TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BUATAN DARI TANAH LIAT BAKAR ASAL KALIMANTAN PADA BETON RINGAN

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

Oleh :

Nama : Muhammad Hasan Basrie
No. Mhs. : 95 310 218
Nirm. : 950051013114120215

Nama : Dhony Librianto Utomo
No. Mhs. : 95 310 234
Nirm. : 950051013114120231

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
J O G J A K A R T A
2002

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BUATAN DARI TANAH LIAT BAKAR ASAL KALIMANTAN PADA BETON RINGAN

Nama : **Muhammad Hasan Basrie**
No. Mhs. : **95 310 218**
Nirm. : **950051013114120215**

Nama : **Dhony Librianto Utomo**
No. Mhs. : **95 310 234**
Nirm. : **950051013114120231**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 29-08-2002

Ir. H. Suharyatmo, MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 20/8/02

Kupersembahkan kepada Ayah bunda tercinta, kakak-kakakku dan adik-adikku, keponakanku dan semua keluarga tercinta, rekan-rekan kelas E'95 khususnya dan Angkatan '95, rekan-rekan di Kost yang telah banyak membantu dalam penulisan Skripsi ini, Galih, Alif, Iant, Etto, Husen, Dhony Artha, Andri dan rekan-rekan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, semoga hari esok kita lebih baik, Amiin.

By : Hasan

Kupersembahkan Kepada ayah bunda tercinta, adikku Terry,
Mas Nawawi atas kiriman tanahnya,
Limpat, Agus, Joko, dan rekan-rekan Kelas E'95
By: Dhony

KATA PENGANTAR

Bismillahirahmannirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk memenuhi jenjang Strata satu pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Permasalahan yang kami angkat dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Penggunaan Agregat Kasar Buatan dari Tanah Liat Bakar Asal Kalimantan Pada Beton Ringan. Kami berusaha menyelesaikan segala permasalahan yang kami hadapi dengan segala kemampuan yang kami miliki.

Selama melaksanakan penulisan Tugas Akhir ini, tentunya kami tidak lepas dari rintangan dan hambatan. Berkat bantuan dan borongan dari berbagai fihak kami dapat mengatasi berbagai hambatan tersebut. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
3. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,

4. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. H. Subarkah, MT, selaku Kepala Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
6. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Operasional Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
7. Bapak Ir. H. Iskandar Syaifurrohman, MT, selaku Kepala Operasional Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
8. Seluruh Karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi dan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta,
9. Seluruh Karyawan Unit Pelayanan Teknis, Kasongan, Bantul, Jogjakarta,
10. Ayah Bunda dan semua keluarga tercinta,
11. Rekan-rekan mahasiswa dan semua fihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhirnya semoga Allah membalas semua amalnya dan kami berharap Tugas Akhir ini tidak hanya menjadi arsif yang tertumpuk dan terlupakan, akan tetapi lebih dari itu dapat memberi manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wabillahittaufik wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Juni 2002

Penyusun,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

ABSTRAKSI xii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Pendahuluan 5

2.2 Pembahasan 5

2.3 Kesimpulan 8

BAB III LANDASAN TEORI 9

3.1 Pendahuluan 9

3.2 Beton Ringan 10
3.3 Material Penyusun Beton 13
3.3.1 Semen Portland 14
3.3.2 Agregat 17
3.3.3 Agregat Ringan 20
3.3.4 Abu Sekam Padi 23
3.3.5 Air 24
3.4 Faktor Air Semen 29
3.5 Slump 30
3.6 Workability 31
3.7 Kekuatan Beton 32
3.8 Perancangan Campuran Coba-Coba 35
3.9 Metode Perawatan Benda Uji 38
3.10 Metode Pengujian Kuat Desak Beton 38
BAB IV METODE PELAKSANAAN 40
4.1 Umum 40
4.1.1 Pengiriman dan Penyedian Agregat Kasar 41
4.1.2 Pembuatan dan Penyedian Alat Cetak Agregat Kasar 42
4.1.3 Pembuatan Agregat Kasar 42
4.1.4 Pembakaran Agregat Kasar 43
4.1.5 Penentuan Keausan Agregat Kasar 44
4.1.6 Penentuan Gradasi Agregat 45

4.1.7 Penentuan Serapan Air Agregat Kasar 46
4.1.8 Penentuan Berat Jenis Agregat 46
4.1.9 Persiapan Material Pembuat Beton 47
4.1.10 Persiapan Pembuatan Benda Uji 48
4.1.11 Pembuatan Benda Uji 52
4.1.12 Perawatan Benda Uji 54
4.1.13 Pengujian Beton 54
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 56
5.1 Hasil Pengujian 56
5.1.1 Keausan Agregat Kasar 56
5.1.2 Gradasi Agregat 57
5.1.3 Serapan Air 62
5.1.4 Berat Jenis Agregat 63
5.1.5 Bahan Susun Beton 64
5.1.6 Kuat desak dan Berat Volume Beton 66
5.2 Pembahasan 69
5.2.1 Agregat Kasar Buatan Dari Tanah Liat Bakar 69
5.2.2 Berat Volume dan Kuat Desak Beton 71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 74
6.1 Kesimpulan 74
6.2 Saran 75
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
3.1	Tipe dan Sifat Berbagai Jenis Beton Ringan	13
3.2	Kandungan Abu dan Silika Beberapa Tanaman	27
3.3	Komposisi Abu Sekam Padi	28
3.4	Nilai Slump Berbagai Macam Struktur	30
3.5	Perbandingan kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur	33
3.6	Faktor Pengali Deviasi Standar Bila Sampel Kurang dari 30 Buah	35
3.7	Daftar Kebutuhan Bahan Campuran Beton pada Beberapa FAS	37
4.1	Deskrifsi Benda Uji Silinder Beton	52
5.1	Hasil Penentuan Keausan Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar	56
5.2	Hasil Penentuan Gradasi Pasir Alam Asal Kali Krasak	58
5.3	Hasil Penentuan Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 500 ° C	59
5.4	Hasil Penentuan Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 700 ° C	60
5.5	Hasil Penentuan Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 900 ° C	61
5.6	Hasil Penentuan Serapan Air Dalam Agregat Kasar	62
5.7	Hasil Penentuan Berat Jenis Agregat kasar dari Tanah Liat Bakar	64
5.8	Jumlah Total Perbandingan Bahan Susun Beton	65
5.9	Hasil Perhitungan Berat Volume dan Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran 500 ° C	66
5.10	Hasil Perhitungan Berat Volume dan Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran 700 ° C	67
5.11	Hasil Perhitungan Berat Volume dan Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran 900 ° C	68
5.12	Hasil Berat Volume dan Kuat Desak Beton Rata-rata	72

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
3.1	Hubungan Kuat Desak Beton Dengan Faktor Air Semen	30
4.1	Grafik Hubungan Suhu Pembakaran Agregat dengan Waktu	44
4.2	Bagan Alur Prosedur Penelitian	55
5.1	Grafik Hubungan Suhu Pembakaran dengan Keausan Agregat	57
5.2	Grafik Gradasi Pasir Alam Asal Kali Krasak	58
5.3	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 500° C	59
5.4	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 700° C	60
5.5	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 900° C	61
5.6	Grafik Hubungan Suhu Pembakaran dengan Serapan Air Agregat	63
5.7	Grafik Hubungan Suhu Pembakaran dengan Berat Jenis Agregat	64
5.8	Grafik Hubungan Kuat Desak Dengan Suhu Pembakaran dan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi	73

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Nama Lampiran	Hal.
1	Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 500° C	78
2	Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 700° C	79
3	Kuat Desak Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 900° C	80
4	Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 500^0C	81
5	Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 700^0C	82
6	Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 900^0C	83
7	Keausan Agregat dengan Suhu Pembakaran 500° C	84
8	Keausan Agregat dengan Suhu Pembakaran 700° C	85
9	Keausan Agregat dengan Suhu Pembakaran 900° C	86
10	Gradasi Agregat Halus Asal Kali Krasak	87
11	Berat Jenis Agregat Halus	88
12	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 500° C	89
13	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 700° C	90
14	Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 900° C	91
15	Berat Jenis Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 500° C	92
16	Berat Jenis Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 700° C	94
17	Berat Jenis Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 900° C	95
18	Perhitungan Perbandingan Bahan Susun Beton	96
19	Dokumentasi 1	97
20	Dokumentasi 2	98
21	Dokumentasi 3	99
22	Dokumentasi 4	100
23	Kartu Peserta Tugas Akhir	101

ABSTRAKSI

Agregat kasar sebagai salah satu bahan campuran beton dapat diperoleh dari agregat kasar alami maupun buatan. Pada daerah-daerah yang mempunyai kandungan agregat alami berlimpah hal tersebut bukanlah suatu masalah, karena agregat alami mudah didapatkan. Kalimantan dan pesisir timur Sumatra adalah contoh daerah yang kekurangan agregat alami yang memenuhi persyaratan. Untuk mengatasi hal tersebut, biasanya agregat didatangkan dari pulau Jawa atau pulau Sulawesi, sehingga harga beton menjadi sangat mahal.

Pada penelitian ini dicoba membuat agregat kasar dari tanah liat bakar, yang bahannya diambil dari tanah liat asal Kalimantan Timur. Tanah dibuat dengan bentuk bersudut dengan ukuran maksimum agregat adalah 2 cm. Pada Agregat kasar buatan tersebut dilakukan variasi penambahan abu sekam padi sebesar 0 %, 5 %,10 % dan 15 %. Agregat dibakar dengan tungku api balik dengan suhu terkontrol selama 4,5 jam dengan variasi suhu pembakaran 500° C, 700° C dan 900° C. Perencanaan campuran beton dengan menggunakan metode takaran coba-coba denga nilai fas 0,445 dan nilai slump yang digunakan adalah sebesar 7,5 cm untuk semua variasi suhu dan penambahan abu sekam padi.

Hasil penelitian menunjukan agregat dengan suhu pembakaran yang lebih tinggi diperoleh nilai keausan, penyerapan air yang semakin kecil, serta nilai berat jenis dan kuat tekan yang semakin besar. Kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu pada suhu pembakaran 900° C dan penambahan abu sekam sebanyak 5%, yaitu sebesar 172,6770 kg/cm².

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beton adalah bahan buatan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung (SK-SNI T-15-1991-03).

Agregat kasar sebagai salah satu bahan campuran beton dapat diperoleh dari agregat kasar alami maupun agregat kasar buatan. Agregat kasar pada suatu campuran beton pada umumnya menempati proporsi paling banyak, yaitu sekitar 70 persen. Agregat kasar yang berupa kerikil ataupun batu pecah biasanya mudah didapat dan harganya relatif murah. Namun ada beberapa daerah yang mempunyai kesulitan untuk mendapatkan agregat kasar ini, seperti pesisir timur Sumatra, sebagian Kalimantan, dan pulau-pulau kecil lainnya. Pengerjaan beton pada daerah tersebut harus mendatangkan koral dari pulau-pulau sekitarnya, seperti Sulawesi atau dari pulau Jawa, sehingga harga koral menjadi sangat mahal. Oleh karena itu diperlukan suatu agregat pengganti yang mudah didapat didaerah sekitar dan harganya tidak terlalu mahal. Telah banyak usaha yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut dengan melakukan berbagai penelitian.

2. Mengetahui kuat desak dan berat volume beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar, dengan variasi penambahan dan tanpa penambahan abu sekam padi serta variasi suhu pembakaran.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian penggunaan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar ini adalah diperoleh agregat kasar buatan yang mempunyai kekerasan dan berat jenis yang tinggi, serapan air yang kecil dan gradasi butiran yang baik. Manfaat lainnya adalah menambah studi pustaka tentang pengolahan beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar dengan variasi penambahan abu sekam padi dan suhu pembakaran pada agregat kasar tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan agregat kasar dari tanah liat bakar yang tanahnya diambil dari daerah Balikpapan, Kalimantan Timur.
2. Agregat kasar dari tanah liat bakar dibuat dengan bentuk bersudut, dengan ukuran maksimum 2 cm, kemudian dikeringkan dan dibakar selama 4,5 jam dan di tahan selama 30 menit pada suhu yang diinginkan.
3. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 36 buah.
4. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian desak silinder pada saat beton berumur 28 hari.

5. Pembuatan agregat adalah dengan tanpa penambahan abu sekam, penambahan abu sekam sebanyak 5%, 10%, dan 15% terhadap volume agregat.
6. Abu sekam tersebut adalah sebagai bahan penambah pada agregat tanah liat bakar saja, tidak diperhitungkan dalam perhitungan bahan penyusun beton.
7. Abu sekam padi berasal dari daerah Pleret, Bantul, Jogjakarta.
8. Agregat halus dipakai pasir dari krasak kabupaten Sleman.
9. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I, merk Nusantara.
10. Nilai f.a.s diambil sebesar 0,4450.
11. Nilai slump diambil 7,5 cm.
12. Pembakaran agregat kasar dengan variasi suhu 500°C, 700°C, dan 900°C.
13. Rencana campuran beton berdasarkan metode campuran coba-coba.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Penelitian tentang penggunaan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar sebagai pengganti agregat kasar sudah pernah dilakukan sebelumnya. Bahan yang digunakan berupa tanah liat atau lempung yang berasal dari desa Bangunjiwo, Bantul. Penelitian lainnya adalah penggunaan *ALWA* sungai Tajum, Wangon, Cilacap sebagai bahan dasar dari agregat buatan, dengan atau tanpa penambahan *fkly ash.*

2.2 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan sebelumnya, tanah liat dibuat dengan bentuk persegi dan bulat, dengan ukuran maksimum 4 cm. Agregat dibakar dengan tungku api balik selama 4 jam, dan ditahan selama 15 menit pada suhu yang dikehendaki yaitu 800^0 C, 900^0 C, dan 1000^0 C. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa semakin tinggi suhu pembakaran, semakin kecil keausannya, sehingga semakin tinggi pula kekerasannya dan akan didapat kuat desak beton yang lebih tinggi. Daya serap air yang lebih rendah juga akan meningkatkan kuat desak beton tersebut, karena penambahan atau pengurangan air pada saat pengadukan akan mempengaruhi nilai fas dari adukan (Fauzi dan Hadi, 1998).

Agregat dibuat dari dua macam tanah lempung olahan, yaitu lempung saring dan lempung giling dengan perbandingan 1:1. Hal ini dilakukan karena apabila agregat hanya dibuat dari lempung saring, dan ukuran maksimum agregat 4 cm, agregat akan hancur dalam pembakaran. Sedangkan apabila digunakan lempung giling akan menghasilkan agregat yang lebih berat dan kurang kuat, karena masih banyak mengandung air dan butir-butir tanah yang besar, sehingga dalam pembuatan akan banyak terdapat rongga-rongga dalam agregat.

Pembakaran agregat sangat berpengaruh pada kekerasan dan berat jenis agregat. Cara pembakaran yang baik dimana seluruh agregat mendapat panas yang sama dalam pembakaran akan menghasilkan agregat dengan kekerasan yang hampir seragam. Selain itu panas pembakaran dan lama waktu pembakaran juga mempunyai pengaruh yang lebih besar pada serapan air agregat. Hasil yang didapat pada penelitian ini, diperoleh keausan sebesar 42,80% sampai 52,10%, dan penyerapan air yang tinggi antara 19,74% sampai 20,96%. Berat jenis agregat berkisar antara 1,9900 gr/cm^3 sampai 2,0219 gr/cm^3, dan kuat desak beton berkisar antara 134,1321 kg/cm^2 sampai 180,7852 kg/cm^2.

Penelitian dengan bahan dasar lempung lainnya, dilakukan pembakaran agregat dengan suhu hingga 1200^{0}C (Hidayanto dan Heri, 1997). Tanah dipecah menjadi partikel-partikel kecil dengan ukuran 0,5 cm sampai 2 cm, kemudian dikeringkan dan dibakar secara cepat sekitar 5 – 10 menit dalam tungku pembakaran. Nilai keausan dan kuat desak beton yang didapat lebih baik jika

dibandikan dengan hasil penelitian Fauzi dan Hadi. Nilai keausan yang diperoleh sekitar 24,70% dan kuat desak beton mencapai 210,7901 kg/cm^2.

Penelitian lainnya juga dengan menggunakan tanah liat, tetapi dengan penambahan *fly ash*, variasi penambahan adalah 0%-3%. *Fly ash* sebagai bahan pengisi berasal dari sisa pembakaran batu bara pada proyek PLTU Suralaya, Banten (Sari dan Yudi, 1997). Lempung dipecah menjadi bagian-bagian kecil dengan ukuran maksimum 2 cm, kemudian dikeringkan dan dibakar secara cepat (5 sampai 10 menit) dalam tungku pembakaran yang dapat berputar dengan suhu 500^0 C – 1200^0 C.

Hasil dari penelitian ini diperoleh kuat desak beton tertinggi pada penambahan *fly ash* sebanyak 2 %, yaitu sebesar 20,4136 Mpa sampai 21,5887 Mpa. Berat jenis beton yang tertinggi juga pada penambahan *fly ash* sebanyak 2%, yaitu sebesar 1850,8186 Kg/m^3.

Penelitian dengan penambahan abu sekam padi *(rice husk ash)*, sebagai bahan tambah pada agregat perlu dicoba. Penelitian tentang penambahan abu sekam padi pada beton normal sudah pernah dilakukan. Penelitian tersebut menghasilkan kenaikan kuat desak pada beton. Penambahan abu sekam padi sebanyak 10% memberikan kenaikan kuat desak dari 26,8007 Mpa tanpa abu sekam, menjadi 38,68617 Mpa dengan penambahan abu sekam padi, dengan kata lain mengalami kenaikan sebesar 48,6187%. Penambahan abu sekam padi juga mengurangi pemakaian semen sebanyak 45,947 kg permeter kubik beton normal (Heru dan Arif, 2000).

Penelitian lainnya juga menyimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi pada adukan beton, akan menaikan kuat desak beton. Penambahan abu sekam padi sebanyak 9% memberikan kenaikan kuat desak dari 24,776 Mpa tanpa abu sekam padi, menjadi 27,76 Mpa dengan penambahan abu sekam padi. Dengan kata lain mengalami kenaikan 12,52% (Sabillirahman dan Anas, 1996).

Penambahan abu sekam padi sebanyak 9% juga akan mengurangi pemakaian semen sebesar 28,89 kg per meter kubik beton (Rifki dan surya, 1999).

2.3 Kesimpulan

Dari penelitian-penelitian terdahulu tentang penggunaan tanah lempung bakar sebagai agregat kasar buatan seperti yang dibahas diatas, dapat diambil kesimpulan :

1. Beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar adalah termasuk beton ringan.
2. Beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar mengalmi kenaikan kuat desak dengan penambahan *fly ash* pada batas-batas penambahan tertentu.
3. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dan nilai fas yang kecil cenderung menaikan kuat desak beton.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan utama struktur bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan mencampurkan semen portland, air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah yang bervariasi macamnya, mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) dengan perbandingan tertentu. Campuran tersebut apabila dituangkan kedalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan ini terjadi oleh suatu reaksi kimia antara air dan semen, dan berjalan selama waktu yang panjang, sehingga berakibat campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Beton yang telah mengeras dapat dianggap sebagai batu tiruan dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar yang berupa kerikil), diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus yang berupa pasir). Pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen tersebut disamping mengisi pori-pori diantara butiran agregat halus, juga berfungsi sebagai perekat selama proses pengerasan, sehingga butiran agregat saling terekat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

Luasnya pemakaian beton disebabkan beton terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh dan mudah diolah. Hal tersebut menyebabkan beton

mempunyai sifat yang dituntut sesuai dengan keadaan situasi pemakaian tertentu. Sifat menguntungkan lainnya, beton mempunya kuat desak yang tinggi, anti korosi, dan jika dipadukan dengan baja tulangan akan memiliki kuat tarik yang tinggi.

Pengerjaan beton sebenarnya tidaklah sesedehana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk suatu campuran yang plastis. Membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, harus diperhitungkan dengan teliti cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik, sehingga nantinya diperoleh hasil berupa beton yang mempunyai kekuatan yang tinggi.

3.2 Beton Ringan

Menurut SK-SNI T-15-1991-03, berdasarkan berat volumenya beton dapat digolongkan menjadi tiga golongkan, yaitu :

1. Beton ringan,

   Yaitu beton yang mempunyai berat volume kurang 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.

Beton ringan sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusun beton itu sendiri, terutama berat jenis agregatnya. Untuk mendapatkan berat jenis

yang ringan dapat ditempuh dengan beberapa cara, misalnya dengan memanfaatkan kandungan udara di dalam beton maupun agregatnya.

Beton menjadi ringan disebabkan oleh kandungan udara dalam beton didapat dengan tiga cara (Lydon F.D, 1979), 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 dalam partikel agregat kasar yang terikat oleh lapisan tipis pasta semen.
3. Rongga udara dalam partikel agregat kasar itu sendiri yang biasanya terdapat dalam agregat ringan.

Berdasarkan berat volume kering udara pada umur 28 hari beton ringan dapat digolongkan menjadi tiga golongan (Chu-Kia Wang dan Salmon, C.G, Desain Beton Bertulang, 1993), yaitu :

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 kepadatan medium,

   Yaitu betom 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.

Beton ringan (*Light Weight Concrete*) digunakan untuk berbagai tujuan, misalnya untuk penyekat, sebagai bahan pengisi yang mempunyai kekuatan menengah dan untuk penggunaan elemen struktur. Untuk penggunaan yang terakhir yang dikenal dengan beton struktur beragregat ringan, didefenisikan sebagai beton yang pada usia 28 hari mempunyai kekuatan lebuh besar dari 225 kg/cm^2.

Di Amerika Serikat telah ditetapkan bahwa beton ringan untuk struktur harus mempunyai kuat desak lebih besar dari 170 kg/cm^2 pada umur 28 hari, dengan berat jenis 1400 kg/m^3 sampai dengan 1800 kg/m^3. Beton ringan untuk bahan isolasi atau dinding penyekat mempunyai kuat desak antara 7 kg/cm^2 sampai dengan 70 kg/m^2, dengan berat jenis kurang dari 800 kg/m^3 (A.M. Neville,1975).

Beton struktural yang mengandung agregat ringan digolongkan menjadi 2 golongan (SK-SNI T-15-1991), yaitu:

1. Beton ringan total (*All low density concrete*)

   Yaitu beton yang menggunakan agregat ringan secara keseluruhan, baik agregat kasar maupun halus.

2. Beton ringan berpasir (*Sand low density concrete*)

   Yaitu beton ringan yang menggunakan agregat halus pasir alami.

Tipe dari berbagai jenis beton ringan, sifat-sifat dan kuat desaknya dapat dilihat pada tabil 3.1. (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1991) berikut ini :

Tabel 3.1 Tipe dan Sifat Berbagai Jenis Beton Ringan

Tipe beton ringan	Berat jenis (kg/cm^2)	Kuat desak (kg/cm^2)	Penyusutan kering	Mudah atau tidak mudah dikerjakan	Kuat atau tidak bila dipaku atau disekrup
Tepung abu bakar yang dikeraskan	1360-1760	142,76-428,28	0,04-0,07	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Batu tulis atau tanah liat yang dikembangkan (*Aglite & Leca*)	1360-1840	142,76-428,28	0,04-0,07	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Busa arang (*foamed slag*)	1680-2080	107,07-428,28	0,24-0,93	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Batu apung	720-1440	20,39-142,76	0,21-0,90	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Clinker (butiran yang mengeras)	1040-1520	20,39-71,38	0,04-0,08	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Adukan semen yang dicampur dengan udara (aerated)	400-960	14,28-49,97	0,05-0,18	Mudah dikerjakan	Memuaskan
Beton tanpa butiran halus : a. Perbandingan volume 1 : 8 (semen:agregat) b. Perbandingan volume 1 : 6 semen:agregat)	1600-1840	35,69-112,17 24,76-61,61	0,02-0,03 tergantung agregat yang digunakan	Sukar dikerjakan Mudah dikerjakan	Diperlukan blok yang dipasang pada betonnya

3.3 Material Penyusun Beton

Material penyusun beton terdiri dari dua bagian, yaitu :

1. Material penyusun beton pokok, adalah material utama penyusun beton, yaitu :
    1. Semen Portland
    2. Agregat

3. Agregat Ringan

4. Air

2. Material penyusun beton tambahan, adalah material tambahan pembuat beton, yaitu :

1. Abu Sekam Padi (*rice husk ash*)

Beton terdiri dari campuran semen dan air yang akan bereaksi secara kimia sehingga terbentuk ikatan yang keras, dimana agregat akan beradhesi dengannya. Penentuan bahan campuran yang memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, akan memberikan mutu beton yang baik. Penyimpanan dan perawatan bahan-bahan yang diperlukan juga sangat mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Beton sebagai bahan elemen struktur memiliki karakteristik yang terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

3.3.1 Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker-klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (Kardiyono, 1992) yang berupa bubuk halus dengan kandungan kapur, silika dan alumina. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat halus dan kasar, agar terjadi massa yang kompak atau padat. Selain hal tersebut di atas semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

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 lain.
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Disamping itu juga terdapat beberapa kategori dari campuran semen hidrolis (ASTM C595), seperti semen bara portland yang dikeringkan dalam dapur api, semen portland pozzolan yang dimodifikasi dengan bara. Semen bara portland yang dikeringkan dalam dapur api mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan semen biasa tipe I, dan digunakan untuk konstruksi beton masif seperti konstruksi bendungan. Semen ini memiliki daya tahan terhadap sulfat yang tinggi, biasanya digunakan untuk konstruksi di dalam air.

Semen portland pozzolan adalah campuran dari semen tipe I biasa dengan pozzolan. Semen campuran dengan pozzolan ini memiliki kekuatan lebih lambat dibandingkan dengan semen yang tanpa pozzolan, dan mengeluarkan suhu yang

lebih rendah sewaktu hidrasi, sehingga semen jenis ini dipakai secara luas untuk konstruksi beton masif (Chu – Kia Wang dan Charles G. Salmon, 1993).

Apabila semen dicampur dengan air membentuk suatu adukan yang halus, bahan tersebut lambat laun akan mengeras sampai menjadi padat. Proses ini dikenal sebagai proses pemadatan dan pengerasan. Semen dikatakan telah memadat apabila telah mencapai kekakuan yang cukup untuk mencapai suatu tekanan tertentu yang diberikan. Proses pemadatan selanjutnya berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama hingga mengeras, yaitu untuk mendapatkan kekuatan yang lebih besar.

Semen apabila bersentuhan dengan air maka akan terjadi proses hidrasi dalam arah kedalam dan keluar. Proses ini berarti hasil hidrasi mengendap dibagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Proses ini menyebabkan terjadinya suatu proses pengakuan yang cepat dari adukan, yaitu 2 sampai 5 jam setelah air dicampur dengan semen. Proses hidrasi akan berlangsung lebih dalam kedalam butir-butir semen dengan kecepatan yang makin lama makin berkurang, sesuai dengan berlangsungnya suatu proses pengakuan dan pengerasan dari massa tersebut.

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 waktu yang tidak terbatas, asalkan uap air dijauhkan dari tempat penyimpanan semen. Penyimpanan semen yang baik tentunya akan dapat menghemat biaya pekerjan konstruksi.

3.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran-butiran mineral sebagai bahan campur dalam campuran beton yang berfungsi sebagai berikut :

1. bahan pengisi (*filler*),
2. memberikan stabilitas volume dan keawetan,
3. memberikan sifat dapat dikerjakan dan keseragaman campuran,
4. membantu semen dalam merekatkan agregat kasar,
5. mencegah segresi pasta semen dan agregat kasar,
6. memberi kekuatan pada beton (Bale, H.A., 1999).

Agregat sebagai salah satu bahan yang berfungsi sebagai pengisi, menempati proporsi sekitar 70 % volume mortar atau beton. Walaupun sifatnya hanya sebagai pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

Dalam praktek agregat biasanya dibedakan dalam 3 kelompok (Kardiyono, 1995), yaitu :

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Berdasarkan asal terjadinya, agregat dibedakan dalam 2 golongan, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat alami diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (kerikil).

Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab, dan dapat diproleh dari dalam tanah, dasar sungai atau tepi laut. Oleh karena itu pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam (Kardiyono, Teknologi Beton, 1995), yaitu :

1. Pasir galian, pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan menggali. Biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tapi harus dibersihkan dari kotoran tanah.
2. Pasir sungai, diperoleh dari dasar sungai, berbentuk bulat dan berbutir halus.
3. Pasir laut, pasir ini diambil dari pantai, butir-butirnya halus dan bulat, dan merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman.

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi ¼ in (6mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen (Edward G Navy, 1990).

Berdasarkan berat jenisnya agregat kasar dibedakan atas 3 golongan, yaitu agregat normal, agregat berat, dan agregat ringan (Kardiyono, 1995).

1. Agregat normal

   Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 gr/cm^3 - 2,7 gr/cm^3. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm^3.

2. Agregat berat

   Agregat berat ialah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm^3, misalnya magnetik (Fe_3O_4), Barytes ($BasO_4$), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga mempunyai berat jenis tinggi sampai 5,0 gr/cm^3, digunakan sebagai dinding pelindung sinar X.

3. Agregat ringan

   Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm^3, biasanya digunakan untuk beton non struktur, akan tetapi dapat pula untuk beton struktural atau blok dinding tembok. Kebaikannya ialah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan fondasinya lebih kecil.

Agregat kasar harus memenuhi persyaratan gradasi yang disyaratkan. Apabila butir-butir agregat mempunyai gradasi yang sama atau seragam maka volume pori akan besar, sebaliknya apabila ukuran butir bervariasi atau bergradasi baik maka akan didapat volume pori yang kecil. Hal ini terjadi karena butir agregat yang kecil mengisi pori agregat diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori menjadi sedikit atau dengan kata lain kemampatannya tinggi. Pelaksanaan pekerjaan beton diinginkan komposisi butiran dengan kemampatan tinggi, karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat yang sedikit pula.

Agregat sebagai bahan bangunan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995) :

1. Butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut. Untuk mengetahui kekuatan agregat dilakukan dengan pengujian ketahanan terhadap aus (*Abration Test*)

menggunakan mesin uji Los Angeles atau bejana Rudellof dengan syarat bagian yang hancur lolos ayakan 1,70 mm maksimum adalah 50 %.

2. Tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm. Pada agregat halus jumlah kandungan kotor ini tidak lebih dari 5%, sedangkan pada agregat kasar kandungan kotor ini dibatasi 1%. Jika agregat mengandung kotoran lebih dari batas-batas maksimum maka harus dicuci terlebih dahulu sebelun dipakai.
3. Tidak mengandung garam yang mengisap air dari udara.
4. Tidak mengandung zat organik.
5. Mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit. Untuk pasir, modulus halus butir berkisar antara 1,5 – 3,8 sehingga hanya memerlukan pasta semen sedikit.
6. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca.
7. Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus mempunyai tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali.
8. Untuk agregat kasar, tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20 % dari berat keseluruhan.

3.3.3 Agregat Ringan

Agregat ringan dapat dibedakan dalam dua kelompok (A.M. Naville, 1975), yaitu :

1. Agregat alami

Agregat alami adalah agregat yang langsung dihasilkan dari alam, misalnya batu-batuan yang dihasilkan gunung berapi, misalnya batu apung (*pumice*), *scoria, volcanic cinder.* Agregat alami hanya ditemukan dibeberapa wilayah atau daerah tertentu saja, sehingga penggunaannya kurang luas.

2. Agregat buatan

   Agregat buatan sering diberi nama sesuai dengan nama perusahaan yang memproduksinya, atau bahan dasar yang digunakan. Agregat yang termasuk dalam kelompok ini adalah *Aglite, Leca, Fly Ash, Foamed Slag* dan lain sebagainya.

Tanah liat/lempung yang terjadi secara alamiah dapat dipergunakan untuk menghasilkan bahan berpori yang ringan. Tanah lempung mengandung kurang lebih 15 macam mineral, yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Susunan kebanyakan tanah lempung terdiri dari silika dan alumina. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran, tidak hanya terdiri dari satu macam ukuran partikel saja. Tanah lempung belum tentu hanya terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butiran-uitiran ukuran lanau maupun pasir, dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, misalnya lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis. Tanah lempung akan banyak

dipengaruhi oleh air, karena pada tanah berbutir halus luas permukaan spesifik lebih besar, sehingga variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanahnya.

Tanah lempung jika dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya. Lempung padat mempunyai permeabilitas yang rendah, dan tidak dapat dipadatkan dengan baik pada waktu basah. Pemadatan adalah proses bertambahnya berat volume kering tanah sebagai akibat memadatnya partikel yang diikuti oleh pengurangan volume udara dengan volume air yang tetap bertambah. Sifat-sifat teknis tanah lempung setelah dilakukan pemadatan akan bergantung pada cara atau usaha pemadatan, macam tanah, dan kadar airnya.

Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan, akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum, daripada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air. Lempung kering optimum mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk menyerap air, sebagai hasilnya adalah sifat mudah mengembang.

Jenis agregat ringan buatan yang sering dipakai antara lain :

a. *LECA* (*Light Weight Expanded Clay*)

LECA adalah hasil dari tanah liat yang dikembangkan dengan cara dipanaskan sekitar 1000° C sampai 1200° C. Bahan yang dihasilkan berbentuk bulat dan keras, tetapi ringan karena di dalamnya berpori. Berat jenis berkisar antara 650 kg/m^3 sampai 900 kg/m^3. Beton ringan yang dihasilkan mempunyai berat jenis sampai 1800 kg/m^3.

b. *Aglite, Lytag*

Aglite adalah hasil dari batu kapur yang dibakar sampai sekitar 1400° C. Butiran yang dihasilkan berbentuk pecahan berpori yang lebih ringan dibandingkan dengan *LECA*, berat jenisnya sekitar 800 kg/m^3. Di Eropa batu sejenis ini disebut *Agloporite* atau *Keramzite*. Beton ringan yang dihasilkan mempunyai berat jenis antara 1400 kg/m^3 sampai 1800 kg/m^3. Agregat ringan yang semacam dengan ini disebut *Lytag* dihasilkan dari pembutiran *Fly Ash*

c. *Foamed Slag*

Foamed Slag dihasilkan dari pemadaman bara api yang berasal dari tanur yang memproduksi besi tuang dengan proses pancar air. Agregat ini mudah pecah dan bentuknya seperti batu apung. Beton ringan yang dihasilkan mempunyai berat jenis antara 950 kg/cm^3 sampai 1750 kg/m^3.

d. *Clinker* dan *Breeze*.

Clinker dihasilkan dari sisa pembakaran yang sempurna dari dapur api industri pada suhu tinggi. *Clinker* mempunyai massa yang mengeras dan berinti serta berisi sedikit bahan yang mudah terbakar. Di Amerika serikat batuan ini dikenal dengan nama *cinder*. *Breeze* merupakan bahan residu yang kurang keras dan baik pembakarannya, karena lebih banyak terisi bahan yang mudah terbakar. Berat jenisnya berkisar antara 1100 kg/m^3 sampai 1400 kg/m^3. Beton ringan yang dihasilkan mempunyai berat jenis antara 1750 kg/m^3 sampai 1850 kg/m^3.

Agregat ringan umumnya mempunyai daya serap air yang tinggi, sehingga dalam pengadukan beton cepat keras hanya beberapa menit saja setelah

pencampuran. Untuk itu perlu diadakan pembasahan agregat terlebih dahulu sebelum pengadukan sehingga agregat mencapai keadaan SSD. Agregat kasar ringan yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah liat atau lempung yang berasal dari Balikpapan Kalimantan Timur yang bersifat mengembang (*expanded clay*) sehingga termasuk agregat ringan buatan jenis *LECA*.

3.3.4 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting, walaupun harganya paling murah. Di dalam campuran beton, air mempunyai 2 fungsi, pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, kedua sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (Murdock dan Brook,1991)

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Reaksi hidrasi semen dengan air diperlukan sedikitnya 20 % - 30 % jumlah air terhadap berat semen, namun pada kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sebesar 0,35 akan sulit dilakukan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu diberikan kelebihan air sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak, karena kekuatan beton akan rendah dan menghasilkan beton yang poreus. Selain itu kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar yang baru dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih untuk membentuk lapisan tipis (*laitance*) yang akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton yang merupakan bidang sambung yang lemah.

Air yang memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai campuran beton adalah air minum, tetapi tidak berarti harus memenuhi persyaratan air minum. Secara umum air yang dipakai untuk mencampur beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % dari kekuatan beton yang memakai air suling. Kekuatan beton akan turun apabila air pencampur mortar beton tercampur dengan kotoran. Air yang akan digunakan sebaiknya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut ini (Kardiono, 1992), yaitu :

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

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

3.3.5 Abu Sekam Padi (*"rice husk ash"*)

Abu sekam padi merupakan abu yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Sekam padi (kulit padi yang dipakai setelah proses penggilingan) dibakar dalam kondisi terkontrol, abu sekam yang dihasilkan sebagai sisa pembakaran, memiliki sifat pozzolonik yang tinggi, karena kandungan silikanya.

Proses pembakaran sekam sampai menjadi abu, membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika yang cukup banyak. Perlakuan panas terhadap silika dalam sekam berakibat pada perubahan struktur yang berpengaruh terhadap aktifitas pozzolan abu dan kehalusan butir.

Kehilangan berat jenis sekam padi terjadi pada saat mula-mula pembakaran yang mencapai suhu 100° C, hal ini diakibatkan oleh penguapan kandungan airnya. Pada suhu yang lebih tinggi lagi yaitu sekitar 350° C, zat-zat yang menguap mulai terbakar dan semakin memperbesar kehilangan beratnya. Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 400° C sampai 500° C dan pada tahap ini mulai terjadi oksida karbon. Pada suhu 600° C, ditemukan beberapa variasi formasi kristal *guartz*. Jika temperatur ditambah, maka sekam padi berubah bentuk menjadi kristal silika yang lain, tergantung pada penambahan temperaturnya. Pada penambahan awal, kristal yang terbentuk adalah *crystabolite* dan selanjutnya pada temperatur yang lebih tinggi adalah *tridymite*. Jika pembakaran melebihi suhu 800° C, akan dihasilkan bentuk dasar kristal silika. Meskipun demikian, abu sekam padi tidak akan meleleh sampai dengan suhu sekitar 1700° C (Cook, 1980 dan Swamy, 1986).

Terjadinya fase-fase perubahan bentuk silika dalam abu tidak hanya tergantung pada suhu pembakaran saja, tetapi juga lama pembakarannya. Mehta (Swamy, 1986), mengatakan bahwa sejumlah kristal silika dengan bentuk tidak beraturan dapat dihasilkan dengan mengatur suhu pembakaran dibawah 500° C dengan kondisi terkontrol dalam waktu yang lama, atau pembakaran diatas suhu 600° C dengan waktu pembakaran kurang dari satu menit. Yeoh (Swamy, 1986),

juga memperlihatkan bahwa jika lama pembakaran tdak lebih dari satu jam pada suhu 900° C dihasilkan abu dengan bentuk kristal yang masih tidak beraturan. Jika pembakaran dilakukan selama lebih dari lima menit pada suhu 1000° C akan dihasilkan bentuk kristal silika. Umumnya bentuk-bentuk kristal dalam abu sekam diukur dengan menggunakan difraksi sinar X.

Terbentuknya kristal silika ternyata dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Ankra (dalam Swamy, 1986), menambahkan bahwa lingkungan pembakaran juga mempengaruhi luas permukaan tersebut. Oleh karena itu, faktor suhu, waktu dan lingkungan pembakaran dalam proses sekam padi untuk diproduksi menjadi abu yang memiliki tingkat reaktifitas yang maksimum.

Hasil akhir dari proses produksi yang diharapkan berupa abu sekam padi yang berwarna putih keabu-abuan, bukan arang sekam padi yang berwarna hitam, sehingga yang perlu diperhatikan adalah suhu pembakarannya. Adapun kandungan sifat kimia yang dimiliki dari abu dan silika beberapa tanaman diperlihatkan pada tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2 Kandungan Abu dan Silika Beberapa Tanaman (Swamy,1986)

Plant	Part of plant	Ash (%)	Silika (%)
Sorghum	Leaf sheath ep	12.55	9.70
Wheat	Leaf sheath	10.48	90.56
Corn	Leaf bade	12.15	64.32
Bamboo	Nodes (in. Por)	1.49	57.40
Bagase	------	14.71	73.00
Lantana	Leaf and stem	11.24	23.28
Sun Flower	Leaf and stem	11.53	25.32
Rice Husk	------	22.15	93.00
Rice Straw	-----	15.65	82.00
Breedfuit Tree	stem	8.64	81.80

Unsur kimia (inorganik) pokok abu sekam padi yang menguntungkan kapur bebas membentuk gel yang bersifat sebagai bahan perekat. Komposisi kimia abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 3.3. Pertimbangan lain penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pozzolan di negara berkembang sebagai negara penghasil beras, adalah biaya yang dikeluarkan untuk membuatnya dan proses-proses produksi relatif murah daripada pembuatan semen portland. Menurut Cook, 1980 dan Swamy, 1986, perkiraan biaya abu sekam padi pertonnya sekitar sepertiga biaya pembuatan semen portland.

Tabel 3.3 Komposisi abu sekam padi (Swamy,1986)

Komposisi kimia	Jumlah (% berat)
SiO_2	92.15
Al_2O_3	0.41
Fe_2O_3	0.21
CaO	0.41
MgO	0.45
Na_2O	0.08
K_2O	2.31

Berdasarkan tabel 3.3 diatas, silika mempunyai senyawa kimia pokok RHA yang dapat bereduksi dengan kapur yang menghasilkan Kalsium Silikat Hidrat (C-S-H) yang berbentuk gel (Swamy, 1986). Sekam padi menghasilkan abu sekitar 20 % dari beratnya (Space and Cook, 1983), yang ditunjukan pada tabel 3.2, dan komposisi sekam padi pada tabel 3.3.

Menurut Swamy 1986, jika sekam padi dibakar dalam kondisi terkontrol, RHA yang dihasilkan sebagai sisa pembakaran, mempunyai sifat pozzolan yang

tinggi dan baik digunakan dalam campuran pozzolan kapur dan sebagai pengganti semen, karena kandungan silikanya. Sekam padi menghasilkan abu lebih banyak dibandingkan sisa pembakaran tumbuhan lain. Disamping itu RHA mempunyai kandungan silika yang paling tinggi, berkisar 86,9 % - 91,3 % (Wen-Hwei, 1986).

3.4 Faktor Air Semen

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

$$fc' = \frac{A}{B^{1.5x}}$$

keterangan :

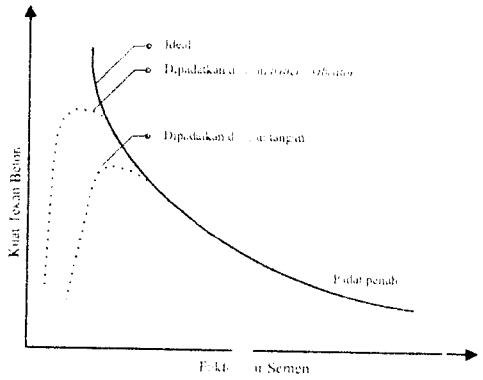
fc' = kuat desak beton

A, B = konstanta

X = faktor air semen

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat desak betonnya. Walaupun menurut rumus tersebut tampak semakin rendah faktor air semen kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah nilai fas tertentu (yaitu sekitar 0,40) kekuatan beton itu malahan lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat pemadatannya yang sulit. Dengan demikian ada nilai suatu faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Adanya pori udara sebanyak 5 persen dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 35 persen, dan pori sebanyak 10 persen mengurangi kuat tekan beton sampai 60 persen. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan adukan beton dapat dilakukan dengan alat getar (*vibrator*), atau dengan memberikan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat mengencerkan adukan beton sehingga lebih mudah dipadatkan. Hubungan antara kuat desak beton dan faktor air semen dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Hubungan antara kuat desak beton dengan faktor air semen

3.5 Slump

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan beton biasanya dilakukan dengan percobaan slam ("*slump*"). Makin besar nilai slam berarti adukan beton semakin encer dan ini berarti semakin mudah dikerjakan. Pada umumnya nilai slam berkisar antara 5 sampai 12 cm.

Pada nilai slam yang sama (nilai faktor air semen berubah), maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semen lebih banyak. Hal ini karena nilai slam banyak ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja. Jika jumlah semen banyak berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berarti penambahan kekuatan beton. Perlu dicatat bahwa jika faktor air semen sama dan kandungan semen lebih sedikit akan terjadi adukan yang lebih kental (nilai slam lebih rendah) sehingga pemadatannya lebih sulit. Nilai slam untuk berbagai macam struktur dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut ini :

Tabel 3.4 Nilai Slump Berbagai Macam Struktur (Kardiyono, 1992)

Jenis Konstruksi	Slump (cm)	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12.5
Tiang pondasi bertulang, caisson	2.5	10
Pelat, balok, kolom	7.5	15
Beton untuk jalan (*pavement*)	5	7.5
Beton massa (struktur yang berat	2.5	7.5

3.6 Workability

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan pengerjaan beton termasuk adukan, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsus-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

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

Adukan dengan tingkat kelecakan 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. Resiko *bleeding* dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

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

3.7 Kekuatan Beton

Beton mempunyai kuat desak yang lebih besar dari kuat tariknya. Kuat desak beton tergantung dari sifat-sifat bahan dasarnya. Kuat desak beton pada

umumnya ditentukan oleh kekerasan agregatnya, namun perlu diperhatikan juga mutu pasta semennya. Hal ini disebabkan karena semen merupakan bahan ikat yang mengikat agregat-agregat penyusun beton. Mutu pasta semen yang rendah akan menyebabkan kehancuran beton sebelum mencapai maksimum, dengan ditandai besar persentase agregat lepas lebih besar daripada persentase agregat yang pecah. Disamping itu kuat desak beton juga dipengaruhi cara pengadukan, cara penuangan, cara pemadatan dan cara perawatan beton.

Agar kualitas beton yang dihasilkan memuaskan, perlu diperhatikan proses pemadatan dan perawatan beton sebagai berikut :

1. Tinjauan terhadap pemadatan beton

   Tujuan pemadatan adukan beton adalah untuk mengurangi rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang tinggi. Beton dengan kepadatan yang tinggi akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi pula. Pemadatan secara mekanik dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu cara manual dan mesin (alat penggetar). Kekuatan beton yang dihasilkan dari kedua cara tersebut sedikit berbeda, kekuatan beton yang dihasilkan dengan pemadatan manual tergantung dari kemampuan manusianya. Kekuatan beton yang dipadatkan dengan mesin penggetar dapat lebih tinggi, tergantung dari metode pelaksanaan dan juga faktor manusianya. Mesin getar juga dapat digunakan pada pemadatan campuran yang mempunyai *workability* rendah.

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

Kekuatan beton semakin meningkat dengan bertambahnya umur beton. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 3.5 (Kardiyono, 1992) berikut ini :

Tabel 3.5 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland tipe I	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35

Penyebaran dari hasil-hasil uji tekan akan tergantung dari tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya. Dengan menganggap nilai-nilai dari pemeriksaan tersebut menyebar normal. Ukuran nilai penyebaran hasil pemeriksaan tersebut juga merupakan mutu pelaksanaan yang nilainya disebut deviasi standar. Nilai deviasi standar dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} (fc28 - fcr)^2}{N-1}}$$

Keterangan :

S = Deviasi standar (kg/cm²)

fc_{28} = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm²)

fcr = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

$$= \frac{\sum_{1}^{N} fc}{N}$$

N = Jumlah benda uji

Sedangkan untuk menghitung kuat desak beton yang disyaratkan dipakai rumus sebagai berikut :

fc' = Kuat desak yang disyaratkan

fcr = Kuat desak rata-rata (kg/cm²)

k = Pengali deviasi standar

S = Deviasi standar

Untuk mencari angka konversi dari jumlah benda uji yang disyaratkan berdasarkan jumlah benda uji 30 buah dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut ini :

Tabel 3.6 Faktor Pengali Deviasi Standar Untuk Sampel Kurang dari 30 buah (Kardiyono, 1992)

Jumlah benda uji	Faktor pengali deviasi standar
15	1.160
18	1.120
19	1.096
20	1.080
25	1.030
≥30	1.00

3.8 Perancangan Campuran Coba-coba

Perancangan campuran beton menggunakan metode takaran coba-coba. Berdasarkan tabel 3.7 yang disadur dari "Design and Control Concrette Mixtures"(PCA, 1952) dapat digunakan untuk merencanakan adukan beton (A. Antono, 1971). Metode takaran coba-coba lebih fleksibel pemakaiannya bila dibandingkan dengan metode campuran lainnya. Dalam metode takaran coba-coba, perbandingan campuran beton dapat ditambah ataupun dikurangi sampai mendapatkan nilai slump 7,5 cm.

Perancangan adukan beton dengan menggunakan *mix design* hanyalah cocok bila digunakan pada perencanaan beton normal saja. Bila pada beton ringan diterapkan perancangan beton menggunakan *mix design*, maka kuat desak rencana yang diharapkan akan sulit dicapai.

Walaupun banyak teori perencanaan campuran yang dipakai, yang tampaknya akan menghsilkan sebagaimana yang diharapkan, tetapi sebenarnya hanyalah suatu pedoman saja untuk melakukan coba-coba. Oleh karena itu, cara coba-coba bukanlah cara yang patut dilupakan dalam perencanaan adukan beton.

Pada perencanaan campuran beton dengan metode takaran coba-coba tersebut, sebelum memulai merencanakan harus diketahui data-data sebagai berikut :

1. ukuran butir maksimum kerikil atau agregat kasar,
2. modulus halus butir dari pasir yang digunakan,
3. faktor air semen yang akan digunakan,
4. slump yang direncanakan = 7,5.

Selain dari beberapa faktor tersebut diatas, yang perlu diketahui didalam perencanaan dengan takaran coba-coba ini harus berdasarkan tabel kebutuhan bahan campuran beton pada beberapa fas pada tabel 3.7 berikut ini :

Tabel 3.7 Daftar Kebutuhan Bahan Campuran Beton Pada Beberapa FAS (Ahmad Antono, 1988)

Ukuran Maks. Kerikil (mm)	Faktor Air Semen (f.a.s)	Perbandingan berat SP : Pasir : Kerikil, dengan SP = 1								
		Pasir halus Mhb 2,2-2,6			Pasir sedang Mhb 2,6-2,9			Pasir kasar Mhb 2,9-3,2		
		% pasir dari p + k	P	K	% pasir dari p + k	P	K	% pasir 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	2.83	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	45	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	47	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	4.48	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

3.9 Metode Perawatan Benda Uji

Untuk meperoleh hasil pengujian yang diharapkan, maka setelah benda uji selesai dibuat, segera dilaksanakan perawatan benda uji tersebut. Adapun perawatan benda uji meliputi beberapa cara, antara lain sebagai berikut:

1. beton dibasahi terus menerus dengan air,
2. beton direndam dalam air dengan keadaan lingkungan bersuhu 23°C - 27°C,
3. beton diselimuti dengan karung goni basah, atau kertas perawatan tahan air.

Sehari sebelum dilakukan pengujian, maka benda uji diangkat dan diangin-anginkan sehingga didapat suatu benda uji dalam keadaan kering.

3.10 Metode Pengujian Kuat Desak Beton

Kuat desak dipengaruhi oleh kuat ikat pasta semen, homogenitas campuran, perbandingan campuran dan kepadatan beton. Kuat ikat pasta semen ditentukan oleh mutu bahan ikat dan kualitas air. Dengan digunakannya mutu bahan ikat yang tinggi dan kualitas air yang memenuhi syarat, maka akan dihasilkan beton dengan kuat desak yang tinggi.

Homogenitas campuran dalam beton yang saling mengisi antar bahan-bahan pembentuk beton secara merata, sehingga diperoleh adukan yang merata dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang mengakibatkan rongga-rongga. Perbandingan jumlah bahan pembentuk beton secara proporsional menghasilkan beton yang lebih padat dan homogen, yaitu apabila bahan-bahan tersebut saling mengisi.

Kuat desak beton dapat dihitung dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma = P/A$$

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kuat desak beton pada waktu beton berumur 28 hari.

BAB IV

METODE PELAKSANAAN

4.1 Umum

Penelitian yang dilakukan adalah studi eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Jogjakarta. Bahan dasar tanah liat diambil dari daerah Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur. Benda uji yang direncanakan sebanyak 36 buah silinder beton dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Untuk mengetahui karakteristik agregat, dilakukan beberapa variasi, meliputi campuran abu sekam padi dan suhu pembakaran. Variasi penambahan abu sekam padi pada agregat adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk tiap variasi suhu 500° C, 700° C, dan 900° C. Untuk tiap-tiap variasi penambahan atau tanpa penambahan abu sekam dibuat 3 buah benda uji. Nilai slump yang digunakan adalah sebesar 0,4450 untuk semua silinder. Pengujian desak silinder dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

Penelitian ini merupakan studi eksperimental dan dilakukan untuk mencari pemecahan masalah. Agar penelitian berjalan runtut, terarah dan lancar maka digunakan metode penelitian dalam pelaksanaannya. Metode penelitian yang digunakan akan disesuaikan dengan prosedur yang ada. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kekuatan, keausan dan berat jenis agregat tanah liat bakar sebagai agregat kasar, dengan variasi penambahan atau tanpa penambahan abu

sekam, suhu dan waktu pembakaran. Pengujian kuat desak pada saat beton berumur 28 hari. Rencana campuran beton menggunakan metode campuran coba-coba.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa langkah atau tahapan yang terdiri dari :

1. Pengiriman dan penyedian agregat kasar
2. Pembuatan dan penyedian alat cetak agregat kasar
3. Pembuatan agregat kasar
4. Pembakaran agregat kasar
5. Penentuan keausan agregat kasar
6. Penentuan gradasi agregat
7. Penentuan serapan air agregat kasar
8. Penentuan berat jenis agregat
9. Persiapan material pembuat beton
10. Persiapan pembuatan benda uji
11. Pembuatan beton
12. Perawatan beton
13. Pengujian beton

4.1.1 Pengiriman dan Penyediaan Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar yang terbuat dari tanah liat bakar, yang diambil dari daerah Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur. Abu sekam padi *(rice husk ash)* berasal dari

daerah Pleret, Bantul, Jogjakarta. Tanah liat sebagai bahan agregat kasar dikirim melalui pesawat dengan perincian sekali pengangkutan sebanyak 80 kg, sebanyak 5 kali pengiriman, dan 40 kg sebanyak satu kali pengiriman. Tanah liat yang sudah dikirim tersebut langsung dicetak menjadi agregat sesuai yang diinginkan.

4.1.2 Pembuatan dan Penyediaan Alat Cetak Agregat Kasar

Alat cetak dibuat sederhana berbentuk segiempat berukuran 40x40 cm dengan bahan:

1. triplek
2. kayu ukuran 2x2 cm
3. plastik
4. pisau
5. Kayu berbentuk silinder

Triplek dipotong dengan ukuran 40x40 cm sebanyak 4 buah, kemudian pada pinggiran triplek dipasang kayu ukuran 2x2 cm dengan menggunakan paku. Sedangkan plastik dipotong dengan bentuk segiempat, dan disesuaikan dengan ukuran cetakan.

4.1.3 Pembuatan Agregat Kasar

Pembuatan agregat ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut :

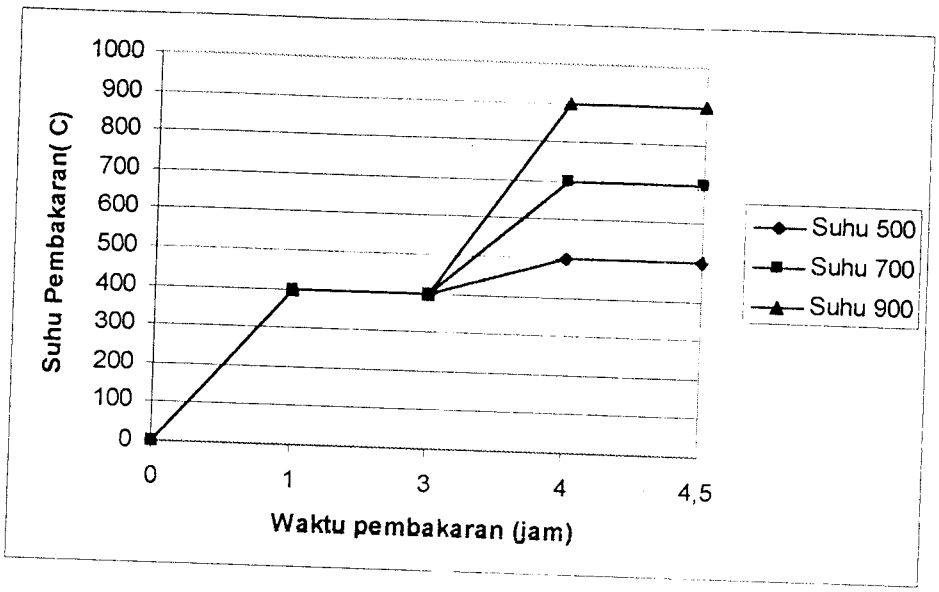
1. Tanah dipecah-pecah menjadi butiran, kemudian ditambahkan abu sekam padi (untuk agregat dengan penambahan abu sekam) sesuai persentase yang diinginkan, dan dicampur sampai menyatu.

2. Selanjutnya tanah dimasukan kedalam cetakan yang sudah diberi plastik pada alasnya agar tidak lengket sewaktu dikeluarkan, dipukul-pukul dan kemudian ditekan dengan silinder kayu sebagai alat penekan supaya padat.
3. Langkah selanjutnya tanah dikeluarkan dari cetakan, kemudian ditunggu hingga agak mengering dan dipotong-potong dengan bentuk bersudut masing-masing sisinya dengan ukuran bervariasi, dan ukuran maksimal 2 cm.
4. Tanah kemudian dijemur hingga kering, dan dimasukan kedalam karung.

4.1.4 Pembakaran Agregat Kasar

Pembakaran agregat dilakukan pada UPT (Unit Pelayanan Teknis) Kasongan, Bantul, Jogjakarta. Tanah liat dipisahkan menurut suhu pembakaran dan variasi campuran abu sekam. Pembakaran dilakukan dengan suhu 500° C, 700° C dan 900° C, dengan menggunakan 2 buah *Blower*, yang ada dua sumbu pembakar pada tiap *Blower* tersebut. Pada awal pembakaran, hanya satu sumbu saja yang dihidupkan pada tiap *Blower*. Pada saat satu jam pertama suhu yang dicapai kira-kira 400 °C, kemudian kedua sumbu berikutnya dinyalakan. Kondisi tersebut ditahan sampai dua jam berikutnya, setelah waktu pembakaran tiga jam kran minyak pada sumbu diperbesar. Api yang semakin membesar tersebut menaikan suhu dan dikontrol sesuai suhu yang diinginkan. Untuk mencapai suhu yanh diinginkan waktu pembakarannya tergantung dari besarnya bukaan kran minyak pada sumbu. Kalau dikehendaki waktu untuk mencapai suhu yang diinginkan, misalnya satu jam, maka yang diatur adalah besarnya bukaan kran bahan bakar pada sumbu. Setelah jam keempat suhu mencapai suhu yang

diinginkan maka api dikontrol agar suhu yang dihasilkan adalah pada suhu tersebut selama 30 menit. Untuk mengukur suhu digunakan alat pengukur suhu yang dihubungkan dengan tungku pembakaran. Kemudian api dimatikan dan dibiarkan hingga tungku dingin, dan setelah tungku dingin, maka tungku dibuka dan agregat dikeluarkan. Proses pembakaran dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Suhu Pembakaran Agregat dan Waktu

4.1.5 Penentuan Keausan Agregat Kasar

Penentuan keausan ini dilakukan di laboratorium jalan raya FTSP UII. Penentuan keausan ini berdasarkan suhu pembakaran agregat kasar, dengan variasi penambahan abu sekam sebesar 10 %. Hal ini dilakukan karena keterbatasan jumlah agregat kasar buatan dari tanah liat bakar. Untuk penentuan keausan ini tiap sampel agregat seberat 5000 gram. Agregat tersebut disaring berdasarkan dua macam ayakan, yaitu 2500 gram agregat yang lolos ayakan ¾" dan 2500 gram agregat yang lolos ayakan ½". Sampel dimasukan kedalam alat uji

Los Angeles yang menggunakan 11 buah bola baja, dan diputar sebanyak 500 putaran, dengan kecepatan putaran 30 – 33 rpm. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian disaring dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan ditimbang. Nilai keausan didapat dari berat benda uji semula dikurangi berat yang tertahan oleh saringan No. 12, dibagi dengan berat benda uji semula kemudian dikalikan dengan 100 %. Nilai keausan dalam bentuk persen.

4.1.6 Penentuan Gradasi Agregat

Penentuan gradasi agregat ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan gradasi agregat kasar dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran. Agregat ditimbang seberat 1500 gram dan dimasukan kedalam satu set ayakan dengan ukuran 38 mm sampai 0,15 mm + pan. Agregat tersebut kemudian diayak dengan mesin penggetar selama 15 menit, kemudian ditimbang berat agregat yang ada tiap ukuran ayakan, dan dicatat untuk dilakukan tahapan perhitungan selanjutnya sepertti pada tabel 5.3 sampai 5.5.

Penentuan gradasi pasir dilakukan dengan menyaring pasir dengan saringan diameter 5 mm. Pasir tersebut ditimbang kurang lebih 2500 gram dan dimasukan kedalam oven dengan suhu 105° C - 110° C, selama 24 jam. Setelah 24 jam pasir dikeluarkan dan ditimbang seberat 1500 gram. Pasir tersebut dimasukan kedalam satu set ayakan berukuran 4,75mm sampai 0,15 mm + pan, dan diayak dengan mesin penggetar selama 15 menit. Langkah selanjutnya adalah menimbang pasir



yang tertinggal dalam masing-masing ayakan. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.2 – 5.6.

4.1.7 Penentuan Serapan Air Agregat Kasar

Penentuan serapan air agregat ini dimaksukan untuk mengetahui serapan air di dalam agregat, karena air sangat berpengaruh pada kekuatan desak beton. Penentuan serapan air dalam agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan serapan air ini dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran. Agregat tiap sampel ditimbang, dan dicatat hasilnya, kemudian direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam agregat disaring kemudian diangin-anginkan sampai kering permukaannya. Langkah selanjutnya, agregat ditimbang dan dicatat hasilnya. Serapan air didapat dari berat setelah direndam, dikurangi berat sebelum direndam, dibagi berat sebelum direndam, dikalikan dengan 100 %, dan hasilnya adalah dalam persen berat.

4.1.8 Penentuan Berat Jenis Agregat

Penentuan berat jenis agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan berat jenis ini dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran agregat. Agregat direndam secukupnya selama 24 jam, agar kondisi didalamnya jenuh air. Setelah direndam selama 24 jam disaring untuk dibuang airnya, kemudian diangin-anginkan sampai agak kering permukaannya. Langkah selanjutnya

agregat ditimbang kurang lebih 400 gram, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur yang telah diisi air sebanyak 500 ml. Setelah ditunggu beberapa saat, hingga airnya tenang kemudian dicatat kenaikan volumenya. Berat jenis didapat dari Berat agregat (400 gram) dibagi dengan kenaikan volume dikurangi volume awal (500 ml). Nilai berat jenis yang didapat dalam satuan gram/cm^3. Penentuan berat jenis agregat halus (pasir), juga dilakukan langkah-langkah seperti pada agregat kasar.

4.1.9 Persiapan Material Pembuatan Beton

Material yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah :

1. Semen Portland

   Semen Portlan yang digunakan adalah merek Nusantara dengan berat 40 kg tiap zak. Data-data semen tersebut adalah sebagai berikut :

   Tipe semen : Tipe 1

   Berat Jenis : 3,15 g/cm^3

2. Agregat Halus

   Agregat halus (pasir) yang digunakan adalah pasir alam, dengan data sebagai berikut :

   Asal pasir : Kali Krasak, Kabupaten Sleman

   Berat Jenis : 2,58 g/cm^3 Agregat Kasar

3. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar buatan dari tanah liat bakar, dengan data sebagai berikut :

Asal Agregat : Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur

Berat Jenis : - suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,8182 gr/cm³

- suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,9047 gr/cm³

- suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,9512 gr/cm³

4. Air

Air yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah air yang diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Air tersebut harus memenuhi persyaratan air yang dipakai untuk adukan beton, tetapi tidak berarti harus memenuhi persyaratan untuk air minum. Air yang digunakan haruslah air yang tidak mengandung garam-garama yang nantinya akan mengurangi kekuatan beton.

4.1.10 Persiapan Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji terdiri dari dua tahapan persiapan, adapun persiapan tersebut adalah :

1. Penentuan Perbandingan Bahan Penyusun Beton

Penentuan proporsi campuran atau perbandingan bahan penyusun beton, dilakukan dengan menggunakan metode takaran coba-coba. Metode takaran coba-coba ini dilakukan dengan menggunakan nilai pada tabel 3.7, yang disadur dari diktat kuliah Teknologi Beton Prof. Ahmad Antono. Adapun langkah-langkah perencanaan metode takaran coba-coba adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai fas rencana

   Dalam penelitian ini digunakan nilai fas yang sama untuk semua variasi campuran dan suhu pembakaran agregat kasar. Nilai ini diambil sebesar 0,4450 berdasarkan tabel 3.7.

2. Menentukan perbandingan berat agregat

   Berdasarkan modulus halus butir pasir seperti yang tercantum pada tabel 5.2, dengan menggunakan tabel 3.7 dapat ditentukan perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton, seperti tercantum pada lampiran.

3. Menentukan perbandingan volume bahan-bahan penyusun beton

   Berdasarkan berat jenis masing-masing bahan penyusun beton dan perbandingan berat pada langkah 2, maka dapat diitung perbandingan volumenya, seperti tercantum pada lampiran.

4. Menentukan volume bahan yang dibutuhkan

   Berdasarkan pada perbandingan volume pada langkah 3, jumlah perbandingan volume dan volume sampel yang diinginkan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton seperti tercantum pada lampiran.

5. Menentukan bahan penyusun beton dalam satuan berat

   Berdasarkan pada kebutuhan bahan penyusun beton pada langkah 4 dan berat jenis dari masing-masing bahan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton dalam satuan berat, seperti tercantumpada lampiran.

6. Menentukan volume bahan penyusun setelah proses pencampuran selesai

Untuk mencari besarnya penambahan volume bahan penyusun beton agar mencapai nilai slump sebesar 7,5 cm. Adapun besarnya penambahan untuk masing-masing campuran seperti tercantum pada lampiran

2. Persiapan Alat

Alat-alat harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum proses pencampuran. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah :

1. Ayakan

   Alat ini terbuat dari baja dengan lubang ayakan berbentuk bujur sangkar, dan digunakan untuk menyaring agregat halus dan kasar.

2. Timbangan

   Alat ini digunakan untuk menimbang dan menentukan jumlah berat dari bahan material yang akan dibuat campuran adukan beton. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam. Timbangan tersebut adalah timbangan untuk menimbang sampel untuk pemeriksaan karakteristik agregat, dan timbangan untuk menimbang material untuk penentuan proporsi campuran adukan beton.

3. Cetakan silinder

   Cetakan ini terbuat dari silinder baja dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang dipasang baut pada sisi atas dan bawah cetakan dan dapat dibongkar pasang dengan mudah. Sebelum digunakan alat ini terlebih dahulu diolesi dengan pelumas, agar benda uji mudah dilepas dari cetakan.

4. Baki

   Alat ini berbentuk segiempat dengan ukuran 1 m x 1,5 m dan digunakan untuk membuat adukan beton.

5. Cetok.

   Alat ini digunakan untuk mengaduk campuran beton dan juga untuk memasukan adukan beton kedalam silinder.

6. Kerucut Abrams dan Penumbuk

   Sepasang alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump yang terdapat pada adukan beton.

7. Kaliper dan Mistar

   Alat ini untuk mengukur tinggi slump dan luas tampang dari silinder beton yang dihasilkan.

8. Mesin Penggetar Ayakan

   Alat ini untuk mengayak agregat kasar dan agregat halus yang digerakan dengan tenaga listrik.

Disamping alat-alat tersebut diatas, juga digunakan alat-alat bantu yang lain untuk menunjang pekerjaan, alat-lat tersebut seperti : ember, ayakan dari kawat, kunci baut, kuas, dan lain-lain.

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

4.1.11 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan beton diawali dengan mempersiapkan jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 36 buah silinder beton ukuran 150 mm x 300 mm, dengan pembagian sebagai berikut (lihat tabel 4.1)

Tabel 4.1 Deskripsi Benda Uji Silinder Beton

No.	Kode	Suhu Pembakaran Agregat (°C)	VariasiPenambahan Abu sekam(%)	Jumlah
1	I.a	500	0	3
	I.b		5	3
	I.c		10	3
	I.d		15	3
2	II.a	700	0	3
	II.b		5	3
	II.c		10	3
	II.d		15	3
3	III.a	900	0	3
	III.b		5	3
	III.c		10	3
	III.d		15	3
Jumlah Total Benda Uji				36

Proses pencampuran bahan susun beton dilakukan secara manual, karena setiap pengadukan hanya dibuat tiga silinder saja, sehingga jika dipakai mixer kurang effisien. Proses pencampuran tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pasir dan kerikil dicampur hingga menyatu kemudian dimasukan semen. Ketiga bahan tersebut diaduk dan setelah semua menyatu ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga campuran plastis.

2. Setelah campuran bersifat plastis, selanjutnya diperiksa konsistensinya dengan pengujian slump, dalam hal ini ditetapkan nilai slump 7,5 cm. Apabila nilai slump melebihi angka tersebut, maka ditambahkan pasir dan agregat kasar sedikit demi sedikit. Apabila nilai slump kurang dari 7,5 cm maka ditambah pasta semen, dengan nilai fas sesuai dengan fas rencana sedikit demi sedikit. Hal ini dilakukan terus menerus sampai dicapai nilai slump 7,5 cm.
3. Setelah adukan beton mencapai nilai slump 7,5 cm, adukan dimasukan kedalam cetakan silinder. Pada tiap sepertiga bagian silinder adukan dipadatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 25 kali, agar diperoleh beton yang cukup padat dan tidak berongga.
4. Setelah cetakan penuh dengan kepadatan tinggi, maka didiamkan selama kurang lebih dua jam, kemudian diratakan dengan diberi pasta semen dan ditutup dengan kaca serta diberi pemberat diatasnya. Silinder kemudian didiamkan selama kurang lebih 24 jam, kemudian cetakan dilepas.
5. Setelah cetakan didiamkan selama 24 jam, selanjutnya benda uji dilepas dari cetakannya. Untuk menjamin terjadinya proses hidrasi secara terus menerus, benda uji dijaga atau dirawat supaya selalu dalam keadaan basah sampai usia yang direncanakan selama 28 hari.

4.1.12 Perawatan Beton

Dalam penelitian ini benda uji dirawat dengan menggunakan karung goni yang selalu dalam keadaan basah, yaitu dengan cara menyiram karung goni tersebut setiap hari.

4.1.13 Pengujian Beton

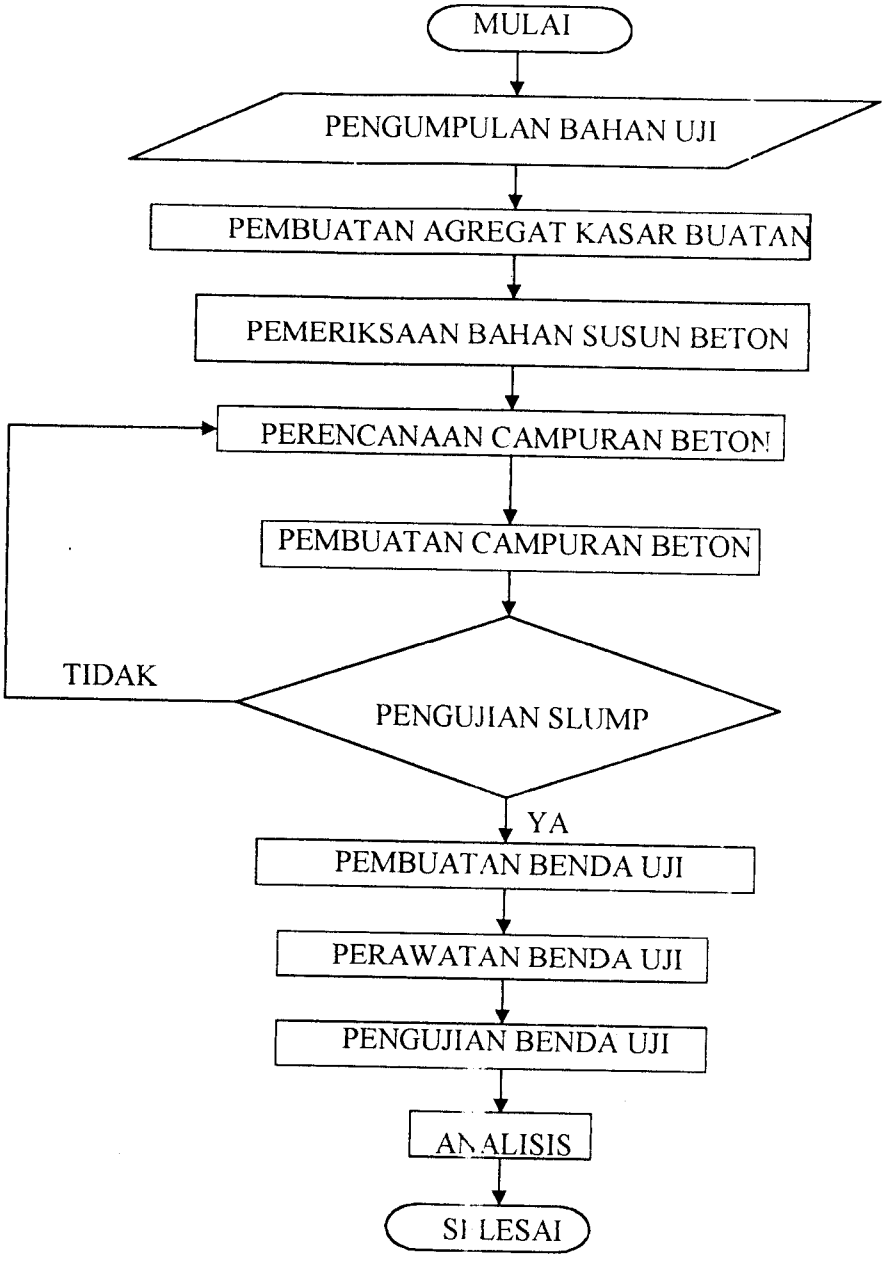
Benda uji silinder beton yang telah berumur 28 hari, selanjutnya diadakan pengujian. Pengujian tersebut terdiri dari dua macam pengujian, yaitu : pengujian berat volume silinder beton dan pengujian kuat desak silinder beton. Langkah-langkah pengujian tersebut meliputi :

1. Perhitungan Berat Volume

   Untuk mendapatkan nilai berat volume beton yang dihasilkan, terlebih dahulu benda uji diukur tiap-tiap sisinya, untuk mengetahui volumenya. Untuk memperkecil kesalahan dalam pengukuran maka tiap-tiap sisi benda uji diukur sebanyak tiga kali pada tempat yang berbeda, selanjutnya diambil nilai rata-ratanya. Setelah dilakukan pengukuran volume silinder benda uji, kemudian benda uji ditimbang dan dicatat berat tiap-tiap silinder beton. Berat volume tiap silinder beton didapatkan dengan cara membagi berat benda uji dengan volumenya.

2. Pengujian Kuat desak Beton

   Pengujian kuat desak dilakukan dengan cara memberikan pembebanan dengan menggunakan mesin desak hidraulik. Cara pengujiannya setelah benda uji siap, kemudian diletakan pada mesin pengujian dan diberikan pembebanan secara berangsur-angsur hingga mencapai beban maksimum, yang ditandai dengan hancurnya benda uji. Setelah mencapai beban maksimum kemudian pembebanan dihentikan dan hasilnya dicatat.



Gambar 4.2 Bagan Alur Prosedur Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

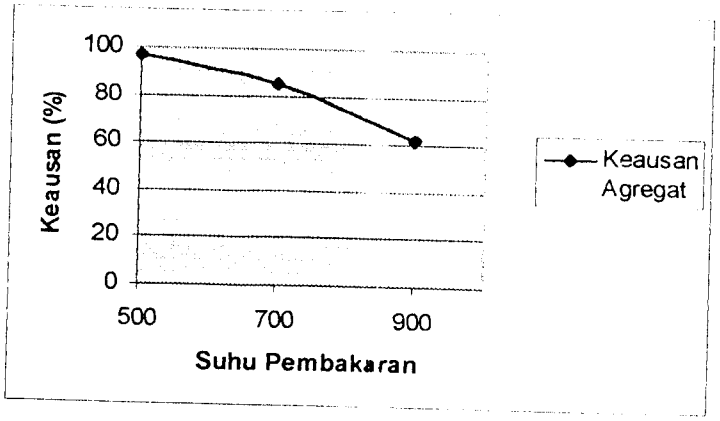
Dari penelitian ini didapat dua macam hasil, yaitu hasil penentuan karakteristik agregat kasar, meliputi berat jenis, keausan, serapan air, dan hasil pengujian silinder beton. Pengujian silinder beton meliputi perhitungan berat volume dan kuat desak beton pada saat beton berumur 28 hari. Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

5.1.1 Hasil Penentuan Keausan Agregat Kasar

Penentuan keausan agregat, adalah untuk mengetahui kekerasan atau kekuatan dari agregat kasar. Penentuan keausan agregat hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam sebanyak 10 %, hal ini karena keterbatasan jumlah agregat yang teraedia. Hasil penentuan keausan tersebut seperti tercantum pada tabel 5.1 dan gambar 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1 Keausan Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat Kasar (°C)	500	700	900
Keausan Agregat Kasar (%)	96.84	85.06	61.69



Gambar 5.1 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dengan Keausan Agregat

Dari tabel 5.1 dan grafik 5.1 diatas terlihat bahwa semakin besar suhu pembakaran agregat, akan memberikan nilai keausan yang kecil. Semakin kecil nilai keausan agregat, berarti semakin tinggi kekerasanya. Persyaratan dimana agregat kasar tidak terjadi pembubukan lebih dari 24 % pada fraksi 9,5 – 19 mm, dan 22 % pada fraksi 19 – 30 mm, serta tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50 % hanya berlaku pada beton normal. Pada beton dengan agregat ringan persyaratan diatas tidak berlaku.

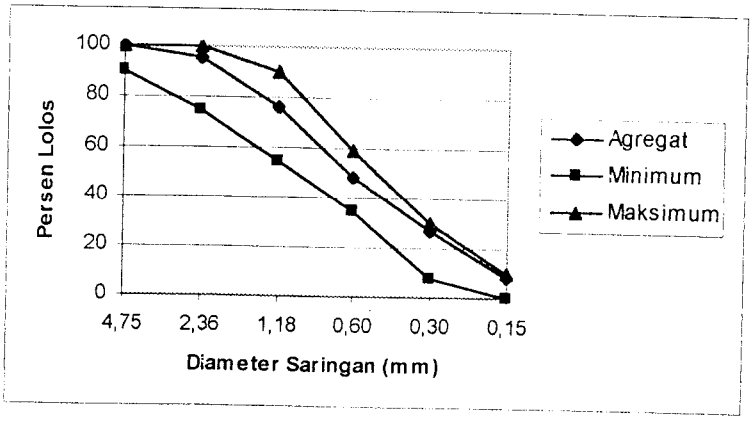
5.1.2 Hasil Penentuan Gradasi Agregat

Penentuan gradasi agregat terdiri dai gradasi pasir dan agregat kasar dari tanah liat bakar. Penentuan gradasi ini dilakukan hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran agregat dan penambahan abu sekam sebanyak 5 %, hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah agregat. Hasil dari penentuan gradasi agregat seperti pada tabel 5.2 - 5.5 dan gambar 5.2 – 5.5 berikut ini :

Tabel 5.2 Gradasi Pasir Asal Kali Krasak

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard Daerah II (Kardiyono)
4.75	0	0	100	0	90.0-100
2.36	71.0	4.7333	95.2667	4.7333	75.0-100
1.18	287	19.1334	76.1333	23.8667	55.0-90.0
0.60	411	27.4000	48.7333	51.2667	35.0-59.0
0.30	323	21.5333	27.2000	72.8000	8.0-30.0
0.15	278	18.5333	8.6667	91.3333	0.0-10.0
PAN	130	8.6667	-	-	
Jumlah	1500	100	-	244	

$$\text{Modulus Halus Butir(mhb)} = \frac{244}{100} = 2.44$$

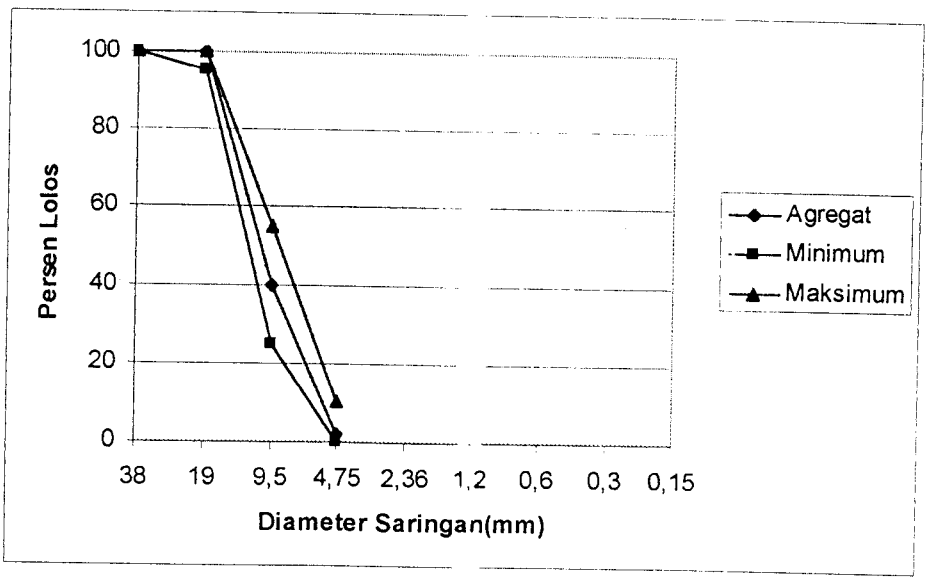


Gambar 5.2 Grafik Gradasi Pasir Alam Asal Kali Krasak

Tabel 5.3 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 500 °C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	900	60.0000	40.0000	60.0000	25 - 55
4.75	572	38.1333	1.8667	98.1333	0 - 10
2.36	-	-	-	98.1333	
1.2	-	-	-	98.1333	
0.6	-	-	-	98.1333	
0.3	-	-	-	98.1333	
0.15	-	-	-	98.1333	
PAN	28	1.8667	-		
Jumlah	1500	100		648.7998	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{648.7998}{100} = 6.4880$$

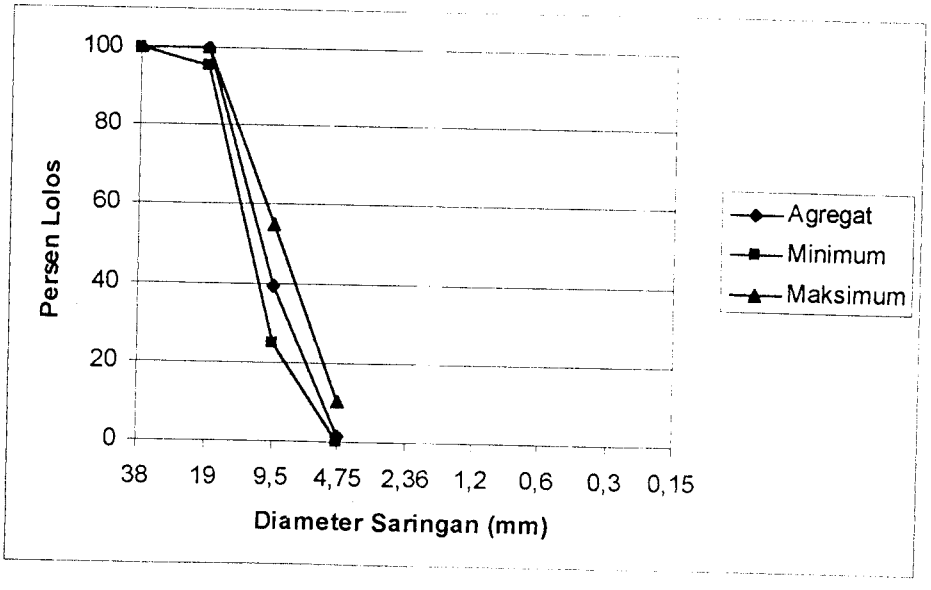


Gambar 5.3 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 500 ° C

Tabel 5.4 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 700 ° C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	913	60.8667	39.1333	60.8667	25 - 55
4.75	567	37.8000	1.3333	98.6667	0 - 10
2.36	-	-	-	98.6667	
1.2	-	-	-	98.6667	
0.6	-	-	-	98.6667	
0.3	-	-	-	98.6667	
0.15	-	-	-	98.6667	
PAN	20	1.3333	-	-	
Jumlah	1500	100		652.8669	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{652.8669}{100} = 6.5287$$

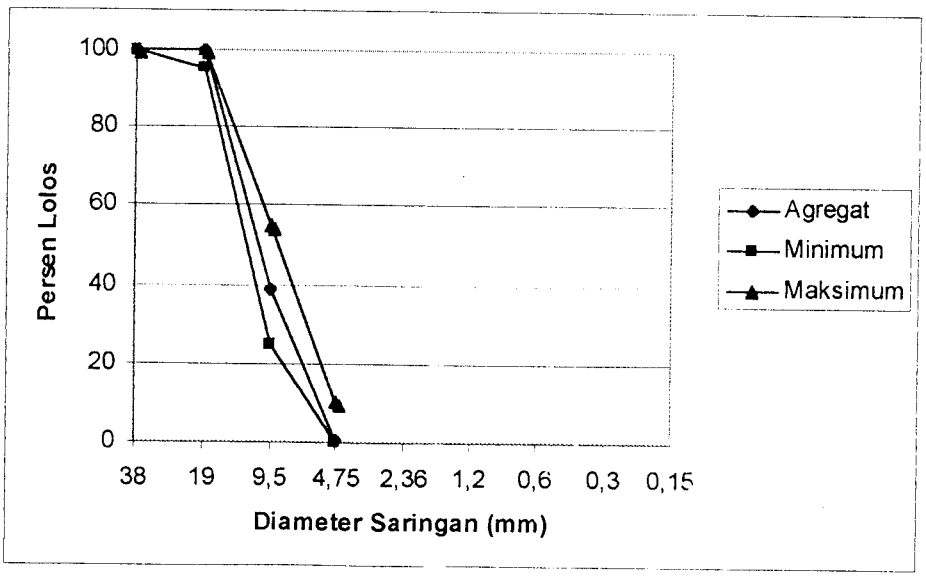


Gambar 5.4 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 700 ° C

Tabel 5.5 Gradasi Agregat Kasar dengan Suhu Pembakaran 900 ° C

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Syarat British Standard (Kardiyono)
38	0	0	100	0	100
19	0	0	100	0	95 - 100
9.5	919	61.2667	38.7333	61.2667	25 - 55
4.75	573	38.2000	0.53333	99.4667	0 - 10
2.36	-	-	-	99.4667	
1.2	-	-	-	99.4667	
0.6	-	-	-	99.4667	
0.3	-	-	-	99.4667	
0.15	-	-	-	99.4667	
PAN	8	0.5333	-	-	
Jumlah	1500	100		658.0669	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{658.0669}{100} = 6.5807$$



Gambar 5.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Suhu Pembakaran 900 ° C

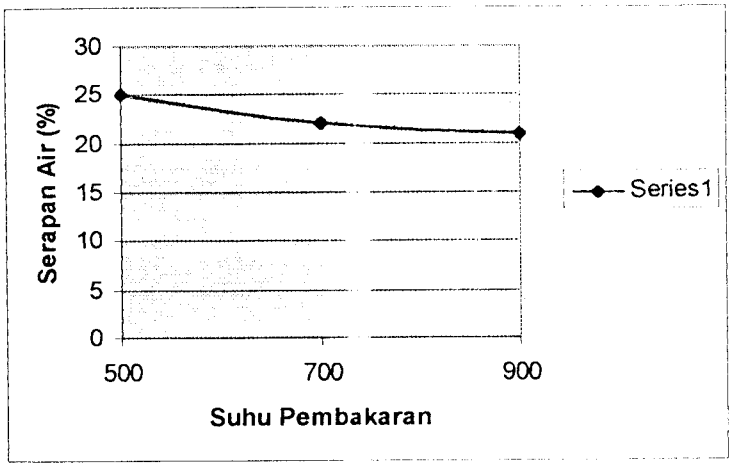
Kuat desak beton juga dipengaruhi oleh gradasi dari agregat yang digunakan. Pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa gradasi agregat kasar cenderung seragam, hal ini akan berpengaruh pada kemampatan beton. Gradasi agregat yang cenderung seragam akan menimbulkan pori-pori di dalam beton, dengan kata lain beton mempunyai kemampatan yang kecil. Adanya pori-pori dalam beton tersebut membuat kekuatan beton akan berkurang.

5.1.3 Hasil Penentuan Serapan Air Agregat Kasar

Serapan air dalam agregat perlu diketahui, agar selama masa pengadukan agregat tidak menambah atau mengurangi jumlah air dalam adukan. Bertambah atau berkurangnya kandungan air tentunya akan mempengaruhi faktor air semen. Penentuan serapan air ini hanya dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam sebanyak 15 %. Hasil penentuan serapan air dalam agregat adalah dalam persen berat, dan dapat dilihat seperti pada tabel 5.6 dan gambar 5.6 berikut ini :

Tabel 5.6 Serapan Air dalam Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat (°C)	500	700	900
Serapan Air dalam Agregat (%)	25	21.97	20.83



Gambar 5.6 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dan Serapan Air dalam Agregat

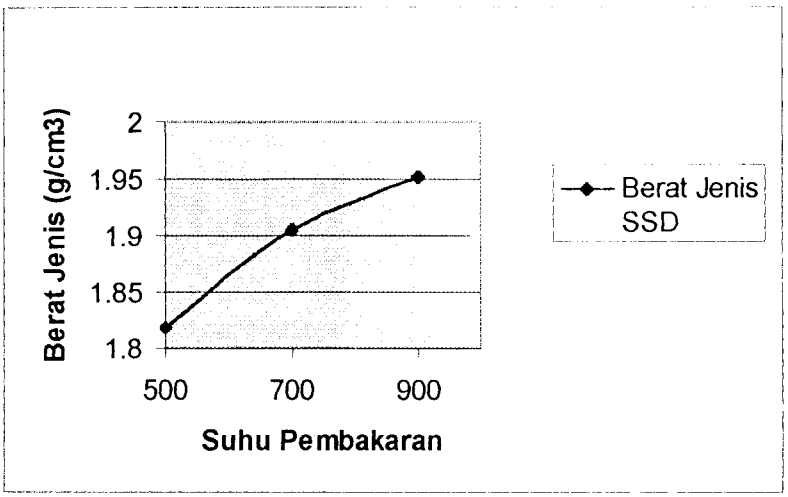
Pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa semakin besar suhu pembakaran akan memberikan nilai serapan air yang kecil. Nilai serapan air agregat pada penelitian ini masih cukup besar, sehingga juga akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

5.1.4 Hasil Penentuan Berat Jenis Agregat

Berat jenis dari agregat yang digunakan juga akan mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Semakin besar berat jenis agregatnya, maka beton yang dihasilkan juga akan lebih tinggi kekuatannya. Penentuan berat jenis ini hanya untuk tiap variasi suhu pembakaran dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 15 %. Hasil dari penentuan berat jenis dapat dilihat pada tabel 5.7 dan gambar 5.7 berikut ini :

Tabel 5.7 Berat Jenis Agregat Kasar dari Tanah Liat Bakar

Suhu Pembakaran Agregat (°C)	500	700	900
Berat jenis Agregat (gr/cm³)	1.8182	1.9047	1.9512



Gambar 5.7 Grafik Hubungan antara Suhu Pembakaran dan Berat Jenis Agregat

Dari tabel dan grafik diatas, terlihat bahwa semakin tinggi suhu pembakaran agregat, maka akan semakin besar berat jenisnya. Berat jenis agregat pada penelitian ini masih dapat digolongkan sebagai agregat ringan, karena masih di bawah atau mendekati 1,9 gr/cm³.

5.1.5 Hasil Perhitungan Bahan Susun Beton

Data-data hasil perhitungan bahan susun beton dapat dilihat seperti pada tabel 5.8 dan 5.9 dibawah ini :

Tabel 5.8 Jumlah Total Perbandingan Bahan Susun Beton

Benda Uji	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)
I.a	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.b	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.c	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
I.d	6,5900	10,3005	13,9427	2,9329
II.a	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.b	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.c	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
II.d	6,9175	10,5297	14,2529	3,0783
III.a	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.b	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.c	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519
III.d	7,0831	10,6484	14,4136	3,1519

Tabel 5.9 Perbandingan Berat Bahan Penyusun Beton

Benda Uji	Semen	Pasir	Kerikil	Air
I	1	1.5630	2,1157	0,445
II	1	1.5222	2,0604	0,445
II	1	1.5033	2,0350	0,445

Keterangan : I : Suhu Pembakaran kerikil 500°C

II : Suhu Pembakaran kerikil 700°C

III : Suhu Pembakaran kerikil 900°C

a : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 0 %

b : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 5 %

c : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 10 %

d : Penambahan abu sekam pada agregat sebanyak 15 %

5.1.6 Hasil Perhitungan Berat Volume

Data hasil perhitungan berat volume adalah sebagai berikut (lihat tabel 5.10 sampai tabel 5.12) :

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 500°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm³)	Kuat Desak(kg/cm²)
I.a	1,8942	92,9135
	1,8975	98,0635
	1,8986	103,1432
I.b	1,8918	112,0360
	1,8744	102,8696
	1,8845	116,1418
I.c	1,8890	118,7504
	1,8894	121,1373
	1,9075	113,9968
I.d	1,8912	97,41302
	1,8938	107,2930
	1,8961	103,4398

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 700°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm^3)	Kuat Desak(kg/cm^2)
II.a	1,8986	125,8965
	1,8999	120,3337
	1,9000	122,2901
II.b	1,9001	140,1564
	1,9002	140,2279
	1,9007	146,6687
II.c	1,8999	135,6460
	1,9010	137,3417
	1,8996	139,6460
II.d	1,9006	129,1899
	1,8999	135,8052
	1,9007	125,1752

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Berat Volume Beton dan Kuat Desak dengan Suhu Pembakaran Agregat 900°C

Benda Uji	Berat Volume (gr/cm³)	Kuat Desak(kg/cm²)
III.a	1,9016	145,1535
	1,8992	143,4450
	1,9011	143,2544
III.b	1,9000	170,2690
	1,9013	170,7459
	1,9039	177,1163
III.c	1,8982	167,7318
	1,8994	159,3606
	1,9009	160,0194
III.d	1,9054	146,6925
	1,9006	149,9795
	1,9012	156,6419

5.2 Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian meliputi karakteristik agregat kasar buatan dari tanah liat bakar, berat volume beton, dan kuat desak silinder beton.

5.2.1 Agregat Kasar Buatan dari Tanah Liat Bakar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar yang bahan dasarnya diambil dari daerah Gunung Sari, Kalimantan Timur. Alasan diambilnya bahan dasar dari daerah tersebut karena daerah-daerah seperti Kalimantan inilah yang kekurangan agregat kasar alami, sehingga harus didatangkan dari Pulau Sulawesi atau Pulau Jawa. Alasan lainnya adalah tanah liat umumnya sangat mudah didapat didaerah tersebut, juga daerah-daerah lainnya di Indonesia.

Proses pemadatan dan pencetakan dalam pembuatan agregat kasar dilakukan dengan menjalankan silinder kayu diatas cetakan. Silinder digilingkan diatas tanah liat dan sambil dilakukan penekanan. Proses pemadatan manual tersebut menyebabkan hasil pemadatan yang tidak maksimal. Untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal perlu dilakukan proses pemadatan dengan menggunakan alat yang dapat memberikan penekanan yang lebih baik daripada cara manual, seperti pada pembuatan genteng pres.

Kandungan air yang optimum juga memperngaruhi mutu agregat, sehingga pada kepadatan maksimum diperoleh kadar air yang optimum. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji proctor untuk mendapatkan kepadatan dan kadar air optimum, sehingga kadar air dalam tanah liat tidak diketahui. Dari penelitian

ini diperoleh serapan air dalam agregat yang masih cukup besar, yaitu berkisar antara 29,83 % sampai 25 %.

Pembakaran agregat sangat berpengaruh pada kekerasan dan berat jenis agregat. Cara pembakaran yang baik dimana seluruh agregat mendapat panas yang sama dalam pembakaran akan menghasilkan kekerasan yang hampir seragam. Selain itu lama pembakaran juga berpengaruh pada kekerasan dan berat jenis agregat .

Pada penelitian ini dilakukan pembakaran agregat dengan variasi suhu sebesar 500 ° C, 700 ° C, dan 900 ° C, dengan lama pembakaran 4,5 jam dan ditahan pada suhu yang dikehendaki selama 30 menit. Selain variasi suhu, tanah liat juga dilakukan variasi penambahan abu sekam padi, dengan tanpa variasi penambahan abu sekam, penambahan sebesar 5 %, 10 %, dan 15 %.

Dari pembakaran yang dilakukan dengan menggunakan "tungku api balik", terlihat bahwa proses pembakarannya belum optimal, hal ini disebabkan karena tidak semua agregat terbakar secara sempurna. Luas ruang tungku pembakaran yang cukup besar, suhu pembakaran yang lebih tinggi dan lama pembakaran akan memberikan mutu agregat yang lebih baik.

Dari tabel dan grafik 5.1, 5.6 dan tabel 5.7 dapat dilihat bahwa suhu pembakaran sangat berpengaruh terhadap keausan, berat jenis dan serapan air. Semakin besar suhu pembakaran akan dihasilkan agregat yang semakin keras, berat jenis yang besar dan daya serap air yang lebih kecil. Nilai keausan agregat yang didapat lebih besar dari penelitian sebelumnya, yaitu sekitar 24.7 % sampai 51,2 % dengan suhu pembakaran 800 ° C sampai 1200 ° C. Pada penelitian ini

diperoleh nilai keausan sebesar 61, 96 % sampai 96,84 %, hal ini mungkin pada penelitian sebelumnya pembakaran yang dilakukan lebih baik.

Dari hasil yang didapat di atas, agregat kasar dari tanah liat bakar masih dapat digolongkan sebagai agregat ringan dengan berat jenis SSD antara 1.8182 gr/cm^3 sampai 1.9512 gr/cm^3.

5.2.2 Berat Volume dan Kuat Desak Beton

Berat volume beton sangat dipengaruhi oleh sifat material penyusun beton, terutama berat jenisnya. Apabila bahan-bahan penyusun beton mempunyai berat jenis yang besar maka beton yang dihasilkan juga akan mempunyai berat volume yang besar pula, begitu juga sebaliknya. Disamping itu komposisi bahan susun beton juga akan mempengaruhi berat volumenya.

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini pembakarannya kurang sempurna, sehingga tidak semua agregat mendapatkan panas yang merata. Semakin tinggi suhu pembakaran akan memberikan berat jenis agregat yang lebih tinggi, sehingga berat volume betonpun akan lebih tinggi. Berat volume agregat dalam penelitian ini masih berada dalam batas-batas berat volume beton untuk beton dengan agregat ringan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada beton dengan agregat kasar dari tanah liat bakar, didapat hasil berat volume rata-rata dari tiap variasi penambahan abu sekam dan suhu pembakaran dengan nilai fas yang tetap yaitu 0,4450. Data-data tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 5.13 berikut ini :

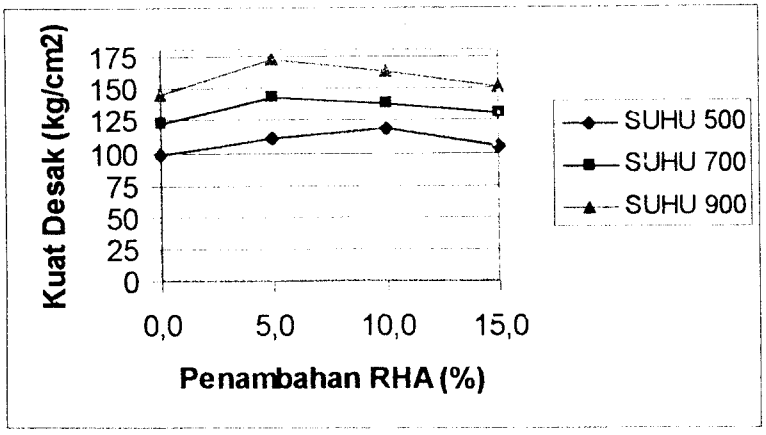
Tabel 5.13 Berat Volume Beton dan Kuat Desak Rata-rata

Benda Uji	Berat Volume Rata-rata (gr/cm^3)	Kuat Desak Rata-rata (kg/cm^2)
I.a	1,8967	98,0400
I.b	1,8836	110,3491
I.c	1,8953	117,9615
I.d	1,8937	103,7153
II.a	1,8955	122,8401
II.b	1,9003	142,3510
II.c	1,9001	137,5869
II.d	1,9004	130,2568
III.a	1,9006	143,9509
III.b	1,9017	172,6770
III.c	1,8995	162,3706
III.d	1,9024	151,1046

Hasil perhitungan berat volume beton berkisar antara 1.8836 gr/cm^3 sampai 1.9024 gr/cm^3. Menurut SK SNI T-15-1991-03, beton digolongkan sebagai beton ringan apabila berat volumenya kurang dari 1,9000 gr/cm^3, sehingga beton yang dihasilkan masih tergolong kedalam beton ringan.

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari masing-masing material penyusun beton, serta daya lekat pasta semen pada semua agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus. Kuat desak beton juga sangat dipengaruhi proporsi bahan susun betonnya, cara pengadukan dan pencampuran, pengangkutan, dan perawatan dari beton tersebut.

Suhu pembakaran dan panas pembakaran yang tidak merata, berpengaruh pada kekuatan agregat, sehingga juga berpengaruh pada kuat desak beton yang diperoleh pada penelitian ini. Dari hasil pengujian kuat desak beton tersebut diatas hasilnya dapat dilihat seperti pada gambar 5.8 di bawah ini :



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Kuat Desak Dengan Suhu Pembakaran Agregat dan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi

Dari tabel 5.13 dan gambar 5.8 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pembakaran agregat, akan menghasilkan beton dengan kuat desak yang semakin tinggi, dan kuat desak tertinggi pada penambahan abu sekam sebanyak 5 %, dan suhu pembakaran 900 °C. Penetapan nilai FAS sebesar 0,4450 pada penelitian ini adalah berdasar penelitian sebelumnya, dengan bahan dasar *ALWA*, dimana kuat desak tertinggi dihasilkan pada nilai FAS terkecil dari tabel 3.7.

Kuat desak silinder beton tertinggi pada saat beton berumur 28 hari adalah sebesar 172,677 kg/cm^2, pada penambahan abu sekam sebesar 5 % dan suhu pembakaran 900 °C. Kuat desak terendah diperoleh pada penambahan abu sekam sebesar 0 % dan suhu pembakaran 500 °C, yaitu sebesar 98,04 kg/cm^2.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Agregat kasar buatan dari tanah liat bakar ini mempunyai nilai keausan yang relatif besar, antara 61,96 % sampai 96,84 %, dan penyerapan air yang tinggi antara 20,83 % sampai 25 %. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dan pembakaran yang lebih merata pada agrega, memberikan nilai keausan dan serapan air yang lebih kecil.
2. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dan pembakaran yang lebih merata pada agregat, memberikan nilai berat jenis yang semakin besar. Agregat kasar buatan dari tanah liat bakar pada penelitian mempunyai berat jenis bekisar antara 1,8182 gr/cm^3 sampai dengan 1,9512 gr/cm^3.
3. Beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar ini mempunyai kecenderungan untuk mencapai kuat desak yang lebih tinggi apabila digunakan suhu pembakaran yang lebih tinggi. Kuat desak yang diperoleh bekisar antara 98,0400 kg/cm^2 sampai dengan 172,6770 kg/cm^2, dan digolongkan sebagai beton non struktural.
4. Beton dengan agregat kasar buatan dari tanah liat bakar ini mempunyai berat volume antara 1,8836 gr/cm^3 sampai dengan 1,9024 gr/cm^3, sehingga masih digolongkan sebagai beton ringan.
5. Penambahan abu sekam padi pada agregat kasar cenderung memberikan kuat desak yang lebih tinggi, karena abu sekam padi berfungsi sebagai *filler*, sehingga agregat lebih padat.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan akan dapat berguna untuk penelitian dimasa yang akan datang, yaitu :

1. Pada penelitian ini jumlah benda uji kurang proporsional, karena keterbatasan kemampuan kami, sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu digunakan jumlah benda uji yang lebih banyak untuk tiap variasi suhu ataupu penambahan *fly ash*.
2. Pembakaran agregat dengan suhu pembakaran yang lebih tinggi akan memberikan berat jenis dan kekuatan agregai yang lebih besar dan daya serap air yang kecil.
3. Dalam proses pencetakan agregat perlu dilakukan uji proctor untuk mendapatkan kadar air optimum dan kepadatan maksimum, dan digunakan alat untuk penekan pada cetakan yang lebih baik seperti pada pembuatan genteng press.
4. Perlu juga dicoba variasi penambahan *fly ash* yang lainnya baik pada agregatnya ataupun pada adukan betonnya.
5. Untuk mempermudah proses pengadukan, kalau perlu dapat digunakan bahan *additive* agar tingkat pengerjaan tidak terlalu sulit.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Antono, 1988, **DIKTAT TEKNOLOGI BETON**, JTS FT UGM, Jogjakarta

Chu-Kia Wang dan Salmon, C.G, 1993, **DESAIN BETON BERTULANG**, Erlangga, Jakarta

Helmi Akbar Bale, 1999, **DIKTAT TEKNOLOGI BETON**, JTS FTSP, UII, Jogjakarta

Hidayanto dan Heri Ismanto, 1997, **PENGGUNAAN ALWA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON RINGAN**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Jogjakarta

Kesuma Gideon, 1993, **PEDOMAN PENGERJAAN BETON STANDAR SK-SNI**, Erlangga, Jakarta

Kardiyono Tjokrodimulya, 1992, **BAHAN BANGUNAN**, KMTS-UGM, Jogjakarta

Kardiyono Tjokrodimulya, 1995, **TEKNOLOGI BETON**, KMTS-UGM, Jogjakarta

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

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

Muh. Fauzi dan Sunu Hadi E.S., 1998, **ANALISIS AGREGAT KASAR BUATAN DARI TANAH LIAT BAKAR SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA ADUKAN BETON**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Jogjakarta

Nawy, G.Edward, 1990, **BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR**, PT Eresco, Bandung

Neville, A.M., 1975, **PROPERTIES OF CONCRETTE**, Second Edition, The English Language Book Society and Pitman Publishing, London

Sari Indriyati dan Yudi Handoko, 1997, **PENELITIAN KUAT DESAK BETON DENGAN ALWA SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN FLY ASH SEBAGAI PENGISI**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Jogjakarta

Swamy, R.N, 1986, **CONCRETE TECHNOLOGY AND DESIGN CEMENT REPLACEMENT MATERIALS**, Volume 3, Reader in Civil and Structure Engineering, University of Sheffield

-------, SK SNI-T-15-1991-03, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG UNTUK BANGUNAN GEDUNG**, Yayasan LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Bandung

------, 1997, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA N.I.-2 1971**, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan DPU, Bandung

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. [0274] 895042, 895707 Fax. [0274]895330 Jogjakarta

DATA TEST DESAK SILINDER BETON

No. / LBKT – UII/V/2002

Pengirim : M. Hasan Basrie/ Dony L.U.
Keperluan : Tugas Akhir

Diuji Tanggal : 6 mei 2002
Jumlah : 12 buah

NO	Ukuran (cm)		Luas (cm^2)	Berat (Kg)	Berat Satuan (gr/cm^3)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm^2)	Keterangan
	Diameter	Tinggi						
1	14.95	30.2250	175.5384	10.05	1.8942	160	92.9135	Suhu pembakaran agregat 500^{0}C
2	15.00	30.1500	176.7146	10.11	1.8975	170	98.0635	
3	15.05	30.2000	177.8946	10.20	1.8986	180	103.1432	Tanpa penambahan Abu Sekam
4	15.03	30.1800	177.4221	10.13	1.8918	195	112.0360	Suhu pembakaran agregat 500^{0}C
5	15.07	30.2100	178.3678	10.10	1.8744	180	102.8696	
6	14.95	30.2300	175.5384	10.00	1.88415	200	116.1418	Penambahan Abu Sekam 5 %
7	15.15	30.1000	180.2665	10.25	1.8890	210	118.7504	Suhu pembakaran agregat 500^{0}C
8	15.00	30.2500	176.7146	10.10	1.8894	210	121.1373	
9	15.09	30.1500	178.8415	10.19	1.9075	200	113.9968	Penambahan Abu Sekam 10 %
10	15.05	30.1100	177.8945	10.13	1.89128	170	97.4130	Suhu pembakaran agregat 500^{0}C
11	15.00	30.1800	176.7146	10.10	1.8938	186	107.2930	
12	15.06	30.200	178.1311	10.20	1.8961	185	106.4398	Penambahan Abu Sekam 15 %

Jogjakarta, 10 mei 2002
Laboratorium BKT FTSP UII
Kepala Operasional,

LABORATORIUM KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Ir. H. Ilman Noor, MSCE

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. [0274] 895042, 895707 Fax. [0274]895330 Jogjakarta

DATA TEST DESAK SILINDER BETON

No. / LBKT – UII/V/2002

Pengirim : M. Hasan Basrie/ Dony L.U.
Keperluan : Tugas Akhir

Diuji Tanggal : 6 mei 2002
Jumlah : 12 buah

NO	Ukuran (cm)		Luas (cm^2)	Berat (Kg)	Berat Satuan (gr/cm^3)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm^2)	Keterangan
	Diameter	Tinggi						
1	15.06	30.10	178.1311	10.18	1.8986	220	125.8965	Suhu pembakaran agregat 700^0C
2	15.05	30.15	177.8946	10.19	1.8999	210	120.3337	
3	15.00	30.20	176.7146	10.14	1.9000	212	122.2909	Tanpa penambahan Abu Sekam
4	14.97	30.11	176.0084	10.07	1.9001	242	140.1564	Suhu pembakaran agregat 700^0C
5	15.12	30.13	179.5533	10.28	1.9002	247	140.2279	
6	14.95	30.10	175.5384	10.06	1.9007	253	146.6687	Penambahan Abu Sekam 5 %
7	15.02	30.12	177.1861	10.14	1.8999	236	135.7729	Suhu pembakaran agregat 700^0C
8	15.06	30.15	178.1311	10.21	1.9010	240	137.3417	
9	15.09	30.20	178.8415	10.26	1.8996	245	139.6460	Penambahan Abu Sekam 10 %
10	15.00	30.19	176.7146	10.14	1.9006	225	129.7899	Suhu pembakaran agregat 700^0C
11	15.05	30.15	177.8946	10.19	1.8999	237	135.8052	
12	15.00	30.13	176.7146	10.12	1.9007	217	125.1752	Penambahan Abu Sekam 15 %

Jogjakarta, 10 mei 2002
Laboratorium BKT FTSP UII
~~Kepala Operasional~~

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

~~Ir. H. Ilman Noer, MSCE~~

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. [0274] 895042, 895707 Fax. [0274]895330 Jogjakarta

DATA TEST DESAK SILINDER BETON

No. / LBKT – UII/V/2002

Pengirim : M. Hasan Basrie/ Dony L.U.
Keperluan : Tugas Akhir

Diuji Tanggal : 6 mei 2002
Jumlah : 12 buah

NO	Ukuran (cm)		Luas (cm^2)	Berat (Kg)	Berat Satuan (gr/cm^3)	Beban (KN)	Kuat Desak (kg/cm^2)	Keterangan
	Diameter	Tinggi						
1	15.10	30.10	179.0786	10.25	1.9015	255	145.1535	Suhu pembakaran agregat 900^{0}C
2	15.04	30.20	177.6583	10.19	1.8992	250	143.4450	
3	15.05	30.10	177.8946	10.18	1.9011	250	143.2544	Tanpa penambahan Abu Sekam
4	15.00	30.11	176.7146	10.11	1.9000	295	170.1690	Suhu pembakaran agregat 900^{0}C
5	15.00	30.18	176.7146	10.14	1.9013	290	170.7459	
6	14.95	30.10	175.5384	10.06	1.9039	305	177.1163	Penambahan Abu Sekam 5 %
7	14.98	30.19	176.2436	10.10	1.8982	290	167.7318	Suhu pembakaran agregat 900^{0}C
8	15.02	30.13	177.1861	10.14	1.8994	277	159.3606	
9	15.07	30.20	178.3677	10.24	1.9010	280	160.0194	Penambahan Abu Sekam 10 %
10	15.05	30.18	177.8946	10.23	1.9054	256	146.6925	Suhu pembakaran agregat 900^{0}C
11	15.00	30.19	176.7146	10.14	1.9006	260	149.9795	
12	15.04	30.14	177.6583	10.18	1.9011	273	156.6419	Penambahan Abu Sekam 15 %

Jogjakarta, 10 mei 2002
Laboratorium BKT FTSP UII
Kepala Operasional,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Ir. H. Ilman Noor, MSCE

Tabel Hasil Pengujian Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 500 ^{0} C dan Nilai FAS 0,4450

No	Penambahan Abu Sekam (%)	Berat Silinder (kg)	Volume Silinder (cm^3)	Berat Volume Silinder ($gram/cm^3$)	Berat Volume Rata-rata ($gram/cm^3$)
1	0	10.05	5305.6497	1.8942	
		10.11	5327.9448	1.8975	
		10.20	5372.4183	1.8986	
2	5	10.13	5354.6005	1.8918	1.8836
		10.10	5388.4904	1.8744	
		10.00	5306.5274	1.8845	
3	10	10.25	5426.0231	1.8890	1.8953
		10.10	5345.6162	1.8894	
		10.19	5392.0720	1.9075	
4	15	10.13	5356.4078	1.8912	1.8937
		10.10	5333.2463	1.8938	
		10.20	5379.5601	1.8961	

Tabel Hasil Pengujian Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 700 ^{0} C dan Nilai FAS 0,4450

No	Penambahan Abu Sekam (%)	Berat Silinder (kg)	Volume Silinder (cm^3)	Berat Volume Silinder (gram/cm^3)	Berat Volume Rata-rata (gram/cm^3)
1	0	10.18	5361.7470	1.8986	1.8995
		10.19	5363.5236	1.8999	
		10.14	5336.7805	1.9000	
2	5	10.07	5299.6140	1.9001	1.9003
		10.28	5409.9418	1.9002	
		10.06	5292.7374	1.9007	
3	10	10.14	5336.8465	1.8999	1.9001
		10.21	5370.6536	1.9010	
		10.26	5401.0140	1.8996	
4	15	10.14	5335.0134	1.9006	1.9004
		10.19	5363.5236	1.8999	
		10.12	5324.4165	1.9007	

Tabel Hasil Pengujian Berat Volume Beton dengan Suhu Pembakaran Agregat 900 ^{0} C dan Nilai FAS 0,4450

No	Penambahan Abu Sekam (%)	Berat Silinder (kg)	Volume Silinder (cm^3)	Berat Volume Silinder (gram/cm^3)	Berat Volume Rata-rata (gram/cm^3)
1	0	10.25	5390.5670	1.9016	1.9006
		10.19	5365.2813	1.8992	
		10.18	5354.6289	1.9011	
2	5	10.11	5320.8762	1.9000	1.9017
		10.14	5333.2462	1.9013	
		10.06	5283.7074	1.9039	
3	10	10.10	5320.7961	1.8982	1.8995
		10.14	5338.6184	1.8994	
		10.24	5386.7067	1.9009	
4	15	10.23	5368.8605	1.9054	1.9024
		10.14	5335.0134	1.9006	
		10.18	5354.6218	1.9012	

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T96 - 77

Contoh dari : Kalimantan Timur — Dikerjakan Oleh :

Jenis Contoh : Tanah Liat

DI TEST TANGGAL : 26 Maret 2002 — DIPERIKSA :

Untuk Proyek : Tugas Akhir

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gram	
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 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		158 gram	
KEAUSAN $= \frac{(A - B)}{A} X\ 100\ \%$		96,84 %	

Catatan : Suhu pembakaran 500°C.

Yogyakarta, 26 Maret 2002

a/n Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S . MT.

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T96 - 77

Contoh dari : Kalimantan Timur — Dikerjakan Oleh :

Jenis Contoh : Tanah Liat

DI TEST TANGGAL : 26 Maret 2002 — DIPERIKSA :

Untuk Proyek : Tugas Akhir

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8')	2500 gram	
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 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		747 gram	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} X\ 100\ \%$		85,06 %	

Catatan : Suhu Pembakaran 700°C.

Yogyakarta, 26 Maret 2002

a/n Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Is Kundar S. MT.

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T96 - 77

Contoh dari : Kalimantan Timur — Dikerjakan Oleh :

Jenis Contoh : Tanah Liat

DI TEST TANGGAL : 26 Maret 2002 — DIPERIKSA :

Untuk Proyek : Tugas Akhir

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gram	
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 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		1903 gram	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} X\ 100\ \%$		61,90 %	

Catatan : Suhu Pembakaran 110°C.

Yogyakarta, 26 Maret 2002

a/n Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Pasir
Nama benda uji : _____
Asal : KRASAK
Keperluan : TA -
_____

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	655	Cc	655	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{(655-500)} = 2,58$		$\frac{400}{(655-500)} = 2,58$	
Berat jenis rata – rata	2,58 gr/cm³ .			

Catatan :

_____

_____

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT/FTSP UII,

LABORATORIUM

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : Pasir
Nama benda uji :
Asal : Kali Krasak
Keperluan : TA

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	∅ lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	4.75	0	~~0~~	0	.....	0	.....
2	2.36	71	~~4,7333~~	4,7333	.....	4,7333	.....
3	1.18	287	~~19,1334~~	19,1334	.....	23,8667	.....
4	0.600	411	~~27,4000~~	27,4000	.....	51,2667	.....
5	0.300	323	~~21,5333~~	21,5333	.....	72,8000	.....
6	0.150	278	~~18,5333~~	18,5333	.....	91,3333	.....
7	Pan	130	~~8,6667~~	8,6667	.....	------	------
		1500			Jumlah	244	

Jumlah rata - rata _____

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{\cdots 244 \cdots}{100} \times 100\% = \boxed{2,44}$$

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 695330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : KERIKIL
Nama benda uji :
Asal : KALIMANTAN
Keperluan : TA

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	∅ lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	0	.....	0	.....	0	.....
2	20	0	.....	0	.....	0	.....
3	10	900	.....	60	.....	60	.....
4	4.75	572	.....	38,1333	.....	98,1333	.....
5	2.36	—	.....	—	.....	98,1333	.....
6	1.18	—	.....	—	.....	98,1333	.....
7	0.600	—	.....	—	.....	98,1333	.....
8	0.300	—	.....	—	.....	98,1333	.....
9	0.150	—	.....	—	.....	98,1333	.....
10	Pan	28	.....	1,8667	.....	------	------
		1500			Jumlah:	648,7998	

Jumlah rata - rata _____

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{648,7998}{100} \times 100\,\% = \boxed{6,4880}$$

SUHU 500°C

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : KERIKIL
Nama benda uji :
Asal : KALIMANTAN
Keperluan : TA

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	∅ lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	0	.....	0	.....	0	.....
2	20	0	.....	0	.....	0	.....
3	10	913	.....	60,8667	.....	60,8667	.....
4	4.75	567	.....	37,8000	.....	98,6667	.....
5	2.36	—	.....	—	.....	98,6667	.....
6	1.18	—	.....	—	.....	98,6667	.....
7	0.600	—	.....	—	.....	98,6667	.....
8	0.300	—	.....	—	.....	98,6667	.....
9	0.150	—	.....	—	.....	98,6667	.....
10	Pan	20	.....	1,3333	.....	------	------
		1500			Jumlah	652,8669	

Jumlah rata - rata _____

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{652,8669}{10}$ X 100 % = 6,5287

SUHU 700°C

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Laboratorium BKT/FTSP UII,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : Kerikil
Nama benda uji : _____
Asal : KALIMANTAN
Keperluan : TA

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	∅ lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	0	.....	0	.....	0	.....
2	20	0	.....	0	.....	0	.....
3	10	919	.....	61,2667	.....	61,2667	.....
4	4.75	573	.....	38,2000	.....	99,4667	.....
5	2.36	—	.....	—	.....	99,4667	.....
6	1.18	—	.....	—	.....	99,4667	.....
7	0.600	—	.....	—	.....	99,4667	.....
8	0.300	—	.....	—	.....	99,4667	.....
9	0.150	—	.....	—	.....	99,4667	.....
10	Pan	8	.....	0,5333	.....	------	------
		1500			Jumlah	658,0669	

Jumlah rata - rata _____

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{658,0669}{100}$ X 100 % = 6,5807

SUHU 900°C

Yogyakarta, 10 mei 2012

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : _____
Nama benda uji : _____
Asal : _____
Keperluan : _____
_____

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	720	Cc	720	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{(720-500)} = 1,8182$		$\frac{400}{(720-500)} = 1,8182$	
Berat jenis rata – rata	1,8182 gr/cm³			

Catatan :
suhu 500° C

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Kerikil
Nama benda uji : _____
Asal : Kali Mantan
Keperluan : TA
_____

Di periksa oleh :
1. _____
2. _____

Tanggal : _____

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	710	Cc	710	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{(710 - 500)}$		$\frac{400}{710-500}$	
Berat jenis rata -- rata	1,904762 gr/cm³			

Catatan :
Suhu 700 °C.

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : _____ Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. _____
Asal : _____ 2. _____
Keperluan : _____
_____ Tanggal : _____

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	705	Cc	705	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{(705-500)} = 1,9512$		$\frac{400}{(705-500)} = 1,9512$	
Berat jenis rata -- rata	1,9512 gr/cm³			

Catatan :
suhu 900°C

Yogyakarta, 10 mei 2002

Mengetahui
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

Perbandingan Berat Bahan-Bahan Penyusun Beton FAS 0,445

Jenis Silinder	Perbandingan Berat Agregat dari tabel 3.7			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Kg)
I	1	1.81	2.45	0.4450
II	1	1.81	2.45	0.4450
III	1	1.81	2.45	0.4450

Perbandingan Volume Bahan Penyusun Beton.

Jenis Silinder	Perbandingan Volume			
	Semen (m^3)	Pasir (m^3)	Kerikil (m^3)	Air (m^3)
I	$3,174603175x10^{-4}$	$7,015503876x10^{-4}$	$1,347486525x10^{-3}$	$4,45x10^{-4}$
II	$3,174603175x10^{-4}$	$7,015503876x10^{-4}$	$1,286291804x10^{-3}$	$4,45x10^{-4}$
II	$3,174603175x10^{-4}$	$7,015503876x10^{-4}$	$1,255637556x10^{-3}$	$4,45x10^{-4}$

Volume Bahan Penyusun Beton yang Dibutuhkan

Jenis Silinder	Jumlah Perbandingan Volume Agregat	Volume Sampel (m^3)	Perbandingan Volume Agregat			
			Semen (m^3)	Pasir (m^3)	Kerikil (m^3)	Air (m^3)
I	$2,8115x10^{-3}$	0,016	$1,8066x10^{-3}$	$3,9925x10^{-3}$	$7,6684x10^{-3}$	$2,5324x10^{-3}$
II	$2,7503x10^{-3}$	0,016	$1,8468x10^{-3}$	$4,0813x10^{-3}$	$7,4830x10^{-3}$	$2,5888x10^{-3}$
III	$2,7196x10^{-3}$	0,016	$1,8676x10^{-3}$	$4,1273x10^{-3}$	$7,3870x10^{-3}$	$2,6179x10^{-3}$

Lembar lampiran sampai Analisis.

Bahan Penyusun Beton yang Dibutuhkan dalam Satuan Berat

Jenis Silinder	Perbandingan Volume Agregat			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Kg)
I	5,690917931	10,3005	13,94274893	2,532458479
II	5,817564187	10,5297	14,25297757	2,588806132
II	5,883113721	10,6484	14,41362861	2,617986606

Penambahan Bahan Penyusun Beton dalam Satuan Berat

Jenis Silinder	Penambahan Bahan			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Kg)
I	0,9	-	-	0,4005
II	1,1	-	-	0,4895
II	1,2	-	-	0,5340

Tabel 5.13 Jumlah Total Bahan Penyusun Beton

Jenis Silinder	Perbandingan Volume			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Kg)
I	6,5900	10,3005	13,94274893	2,932958475
II	6,9175	10,5297	14,25297757	3,078306132
II	7,0831	10,6484	14,41362861	3,151985606

Perbandingan Berat Bahan Penyusun Beton Yang Dibutuhkan

Jenis Silinder	Kebutuhan Bahan Yang Dipakai			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Kg)
I	1	1,563059401	2,115743388	0,4450
II	1	1,522180997	2,060410741	0,4450
II	1	1,503385198	2,034928307	0,4450



Pembuatan Cetakan Agregat

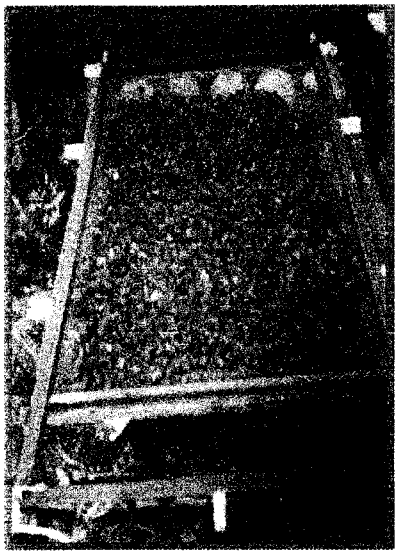


Agregat kasar yang telah dijemur





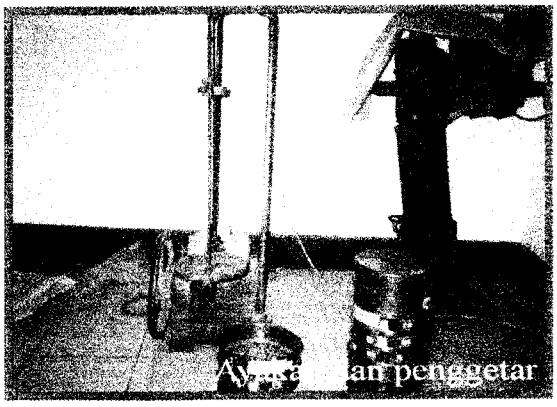
Tungku Pembakaran Agregat



Agregat kasar yang telah dibakar



Pengujian Keausan



Alat penggetar



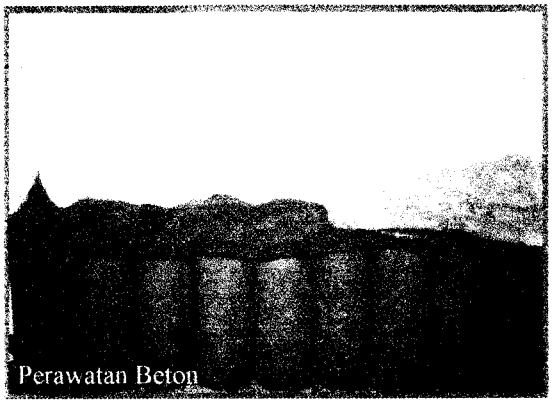
Pengadukan dan pengujian Slump



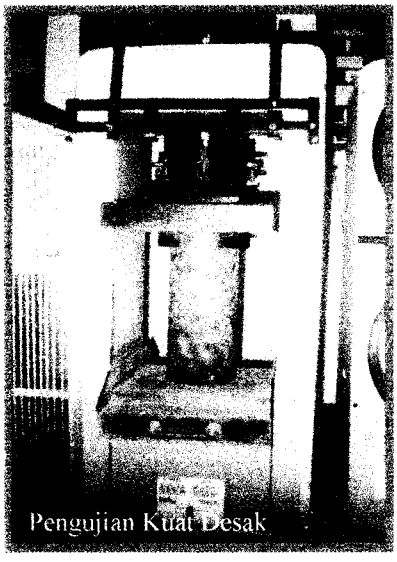
Pengukuran nilai Slump



Penekanan Permukaan dengan kaca



Perawatan Beton



Pengujian Kuat Desak





