaten Cilacap.

Perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode takaran coba-coba dengan fariasi nilai fas yang berbeda pada standar nilai "slump" yang sama dengan memperhatikan kemudahan pengerjaan ("workability").

Hasil penelitian menunjukan bahwa beton yang menggunakan agregat kasar alwa memiliki berat volume lebih kecil dari 1,9 g/cm^3, sehingga dapat digolongkan kedalam beton ringan, dan kuat desak yang dihasilkan dapat mencapai 210,7901 kg/cm^2 pada nilai fas 0,4450 sehingga dapat digolongkan kedalam beton struktur karena lebih besar dari 20 Mpa (196,1333 kg/cm^2).

BAB I

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk semakin meningkat dengan berbagai aktifitasnya, hal ini memerlukan penyediaan sarana-sarana yang memadai. Sarana-sarana tersebut diantaranya perumahan, perkantoran, rumah sakit, dan sarana hiburan dalam skala besar. Pemenuhan terhadap sarana-sarana tersebut memerlukan material dalam jumlah yang besar, oleh karena itu diupayakan menggunakan material dari bahan yang mudah didapat, murah dan praktis dalam pemakaiannya.

Pemilihan beton sebagai salah satu alternatif bahan utama struktur bangunan, disebabkan beton relatif mudah dikerjakan. Selain itu, penggunaan beton pada pembangunan perumahan meningkatkan kepraktisan dan kekuatan bangunan bila dibandingkan dengan penggunaan pasangan batu bata pada pasangan rolag, kolom, dan balok.

Beton merupakan bahan bangunan yang disusun dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air, serta bahan tambah ("additive") bila diperlukan.

Pemakaian bahan tambah dilakukan bila dikehendaki sifat-sifat khusus, misalnya untuk mempercepat pengerasan beton digunakan "accelator".

Kekuatan beton dipengaruhi oleh perbandingan bahan susun yang digunakan, oleh karena itu dengan mengatur perbandingan bahan susun beton dapat dihasilkan kuat desak beton yang bervariasi sesuai dengan perencanaan. Agar menghasilkan kuat desak yang sesuai dengan perencanaan diperlukan "mix design" untuk menentukan jumlah bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecekan tertentu, agar tidak terjadi "segregasi". Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat atau tidaknya campuran bahan susun beton tersebut. Semakin kecil rongga (kandungan udara) yang dihasilkan dalam pemadatan beton maka makin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Dimensi struktur beton sangat dipengaruhi oleh beban struktur dan mutu beton yang direncanakan. Dimensi struktur beton dapat diperkecil dengan menurunkan beban struktur pada mutu beton rencana yang sama atau dengan meningkatkan mutu beton rencana pada beban struktur yang sama. Beban yang bekerja pada struktur meliputi antara lain: beban hidup, beban mati, beban akibat berat sendiri dan beban sementara.

Dimensi struktur beton yang besar akan membutuhkan daya dukung tanah yang besar. Pada tanah lunak dengan daya dukung tanah yang kecil, maka akan membutuhkan biaya yang tidak sedikit dalam membuat pondasinya. Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan dimensi beton yang lebih kecil tetapi struktur masih mampu manahan beban yang bekerja yaitu dengan menggunakan beton prategang. Tetapi, penggunaan beton prategang membutuhkan teknologi yang tinggi, sehingga masih membutuhkan biaya yang besar.

Melihat kondisi tersebut, timbul pemikiran untuk mendapatkan berat struktur yang kecil tetapi dimensi dan mutu beton sesuai dengan perencanaan semula, sehingga diharapkan bisa menekan anggaran biaya. Berat bangunan dapat dikurangi dengan mengurangi berat sendiri struktur, sedangkan untuk mengurangi berat sendiri struktur dibutuhkan berat volume beton yang lebih kecil.

1.2 Rumusan Masalah

Agar mendapatkan berat volume beton yang kecil atau beton ringan, dibutuhkan agregat penyusun beton yang memiliki berat jenis kecil. Disini penulis mencoba menggunakan agregat kasar ALWA ("Artificial Light Weight Aggregates") sebagai pengganti agragat kasar yang biasa dipakai pada beton normal.

ALWA memiliki berat jenis yang relatif ringan sehingga dimungkinkan sekali akan mendapatkan beton dengan berat volume yang ringan.

Dari kondisi ini dilakukan penelitian untuk mengetahui berat volume, kuat desak dan fas optimum yang dapat dicapai oleh beton yang menggunakan agregat kasar ALWA dengan menggunakan metode Takaran Coba-Coba.

1.3 Tujuan Penelitian

Usaha untuk mendapatkan beton ringan sangat dipengaruhi oleh bahan penyusun beton, baik bentuk maupun mutu bahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh agregat kasar ALWA terhadap beton yang dihasilkannya, yaitu meliputi :

1. Kuat desak beton yang dapat dicapai pada umur 28 hari.
2. Berat jenis beton yang dihasilkan pada umur 28 hari.
3. Fas optimum yang dihasilkan pada tingkat pekerjaan yang mudah dikerjakan tanpa menggunakan bahan "additive".

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dititikberatkan sesuai dengan tujuan penelitian. Agar pembahasan tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan masalah yang meliputi hal-hal berikut ini.

1. Hitungan "mix design" dilakukan dengan menggunakan metode takaran coba-coba.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan benda uji kubus (15 x 15 x 15 cm^3)
3. Tinjauan kuat desak beton didasarkan pada nilai fas yang direncanakan.
4. Nilai fas rencana diambil 6 variasi fas, yaitu : 0.4450, 0.4895, 0.5340, 0.5785, 0.6230, 0.6675 dan setiap variasi fas diambil 20 sampel.
5. Pengujian desak beton dilaksanakan pada umur 28 hari.
6. Agregat kasar yang digunakan adalah ALWA.
7. Agregat halus digunakan pasir yang diambil dari sungai Progo, Yogyakarta.
8. Semen yang digunakan adalah semen Nusantara kelas I.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencari pemecahan masalah. Agar penelitian berjalan dengan runtut, terarah dan lancar maka digunakan metode penelitian dalam pelaksanaanya. Metode penelitian yang digunakan telah

disesuikan dengan prosedur, alat dan jenis penelitian. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tahap perumusan masalah,

   tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan dan pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap peninjauan pustaka,

   pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap landasan teori,

   tahap ini merupakan penjabaran dari tahap peninjauan pustaka.

4. Hipotesis,

   tahap ini merupakan jawaban sementara terhadap permasalahan yang sedang dihadapi yang akan dibuktikan kebenaranya.

5. Tahap metode pelaksanaan,

   metode pelaksanaan disesuikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat.

6. Tahap hasil dan pembahasan,

   analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian, ditinjau berdasarkan teori yang

melandasi.

7. Penarikan kesimpulan,

dari hasil uji laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan permasalahan.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Ringan

Berdasarkan berat volumenya, beton digolongkan menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu:[3]

1. Beton ringan,

   yaitu beton yang mempunyai berat volume tidak lebih dari 1900 kg/m^3.

2. Beton normal,

   yaitu beton yang mempunyai berat volume antara 2200 kg/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3.

3. Beton berat,

   yaitu beton yang mempunyai berat volume lebih besar dari 2500 kg/m^3.

Berat volume beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis agregatnya, terutama agregat kasar.

Beton ringan sendiri berdasarkan berat volume kering udara pada umur 28 hari dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) golongan,yaitu :[2]

1. Beton dengan kepadatan rendah,

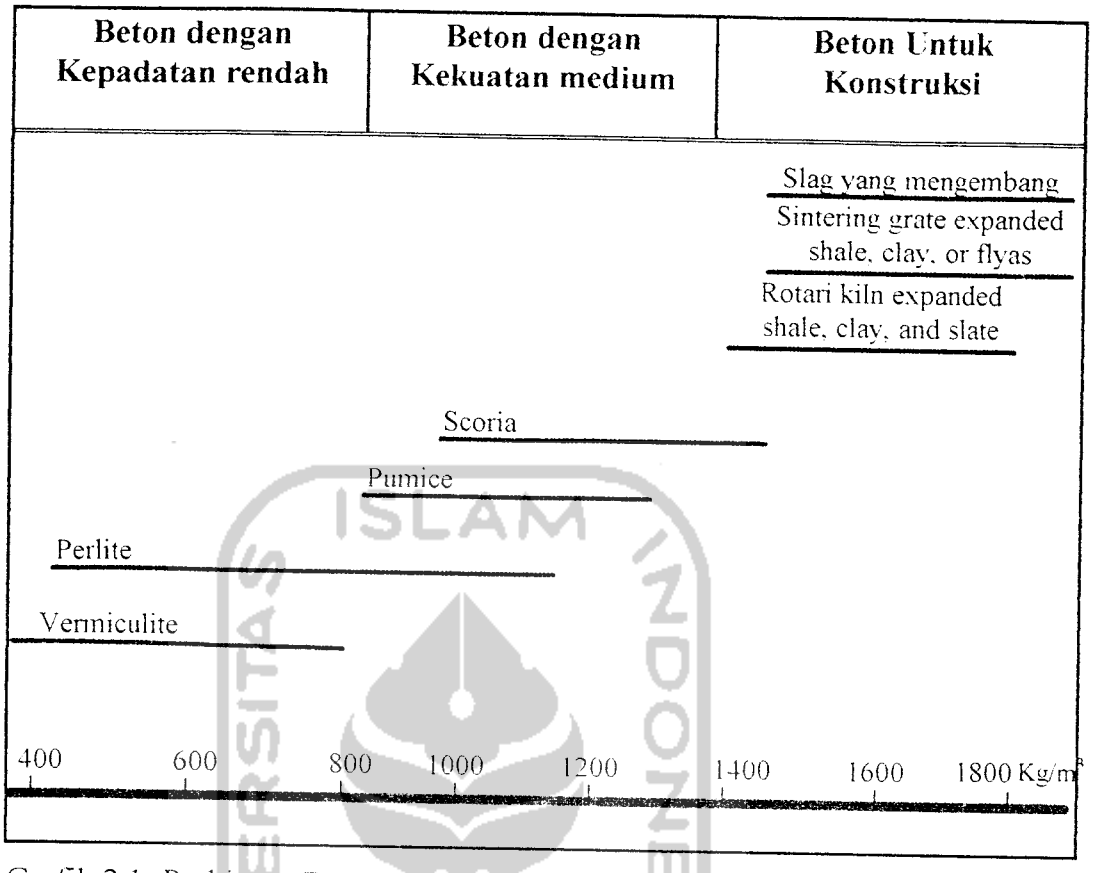
   yaitu beton yang mempunyai berat volume antara 350 kg/m^3 sampai dengan 800 kg/m^3 ,

2. Beton dengan kekuatan medium,

   yaitu beton yang mempunyai berat volume antara 800 kg/m^3 sampai dengan 1350 kg/m^3

3. Beton untuk konstruksi,

   yaitu beton yang mempunyai berat volume antara 1350 kg/m^3 sampai dengan 1900 kg/m^3.



Grafik 2.1. Perkiraan Berat Jenis dan Penggolongan Agregat Beton Ringan

Beton struktural yang mengandung agregat ringan digolongkan menjadi 2 (dua) golongan, yaitu:[7]

1. beton agregat ringan total ("all-leight weight aggregate concrete"), yaitu beton yang menggunakan agregat ringan secara keseluruhan, baik agregat kasar maupun agregat halus,
2. beton agregat ringan berpasir ("sand-leight weight aggregate concrete"), yaitu beton agregat ringan yang menggunakan agregat halus pasir alami.

2.2 Material Penyusun Beton Ringan

2.2.1 Semen

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. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Kandungan semen portland terdiri dari kapur, silika dan alumina dengan perbandingan tertentu. Ketiga bahan tersebut dicampur dan dibakar pada suhu 1551°C sehingga menjadi klinker. Setelah itu dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya ditambah gips kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus, misalnya: kalsium klorida untuk mempercepat proses pengerasan.

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

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaanya memerlukan

ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen yang berhubungan dengan udara luar akan menyerap air dengan perlahan-lahan dan penyerapan ini akan memperlambat proses pengerasan semen dan mengurangi kekuatan. Semen dapat dijaga mutunya dalam jangka waktu tidak terbatas asalkan uap air dijauhkan dari tempat penyimpanan semen.

Dalam penelitian ini dipakai semen portland jenis I dengan merk Nusantara dalam kemasan 50 Kg yang dibeli dari toko material.

2.2.2 Agregat

Berdasarkan ukurannya, agregat sebagai bahan penyusun beton dibedakan atas :

1. Agregat halus.

   agregat halus adalah berupa pasir yang memiliki butiran antara 0.15 mm s/d 5 mm. Dalam penelitian ini dipakai pasir dari sungai Progo.

2. Agregat kasar,

agregat kasar memiliki diameter antara 5mm sampai dengan 40 mm, dalam penelitian ini dipakai agregat kasar ringan dengan diameter maksimum 20 mm.

Macam-macam tipe agregat ringan dan nama hak miliknya disebutkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Macam - macam agregat ringan

Tipe Agregat	Nama Hak Milik
Expanded Clay	Leca
Sintered Colliery Shale/Clay	Aglite, Brag, Sintag
Expanded Slate	Solite
Sintered Pfa	Lytag
Sintered Pfa Clinker	Taclite
Foamed Slag	Foamed Slag
Pelletised foamed Slag	Pellite

Alasan digunakan nama hak milik adalah untuk memberikan perhatian secara tersendiri terhadap agregat ringan. Agregat ringan umumnya mempunyai daya serap air yang tinggi, sehingga dalam pengadukan beton cepat keras walaupun hanya dalam beberapa menit saja setelah pencampuran,

untuk itu perlu diadakan pembasahan agregat terlebih dahulu sebelum pangadukan, sehingga agregat mencapai keadaan SSD. [6]

Agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini adalah ALWA ("artificial light weight aggregates") yang merupakan agregat buatan. ALWA terbentuk dari lempung sedimen yang dapat mengembang ("expanded clay"), selanjutnya diproses melalui pemecahan, pemisahan fraksi, pemanasan awal dan pemanasan akhir didalam tungku putar dengan suhu antara 500°C sampai dengan 1200°C atau lebih.

Karena berat jenisnya yang ringan maka memungkinkan sekali untuk mendapatkan beton dengan berat volume yang ringan. Data teknis ALWA dicantumkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Data teknis agregat ALWA

DATA TEKNIK ALWA		KOMPOSISI KIMIA ALWA	
Unit Weight	0.45 - 0.75 Kg/lt	$Si O_2$	55.00 %
Absolut Dry Gravity	0.75 - 1.20	$AL_2 O_3$	20.40 %
Water Absorption (24 h)	16.50 - 20.00 %	$Fe_2 O_3$	6.80 %
Solid Volume	58.00 - 62.00 %	Mg O	2.40 %
Floating Content	3.00 - 91.00 %	Ca O	1.80 %
Fineness Modulus (FM)	6.00 - 7.00 %	$Na_2 O$	2.00 %
Crushing Test 4. T.10	48.00 - 53.00 %	$K_2 O$	2 ~ 3 %

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air dalam campuran beton mempunyai dua buah fungsi, yaitu:[9]

1. untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan,
2. sebagai pelincir campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen sekitar 25 % ~ 30 % berat semen. Tetapi dengan nilai faktor air semen yang kecil, adukan beton menjadi sulit dikerjakan. Maka diberikan kelebihan jumlah air yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan turun. Selain itu kelebihan air akan menyebabkan terjadinya bleeding, yaitu naiknya air bersama-sama semen ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang, kemudian menjadi buih dan membentuk suatu lapisan tipis atau selaput tipis. Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah.

Adapun persyaratan air yang dipakai untuk beton adalah sebagai berikut:

1. tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya, lebih dari 2 gram/liter,

2. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
3. tidak mengandung khlorida (CL) lebih dari 0,5 gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Air perawatan dapat diambil dari air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

Dalam penelitian ini dipakai air yang telah memenuhi persyaratan diatas yang diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2.3 Metode Perencanaan Adukan Beton

Perencanaan adukan beton menggunakan metode Takaran Coba-coba. Berdasarkan tabel 2.3 yang disadur dari "Design and Control of Concrete Mixtures" (PCA 1952) dapat digunakan untuk merencanakan adukan beton.[1]

Tabel 2.3. Daftar Kebutuhan Bahan Campuran Beton Pada Beberapa FAS

Ukuran maks krikil (mm)	Faktor air semen (fas)	Perbandingan berat sp : pasir : kerikil, dengan sp=1								
		Pasir halus mhb 2.20 - 2.60			Pasir sedang mhb 2.6 - 2.9			Pasir kasar mhb 2.9 - 3.2		
		% psr dari p+k	P	K	% psr dari p+k	P	K	% psr dari p+k	P	K
19.1	0.4450	43	1.81	2.45	45	1.91	2.34	47	1.97	2.23
25.4	0.4450	38	1.70	2.71	40	1.76	2.66	42	1.86	2.53
38.1	0.4450	34	1.59	3.19	36	1.70	3.09	38	1.81	2.98
50.8	0.4450	31	1.59	3.56	33	1.70	3.46	35	1.81	3.35
19.1	0.4895	44	2.08	2.66	46	2.18	2.55	48	2.29	2.45
25.4	0.4895	39	1.92	3.03	41	2.02	2.93	43	2.13	2.82
38.1	0.4895	35	1.86	3.41	37	1.97	3.35	39	2.08	3.24
50.8	0.4895	32	1.86	3.94	34	1.97	3.83	36	2.08	3.72
19.1	0.5340	45	2.40	2.93	47	2.50	2.82	49	2.61	2.71
25.4	0.5340	40	2.18	3.14	42	2.29	3.14	44	2.40	3.03
38.1	0.5340	36	2.13	3.78	38	2.24	3.67	40	2.40	3.56
50.8	0.5340	33	2.13	4.26	35	2.24	4.15	37	2.34	4.04
19.1	0.5785	46	2.61	3.07	48	2.72	2.98	50	2.82	2.82
25.4	0.5785	41	2.45	3.51	43	2.56	3.41	45	2.66	3.30
38.1	0.5785	37	2.40	4.04	39	2.50	3.94	41	2.66	3.78
50.8	0.5785	34	2.40	4.57	36	2.50	4.42	38	2.66	4.36
19.1	0.6230	17	2.92	3.35	49	3.09	3.24	51	3.19	3.06
25.4	0.6230	42	2.71	3.78	44	2.87	3.62	46	2.98	3.51
38.1	0.6230	38	2.66	4.36	40	2.82	4.20	42	2.87	4.10
50.8	0.6230	35	2.66	4.95	37	2.82	4.79	39	2.98	4.62
19.1	0.6675	48	3.19	3.51	50	3.43	3.35	52	3.51	3.19
25.4	0.6675	43	3.15	4.44	45	3.19	3.98	47	3.30	3.78
38.1	0.6675	39	2.93	4.57	41	3.09	4.41	43	3.25	4.26
50.8	0.6675	36	2.93	5.26	38	3.09	5.11	40	3.25	4.94
19.1	0.7120	49	3.51	3.67	51	3.67	3.51	53	3.83	3.35
25.4	0.7120	44	3.35	4.26	46	3.51	4.10	48	3.67	3.94
38.1	0.7120	40	3.25	4.84	42	3.41	4.68	44	3.56	4.52
50.8	0.7120	37	3.30	5.58	39	3.46	5.42	41	3.62	5.21

Sebelum memulai merencanakan harus diketahui hal-hal sebagai berikut :

1. ukuran butir maksimum kerikil,

2. modulus halus butir.

3. faktor air semen yang akan digunakan,

4. "slump" yang direncanakan = 7.5 cm.

Sebelum dicampur, pasir dan kerikil harus dalam keadaan SSD. Secara garis besar langkah-langkah perancangan dengan metode takaran coba-coba adalah sebagai berikut :

1. Semen portland dan airnya di campur lebih dahulu menjadi pasta semen di tempat yang tidak menghisap air.
2. Tuangkan 80% dari campuran pasir dan kerikil yang disediakan, kemudian aduklah sampai cukup plastik.
3. Periksalah konsistensinya dengan pengujian turun ("slump"). Jika "slump" lebih besar dari 7.5 cm, maka tambahkan campuran pasir dan kerikil sedikit-sedikit dan diaduk lagi. Hal ini dilanjutkan sampai mencapai "slump" 7.5 cm.
4. Jika ternyata pada pengujian "slump" untuk pertama kali didapat "slump" kurang dari 7.5 cm, berarti jumlah bahan batuannya terlalu banyak, oleh sebab itu percobaan harus diulang dari awal dengan mengurangi jumlah bahan batuannya, atau percobaannya dilanjutkan dengan menambah pasta semen sedikit-sedikit sampai mencapai "slump" 7.5 cm.

Metode perencanaan campuran beton pada umumnya hanya berlaku pada beton normal, sehingga apabila digunakan pada beton ringan akan menghasilkan beton yang kurang memuaskan. Metode takaran coba-coba lebih fleksibel dibandingkan dengan metode campuran lainnya. Dalam

metode takaran coba-coba, perbandingan campuran beton dapat ditambah ataupun dikurangi sampai mendapatkan "slump" sebesar 7,5 cm.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton ringan sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusun beton itu sendiri. Beton menjadi ringan disebabkan oleh kandungan udara dalam beton[7], yaitu :

1. gelembung udara yang berukuran agak kasar yaitu sekitar 1 mm sampai dengan 3 mm yang terdapat dalam mortar,
2. rongga udara yang terdapat diantara partikel agregat kasar yang terikat oleh lapis tipis pasta semen,
3. rongga udara dalam partikel agregat itu sendiri yang biasanya terdapat dalam agregat ringan.

Agregat ringan Alwa mempunyai bahan dasar dari lempung sedimen yang mengembang, oleh karena itu Alwa dapat digolongkan dalam golongan agregat ringan "Leca".

3.2 Faktor Air Semen (fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (fas) sangat mempengaruhi kekuatan beton. Hubungan antara faktor air semen (fas) dan kuat desak beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5^{*}X}}$$

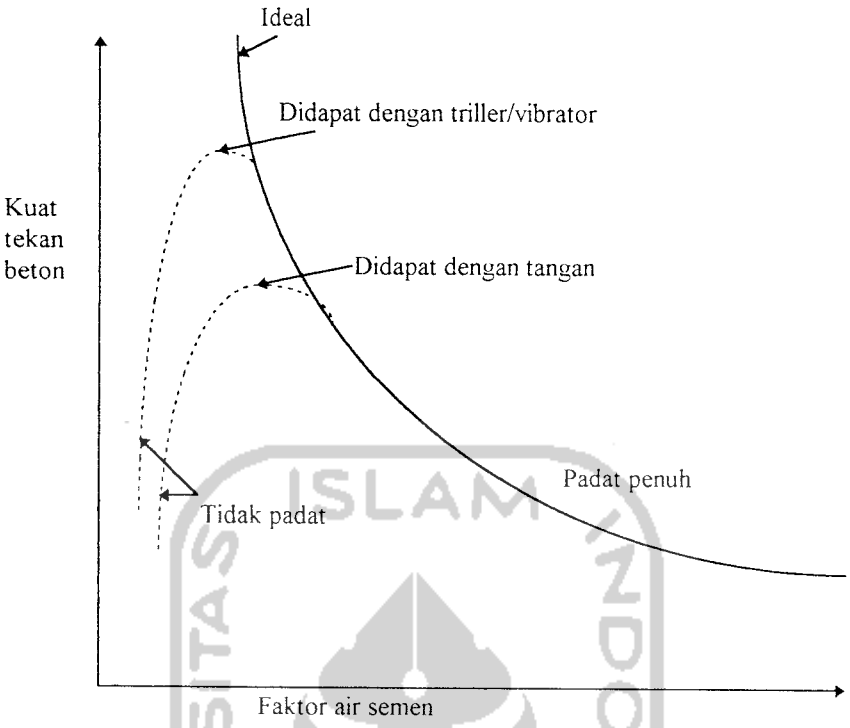
dimana :

f_c = kuat desak beton

X = faktor air semen

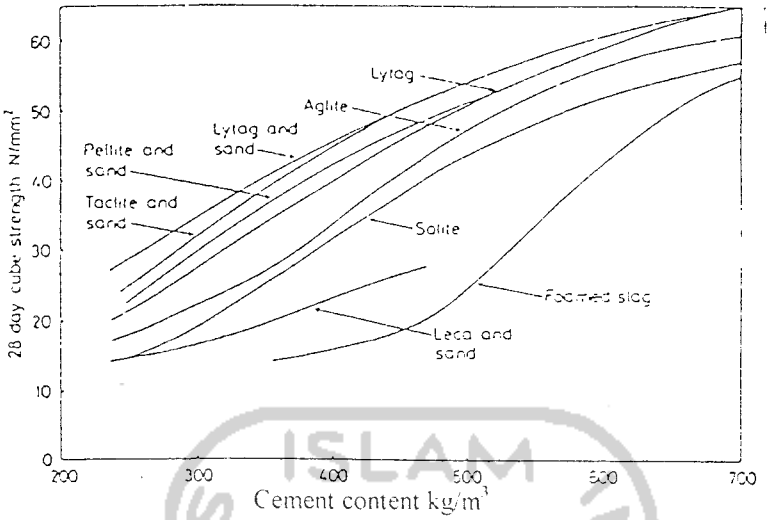
A,B = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat desak betonnya, seperti tampak pada gambar 3.1. Walaupun menurut rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat desak beton, akan tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan dalam pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton menjadi kurang padat. Oleh karena itu ada suatu nilai faktor air semen (fas) optimum yang menghasilkan kuat desak beton maximum.



Gambar 3.1 Hubungan antara kuat desak beton dengan faktor air semen.

Sedangkan hubungan antara kuat desak kubus beton dan kandungan semen pada beberapa beton yang menggunakan agregat ringan, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Hubungan antara kuat desak kubus beton dan kandungan semen pada beberapa beton yang menggunakan agregat ringan

3.3 " Slump "

"Slump" merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton. Tingkat kelecekan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan ("workability"). Makin besar nilai "slump" berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai "slump" untuk berbagai macam struktur, tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai slump untuk berbagai macam struktur

Jenis Konstruksi	Slump	
	Minimum	Maximum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12.5
Tiang pondasi tak bertulang, Caison	2.5	10
Plat, Balok, Kolom	7.5	15
Beton untuk jalan (Pavement)	5	7.5
Beton massa (Konstruksi massa yang berat)	2.5	7.5

3.4 Workability

Kemudahan pengerjaan ("workability") merupakan ukuran tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan-bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton 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 makin encer, sehingga beton makin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen kedalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.

3. Penambahan bahan tambah pada adukan beton dapat meningkatkan "workability" adukan.

Adukan dengan tingkat kelecekan tinggi mempunyai resiko yang besar terhadap "bleeding" atau "water gain". Hal ini terjadi karena bahan-bahan padat adukan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran secara terbagi rata dalam seluruh campuran. Resiko "bleeding" dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. air campuran yang dipakai sebanyak yang diperlukan sesuai hitungan "mix design",
2. pasir yang dipakai mempunyai bentuk beragam dan mempunyai kadar butiran halus yang cukup,
3. gradasi agregat yang dipakai sesuai dengan persyaratan yang ditentukan menurut metode yang dipakai.

3.5 Kekuatan beton

Beton mempunyai kuat desak yang jauh lebih besar daripada kuat tariknya. Kuat desak beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasarnya. Kuat desak beton pada umumnya ditentukan oleh tingkat kekerasan agregatnya, namun demikian perlu diperhatikan juga mutu pasta semennya. Hal ini dikarenakan pasta semen merupakan bahan ikat yang mengikat agregat-agregat penyusun beton. Mutu pasta semen yang rendah akan menyebabkan kehancuran beton sebelum mencapai maksimum, hal ini ditandai dengan

prosentase agregat lepas lebih besar daripada prosentase agregat pecah. Disamping itu kuat desak beton juga dipengaruhi oleh cara pengadukan, cara penuangan, cara pemadatan dan cara rawatan selama proses pengerasan.

Agar kualitas beton yang dihasilkan memuaskan, perlu diperhatikan proses pemadatan dan rawatan beton.

1. Tinjauan terhadap pemadatan beton,

   tujuan pemadatan adukan beton adalah untuk mengurangi rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang tinggi. Beton dengan kepadatan tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual dan mesin (alat penggetar). Kekuatan beton yang dihasilkan dari kedua cara tersebut sedikit berbeda. Kekuatan beton yang dihasilkan oleh pemadatan manual tergantung dari kemampuan manusianya. Kekuatan beton yang dihasilkan oleh pemadatan dengan menggunakan mesin getar dapat lebih tinggi, hal ini tergantung pada metode pelaksanaannya dan dari faktor manusianya. Selain itu mesin getar dapat digunakan pada campuran yang mempunyai "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 selama pencampuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan

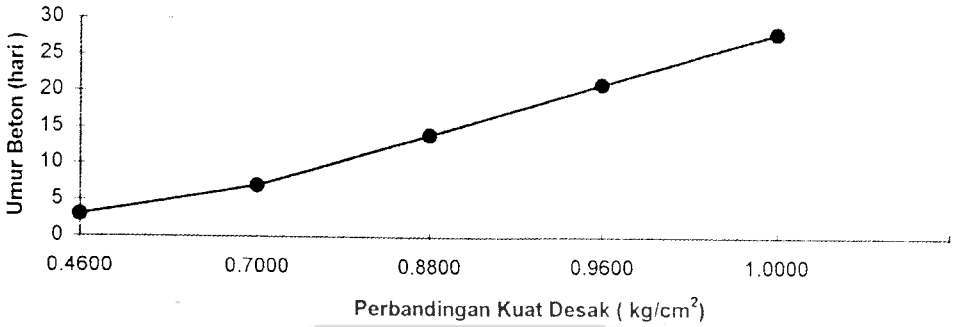
atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia itu. Penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan selimut pelindung yang sesuai maupun dengan membasahi permukaannya secara berulang-ulang.

3.6 Umur beton

Kuat desak beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu, seperti tampak pada tabel 3.2 dan gambar 3.3. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi nilai faktor air semen (fas) semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikkan kekuatan betonnya.

Tabel 3.2 Perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur untuk benda uji silinder yang dirawat di laboratorium.[4]

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen portlan type I	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00



Gambar 3.3 Perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur untuk benda uji yang dirawat di Laboratorium

BAB IV

HIPOTESIS

Sifat-sifat beton sangat tergantung pada bahan-bahan penyusunnya, yaitu antara lain: semen, air, agregat halus, agregat kasar dan bahan "additive" bila diperlukan. Agregat kasar sebagai bahan campuran beton mempunyai prosentase jumlah yang paling dominan dibandingkan dengan bahan campuran beton yang lain, sehingga berat jenis agregat kasar sangat mempengaruhi berat volume beton yang dihasilkan. Alwa mempunyai berat jenis yang ringan yaitu 1.6667 g/cm^3 dalam keadaan SSD sehingga sangat dimungkinkan sekali penggunaan Alwa dapat menghasilkan beton ringan.

Alwa merupakan agregat buatan yang berasal dari lempung sedimen yang mengembang, oleh karena itu Alwa dapat digolongkan ke dalam "expanded clay" dan dapat disetarakan dengan Leca. Alwa memilki nilai keausan 24,7% dan dari grafik 3.1 dapat diketahui bahwa kuat desak beton yang menggunakan agregat Leca dan pasir dapat mencapai 280 N/mm^2, sehingga Alwa sangat mungkin sekali untuk digunakan sebagai agregat kasar beton struktur.

Adukan beton direncanakan dengan 6 (enam) variasi fas, dengan demikian dapat diketahui nilai fas optimum yang dapat menghasilkan kuat desak terbesar.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

BAB V

METODE PELAKSANAAN

5.1 Umum

Penelitian ini mengambil topik "Penggunaan ALWA sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar pada Beton Ringan". Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Metode pelaksanaan dalam penelitian ini, meliputi antara lain: persiapan bahan material, persiapan alat yang digunakan, perencanaan bahan susun adukan beton, pembuatan benda uji, pengujian "slump" dan pengujian desak beton pada benda uji.

5.2 Persiapan Material

Material yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini, yaitu :

1. Semen portland,

   semen portland yang digunakan adalah semen portland merk Nusantara, dengan data sebagai berikut :

Bj semen : 3.15 g/cm^3

Type semen : Type I

2. Agregat halus,

agregat halus yang digunakan adalah pasir alam, dengan data sebagai berikut:

Asal pasir : Sungai Progo

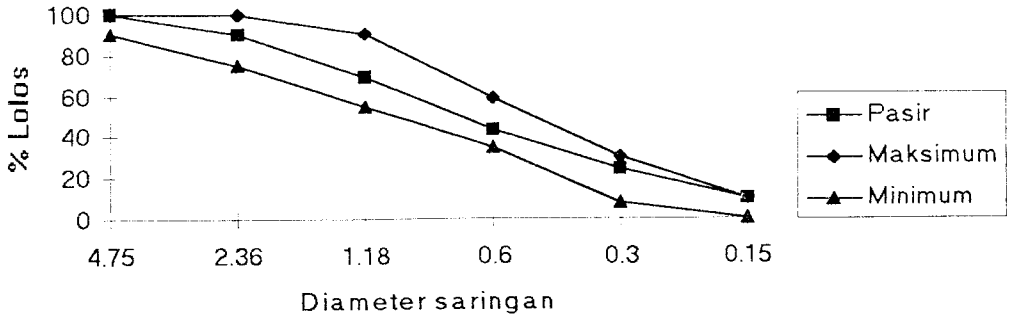
Bj pasir : 2.640 g/cm^3

Modulus Halus Butir dan gradasi pasir dapat dilihat pada tabel 5.1 dan grafik 5.1.

Tabel 5.1 Gradasi pasir alam asal sungai Progo

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standart Daerah II
4.75	0	0	100	0	90.0- 100.0
2.36	100	10	90	10	75.0 - 100.0
1.18	204.2	20.42	69.58	30.42	55.0 - 90.0
0.60	263	26.3	43.28	56.72	35.0 - 59.0
0.30	191.3	19.13	24.15	75.85	8.0 - 30.0
0.15	147.6	14.76	9.39	90.61	0.0 - 10.0
PAN	93.9	9.36			
Jumlah	1000	100	-	263.6	

Modulus Halus Butir (mhb) = (263.6 / 100) X 100%
= 2.64



Grafik 5.1 Gradasi pasir alam asal sungai Progo

3. Agregat kasar,

agregat kasar yang digunakan adalah Alwa, dengan data sebagai berikut :

Asal Agregat : Cilacap

Bj SSD : 1.6667 g/cm^3

Bj kering mutlak : 1.4814 g/cm^3

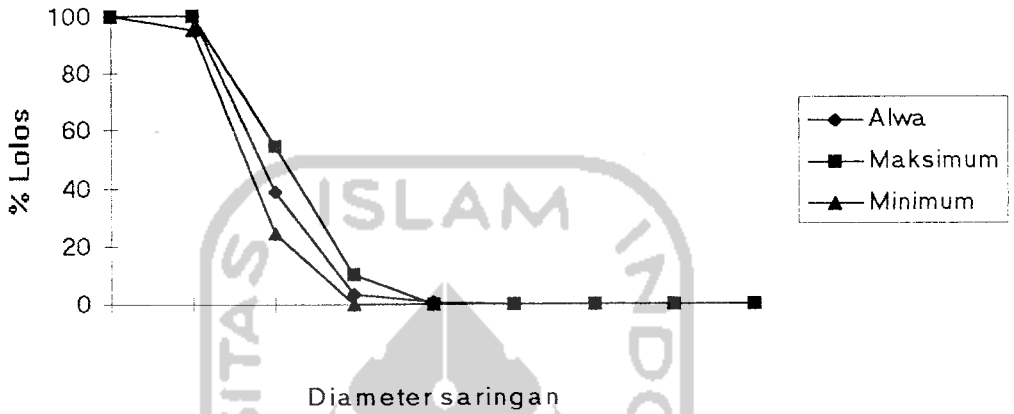
Bj kering tusuk : 0.8205 g/cm^3

Modulus Halus Butir dan gradasi Alwa dapat dilihat pada tabel 5.2 dan grafik 5.2.

Tabel 5.2 Gradasi agregat kasar Alwa

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standart
38	0	0	0	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	913	60.867	39.1333	60.867	25 - 55
4.75	539	35.933	3.2000	96.800	0 - 10
2.36	41	2.733	0.4666	99.533	-
1.20	-	-	-	99.533	-
0.60	-	-	-	99.533	-
0.30	-	-	-	99.533	-
0.15	-	-	-	99.533	-
Pan	7	0.467	-	-	-
Jumlah	1500	100	-	655.332	

Modulus Halus Butir (mhb) = (655.332 / 100) X 100%
= 6.55



Grafik 5.2 Gradasi agregat kasar Alwa

4. Air,

air yang digunakan adalah air tawar yang ada di laboratorium BKT, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

5.3 Peralatan Penelitian

5.3.1 Alat uji desak

Alat uji desak yang digunakan adalah alat elektrikal hidroulik dengan merk Controls. Cara menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada, kemudian besarnya gaya desak dapat dibaca pada dial pembacaan beban. Pada pembacaan dial, gaya desak maksimum ditunjukan oleh jarum yang berwarna merah dimana jarum tersebut berhenti.

5.3.2 Alat Pembuat Benda Uji

Alat pembuat benda uji merupakan alat yang dipersiapkan paling awal. Sebelum alat ini dipakai, dibersihkan dahulu dari kotoran yang ada. Alat pembuat benda uji terdiri dari :

1. Mixer, digunakan untuk mengaduk campuran beton dan alat ini dijalankan secara elektrikal.
2. Cetakan kubus, terbuat dari baja yang dibaut pada sisi-sisinya dan bisa dibongkar pasang dengan memakai kunci. Cetakan ini berukuran 15x15x15 cm^3.
3. Timbangan, digunakan untuk menimbang berat bahan yang akan dipakai dalam membuat adukan beton.
4. Ayakan, digunakan ayakan dengan diameter 4.75 mm untuk mengayak pasir dan dimeter 19.1 mm untuk mengayak Alwa. Alat ini terbuat dari baja dengan lubang ayakan berbentuk bujur sangkar.
5. Baki, sebagai tempat adukan beton setelah dituang dari mixer. Alat ini berukuran 1 m x 2 m.
6. Cetok, digunakan untuk mengaduk adukan beton yang ada di baki dan menuangkannya ke dalam cetakan.
7. Penumbuk, digunakan untuk memadatkan adukan beton dalam cetakan. Penumbuk ini berupa batangan besi dengan diameter 10 mm dan panjang 60 cm.

8. Kerucut Abrams, digunakan untuk mengukur nilai "slump" yang dihasilkan.
9. Kaliper dan mistar, digunakan untuk mengukur benda uji yang dihasilkan.

5.4 Perencanaan Bahan Susun Beton

Perencanaan bahan susun beton ini menggunakan metode takaran coba-coba, dengan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

1. Menentukan fas rencana,

   diambil 6 variasi fas rencana yang disesuaikan dengan tabel 2.3, yaitu: 0.445, 0.4895, 0.534, 0.5785, 0.623, 0.6675

2. Menentukan perbandingan agregat,

   berdasarkan modulus halus butir (Mhb) pasir, nilai fas dan ukuran maksimum agregat kasar, maka dengan menggunakan tabel 2.3 dapat menentukan perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton, sebagaimana tercantum pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton.

No.	Nilai fas	Perbandingan berat agregat dari tabel 2.3			
		Semen (kg)	Pasir (kg)	Alwa (kg)	Air (kg)
1.	0.4450	1.0000	1.9100	2.3400	0.4450
2.	0.4895	1.0000	2.1800	2.5500	0.4895
3.	0.5340	1.0000	2.5000	2.8200	0.5340
4.	0.5785	1.0000	2.7200	2.9800	0.5785
5.	0.6230	1.0000	3.0900	3.2400	0.6230
6.	0.6675	1.0000	3.4300	3.3500	0.6675

3. Menentukan perbandingan volume bahan-bahan penyusun beton, berdasarkan berat jenis masing-masing bahan penyusun beton dan perbandingan berat pada tabel 5.3, maka dapat dihitung perbandingan volumenya, seperti yang tercantum pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perbandingan volume bahan penyusun beton.

No.	Nilai fas	Perbandingan Volume			
		Semen (m^3)	Pasir (m^3)	Alwa (m^3)	Air (m^3)
1.	0.4450	0.0003	0.0007	0.0014	0.0004
2.	0.4895	0.0003	0.0008	0.0015	0.0005
3.	0.5340	0.0003	0.0009	0.0017	0.0005
4.	0.5785	0.0003	0.0010	0.0018	0.0006
5.	0.6230	0.0003	0.0012	0.0019	0.0006
6.	0.6675	0.0003	0.0013	0.0020	0.0007

4. Menentukan volume bahan yang dibutuhkan, berdasarkan perbandingan volume pada tabel 5.4, jumlah perbandingan volume dan volume sampel yang diinginkan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton sebagaimana tercantum pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Volume bahan penyusun beton yang dibutuhkan

Nilai fas	Jumlah perbandingan volume agregat	Volume Sampel	Perbandingan Volume agregat			
			Semen (m^3)	Pasir (m^3)	Alwa (m^3)	Air (m^3)
0.4450	0.0029	0.0675	0.0074	0.0168	0.0329	0.0104
0.4895	0.0032	0.0675	0.0068	0.0175	0.0327	0.0105
0.5340	0.0035	0.0675	0.0062	0.0182	0.0328	0.0103
0.5785	0.0037	0.0675	0.0058	0.0186	0.0326	0.0105
0.6230	0.0040	0.0675	0.0053	0.0194	0.0324	0.0104
0.6675	0.0043	0.0675	0.0050	0.0203	0.0317	0.0105

5. Menentukan bahan penyusun beton yang dibutuhkan dalam satuan berat, berdasarkan berat jenis masing-masing bahan penyusun dan kebutuhan bahan penyusun pada tabel 5.5, maka kebutuhan bahan penyusun beton dalam satuan berat dapat dihitung, sebagaimana tercantum pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Bahan penyusun beton yang dibutuhkan dalam satuan berat

No.	Nilai fas	Perbandingan Volume agregat			
		Semen (kg)	Pasir (kg)	Alwa (kg)	Air (kg)
1.	0.4450	23.3963	44.6870	54.7474	10.4114
2.	0.4895	21.3802	46.6089	54.5196	10.4656
3.	0.5340	19.3744	48.4359	54.6357	10.3459
4.	0.5785	18.2077	49.5248	54.2588	10.5331
5.	0.6230	16.6795	51.5395	54.0429	10.3913
6.	0.6675	15.7517	54.0285	52.7684	10.5143

6. Proses pencampuran

   a. Semen portland dan air dicampur lebih dahulu menjadi pasta semen di dalam "mixer", sesuai dengan perbandingan nilai fas.

   b. Tuangkan 80 % dari campuran pasir dan kerikil yang disediakan, kemudian diputar sampai cukup plastis.

c. Periksalah konsistensinya dengan pengujian "slump". Jika "slump" lebih besar dari 7.5 cm, maka tambahkan campuran pasir dan kerikil sedikit demi sedikit dan diputar lagi. Hal ini dilanjutkan sampai mencapai "slump" 7.5 cm. Jika ternyata "slump" yang dihasilkan kurang dari 7.5 cm maka tambahkan pasta semen sedikit demi sedikit.

7. Menentukan volume bahan penyusun yang dibutuhkan setelah proses pencampuran,

perhitungan ini berdasarkan atas penambahan campuran bahan penyusun beton yang telah dicampur karena belum terpenuhinya "slump" 7.5 cm. Setelah pencampuran bahan penyusun beton, dihasilkan penambahan bahan sebagaimana tercantum pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Penambahan bahan penyusun beton dalam satuan berat

No.	Nilai fas	Penambahan Bahan			
		Semen (kg)	Pasir (kg)	Alwa (kg)	Air (kg)
1.	0.4450	5.8598	2.7930	3.422	2.6025
2.	0.4895	-	2.5600	2.9900	-
3.	0.5340	5.9056	-	-	3.1521
4.	0.5785	4.9167	4.9520	5.4260	2.8431
5.	0.6230	5.0040	5.1540	5.6400	3.1170
6.	0.6675	1.1400	-	-	0.7600

Jumlah total bahan-bahan penyusun beton yang digunakan pada setiap variasi fas tercantum pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Daftar kebutuhan total bahan penyusun beton yang digunakan.

No.	Nilai fas	Kebutuhan bahan yang dipakai			
		Semen (kg)	Pasir (kg)	Alwa (kg)	Air (kg)
1.	0.4450	29.2561	47.4800	58.1694	13.0139
2.	0.4895	21.3802	49.1689	57.5096	10.4656
3.	0.5340	25.2800	48.4359	54.6357	13.4980
4.	0.5785	23.1244	54.4768	59.6848	13.3762
5.	0.6230	21.6835	56.6935	59.4458	13.5083
6.	0.6675	16.8917	54.0285	52.7684	11.2743

Tabel 5.9 Daftar perbandingan bahan penyusun beton yang digunakan.

No.	Nilai fas	Kebutuhan bahan yang dipakai			
		Semen (kg)	Pasir (kg)	Alwa (kg)	Air (kg)
1.	0.4450	1	1.6229	1.9883	0.4450
2.	0.4895	1	2.2997	2.6899	0.4895
3.	0.5340	1	1.9159	2.1612	0.5340
4.	0.5785	1	2.3558	2.5810	0.5785
5.	0.6230	1	2.6146	2.7415	0.6230
6.	0.6675	1	3.1985	3.1239	0.6675

8. Proses pencetakan,

adukan yang telah mencapai "slump" 7.5 cm dimasukan ke dalam cetakan sedikit demi sedikit hingga memperoleh kepadatan yang tinggi. Agar memperoleh permukaan bagian atas yang rata, cetakan ditutup dengan mengunakan kaca. Benda uji dibuat sebanyak 20 cetakan untuk masing-masing variasi fas.

9. Perawatan benda uji,

setelah didiamkan selama 24 jam, benda uji dilepas dari cetakannya. Untuk menjamin terjadinya proses hidrasi secara terus menerus, maka benda uji diusahakan dalam keadaan basah sampai beberapa hari bahkan beberapa

minggu dengan cara menyelimuti benda uji dengan karung goni yang selalu dalam keadaan basah yaitu dengan menyiramnya setiap hari.

5.5 Proses Pengujian Benda Uji

Benda uji diuji pada umur 28 hari, dengan pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian berat volume,

   berat volume beton dihasilkan dengan cara mengukur volume masing-masing benda uji dan menimbangnya. Untuk memperkecil kesalahan dalam pengukuran, masing-masing sisi diukur 3 kali dengan tempat pengukuran yang berbeda, kemudian dimbil rata-ratanya. berat volume yang dihasilkan dapat dihitung dengan cara membagi berat benda uji dengan volumenya.

2. Pengujian desak beton,

   beban vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidroulik. Setelah benda uji siap pada tempat pengujian, pembebanan segera dilakukan secara berangsur-angsur sampai mencapai beban maksimum, yaitu saat benda uji mengalami kehancuran.

5.6 Kendala dan Cara Penyelesaiannya.

Dalam pelaksanaan penelitian ini ditemui beberapa kendala antara lain:

1. Jumlah cetakan yang terbatas sehingga dalam melaksanakan penelitian diperlukan waktu yang lebih lama.
2. Dalam mencetak satu macam sampel dilakukan dua kali pencampuran. Hal

ini disebabkan kapasitas mixer yang digunakan terbatas sehingga hasil yang didapat akan mengalami perbedaan walaupun hanya sedikit.

3. Permukaan benda uji yang tidak rata sehingga dalam pengujian desak dapat menurunkan mutu beton.
4. Sangat sulit untuk mendapatkan nilai "slump" 7.5 cm, seringkali pada penambahan pasta semen maupun campuran alwa dan pasir terlalu berlebihan.

Kendala-kendala tersebut di atas dapat diatasi dengan melakukan cara-cara penyelesaian sebagai berikut:

1. Jumlah cetakan perlu diperbanyak sesuai dengan kebutuhan.
2. Menyediakan "mixer" yang memenuhi kapasitas sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.
3. Agar mendapatkan permukaan benda uji yang rata dipakai belerang atau gipsum pada permukaan atasnya. Pemberian lapisan ini dibuat dua jam setelah selesai pencetakan.
4. Agar penambahan pasta semen maupun campuran alwa dan pasir tidak berlebihan, maka pada waktu penambahan pasta semen maupun campuran alwa dan pasir dilakukan secara sedikit demi sedikit sehingga tidak berlebihan.

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Uji

Hasil uji sampel benda uji ini mencakup 2 hal yaitu hasil pengujian berat volume dan hasil pengujian kuat desak beton. Hasil pengujian ini didapat pada saat benda uji beton berumur 28 hari.

6.1.1 Hasil Pengujian Berat Volume

Tabel 6.1. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.4450

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume rata-rata (Kg/m^3)
1	6,6350	3523,3356	1883,1587	1888,4544
2	6,3500	3390,1721	1873,0613	
3	6,5790	3511,4486	1873,5857	
4	6,3230	3373,3195	1874,4148	
5	6,4130	3363,6118	1906,5815	
6	6,5670	3577,9461	1835,4105	
7	6,4390	3502,0868	1838,6180	
8	6,7410	3488,7283	1932,2227	
9	6,6620	3511,7349	1897,0680	
10	6,5460	3447,0727	1899,0026	
11	6,4970	3417,4008	1901,1525	
12	6,4040	3608,9599	1774,4725	
13	6,4290	3458,9056	1858,6804	
14	6,6620	3502,5421	1902,0471	
15	6,3910	3417,8445	1869,8920	
16	6,6560	3469,9698	1918,1723	
17	6,6590	3469,9698	1919,0369	
18	6,5470	3378,8992	1937,6133	
19	6,6300	3388,6132	1956,5526	
20	6,5980	3439,4223	1918,3454	

Tabel 6.2. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.4895

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume Rata-rata (Kg/m^3)
1	6,6290	3601,1987	1840,7760	1854,7005
2	6,6230	3538,2576	1871,8253	
3	6,4420	3495,5004	1842,9407	
4	6,3380	3431,4390	1847,0385	
5	6,2240	3372,6599	1845,4277	
6	6,5180	3486,2145	1869,6497	
7	6,6410	3588,2992	1850,7375	
8	6,4860	3452,0305	1878,8942	
9	6,4640	3456,5847	1870,0540	
10	6,3350	3408,8159	1858,4166	
11	6,3360	3369,0851	1880,6293	
12	6,5450	3568,4029	1834,1539	
13	6,5740	3630,4046	1810,8174	
14	6,3370	3398,2688	1864,7730	
15	6,5350	3562,3049	1834,4864	
16	6,6550	3578,0664	1859,9431	
17	6,6050	3524,5190	1874,0146	
18	6,3920	3524,6566	1813,5100	
19	6,4180	3399,2733	1888,0506	
20	6,6710	3590,6696	1857,8707	

Tabel 6.3. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.5340

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume Rata-rata (Kg/m^3)
1	6,6500	3566,9592	1864,3331	1889,6600
2	6,5120	3518,6284	1850,7212	
3	6,6360	3458,6916	1918,6446	
4	6,4960	3433,5417	1891,9240	
5	6,4700	3433,7568	1884,2336	
6	6,6320	3524,4510	1881,7115	
7	6,7510	4287,9932	1574,3962	
8	6,7870	3585,7640	1892,7626	
9	6,9500	3501,2688	1984,9947	
10	6,4370	3376,3988	1906,4691	
11	6,7550	3522,1850	1917,8436	
12	6,3150	3433,8321	1839,0532	
13	6,7870	3343,4775	2029,9224	
14	6,4820	3508,3386	1847,5982	
15	6,4080	3462,3552	1850,7633	
16	6,6560	3227,4062	2062,3372	
17	6,5500	3445,1461	1901,2256	
18	6,5500	3495,3187	1873,9350	
19	6,4240	3371,3492	1905,4686	
20	6,6870	3492,1560	1914,8629	

Tabel 6.4. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.5785

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume Rata-rata(Kg/m^3)
1	6,1500	3696,8979	1663,5569	1866,2788
2	6,2350	3472,4909	1795,5411	
3	6,3100	3530,1958	1787,4363	
4	6,5800	3498,9768	1880,5498	
5	6,7100	3541,1939	1894,8412	
6	6,5580	3460,6964	1894,9943	
7	6,5650	3518,0144	1866,1095	
8	6,4800	3470,2742	1867,2876	
9	6,5220	3504,7704	1860,8922	
10	6,6460	3547,8044	1873,2713	
11	6,6200	3513,9988	1883,8936	
12	6,4800	3411,8636	1899,2553	
13	6,5370	3466,5475	1885,7379	
14	6,7080	3514,0792	1908,8927	
15	6,5000	3478,0637	1868,8559	
16	6,6540	3445,1199	1931,4277	
17	6,7400	3571,0506	1887,3997	
18	6,7860	3544,4477	1914,5437	
19	6,7100	3560,2176	1884,7163	
20	6,3380	3377,7916	1876,3739	

Tabel 6.5. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.6230

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume Rata-rata(Kg/m^3)
1	6,4190	3577,6655	1794,1867	1854,5749
2	6,2250	3450,0626	1804,3151	
3	6,4480	3446,1663	1871,0647	
4	6,1750	3382,7241	1825,4519	
5	6,2620	3433,6263	1823,7279	
6	6,6650	3544,6668	1880,2896	
7	6,5320	3509,5170	1861,2248	
8	6,7120	3595,9604	1866,5389	
9	6,6400	3426,8640	1937,6316	
10	6,4390	3446,2220	1868,4229	
11	6,6950	3493,2944	1916,5290	
12	6,5720	3495,6386	1880,0571	
13	6,7900	3499,1099	1940,4935	
14	6,5500	3545,4000	1847,4643	
15	6,3450	3439,3652	1844,8172	
16	6,2880	3458,8211	1817,9605	
17	6,5700	3579,2151	1835,5980	
18	6,5800	3477,1944	1892,3302	
19	6,3900	3597,1531	1776,4048	
20	6,4250	3555,6371	1806,9898	

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

Tabel 6.6. Data Berat volume Beton pada Variasi FAS 0.6675

No	Berat (Kg)	Volume (Cm^3)	Berat Volume (Kg/m^3)	Berat Volume Rata-rata(Kg/m^3)
1	6,6530	3537,2650	1880,8317	1875,1972
2	6,5310	3474,9146	1879,4706	
3	6,4910	3603,3053	1801,4016	
4	6,5250	3497,5841	1865,5734	
5	6,3210	3458,7600	1827,5336	
6	6,5030	3519,6552	1847,6242	
7	6,6780	3511,6877	1901,6497	
8	6,2520	3361,1015	1860,1045	
9	6,4690	3457,8409	1870,8206	
10	6,3830	3363,6750	1897,6269	
11	6,6000	3506,6909	1882,1163	
12	6,4400	3380,4375	1905,0789	
13	6,6130	3479,1534	1900,7498	
14	6,7120	3596,3898	1866,3160	
15	6,5690	3488,7405	1882,9145	
16	6,3940	3458,4800	1848,7891	
17	6,3680	3424,5393	1859,5202	
18	6,5680	3574,0348	1837,6990	
19	6,5390	3228,1760	2025,6021	
20	6,5000	3489,8926	1862,5215	

6.1.2 Hasil Pengujian Kuat desak

Hasil pengujian kuat desak yang didapat adalah dari sampel benda uji kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm^3, untuk itu diberikan nilai konversi sebesar 0.83 agar hasil yang diperoleh setara dengan sampel benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sebagaimana disyaratkan dalam PBBI 1971 maupun SK SNI. Hasil dari pengujian kuat desak adalah sebagai berikut :

Tabel 6.7. Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Variasi FAS 0.4450

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	236,6772	600,0000	258,5065	214,5604	252,4565
2	227,7790	700,0000	313,3726	260,0993	
3	230,2802	600,0000	265,6876	220,5207	
4	229,2908	710,0000	315,7537	262,0755	
5	231,4506	665,0000	292,9814	243,1745	
6	227,3782	735,0000	329,6212	273,5856	
7	227,7032	450,0000	201,5209	167,2623	
8	228,0075	700,0000	313,0586	259,8386	
9	229,5200	690,0000	306,5528	254,4388	
10	228,1546	710,0000	317,3261	263,3807	
11	231,4125	520,0000	229,1359	190,1828	
12	224,1698	650,0000	295,6739	245,4093	
13	226,6458	710,0000	319,4386	265,1340	
14	230,5826	700,0000	309,5624	256,9368	
15	225,4823	715,0000	323,3481	268,3789	
16	226,6526	760,0000	341,9240	283,7969	
17	233,4020	730,0000	318,9297	264,7117	
18	231,6633	770,0000	338,9301	281,3120	
19	230,9580	755,0000	333,3424	276,6742	
20	221,7854	780,0000	358,6232	297,6572	

Tabel 6.8. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.4895

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	230,1264	695,0000	307,9605	255,6072	237,6246
2	229,8255	690,0000	306,1453	254,1006	
3	226,5024	640,0000	288,1269	239,1453	
4	225,8909	650,0000	293,4211	243,5395	
5	226,3518	430,0000	193,7141	160,7827	
6	226,6528	520,0000	233,9478	194,1767	
7	226,9981	715,0000	321,1889	266,5868	
8	231,1160	560,0000	247,0784	205,0750	
9	228,8411	720,0000	320,8301	266,2890	
10	222,7176	640,0000	293,0233	243,2093	
11	230,7360	715,0000	315,9857	262,2681	
12	227,2556	615,0000	275,9543	229,0421	
13	222,7500	680,0000	311,2919	258,3723	
14	230,6600	630,0000	278,5127	231,1655	
15	228,5383	580,0000	258,7889	214,7948	
16	215,0950	660,0000	312,8890	259,6979	
17	227,0278	675,0000	303,1806	251,6399	
18	228,4522	575,0000	256,6547	213,0234	
19	222,5313	670,0000	307,0156	254,8229	
20	229,2946	675,0000	300,1834	249,1522	

Tabel 6.9. Hasil Pengujian Kuat Desak Kubus pada Variasi FAS 0.5340

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	231,0384	445,0000	196,4050	163,0161	201,4507
2	222,5983	535,0000	245,0804	203,4167	
3	228,4612	535,0000	238,7910	198,1966	
4	220,4784	595,0000	275,1868	228,4050	
5	223,3474	460,0000	210,0166	174,3138	
6	228,9153	515,0000	229,4083	190,4089	
7	227,5560	585,0000	262,1466	217,5817	
8	229,5216	665,0000	295,4437	245,2183	
9	230,4288	485,0000	214,6257	178,1393	
10	226,6320	575,0000	258,7160	214,7343	
11	224,8290	580,0000	263,0585	218,3386	
12	224,9975	500,0000	226,6047	188,0819	
13	223,1552	450,0000	205,6280	170,6712	
14	229,8256	550,0000	244,0287	202,5438	
15	225,6003	530,0000	239,5592	198,8341	
16	227,5390	595,0000	266,6477	221,3176	
17	227,5390	565,0000	253,2033	210,1587	
18	222,2960	500,0000	229,3586	190,3676	
19	230,2047	550,0000	243,6269	202,2103	
20	226,4268	570,0000	256,6987	213,0599	

Tabel 6.10. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.5785

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	231,6480	450,0000	198,0891	164,4140	184,0260
2	228,6128	560,0000	249,7837	207,3205	
3	236,5926	440,0000	189,6392	157,4006	
4	228,6750	655,0000	292,0783	242,4250	
5	227,5500	370,0000	165,8065	137,6194	
6	229,2935	500,0000	222,3591	184,5581	
7	229,9730	500,0000	221,7021	184,0128	
8	220,7620	480,0000	221,7142	184.0228	
9	225,5604	425,0000	192,1333	159,4707	
10	223,5000	560,0000	255,4978	212,0632	
11	227,7072	485,0000	217,1909	180,2685	
12	223,5000	500,0000	228,1230	189,3421	
13	226,8027	460,0000	206,8170	171,6581	
14	232,0252	510,0000	224,1360	186,0329	
15	229,5224	510,0000	226,5801	188,0615	
16	227,4000	480,0000	215,2422	178,6510	
17	226,0422	470,0000	212,0240	175,9799	
18	230,8808	525,0000	231,8719	192,4537	
19	212,3800	540,0000	259,2727	215,1964	
20	229,5982	460,0000	204,2989	169,5681	

Tabel 6.11. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.6230

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	232,0899	460,0000	202,1056	167,7476	172,1143
2	225,5680	455,0000	205,6888	170,7217	
3	226,1264	525,0000	236,7471	196,5001	
4	222,2552	395,0000	181,2266	150,4180	
5	226,4925	470,0000	211,6025	175,6300	
6	231,4960	520,0000	229,0533	190,1142	
7	226,4205	355,0000	159,8782	132,6989	
8	231,1920	420,0000	185,2478	153,7557	
9	225,6000	500,0000	225,9996	187,5796	
10	227,2484	500,0000	224,3602	186,2190	
11	229,5200	470,0000	208,8113	173,3134	
12	229,7495	475,0000	210,8219	174,9822	
13	230,2046	540,0000	239,1974	198,5338	
14	228,0000	380,0000	169,9517	141,0599	
15	226,7215	485,0000	218,1352	181,0522	
16	227,2550	480,0000	215,3796	178,7650	
17	233,4017	440,0000	192,2318	159,5524	
18	228,3872	490,0000	218,7767	181,5846	
19	226,8782	460,0000	206,7482	171,6010	
20	230,8855	465,0000	205,3681	170,4555	

Tabel 6.12. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.6675

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	229,9616	409,0000	181,3613	150,5299	155,7628
2	233,3943	495,0000	216,2677	179,5022	
3	228,6135	465,0000	207,4091	172,1495	
4	226,0500	333,0000	150,2161	124,6793	
5	223,9482	323,0000	147,0726	122,0702	
6	228,1554	429,0000	191,7358	159,1407	
7	232,4028	388,0000	170,2421	141,3010	
8	228,1580	480,0000	214,5271	178,0575	
9	227,7065	435,0000	194,8007	161,6846	
10	226,3490	401,0000	180,6519	149,9411	
11	222,8968	525,0000	240,1774	199,3472	
12	231,4890	388,0000	170,9142	141,8588	
13	235,4348	495,0000	214,3933	177,9464	
14	222,8373	455,0000	208,2093	172,8137	
15	231,7700	470,0000	206,7842	171,6309	
16	233,9370	378,0000	164,7667	136,7564	
17	232,0289	419,0000	184,1402	152,8364	
18	227,5440	357,0000	159,9851	132,7876	
19	225,4160	385,0000	174,1617	144,5542	
20	232,4058	400,0000	175,5051	145,6692	

Berdasarkan data hasil pengujian kuat desak diatas, ternyata ada beberapa data yang menyimpang jauh dari rata-rata kuat desak yang dicapai pada masing-masing variasi fas. Untuk mengurangi turunnya nilai rata-rata kuat desak dari mesing-masing variasi fas, maka data yang menyimpang perlu dihilangkan sampai mendapatkan nilai kuat desak yang terbesar.

Hasil kuat desak yang dicapai setelah data yang menyimpang dihilangkan adalah sebagai berikut :

Tabel 6.13 Data Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Pada Variasi FAS 0.4450 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	236,6772	600,0000	258,5065	214,5604	256,9404
2	227,7790	700,0000	313,3726	260,0993	
3	230,2802	600,0000	265,6876	220,5207	
4	229,2908	710,0000	315,7537	262,0755	
5	231,4506	665,0000	292,9814	243,1745	
6	227,3782	735,0000	329,6212	273,5856	
7					
8	228,0075	700,0000	313,0586	259,8386	
9	229,5200	690,0000	306,5528	254,4388	
10	228,1546	710,0000	317,3261	263,3807	
11	231,4125	520,0000	229,1359	190,1828	
12	224,1698	650,0000	295,6739	245,4093	
13	226,6458	710,0000	319,4386	265,1340	
14	230,5826	700,0000	309,5624	256,9368	
15	225,4823	715,0000	323,3481	268,3789	
16	226,6526	760,0000	341,9240	283,7969	
17	233,4020	730,0000	318,9297	264,7117	
18	231,6633	770,0000	338,9301	281,3120	
19	230,9580	755,0000	333,3424	276,6742	
20	221,7854	780,0000	358,6232	297,6572	

Tabel 6.14. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.4895 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	230,1264	695,0000	307,9605	255,6072	241,6689
2	229,8255	690,0000	306,1453	254,1006	
3	226,5024	640,0000	288,1269	239,1453	
4	225,8909	650,0000	293,4211	243,5395	
5	226,6528	520,0000	233,9478	194,1767	
6	226,9981	715,0000	321,1889	266,5868	
7	231,1160	560,0000	247,0784	205,0750	
8	228,8411	720,0000	320,8301	266,2890	
9	222,7176	640,0000	293,0233	243,2093	
10	230,7360	715,0000	315,9857	262,2681	
11	227,2556	615,0000	275,9543	229,0421	
12	222,7500	680,0000	311,2919	258,3723	
13	230,6600	630,0000	278,5127	231,1655	
14	228,5383	580,0000	258,7889	214,7948	
15	215,0950	660,0000	312,8890	259,6979	
16	227,0278	675,0000	303,1806	251,6399	
17	228,4522	575,0000	256,6547	213,0234	
18	222,5313	670,0000	307,0156	254,8229	
19	229,2946	675,0000	300,1834	249,1522	

Tabel 6.15. Hasil Pengujian Kuat Desak Kubus pada Variasi FAS 0.5340 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	222,5983	535,0000	245,0804	203,4167	203,4736
2	228,4612	535,0000	238,7910	198,1966	
3	220,4784	595,0000	275,1868	228,4050	
4	223,3474	460,0000	210,0166	174,3138	
5	228,9153	515,0000	229,4083	190,4089	
6	227,5560	585,0000	262,1466	217,5817	
7	229,5216	665,0000	295,4437	245,2183	
8	230,4288	485,0000	214,6257	178,1393	
9	226,6320	575,0000	258,7160	214,7343	
10	224,8290	580,0000	263,0585	218,3386	
11	224,9975	500,0000	226,6047	188,0819	
12	223,1552	450,0000	205,6280	170,6712	
13	229,8256	550,0000	244,0287	202,5438	
14	225,6003	530,0000	239,5592	198,8341	
15	227,5390	595,0000	266,6477	221,3176	
16	227,5390	565,0000	253,2033	210,1587	
17	222,2960	500,0000	229,3586	190,3676	
18	230,2047	550,0000	243,6269	202,2103	
19	226,4268	570,0000	256,6987	213,0599	

Tabel 6.16. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.5785 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	231,6480	450,0000	198,0891	164,4140	186,4684
2	228,6128	560,0000	249,7837	207,3205	
3	236,5926	440,0000	189,6392	157,4006	
4	228,6750	655,0000	292,0783	242,4250	
5	229,2935	500,0000	222,3591	184,5581	
6	229,9730	500,0000	221,7021	184,0128	
7	220,7620	480,0000	221,7142	184,0228	
8	225,5604	425,0000	192,1333	159,4707	
9	223,5000	560,0000	255,4978	212,0632	
10	227,7072	485,0000	217,1909	180,2685	
11	223,5000	500,0000	228,1230	189,3421	
12	226,8027	460,0000	206,8170	171,6581	
13	232,0252	510,0000	224,1360	186,0329	
14	229,5224	510,0000	226,5801	188,0615	
15	227,4000	480,0000	215,2422	178,6510	
16	226,0422	470,0000	212,0240	175,9799	
17	230,8808	525,0000	231,8719	192,4537	
18	212,3800	540,0000	259,2727	215,1964	
19	229,5982	460,0000	204,2989	169,5681	

Tabel 6.17. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.6230 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	232,0899	460,0000	202,1056	167,7476	174,1887
2	225,5680	455,0000	205,6888	170,7217	
3	226,1264	525,0000	236,7471	196,5001	
4	222,2552	395,0000	181,2266	150,4180	
5	226,4925	470,0000	211,6025	175,6300	
6	231,4960	520,0000	229,0533	190,1142	
7	231,1920	420,0000	185,2478	153,7557	
8	225,6000	500,0000	225,9996	187,5796	
9	227,2484	500,0000	224,3602	186,2190	
10	229,5200	470,0000	208,8113	173,3134	
11	229,7495	475,0000	210,8219	174,9822	
12	230,2046	540,0000	239,1974	198,5338	
13	228,0000	380,0000	169,9517	141,0599	
14	226,7215	485,0000	218,1352	181,0522	
15	227,2550	480,0000	215,3796	178,7650	
16	233,4017	440,0000	192,2318	159,5524	
17	228,3872	490,0000	218,7767	181,5846	
18	226,8782	460,0000	206,7482	171,6010	
19	230,8855	465,0000	205,3681	170,4555	

Tabel 6.18. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton pada Variasi FAS 0.6675 dengan Mengurangi Satu Sampel yang Menyimpang.

No	Luas Tampang (cm^2)	Beban Maks (KN)	Kuat desak (Kg/cm^2)	Konversi ke Kuat Desak Silinder (Kg/cm^2)	Kuat Desak Rata-rata (Kg/cm^2)
1	229,9616	409,0000	181,3613	150,5299	157,5361
2	233,3943	495,0000	216,2677	179,5022	
3	228,6135	465,0000	207,4091	172,1495	
4	226,0500	333,0000	150,2161	124,6793	
5	228,1554	429,0000	191,7358	159,1407	
6	232,4028	388,0000	170,2421	141,3010	
7	228,1580	480,0000	214,5271	178,0575	
8	227,7065	435,0000	194,8007	161,6846	
9	226,3490	401,0000	180,6519	149,9411	
10	222,8968	525,0000	240,1774	199,3472	
11	231,4890	388,0000	170,9142	141,8588	
12	235,4348	495,0000	214,3933	177,9464	
13	222,8373	455,0000	208,2093	172,8137	
14	231,7700	470,0000	206,7842	171,6309	
15	233,9370	378,0000	164,7667	136,7564	
16	232,0289	419,0000	184,1402	152,8364	
17	227,5440	357,0000	159,9851	132,7876	
18	225,4160	385,0000	174,1617	144,5542	
19	232,4058	400,0000	175,5051	145,6692	

6.1.3 Perhitungan Kuat Desak Yang Disyaratkan

Perhitungan ini adalah untuk menentukan kuat desak yang disyaratkan (fc') dari hasil pengujian kuat desak yang dicapai pada setiap variasi fas. Pada perhitungan ini diberikan ketentuan rumus sebagai berikut :

$$fc' = fcr - 1{,}64\ k\ S$$

dimana :

fc' = Kuat desak yang disyaratkan.

fcr = Kuat desak rata-rata pada tiap variasi fas.

k = Pengali deviasi standar

S = Deviasi standar

Untuk memenuhi persyaratan diatas perlu dicari dahulu hal-hal sebagai berikut :

a) Mencari Deviasi Standar

Deviasi standar dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (fc_{28} - fcr)^2}{N - 1}}$$

dengan :

S = Deviasi standar (kg/cm^2)

fc_{28} = Kuat desak beton dari masing-masing benda uji (kg/cm^2)

fcr = Kuat desak beton rata-rata (kg/cm^2)

$$fcr = \frac{\Sigma fc}{N}$$

N = Jumlah sampel

b) Mencari Konversi dari jumlah benda uji yang disyaratkan

Untuk mendapatkan standar kuat desak yang disyaratkan, sampel benda uji minimal harus diambil 30 buah[4]. Pada penelitian ini sampel hanya diambil 20 buah, karena keterbatasan alat cetak. Dari keadaan ini maka perlu diberikan faktor pengali terhadap deviasi standar yang dihitung berdasarkan tabel 6.19.

Tabel 6.19 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30

Jumlah Benda Uji	Faktor Pengali Deviasi Standar
15	1,160
18	1,120
19	1,096
20	1,080
25	1,030
≥ 30	1,000

Hasil dari perhitungan dengan ketentuan diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 6.20 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.4450

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	214.5604	1436.1133	32.0624	195.6676
2	260.0993	58.4119		
3	220.5207	1019.8953		
4	262.0755	92.5259		
5	243.1745	86.1548		
6	273.5856	446.4402		
7	167.2623	7258.0461		
8	259.8386	54.4955		
9	254.4388	3.9295		
10	263.3807	119.3374		
11	190.1828	3878.0103		
12	245.4093	49.6630		
13	265.1340	160.7193		
14	256.9368	20.0731		
15	268.3789	253.5226		
16	283.7969	982.2211		
17	264.7117	150.1887		
18	281.3120	832.6398		
19	276.6742	586.4985		
20	297.6572	2043.1050		
	fcr = 252.4565	$\Sigma(fc_{28}-fcr)^2$ = 19531.9913		

Tabel 6.21 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.4895

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	255.6072	323.3749	27.6896	188.5809
2	254.1006	271.4578		
3	239.1453	2.3127		
4	243.5395	34.9859		
5	160.7827	5904.6801		
6	194.1767	1887.7235		
7	266.5868	838.8072		
8	205.0750	1059.4745		
9	266.2890	821.6483		
10	243.2093	31.1891		
11	262.2681	607.3016		
12	229.0421	73.6595		
13	258.3723	430.4675		
14	231.1655	41.7199		
15	214.7948	521.1996		
16	259.6979	487.2293		
17	251.6399	196.4286		
18	213.0234	605.2200		
19	254.8229	295.7818		
20	249.1522	132.8854		
	fcr =237.6246	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 14567.5473		

Tabel 6.22 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.5340

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	163.0161	1477.2152	20.6732	164.8393
2	203.4167	3.8653		
3	198.1966	10.5895		
4	228.4050	726.5366		
5	174.3138	736.4129		
6	190.4089	121.9220		
7	217.5817	260.2088		
8	245.2183	1915.6016		
9	178.1393	543.4212		
10	214.7343	176.4535		
11	218.3386	285.1997		
12	188.0819	178.7239		
13	170.6712	947.3769		
14	202.5438	1.1950		
15	198.8341	6.8464		
16	221.3176	394.6925		
17	210.1587	75.8293		
18	190.3676	122.8342		
19	202.2103	0.5770		
20	213.0599	134.7744		
	fcr =201.4507	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 8120.2758		

Tabel 6.23 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.5785

No.	f_{c28}	$(f_{c28}-f_{cr})^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	164.4140	384.6315	23.1135	143.0874
2	207.3205	542.6339		
3	157.4006	708.9137		
4	242.4250	3410.4418		
5	137.6194	2153.5727		
6	184.5581	0.2831		
7	184.0128	0.0002		
8	184.0228	0.0000		
9	159.4707	602.9638		
10	212.0632	786.0835		
11	180.2685	14.1191		
12	189.3421	28.2612		
13	171.6581	152.9642		
14	186.0329	4.0277		
15	188.0615	16.2852		
16	178.6510	28.8902		
17	175.9799	64.7395		
18	192.4537	71.0261		
19	215.1964	971.5911		
20	169.5681	209.0312		
	fcr =184.0260	$\Sigma(f_{c28}-f_{cr})^2$ = 10150.4596		

Tabel 6.24 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.6230

No.	f_{c28}	$(f_{c28}-f_{cr})^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	167.7476	19.0679	17.4690	141.1732
2	170.7217	1.9394		
3	196.5001	594.6679		
4	150.4180	470.7275		
5	175.6300	12.3604		
6	190.1142	323.9975		
7	132.6989	1553.5724		
8	153.7557	337.0377		
9	187.5796	239.1765		
10	186.2190	198.9420		
11	173.3134	1.4378		
12	174.9822	8.2247		
13	198.5338	697.9919		
14	141.0599	964.3768		
15	181.0522	79.8860		
16	178.7650	44.2322		
17	159.5524	157.8005		
18	181.5846	89.6872		
19	171.6010	0.2635		
20	170.4555	2.7516		
	fcr =172.1143	$\Sigma(f_{c28}-f_{cr})^2$ = 5798.1413		

Tabel 6.25 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.6675

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,08. S)
1	150.5299	27.3833	20.5198	119.4181
2	179.5022	563.5581		
3	172.1495	268.5250		
4	124.6793	966.1815		
5	122.0702	1135.1901		
6	159.1407	11.4103		
7	141.3010	209.1446		
8	178.0575	497.0543		
9	161.6846	35.0675		
10	149.9411	33.8927		
11	199.3472	1899.6039		
12	141.8588	193.3225		
13	177.9464	492.1140		
14	172.8137	290.7347		
15	171.6309	251.7957		
16	136.7564	361.2433		
17	152.8364	8.5640		
18	132.7876	527.8587		
19	144.5542	125.6324		
20	145.6692	101.8803		
	fcr = 155.7628	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 8000.1571		

Tabel 6.26 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.4450 dengan menghilangkan data yang menyimpang

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	214.5604	1796.0632	25.7034	210.7401
2	260.0993	9.9784		
3	220.5207	1326.3945		
4	262.0755	26.3697		
5	243.1745	189.4989		
6	273.5856	277.0637		
7	259.8386	8.3996		
8	254.4388	6.2580		
9	263.3807	41.4770		
10	190.1828	4456.5735		
11	245.4093	132.9662		
12	265.1340	67.1353		
13	256.9368	0.0000		
14	268.3789	130.8391		
15	283.7969	721.2720		
16	264.7117	60.3924		
17	281.3120	593.9749		
18	276.6742	389.4241		
19	297.6572	1657.8594		
	fcr = 256.9404	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 11891.9398		

Tabel 6.27 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.4895 dengan menghilangkan data yang menyimpang

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	255.6072	194.2770	21.5408	202.9506
2	254.1006	154.5465		
3	239.1453	6.3683		
4	243.5395	3.4991		
5	194.1767	2255.5129		
6	266.5868	620.9002		
7	205.0750	1339.1113		
8	266.2890	606.1497		
9	243.2093	2.3729		
10	262.2681	424.3266		
11	229.0421	159.4364		
12	258.3723	279.0040		
13	231.1655	110.3213		
14	214.7948	722.2170		
15	259.6979	325.0438		
16	251.6399	99.4208		
17	213.0234	820.5658		
18	254.8229	173.0279		
19	249.1522	55.9997		
	fcr = 241.6689	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 8352.1013		

Tabel 6.28 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.5340 dengan menghilangkan data yang menyimpang

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	203.4167	0.0032	19.0982	169.1457
2	198.1966	27.8472		
3	228.4050	621.5768		
4	174.3138	850.2956		
5	190.4089	170.6871		
6	217.5817	199.0382		
7	245.2183	1742.6188		
8	178.1393	641.8266		
9	214.7343	126.8030		
10	218.3386	220.9669		
11	188.0819	236.9034		
12	170.6712	1075.9966		
13	202.5438	0.8644		
14	198.8341	21.5245		
15	221.3176	318.4072		
16	210.1587	44.6906		
17	190.3676	171.7662		
18	202.2103	1.5959		
19	213.0599	91.8979		
	fcr = 203.4736	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 6565.3102		

Tabel 6.29 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.5785 dengan menghilangkan data yang menyimpang

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	164.4140	486.3977	20.9278	148.8519
2	207.3205	434.8102		
3	157.4006	844.9390		
4	242.4250	3131.1398		
5	184.5581	3.6494		
6	184.0128	6.0302		
7	184.0228	5.9808		
8	159.4707	728.8769		
9	212.0632	655.0928		
10	180.2685	38.4393		
11	189.3421	8.2583		
12	171.6581	219.3440		
13	186.0329	0.1896		
14	188.0615	2.5379		
15	178.6510	61.1111		
16	175.9799	110.0083		
17	192.4537	35.8238		
18	215.1964	825.2955		
19	169.5681	285.6205		
	fcr = 186.4684	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 7883.5451		

Tabel 6.30 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.6230 dengan menghilangkan data yang menyimpang

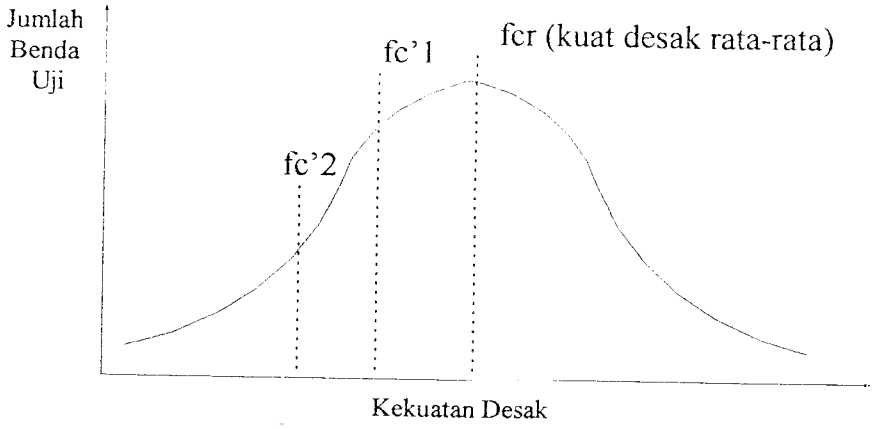
No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	167.7476	41.4875	15.2075	146.8591
2	170.7217	12.0202		
3	196.5001	497.7992		
4	150.4180	565.0441		
5	175.6300	2.0775		
6	190.1142	253.6225		
7	153.7557	417.5070		
8	187.5796	179.3171		
9	186.2190	144.7276		
10	173.3134	0.7662		
11	174.9822	0.6296		
12	198.5338	592.6856		
13	141.0599	1097.5185		
14	181.0522	47.1076		
15	178.7650	20.9428		
16	159.5524	214.2203		
17	181.5846	54.6998		
18	171.6010	6.6962		
19	170.4555	13.9366		
	fcr =174.1887	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 4162.8059		

Tabel 6.31 Perhitungan fc' pada variasi fas 0.6675 dengan menghilangkan data yang menyimpang

No.	fc_{28}	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	fc' = ? (fcr - 1,64.1,096. S)
1	150.5299	49.0869	19.4440	123.5867
2	179.5022	482.5086		
3	172.1495	213.5524		
4	124.6793	1079.5667		
5	159.1407	2.5748		
6	141.3010	263.5795		
7	178.0575	421.1285		
8	161.6846	17.2099		
9	149.9411	57.6847		
10	199.3472	1748.1719		
11	141.8588	245.7792		
12	177.9464	416.5821		
13	172.8137	233.4064		
14	171.6309	198.6626		
15	136.7564	431.7960		
16	152.8364	22.0875		
17	132.7876	612.4871		
18	144.5542	168.5293		
19	145.6692	140.8228		
	fcr = 157.5361	$\sum(fc_{28}-fcr)^2$ = 6805.2170		

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas didapat 2 nilai fc' untuk masing-masing variasi fas, yaitu fc' pada benda uji sebanyak 20 buah dan fc' pada benda uji kurang dari 20 buah. Dari kedua nilai ini dipakai nilai yang mendekati dengan nilai rata-rata dari keseluruhan kuat desak benda uji untuk setiap variasi fas.

Hal ini dapat dijelaskan pada grafik 6.1 sebagai berikut :



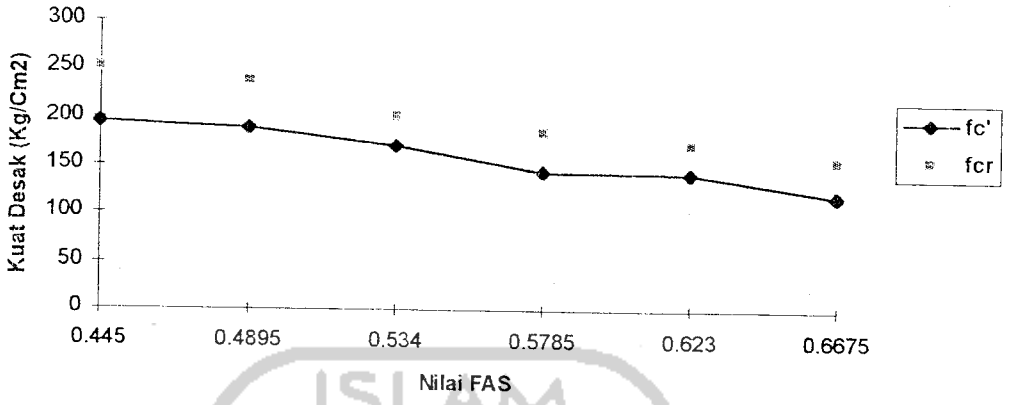
Grafik 6.1 Distribusi normal dari kekuatan tekan beton

Dari grafik 6.1 diketahui ada 2 nilai kuat desak yang disyaratkan yaitu fc'1 dan fc'2 , dari nilai ini maka yang dipakai adalah fc'1 karena nilai ini yang mendekati nilai fcr (kuat desak rata-rata).

Untuk mengetahui nilai fc' yang mendekati dengan fcr, maka dihitung dahulu selisih dari masing - masing fc' dengan fcr nya, sebagaimana tersebut pada tabel 6.32 dan 6.33.

Tabel 6.32 Selisih fc' dengan fcr pada jumlah benda uji 20 buah

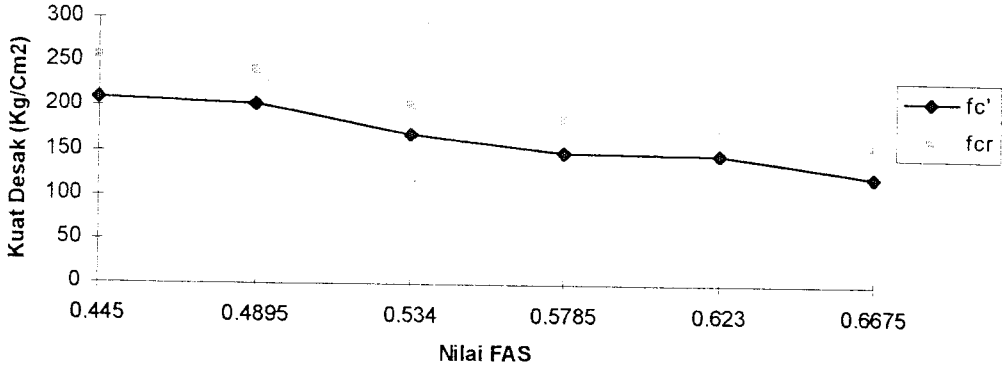
FAS	fc'2 Jumlah Benda Uji 20 Buah	fcr (Kuat Desak Rata-Rata)	Selisih
0.4450	195.6676	252.4565	56.7889
0.4895	188.5809	237.6246	49.0437
0.5340	169.8343	201.4507	36.6164
0.5785	143.0874	184.0260	40.9386
0.6230	141.1732	172.1143	30.9411
0.6675	119.4181	155.7628	36.3447



Grafik 6.2 Hubungan Kuat Desak dengan fas yang didapat pada benda uji 20 buah

Tabel 6.33 Selisih fc' dengan fcr pada jumlah benda uji kurang dari 20 buah

FAS	fc'1 Jumlah Benda Uji < 20 Buah	fcr (Kuat Desak Rata-Rata)	Selisih
0.4450	210.7901	256.9404	46.2003
0.4895	202.9506	241.6689	38.7183
0.5340	169.1457	203.4736	34.3279
0.5785	148.8519	186.4684	37.6155
0.6230	146.8541	174.1887	27.3346
0.6675	122.5867	157.5361	34.9494



Grafik 6.3 Hubungan kuat desak dengan fas yang didapat pada benda uji kurang dari 20 buah

Dari grafik 6.2 dan 6.3 dapat diketahui bahwa selisih yang paling sedikit adalah fc' pada benda uji yang kurang dari 20 buah . Dari data tersebut maka fc' yang dipakai adalah fc' yang tersebut pada tabel 6.34 yaitu:

Tabel 6.34 Hasil fc' yang terpakai

FAS	fc' (Kuat Desak Yang Disyaratkan)
0.4450	210.7901
0.4895	202.9506
0.5340	169.1457
0.5785	148.8519
0.6230	146.8541
0.6675	122.5867

Untuk mendapatkan tingkat kekuatan dari suatu mutu beton yang dicapai dengan memuaskan maka fc' hasil perhitungan diatas harus memenuhi persyaratan sebagai berikut[4] :

a) Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji yang masing-masing terdiri dari tiga hasil uji, kuat desaknya tidak kurang dari fc' + 0,82 S.

b) Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua silinder) mempunyai nilai dibawah 0,85 fc'.

Perhitungan dan hasil dari kontrol tersebut diatas tercantum dalam bentuk tabel.

Tabel 6.35 Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.4450.

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	$(fc_{28} - fcr)^2$	S	(Sx1.096)	fc'+0.82.k. S (fc'=210.7401)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=210.7401)
1	214,5604		1796,0632	25,7034	28,1709	233.8402		
2	260,0993		9,9784				237,3298	179.1291
3	220,5207	231,7268	1326,3945				240,3100	
4	262,0755	247,5652	26,3697				241,2981	
5	243,1745	241,9236	189,4989				252,6250	
6	273,5856	259,6119	277,0637				258,3801	
7	259,8386	258,8663	8,3996				266,7121	
8	254,4388	262,6210	6,2580				257,1387	
9	263,3807	259,2194	41,4770				258,9097	
10	190,1828	236,0008	4456,5735				226,7817	
11	245,4093	232,9909	132,9662				217,7961	
12	265,1340	233,5754	67,1353				255,2717	
13	256,9368	255,8267	0,0000				261,0354	
14	268,3789	263,4832	130,8391				262,6578	
15	283,7969	269,7042	721,2720				276,0879	
16	264,7117	272,2958	60,3924				274,2543	
17	281,3120	276,6069	593,9749				273,0118	
18	276,6742	274,2326	389,4241				278,9931	
19	297,6572	285,2145	1657,8594				287,1657	
20								
	fcr = 256,9404	**fcr 3 hsl uji =** 256,5568	**$\sum(fc_{28} - fcr)^2$ =** 11891,9398				**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min** =217,7961	

Keterangan

- ♥ Dari tabel 6.35 dapat diketahui bahwa rata-rata dari masing-masing tegangan rata-rata 3 hasil uji (= 256,5568) lebih besar dari fc'+ 0,82.k.S (= 233,84) ~ ok !!.
- ♥ Dari tabel 6.35 dapat diketahui bahwa tidak ada satupun tegangan rata-rata dari 2 hasil uji (minimum = 217,7961) yang lebih kecil dari 0,85 x fc' (= 179,1291) ~ ok !!.
- ♥ Kedua persyaratan diatas sudah terpenuhi, oleh karena itu kuat desak beton (fc') pada variasi fas 0,4450 adalah = 210,7401 kg/cm^2 .

Tabel 6.36 Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.4895.

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	$(fc_{28} - fcr)^2$	S	Sx1.096)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	fc'+0.82.k. S (fc'=202.9506)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=202.9506)
1	255,6072	194,2770	21,5408	23,6087		222.3097		
2	254,1006	154,5465					254,8539	172.5080
3	239,1453	6,3683			249,6177		246,6230	
4	243,5395	3,4991			245,5951		241,3424	
5	194,1767	2255,5129			225,6205		218,8581	
6	266,5868	620,9002			234,7676		230,3817	
7	205,0750	1339,1113			221,9462		235,8309	
8	266,2890	606,1497			245,9836		235,6820	
9	243,2093	2,3729			238,1911		254,7492	
10	262,2681	424,3266			257,2555		252,7387	
11	229,0421	159,4364			244,8398		245,6551	
12	258,3723	279,0040			249,8942		243,7072	
13	231,1655	110,3213			239,5266		244,7689	
14	214,7948	722,2170			234,7775		222,9802	
15	259,6979	325,0438			235,2194		237,2463	
16	251,6399	99,4208			242,0442		255,6689	
17	213,0234	820,5658			241,4537		232,3316	
18	254,8229	173,0279			239,8287		233,9231	
19	249,1522	55,9997			238,9995		251,9876	
20								
	fcr =241,6689	**$\Sigma(fc_{28} - fcr)^2$** = 8352,1013			**fcr 3 hsl uji** = 240,3271		**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min** =218,8581	

Keterangan

- Dari tabel 6.36 dapat diketahui bahwa rata-rata dari masing-masing tegangan rata-rata 3 hasil uji (= 240,3271) lebih besar dari fc'+ 0,82.k.S (= 222,3097) ~ ok !!.
- Dari tabel 6.36 dapat diketahui bahwa tidak ada satupun tegangan rata-rata dari 2 hasil uji (minimum = 218,8581) yang lebih kecil dari 0,85 x fc' (= 172,5080) ~ ok !!.
- Kedua persyaratan diatas sudah terpenuhi, oleh karena itu kuat desak beton (fc') pada variasi fas 0,4895 adalah = 202,9506 kg/cm^2 .

Tabel 6.37 Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.5340 .

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	$(fc_{28} - fcr)^2$	S	(Sx1.096)	fc'+0.82.k. S (fc'=169.1457)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=169.1457)
1	163,0161		1477,2172	20,6732	22,3271	187.4539		143.7738
2	203,4167		3,8652				183,2164	
3	198,1966	188,2098	10,5896				200,8067	
4	228,4050	210,0061	726,5351				213,3008	
5	174,3138	200,3051	736,4143				201,3594	
6	190,4089	197,7092	121,9226				182,3613	
7	217,5817	194,1014	260,2080				203,9953	
8	245,2183	217,7363	1915,5993				231,4000	
9	178,1393	213,6464	543,4224				211,6788	
10	214,7343	212,6973	176,4528				196,4368	
11	218,3386	203,7374	285,1988				216,5364	
12	188,0819	207,0516	178,7246				203,2102	
13	170,6712	192,3639	947,3785				179,3766	
14	202,5438	187,0990	1,1949				186,6075	
15	198,8341	190,6831	6,8465				200,6890	
16	221,3176	207,5652	394,6914				210,0759	
17	210,1587	210,1035	75,8288				215,7381	
18	190,3676	207,2813	122,8348				200,2632	
19	202,2103	200,9122	0,5770				196,2890	
20	213,0599	201,8793	134,7738				207,6351	
	fcr = 201,4507	**fcr 3 hsl uji** =202,3938	**$\Sigma(fc_{28} - fcr)^2$ =** 8120,2758				**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min=**179,3766	

Keterangan

- Dari tabel 6.37 dapat diketahui bahwa rata-rata dari masing-masing tegangan rata-rata 3 hasil uji (= 202,3938) lebih besar dari fc'+ 0,82.k.S (= 187,4539) ~ ok !!.
- Dari tabel 6.37 dapat diketahui bahwa tidak ada satupun tegangan rata-rata dari 2 hasil uji (minimum = 179,3766) yang lebih kecil dari 0,85 x fc' (= 143,7738) ~ ok !!.
- Kedua persyaratan diatas sudah terpenuhi, oleh karena itu kuat desak beton (fc') pada variasi fas 0,5340 adalah = 169,1457 kg/cm^2 .

Tabel 6.38 Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.5785.

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	$(fc_{28}-fcr)^2$	S	(Sx1.096)	fc'+0.82.k. S (fc'=148.8519)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=148.8519)
1	164,4140		486,3977	20,9278	22,9369	167.6601		126.5241
2	207,3205		434,8102				185,8672	
3	157,4006	176,3783	844,9390				182,3605	
4	242,4250	202,3820	3131,1398				199,9128	
5	184,5581	194,7945	3,6494				213,4915	
6	184,0128	203,6653	6,0302				184,2854	
7	184,0228	184,1979	5,9808				184,0178	
8	159,4707	175,8354	728,8769				171,7468	
9	212,0632	185,1856	655,0928				185,7669	
10	180,2685	183,9341	38,4393				196,1658	
11	189,3421	193,8913	8,2583				184,8053	
12	171,6581	180,4229	219,3440				180,5001	
13	186,0329	182,3444	0,1896				178,8455	
14	188,0615	181,9175	2,5379				187,0472	
15	178,6510	184,2485	61,1111				183,3563	
16	175,9799	180,8975	110,0083				177,3155	
17	192,4537	182,3616	35,8238				184,2168	
18	215,1964	194,5433	825,2955				203,8250	
19	169,5681	192,4060	285,6205				192,3822	
	fcr = 184,0260	**fcr 3 hsl uji** =184,2792	$\Sigma(fc_{28}-fcr)^2$ = 10150,4596				**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min**=161,0887	

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Keterangan

- Dari tabel 6.38 dapat diketahui bahwa rata-rata dari masing-masing tegangan rata-rata 3 hasil uji (= 184,2792) lebih besar dari fc'+ 0,82.k.S (= 167,6601) ~ ok !!.
- Dari tabel 6.38 dapat diketahui bahwa tidak ada satupun tegangan rata-rata dari 2 hasil uji (minimum = 161,0887) yang lebih kecil dari 0,85 x fc' (= 126,5241) ~ ok !!.
- Kedua persyaratan diatas sudah terpenuhi, oleh karena itu kuat desak beton (fc') pada variasi fas 0,5785 adalah = 148,8519 kg/cm^2 .

Tabel 6.39 Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.6230.

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	$(fc_{28} - fcr)^2$	S	(Sx1.096)	fc'+0.82.k. S (fc'=146.8541)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=146.8541)
1	167,7476		41,4875	15,2075	16,6674	160,5213		
2	170,7217		12,0202				169,2346	124.8259
3	196,5001	178,3231	497,7992				183,6109	
4	150,4180	172,5466	565,0441				173,4591	
5	175,6300	174,1827	2,0775				163,0240	
6	190,1142	172,0541	253,6225				182,8721	
7	153,7557	173,1667	417,5070				171,9350	
8	187,5796	177,1499	179,3171				170,6677	
9	186,2190	175,8514	144,7276				186,8993	
10	173,3134	182,3707	0,7662				179,7662	
11	174,9822	178,1715	0,6296				174,1478	
12	198,5338	182,2765	592,6856				186,7580	
13	141,0599	171,5253	1097,5185				169,7969	
14	181,0522	173,5486	47,1076				161,0560	
15	178,7650	166,9590	20,9428				179,9086	
16	159,5524	173,1232	214,2203				169,1587	
17	181,5846	173,3007	54,6998				170,5685	
18	171,6010	170,9127	6,6962				176,5928	
19	170,4555	174,5471	13,9366				171,0283	
20								
	fcr = 174,1887	**fcr 3 hsl uji** =174,7065	$\Sigma(fc_{28} - fcr)^2$ =4162,8059				**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min**=161,0560	

Tabel 6.40. Perhitungan kontrol kuat desak beton pada variasi fas 0.6675.

No	fc_{28} hari (Kg/cm^2)	fc_{28} rata^2 dari 3 hasil uji (Kg/cm^2)	$(fc_{28} - fcr)^2$	S	(Sx1.096)	fc'+0.82.k. S (fc'=122.5867)	fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji (Kg/cm^2)	0.85xfc' (fc'=122.5867)
1	150,5299		49,0869	19,4440	21,3106	140.0613		104.1986
2	179,5022		482,5086				165,0160	
3	172,1495	167,3939	213,5524				175,8259	
4	124,6793	158,7770	1079,5667				148,4144	
5	159,1407	151,9899	2,5748				141,9100	
6	141,3010	141,7070	263,5795				150,2208	
7	178,0575	159,4997	421,1285				159,6792	
8	161,6846	160,3477	17,2099				169,8710	
9	149,9411	163,2277	57,6847				155,8128	
10	199,3472	170,3243	1748,1719				174,6442	
11	141,8588	163,7157	245,7792				170,6030	
12	177,9464	173,0508	416,5821				159,9026	
13	172,8137	164,2063	233,4064				175,3801	
14	171,6309	174,1304	198,6626				172,2223	
15	136,7564	160,4003	431,7960				154,1936	
16	152,8364	153,7412	22,0875				144,7964	
17	132,7876	140,7935	612,4871				142,8120	
18	144,5542	143,3927	168,5293				138,6709	
19	145,6692	141,0037	140,8228				145,1117	
20								
	fcr = 157,5361	**fcr 3 hsl uji** =158,1001	$\Sigma(fc_{28} - fcr)^2$ =6805,2170				**fc_{28} rata^2 dari 2 hasil uji Min**=138,6709	

Keterangan

- Dari tabel 6.40 dapat diketahui bahwa rata-rata dari masing-masing tegangan rata-rata 3 hasil uji (= 158,1001) lebih besar dari fc'+ 0,82.k.S (= 140,0613) ~ ok !!.
- Dari tabel 6.40 dapat diketahui bahwa tidak ada satupun tegangan rata-rata dari 2 hasil uji (minimum = 138,6709) yang lebih kecil dari 0,85 x fc' (= 104,1986) ~ ok !!.
- Kedua persyaratan diatas sudah terpenuhi, oleh karena itu kuat desak beton (fc') pada variasi fas 0,6675 adalah = 122,5867 kg/cm^2 .

6.2 Pembahasan

6.2.1 Penyimpangan Data

Penyimpangan data yang terjadi didalam penelitian ini berpengaruh sekali terhadap perhitungan nilai kuat desak beton yang disyaratkan (fc').

Penyimpangan data yang terjadi dalam penelitian ini masih bisa dianggap wajar karena jumlah sampel yang menyimpang masih dibawah 5% dari jumlah keseluruhan sampel yang diuji.

Data - data yang menyimpang didalam penelitian ini disebabkan antara lain oleh :

a) Kepadatan adukan beton didalam cetakan kurang optimal, sehingga lekatan antar agregat kurang kuat. Hal ini sangat berpengaruh pada kuat desak yang dicapai.

b) Cetakan yang dipakai bocor, sehingga perbandingan nilai fasnya akan berubah. Perubahan nilai fas sangat berpengaruh sekali terhadap kuat desak yang akan dicapai.

c) Permukaan sisi benda uji kurang rata, sehingga pada waktu pengujian kuat desak beton, beban desak yang diterima benda uji tidak merata. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap kuat desak yang akan dicapai.

6.2.2 Berat volume Beton

Berat volume beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusunnya, sehingga apabila bahan penyusunnya mempunyai berat jenis yang besar maka beton yang dihasilkan akan mempunyai berat volume yang besar pula, begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan pada beton dengan agregat kasar Alwa, dihasilkan berat volume rata-rata pada setiap variasi fas. Data ini dicantumkan pada tabel 6.41.

Tabel 6.41. Daftar Berat volume Beton Pada Setiap Variasi FAS

No	FAS	Berat volume Beton yang dihasilkan (Kg / m^3)
1.	0.4450	1888,4544
2.	0.4895	1854,7005
3.	0.5340	1889,6600
4.	0.5785	1866,2788
5.	0.6230	1854,5749
6.	0.6675	1875,1972

Dari tabel dapat diketahui bahwa berat volume beton dengan agregat kasar Alwa, rata-rata mencapai 1871,4776 kg/m^3. Sehingga beton dengan agregat kasar Alwa sudah termasuk beton ringan karena mempunyai berat volume kurang dari 1900 kg/m^3, sebagaimana disyaratkan didalam SKSNI T-15-1991-03.

6.2 Pembahasan

6.2.1 Penyimpangan Data

Penyimpangan data yang terjadi didalam penelitian ini berpengaruh sekali terhadap perhitungan nilai kuat desak beton yang disyaratkan (fc').

Penyimpangan data yang terjadi dalam penelitian ini masih bisa dianggap wajar karena jumlah sampel yang menyimpang masih dibawah 5% dari jumlah keseluruhan sampel yang diuji.

Data - data yang menyimpang didalam penelitian ini disebabkan antara lain oleh :

a) Kepadatan adukan beton didalam cetakan kurang optimal, sehingga lekatan antar agregat kurang kuat. Hal ini sangat berpengaruh pada kuat desak yang dicapai.

b) Cetakan yang dipakai bocor, sehingga perbandingan nilai fasnya akan berubah. Perubahan nilai fas sangat berpengaruh sekali terhadap kuat desak yang akan dicapai.

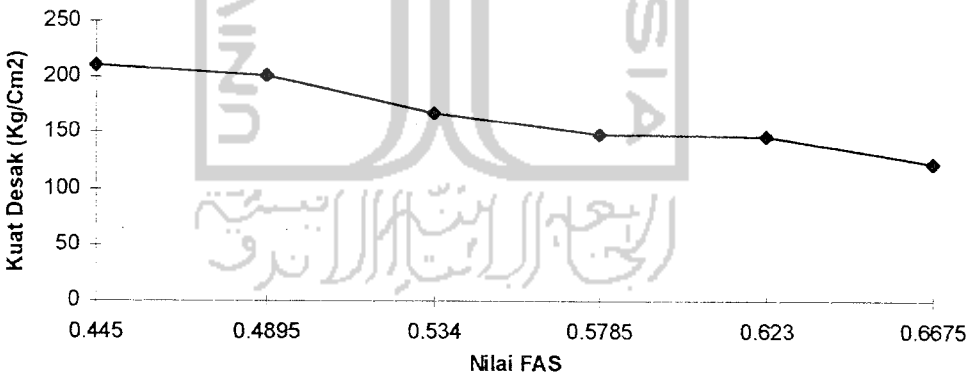
c) Permukaan sisi benda uji kurang rata, sehingga pada waktu pengujian kuat desak beton, beban desak yang diterima benda uji tidak merata. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap kuat desak yang akan dicapai.

6.2.3. Kuat Desak Beton

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari masing-masing bahan susun, serta lekatan pasta semen pada semua agregat. Dalam penelitian ini, kuat desak yang dihasilkan oleh beton dengan agregat kasar Alwa disebutkan dalam tabel 6.42.

Tabel 6.42 Hasil fc' Sesuai yang disyaratkan

FAS	fc' (Kuat Desak Yang Disyaratkan)
0.4450	210.7901
0.4895	202.9506
0.5340	169.1457
0.5785	148.8519
0.6230	146.8541
0.6675	122.5867



Grafik 6.4 Hubunga antara fas dengan kuat desak beton pada umur 28 hari

Dari tabel 6.42 dan grafik 6.4 dapat diketahui bahwa kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar Alwa pada umur 28 hari berkisar antara 122.5867 kg/cm^2 sampai dengan 210.7901 kg/cm^2. Kuat desak

maksimum mencapai 210.7901 kg/cm^2 pada faktor air semen (FAS) 0.4450.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Beton dengan agregat kasar Alwa mempunyai berat jenis yang berkisar antara 1,85457 g/cm^3 sampai dengan 1,88966 g/cm^3, sehingga dapat digolongkan kedalam beton ringan karena masih dibawah 1,900 g/cm^3 sebagaimana disyaratkan dalam SK SNI T - 15 - 1991 - 03.
2. Beton dengan agregat Alwa dapat mencapai kuat desak sampai dengan 210,7901 kg/cm^2 untuk nilai fas 0.4450, sehingga dapat digolongkan sebagai beton struktur karena berada diatas yang disyaratkan SK SNI T - 15 - 1991 - 03 yaitu 20 MPa (196,1333 kg/cm^2)
3. Dilihat dari grafik 6.4, maka beton yang menggunakan agregat kasar Alwa belum mencapai nilai fas optimum tetapi masih memiliki kecenderungan untuk mencapai kuat desak yang lebih tinggi apabila digunakan faktor air semen (fas) yang lebih kecil.

4. Agregat kasar Alwa memiliki tingkat keausan 24,7%. Pada saat pengujian beton, semakin nilai fas kecil kehancuran agregat semakin banyak. Hal ini menunjukan bahwa semakin kecil nilai fas, lekatan antar agregat semakin kuat. Tingkat kuat lekat antar agregat paling tinggi dicapai pada saat nilai fas 0,4450 karena pada nilai fas ini agregat hancur lebih banyak daripada kehancuran agregat pada nilai fas yang lain.

7.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan, penulis dapat memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat berguna nantinya, antara lain :

1. Gunakan nilai faktor air semen (fas) yang lebih kecil dari nilai fas minimum yang penulis gunakan, kalau perlu digunakan bahan "additive" agar tingkat "workability" tinggi. Hal ini dimungkinkan untuk mendapatkan tingkat kuat desak yang lebih tinggi.
2. Perlu dicoba metode lain, sebagai pembanding dari metode yang dipakai penulis dalam penelitian ini.
3. Perlu dicoba pengujian agregat Alwa untuk keperluan lain, misalnya campuran aspal beton atau sebagai komponen bangunan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.Antono, 1971, **DIKTAT TEKNOLOGI BETON**, FT UGM, Yogyakarta.

2. Chu - kia Wang dan Salmon, C.G., 1993, **DISAIN BETON BERTULANG**, Erlangga,Jakarta.

3. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN SRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG SK-SNI**, Yayasan LPMB Bandung,.

4. Departemen Pekerjaan Umum, 1989, **TATA CARA PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BETON**, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Jakarta.

5. Departemen Pekerjaan Umum, **LOKA PERINTISAN BAHAN BANGUNAN LOKAL CILACAP**, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pemukiman Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Cilacap

6. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, **TEKNOLOGI BETON**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

7. Lydon, F.D., 1979, **CONCRETE MIX DESIGN**, Applied Science Publisher Ltd., London

8. M.Kusnadi, **TEKNOLOGI BETON**, fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, Bandung.

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

LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Demangan Baru No. 24 Telepon (0274) 5490 Yogyakarta-55281

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T 96 - 77

Contoh dari : _____ DKERJAKAN OLEH : _____

Jenis Contoh : ALWA

DI TEST TANGGAL 16 Desember 1996 DIPERIKSA : _____

Uuntuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir.

JENIS GRADASI SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gr	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gr	
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3765	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A}$ x 100 %		24,7 %	

Yogyakarta, 16 - 12 - 1996

Kepala Lab. Jalan Raya FT. UII

a/n

(Syamsudin)