

| | |
|------------------------------|---------------|
| PERPUSTAKAAN FTSP UII | |
| HADIAH/BELI | |
| TGL. TERIMA : | 27 03 2003 |
| NO. JUDUL : | 000 883 |
| NO. INV. : | 5120000383001 |
| NO. INDUK : | |

**TUGAS AKHIR
PENGARUH METODE RAWATAN BETON
PASCA COR MENGGUNAKAN SIRAMAN AIR PANAS
TERHADAP KUAT DESAK BETON**



Disusun oleh :

Bambang Setya Nugraha
No. Mhs. 88 310 055
Noviardy Rachmadsyah
No. Mhs. 91 310 187

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2003**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH METODE RAWATAN BETON
PASCA COR MENGGUNAKAN SIRAMAN AIR PANAS
TERHADAP KUAT DESAK BETON**

Disusun oleh :

Nama : Bambang Setya Nugraha

No. Mhs : 88 310 055

Nama : Noviardy Rachmadsyah

No. Mhs : 91 310 187

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

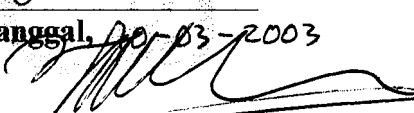
Ir. Tri Fajar Budiono, MT

Dosen Pembimbing I

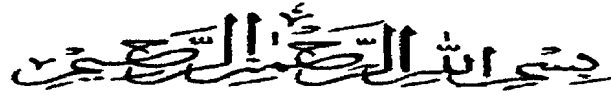
Ir. Fatkhurrohman N, MT

Dosen Pembimbing II


Tanggal, **09-03-2003**


Tanggal **16-03-2003**

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur alhamdulillah saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan persembahan akhir untuk mencapai gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil yang disusun berdasarkan penelitian di laboratorium, dengan judul 'PENGARUH METODE RAWATAN BETON PASCA COR MENGGUNAKAN SIRAMAN AIR PANAS TERHADAP KUAT DESAK BETON'.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini :

1. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Ir. H. Munadir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Islam Indonesia.
3. Ir. Tri Fajar Budiono, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Ir. Fatchurrohman NS, MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Ir Kasam, MT selaku dosen tamu pendadaran Tugas Akhir.
6. Segenap staf pengajar dan karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan atas segala bantuannya.

7. Kedua orang tua dan saudara-saudaraku yang telah memberikan restu dan dorongan baik moril maupun materiil.
8. Semua teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan dan supportnya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan dorongannya.

“Tiada gading yang tak retak”, demikian juga dengan skripsi ini. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini sangat jauh dari sempurna, sehingga membutuhkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penulisan di waktu mendatang. Bila ada kelebihan dalam penulisan ini semata-mata hanyalah anugerah yang dititipkan Allah SWT kepada penulis yang masih awam akan pengalaman, dan bila ada kekurangan dalam penulisan ini maka itu adalah kesalahan penulis yang pada hakekatnya hanyalah seorang manusia biasa yang tempatnya salah dan lupa.

Akhir kata semoga persembahan akhir ini berguna, khususnya bagi saya sendiri selaku penyusun dan bagi siapa saja yang telah membacanya.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2003

Penulis

(Bambang SN – Noviardy R)

DAFTAR ISI

| | halaman |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR ISTILAH | xi |
| DAFTAR NOTASI..... | xii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Batasan masalah penelitian | 2 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Metodologi Penelitian | 4 |
| 1.7. Hipotesis | 6 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Hasil penelitian yang pernah dilakukan | 7 |
| 2.2. Beberapa Literatur yang menunjang penelitian | 8 |
| 2.3. Keaslian penelitian | 10 |

| | | |
|----------------|-------------------------------|----|
| BAB III | LANDASAN TEORI | 11 |
| 3.1. | Pengertian Beton | 13 |
| 3.1.1 | Proses hidrasi pada semen | 11 |
| 3.1.2. | Mekanisme proses hidrasi | 13 |
| 3.1.3 | Porositas pasta semen | 15 |
| 3.2 | Bahan penyusun beton | 20 |
| 3.2.1 | Semen Portland | 20 |
| 3.2.2 | Air | 23 |
| 3.2.3 | Agregat | 24 |
| 3.3 | Kekentalan adukan beton | 32 |
| 3.4 | Susut pada beton | 34 |
| 3.5 | Perencanaan campuran beton | 35 |
| 3.6 | Perawatan beton | 40 |
| 3.7 | Umur beton | 42 |
| 3.8 | Kuat desak beton | 43 |
| BAB IV | PELAKSANAAN PENELITIAN | 47 |
| 4.1 | Tinjauan umum | 47 |
| 4.2. | Persiapan bahan dan alat | 47 |
| 4.2.1 | Pemeriksaan agregat halus | 48 |
| 4.2.2 | Pemeriksaan agregat kasar | 48 |
| 4.3. | Perhitungan campuran beton | 48 |
| 4.4. | Pelaksanaan Penelitian | 51 |
| 4.4.1 | Pembuatan benda uji | 51 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 4.4.2 | Perawatan benda uji..... | 53 |
| 4.4.3 | Pengujian benda uji | 54 |
| BAB V | HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 55 |
| 5.1. | Hasil penelitian | 55 |
| 5.1.1 | Rawatan benda uji dengan disiram air dingin | 55 |
| 5.1.2 | Rawatan benda uji dengan disiram air panas | 58 |
| 5.2 | Evaluasi dan kajian penelitian | 63 |
| 5.3 | Pembahasan | 63 |
| 5.3.1 | Keadaan fisik beton | 63 |
| 5.3.2 | Kuat desak beton | 64 |
| BAB VI | KESIMPULAN DAN SARAN | 69 |
| 6.1. | Kesimpulan | 69 |
| 6.2. | Saran | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|---|---------|
| Gambar 1.1. Bagan alir penelitian | 5 |
| Gambar 3.1. Proses hidrasi semen portland | 12 |
| Gambar 3.2. Komposisi dalam beton segar | 16 |
| Gambar 3.3 Skema persentase hidrasi pasta semen dengan rasio air semen 0.32 | 18 |
| Gambar 3.4 Skema persentase hidrasi pasta semen dengan rasio air semen 0.48 | 18 |
| Gambar 3.11 Pengaruh suhu air rawatan beton terhadap kekuatan beton | 42 |
| Gambar 3.12 Kuat desak rata – rata beton berdasarkan macam – macam tipe semen..... | 44 |
| Gambar 3.13 Pengaruh jumlah semen dan udara terperangkap terhadap kuat desak beton..... | 45 |
| Gambar 3.14 Kuat desak beton berdasarkan variasi perawatan | 46 |
| Gambar 5.1 Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air dingin | 65 |
| Gambar 5.2 Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air panas | 66 |
| Gambar 5.3 Grafik kuat desak beton dirawat dengan disiram air dingin dan air panas | 68 |

DAFTAR TABEL

| | halaman |
|--|---------|
| Tabel 1.1 Variasi lama perawatan benda uji serta jumlah sample..... | 3 |
| Tabel 3.1 Koefisien penyusun beton untuk berbagai umur beton | 23 |
| Tabel 3.4 Nilai Deviasi Standar (Kg/cm^2) | 36 |
| Tabel 3.5 Kuat desak beton untuk berbagai faaktor air semen | 37 |
| Tabel 3.6 Faktor air semen maksimum..... | 38 |
| Tabel 3.7 Nilai <i>slump</i> | 38 |
| Tabel 3.8 Ukuran agregrat maksimum | 39 |
| Tabel 3.9 Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton | 39 |
| Tabel 3.10 Volume agregrat kasar tiap m^3 adukan beton | 40 |
| Tabel 5.1 Rawatan disiram air selama 7 hari | 56 |
| Tabel 5.2 Rawatan disiram air selama 14 hari..... | 56 |
| Tabel 5.3 Rawatan disiram air selama 21 hari..... | 57 |
| Tabel 5.4 Rawatan disiram air selama 28 hari..... | 58 |
| Tabel 5.5 Rawatan disiram air panas selama 7 hari..... | 59 |
| Tabel 5.6 Rawatan disiram air panas selama 14 hari..... | 60 |
| Tabel 5.7 Rawatan disiram air panas selama 21 hari..... | 60 |
| Tabel 5.8 Rawatan disiram air panas selama 28 hari..... | 61 |
| Tabel 5.9 Prosentase penurunan kuat desak beton dengan rawatan disiram air dingin..... | 63 |
| Tabel 5.10 Prosentase penurunan dan peningkatan kuat desak beton dengan rawatan disiram air panas..... | 62 |

Tabel 5.11 Prosentase penurunan dan peningkatan kuat desak beton dengan rawatan disiram air panas dibandingkan rawatan disiram air dingin.....62

DAFTAR ISTILAH

| | |
|--------------------------------------|---|
| <i>alluminate trisulfate hydrate</i> | = senyawa yang berpengaruh pada proses hidrasi |
| <i>bleeding</i> | = kelebihan air pada campuran beton segar sehingga semen terangkat ke atas permukaan adukan |
| <i>brittle</i> | = getas |
| <i>calcium silicate hydrate</i> | = hasil proses hidrasi semen dan air |
| <i>crystalline</i> | = mengkristal |
| <i>curing compound</i> | = rawatan beton dengan compond |
| <i>curing process</i> | = proses rawatan keras beton |
| <i>dormant period</i> | = periode ketika semen kontak dengan air |
| <i>durability</i> | = keawetan beton |
| <i>ettringite</i> | = <i>calcium alluminate trisulphate hydrate</i> |
| <i>first stage</i> | = kelanjutan dari tahap awal dari proses hidrasi |
| <i>fresh paste cement</i> | = pasta semen segar |
| <i>glassy</i> | = sifat seperti kaca |
| <i>gypsum</i> | = gipsum |
| <i>laitance</i> | = lapisan tipis semen pada adukan semen |
| <i>macro capillary</i> | = kapiler besar |
| <i>micro capillary</i> | = kapiler kecil |
| <i>saturated surface dry</i> | = keadaan jenuh kering muka pada agregat kasar |
| <i>second stage</i> | = tahap akhir dari proses hidrasi |
| <i>setting process</i> | = proses pengerasan pasta semen menjadi getas |
| <i>slump</i> | = cara untuk mengetahui kelecakan adukan beton |
| <i>sprinkling</i> | = penyemprotan dengan air |
| <i>Steam curing</i> | = rawatan beton dengan uap |
| <i>tobermorite gel</i> | = senyawa CSH |
| <i>Workability</i> | = kemudahan pengerjaan adukan beton |
| <i>zero stage</i> | = tahap awal dari proses hidrasi |

DAFTAR NOTASI

| | |
|------------|--|
| a | = kandungan udara, % volume |
| A | = luas permukaan desak beton (mm^2) |
| C | = massa dari semen |
| D | = diameter silinder (cm) |
| f | = kekuatan beton |
| G_c | = gravitasi dari semen |
| m | = Nilai margin, (Km/cm^2) |
| N | = Jumlah benda uji |
| P | = beban maksimum yang mampu ditahan (N) |
| f_c | = kuat desak beton (MPa) |
| $p'o$ | = kuantitas relatif dari volume udara dan air (%) |
| $p''o$ | = kuantitas relatif dari volume udara dan air (%) |
| P_o | = porositas total awal, 100 % |
| S_d | = deviasi standar (Kg/cm^2) |
| t | = tinggi silinder (cm) |
| V | = volume pasta semen segar termasuk kandungan udara |
| V_a | = volume udara |
| V_{ag} | = volume agregat |
| V_c | = volume semen |
| V_{conc} | = volume beton |
| V_g | = gel semen |
| V_h | = Volume padat hasil hidrasi |
| V_p | = Volume semen Portland yang telah digunakan untuk hidrasi |
| V_w | = volume air |
| W_{ag} | = berat agregat |
| W_c | = berat semen |
| W_{conc} | = berat sampal beton |
| W_w | = berat air |
| w/c | = rasio air semen |

U_a = berat per unit pasta semen, g/cm^3

U_o = berat per unit pasta semen dihitung pada keadaan bebas udara, g/cm^3

W = massa air dalam spesimen segar

X_r = Rasio ruang-gel

α = derajat hidrasi

σ'_{bk} = Kuat desak yang diisyaratkan, (Kg/cm^2)

σ''_{br} = Kuat desak rata-rata, (Kg/cm^2)

Abstraksi

Salah satu aspek dari proses pembuatan beton di lapangan yang seringkali diabaikan adalah pada waktu proses rawatan keras (curing process) setelah pembetonan. Metode rawatan keras beton yang dilakukan di lapangan menggunakan air pada suhu kamar. Metode rawatan keras yang dilakukan oleh peneliti menggunakan cara menyiram dengan air panas suhu $\pm 50^{\circ}$ C. Tujuan dari penelitian ini yaitu mencari rasio kekuatan desak beton umur 7, 14, dan 21 hari terhadap umur 28 hari untuk metode rawatan keras beton pasca cor menggunakan cara disiram air panas dan air pada suhu kamar dan membandingkan kuat desak beton dengan metode rawatan keras menggunakan air panas suhu $\pm 50^{\circ}$ dan air pada suhu kamar.

Rasio penurunan kuat desak beton yang dirawat dengan menyiram air dingin untuk lama perawatan 7 hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut yaitu 34,37%; 31,995% dan 16,8626% terhadap rawatan beton selama 28 hari. Rasio penurunan kuat desak beton yang dirawat dengan menyiram air panas sebesar 13,2981% untuk lama rawatan 7 hari, tetapi untuk lama rawatan 14 hari dan 21 hari akan mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 10,4549% dan 0,8309% terhadap rawatan beton selama 28 hari. Rawatan beton dengan cara menyiram dengan air panas akan mengalami rasio peningkatan kekuatan desak sebesar 6,8395% dan 31,3573% untuk lama rawatan 7 hari dan 14 hari, sedangkan untuk lama rawatan 21 hari dan 28 hari mengalami rasio penurunan kekuatan desak sebesar 1,9149% dan 1,9127% bila dibandingkan dengan rawatan beton dengan cara menyirami air dingin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu aspek proses pembuatan beton di lapangan yang seringkali diabaikan adalah pada waktu proses rawatan keras (*curing process*) setelah pembetonan. Dalam pembangunan struktur beton di lapangan kebanyakan tidak memperhatikan rawatan keras beton ataupun hanya mengadakan perawatan seadanya. Padahal rawatan beton sangat penting untuk menjaga agar proses hidrasi semen dan air tetap berlangsung. Beton yang tanpa perawatan akan mempunyai kekuatan yang lebih rendah karena proses hidrasi tidak berlangsung sempurna.

Metode rawatan keras beton yang dilakukan di lapangan menggunakan air pada suhu kamar. Metode rawatan keras yang dilakukan oleh peneliti menggunakan cara menyiram dengan air panas suhu $\pm 50^{\circ}$ C. Perbedaan metode rawatan menggunakan air dingin dan air panas yang dilakukan menyebabkan hasil yang berbeda. Maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh metode rawatan keras disiram air panas terhadap kuat desak beton. Hal ini menarik untuk dilakukan penelitian karena kebanyakan rawatan beton pasca cor menggunakan air dingin.

1.2 Rumusan masalah

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton di lapangan dilakukan pengawasan dan kecermatan pada waktu pembuatan beton sehingga beton yang dibuat untuk struktur bangunan dapat merupakan beton yang dapat menahan beban yang diterimanya disamping berat beton itu sendiri. Dengan perawatan yang baik pada saat pengeringan diharapkan mendapatkan beton yang bermutu baik, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

“ Se jauh mana pengaruh metode rawatan beton pasca cor menggunakan air panas terhadap kuat desak beton pada umur 28 hari ?“

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Mencari rasio kekuatan desak beton umur 7, 14, dan 21 hari terhadap umur 28 hari untuk metode rawatan keras beton pasca cor menggunakan cara disiram air panas dan air pada suhu kamar.
2. Membandingkan kuat desak beton dengan metode rawatan keras menggunakan air panas suhu $\pm 50^{\circ}$ dan air pada suhu kamar.

1.4 Batasan masalah penelitian

Untuk memperjelas dalam analisa, dibuat beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Mutu beton yang digunakan adalah beton dengan $f' c = 20$ Mpa, benda uji silinder umur 28 hari.
2. Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur 28 hari.
3. Semen yang dipakai adalah semen portland tipe I merek Nusantara.
4. Agregat kasar yang digunakan dari Clereng, Kulon Progo.
5. Agregat halus yang digunakan berasal dari Kali Krasak.

6. Lama rawatan benda uji 7, 14, 21 dan 28 hari
7. Benda uji berbentuk silinder 15 cm x 30 cm.
8. Metode rawatan keras yang digunakan adalah dengan menyiram beton dengan air panas dan air dingin.
9. Variasi lama perawatan benda uji serta jumlah sample dapat dilihat pada table

1.1 berikut :

Tabel 1.1 Variasi lama perawatan benda uji serta jumlah sample

| No | Variasi benda uji | Keterangan | Jumlah Sample |
|----|-------------------|---|---------------|
| 1 | S ₁ | Benda uji disiram air dingin | |
| | S _{1.1} | Benda uji disiram air selama 7 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{1.2} | Benda uji disiram air selama 14 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{1.3} | Benda uji disiram air selama 21 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{1.4} | Benda uji disiram air selama 28 hari | 5 |
| 2 | S ₂ | Benda uji disiram air panas | |
| | S _{2.1} | Benda uji disiram air panas selama 7 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{2.2} | Benda uji disiram air panas selama 14 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{2.3} | Benda uji disiram air panas selama 21 hari kemudian ditempatkan pada ruangan lembab sampai umur 28 hari | 5 |
| | S _{2.4} | Benda uji disiram air panas selama 28 hari | 5 |

Jumlah benda uji keseluruhan adalah = 40 benda uji + 3 benda uji cadangan
= 43 buah benda uji

1.5 Manfaat penelitian

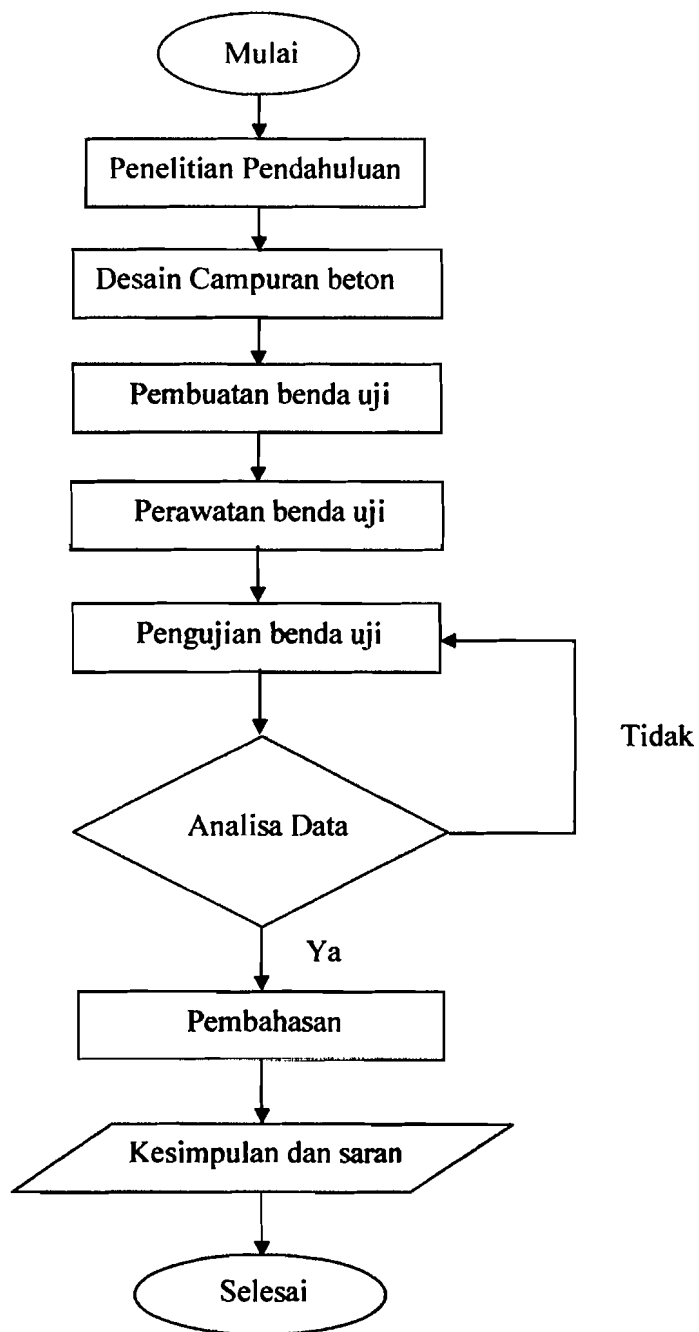
Agar masyarakat konstruksi dapat mengetahui bagaimana pengaruh metode rawatan keras beton pasca cor dengan cara disiram air panas terhadap kuat desak beton.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan berupa serangkaian percobaan di laboratorium, meliputi :

1. Pemeriksaan agregat halus yang meliputi pemeriksaan kandungan Lumpur, berat jenis dan modulus halus butir, kemudian pemeriksaan agregat kasar yang meliputi berat jenis dan gradasi agregat.
2. Desain campuran beton menggunakan Metode ACI.
3. Metode perawatan dan lama perawatan benda uji seperti yang tertera pada table 1.1 di atas.
4. Pengujian benda uji dilakukan setelah beton berumur 28 hari.
5. Pengujian benda uji meliputi pengujian desak beton untuk mengetahui mutu beton dengan jumlah benda uji masing – masing variable adalah 5 buah benda uji.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1.1 Bagan alir penelitian

1.7 Hipotesis

Beton pasca cor pada waktu pengerasan membutuhkan air yang cukup untuk reaksi antara semen dan air, jika dalam proses pengerasan, beton tidak dirawat dengan baik maka reaksi yang terjadi sempurna akan menimbulkan retakan-retakan pada permukaan beton dan ini menyebabkan pengurangan kekuatan beton. Jika beton dirawat menggunakan cara disiram air panas maka beton akan mencapai kuat tekan yang lebih cepat daripada disiram air dingin :

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil penelitian yang pernah dilakukan

Sebagai pembanding dan referensi untuk penelitian, maka berikut ini hasil penelitian yang sudah dilaksanakan guna menghindari duplikasi, yaitu :

Arianto dan Yuliawan (1996)

Penelitian tentang Perawatan beton dengan cara perendaman sample beton uji muli hari ke-2 sampai hari ke-28 hari. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa beton yang direndam selama 14 hari mempunyai peningkatan kuat desak hingga 29,68 % dibandingkan dengan beton tanpa Perawatan.

Singgih Purnomo (2000)

Penelitian tentang pengaruh variasi perlakuan beton pasca cor terhadap kuat desak beton. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa Perawatan beton dengan cara menutupi beton dengan karung basah menghasilkan kuat desak yang lebih baik daripada yang disiram air.

Amat Qolyubi dan Dina Rahmani (1998)

Penelitian ini tentang pengaruh variasi suhu pembakaran dan perlakuan beton pasca bakar terhadap kuat desak, Modulus Elastisitas dan kuat geser beton. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut adalah prosentase penurunan kuat desak pasca bakar yang didinginkan dengan cara disiram adalah 23,22 %

untuk suhu 400°C, 31,66 % untuk suhu 600°C dan terjadi kenaikan 1,56% untuk suhu 200°C. Kemudian prosentase penurunan kuat geser beton pasca bakar dengan pendinginan disiram air adalah 20,03% pada suhu 200°C, 23,39 % pada suhu 400°C dan 51,45% pada suhu 600°C.

2.2 Beberapa literature yang menunjang penelitian

Dasar dari penelitian kami tidak lepas dari literature-literatur yang sudah ada mengenai teknologi beton, antara lain yaitu :

1. Kardiyono Tjokrodimulyo (1995)

Perawatan keras beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen + air) berlangsung dengan sempurna. Proses hidrasi butir-butir semen berlangsung sangat lambat, maka penambahan air masih diperlukan oleh bagian dalam dari butir-butir semen untuk menyempurnakan proses hidrasi.

Bila hal ini tidak dilakukan, maka akan terjadi beton yang kurang kuat dan juga timbul retak-retak, selain itu kelembaban permukaan beton pada waktu Perawatan akan menyebabkan beton lebih tahan terhadap cuaca dan lebih kedap air.

2. Murdock, Brook dan Hendarko (1986)

Reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Meskipun pada keadaan normal, air yang tersedia jumlahnya memadai untuk hidrasi penuh selama pencampuran, perlu adanya

jumlahnya memadai untuk hidrasi penuh selama pancampuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan berlanjutnya proses hidrasi tersebut. Penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan proses hidrasi berhenti dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan keras untuk mempertahankan beton supaya terus menerus dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan beberapa selimut pelindung yang sesuai maupun membasahi permukaannya berulang – ulang.

3. Ferguson (1986)

Banyak air relatif terhadap banyaknya semen merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan kekuatan beton. Perawatan beton pada saat pengerasan yang tepat menghendaki agar air dalam adukan tidak diperbolehkan menguap dari beton sampai beton telah mencapai kekuatan yang diinginkan. Temperatur juga merupakan salah satu factor yang penting terhadap kecepatan dimana beton mencapai kekuatannya. Temperatur – temperatur yang rendah akan memperlambat proses hidrasi tetapi meningkatkan kekuatan potensial apabila temperatur normal dikembalikan, tetapi apabila temperatur normal tidak dikembalikan atau temperatur masih rendah maka kekuatan beton tidak tercapai pada saat beton berumur 28 hari.

4. S. Popovich (1992)

Efek dari pengeringan tiba – tiba beton pasca cor terhadap kekuatan beton adalah berkurangnya kekuatan beton karena untuk kelanjutan proses hidrasi

Beton yang dibiarkan kering menyebabkan kelembaban beton menjadi berkurang ataupun hilang sehingga kekuatan beton akan rusak.

5. A.M Neville dan J.J. Brooks (1987)

Secara umum, temperatur yang lebih tinggi dari beton akan berpengaruh terhadap laju kuat alir peningkatan kekuatan rata-rata awal lebih besar, tetapi akan menghasilkan kuat alir lebih rendah untuk kekuatan jangka panjang. Bahwa hidrasi awal yang cepat menyebabkan penyebaran tidak merata dari pasta semen dengan struktur fisik pori. Kondisi ini dimungkinkan struktur menjadi lebih porous dibandingkan dengan pengembangan kekuatan dalam kondisi suhu normal. (Neville, 1987).

1.3 Keaslian penelitian

Penelitian tentang metode rawatan menggunakan air panas relatif belum ada. Kebanyakan penelitian sejenis yang pernah dilakukan menggunakan air dingin (suhu kamar).

BAB III

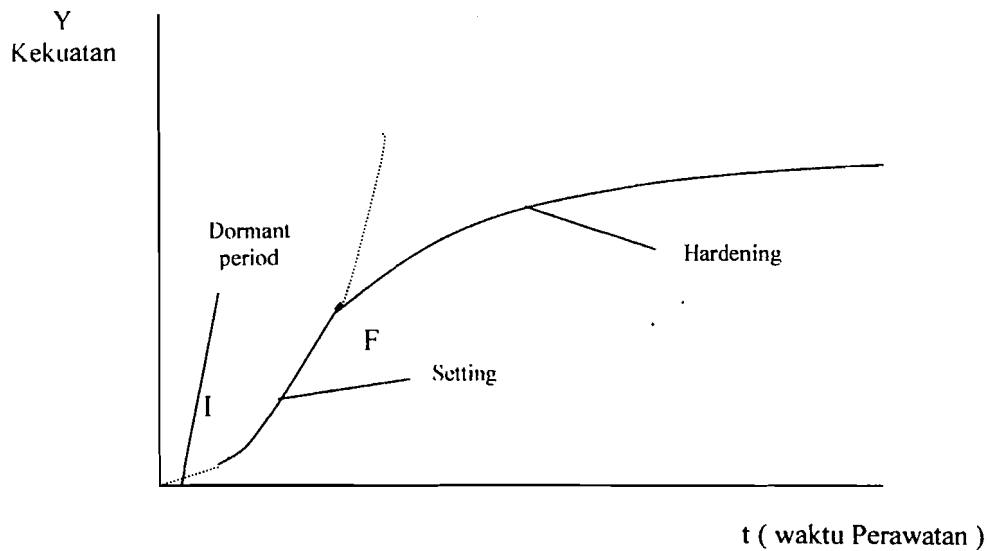
LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian beton

Beton adalah suatu material seperti batu yang didapatkan dengan cara pencampuran yang teliti antara semen, pasir, kerikil, atau agregat lain dan air untuk mengeras dalam rangka memperoleh bentuk dan ukuran struktur yang diinginkan (Tjokrodimulyo, 1995). Bagian terbesar dari bahan – bahannya adalah agregat yang baik dan pilihan. Semen dan air bereaksi kimia untuk melekatkan partikel – partikel agregat menjadi massa yang padat. Air tambahan dibutuhkan untuk penyempurnaan reaksi kimia.

3.1.1 Proses hidrasi pada semen Portland

Ketika semen Portland di campur dengan air, maka partikel semen akan menjadi sebuah fase cair atau pasta. Hasil dari pasta semen dapat dilihat segera setelah pencampuran dan akan bertahan untuk waktu yang disebut dengan "*dormant period*". Setelah dua sampai tiga jam dengan kondisi normal, pasta semen mulai mengeras dan kondisi plastis mulai berkurang dan akhirnya hilang, pasta semen menjadi getas (*brittle*). Proses pengerasan ini disebut dengan "*setting process*" yang terjadi setelah beberapa jam setelah pencampuran selesai (S. Popovich, 1992). Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Proses Hidrasi semen Portland.

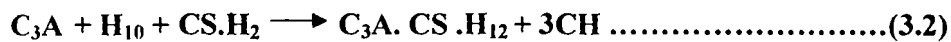
Setting process dan pengerasan pasta semen Portland adalah hasil dari reaksi kimia yang simultan dan teratur antara air dan bahan bahan penyusun semen, reaksi ini disebut dengan proses hidrasi. Ada dua proses reaksi kimia penting selama periode awal dari proses hidrasi, yaitu :

1. Reaksi antara C_3A dan *gypsum* dari semen menghasilkan *ettringite*, yaitu *kalsium* dan *alluminate trisulfate hydrate*.
2. Hidrasi dari semen dan air menghasilkan *calcium silicate hydrate* (CSH).

Kalau dibuat persamaan reaksi kimia yang disederhanakan menjadi sebagai berikut,



$C_3S_2H_3$ yang ditunjukkan oleh sebuah senyawa CSH atau yang lebih dikenal dengan *tobermorite gel*.



Disisi kanan dari persamaan 3.2 adalah *calcium alluminate monosulphate hydrate* (Bruner dan Copeland, 1964). Fase *monosulphate* dapat juga merupakan pengembangan dari *calcium alluminate trisulphate hydrate* (*ettringite*) yang terbentuk setelah fase awal dari hidrasi (Mehta, 1993). Indikasi dari proses hidrasi dari *dua calcium silicate* bereaksi dengan C_3A , yang berfungsi sebagai katalis pada hidrasi dari *silicate*. Mekanisme yang mungkin adalah C_3A membuat struktur dari pengembangan gel CSH (Popovich, 1992).

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai waktu hidrasi berlangsung. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya sekitar 25 % dari berat semennya, penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan beton (Winter and Nelson, 1991).

Beton dapat mempunyai rentang kekuatan yang lebar yaitu dapat diperoleh dengan cara mengatur secara tepat proporsi dari material – material pokok. Semen khusus, agregat khusus, bahan tambah dan metode Perawatan yang khusus menjadikan banyak variasi dari beton akan diperoleh.

3.1.2 Mekanisme proses hidrasi

Hidrasi adalah proses reaksi yang berkelanjutan antara semen dan air, atau lebih tepatnya disebut fase cair, yang dimulai dari permukaan partikel semen, kemudian dengan berjalannya waktu reaksi bergerak secara bertahap lebih ke

bagian dalam dari partikel semen, air bereaksi dengan partikel semen dan memisahkan diri dari partikel – partikel semen menjadi gel yang mengitari bagian partikel semen yang tak terhidrasi (Popovich, 1992).

Pengembangan kekuatan dari semen sangat kompleks, oleh karena itu mekanisme hidrasi hanya dibuat perkiraan saja. Menurut Popovich, mekanisme hidrasi terdiri dari beberapa tahap antara lain :

1. Tahap *zero stage*, yaitu ketika permulaan semen dan air pertama terjadi kontak.
2. Tahap *first stage*, yaitu kelanjutan dari tahap pertama ketika gel dari hasil prose hidrasi mulai menempel pada permukaan partikel semen dalam jumlah yang banyak, kemudian membuat lapisan pelindung untuk mencapai bagian dari semen yang belum terhidrasi dan pada tahap ini membutuhkan cukup banyak air untuk semua proses reaksi tersebut.
3. Tahap *second stage*, yaitu proses setelah tahap *first stage*, ketika lapisan gel menjadi begitu tebal yang menempel pada permukaan partikel semen. Pada tahap ini reaksi menjadi lebih lambat.

Waktu untuk proses *zero stage* dan *first stage* sangat tergantung dari kesemua proses tersebut, lebih khusus ketika proses hidrasi berlangsung cepat, misalnya menggunakan Perawatan temperatur tinggi (uap), mengandung partikel semen C_3S dan C_3A yang tinggi, maka waktu dari *first stage* mungkin akan terjadi sekitar satu minggu atau kurang, sedangkan pada proses hidrasi yang lambat paling tidak membutuhkan waktu beberapa bulan (Popovich, 1992).

3.1.3 Porositas pasta semen

Bentuk dan ukuran porositas pasta semen mempunyai efek penting pada property beton yang dihasilkan setelah proses hidrasi seperti yang telah diuraikan di atas. Porositas pasta semen sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan keawetan (*durability*) beton (Popovich, 1992).

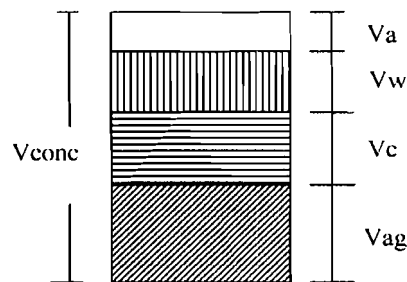
Porositas pasta semen terdiri dari pori – pori kecil (*micro capillary*) dan besar (*macro capillary*). Pori – pori kecil meliputi kandungan udara dan pori – pori kapiler sedangkan pori – pori besar meliputi pori – pori gel. Ada dua aspek dalam penambahan pori – pori kapiler dan kandungan udara, yaitu :

- 1) Dua bentuk awal dari porositas adalah berbeda. Kandungan udara dalam pasta semen adalah hasil konsolidasi tidak komplet atau memang ditambahkan.
- 2) Volume awal dari kandungan udara (V_a) mengandung konstanta pokok selama umur pasta semen ataupun beton.

Berikut akan diuraikan porositas pasta semen untuk kondisi pasta semen segar dan setelah pasta semen mengeras.

1. Pasta semen segar (*fresh paste cement*)

Skema dari komposisi pasta semen segar atau beton segar dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Komposisi dalam beton segar

dengan : V_{conc} = volume beton

V_a = volume udara

V_w = volume air

V_c = volume semen

V_{ag} = volume agregat

Secara praktis kandungan udara untuk berbagai umur beton (pasta semen) adalah sama, tetapi volume pori – pori kapiler (V_w) berkurang dengan berjalannya umur beton dalam kondisi normal (Popovich, 1992). Total volume kandungan pasta semen segar dapat dihitung dengan persamaan dari teknologi beton antara lain :

$$1) \quad V_c + V_{ag} + V_w + V_a = V_{conc} \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan : V_c dan V_{ag} = Volume absolut dari semen dan agregat dalam beton

V_w dan V_a = volume dari udara dan air dalam beton

V_{conc} = volume sampel beton

$$2) \quad W_c + W_{ag} + W_w = W_{conc} \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan : W = berat semen, agregat dan air dalam sampel beton

Dengan : P_o = porositas total awal, 100 %

V = volume pasta semen segar termasuk kandungan udara

$p'_o = p''_o$ = kuantitas relatif dari volume udara dan air (%)

Porositas udara atau yang disebut dengan kandungan udara dalam pasta semen ditunjukkan dalam bentuk persamaan relatif sebagai berikut.

$$a = 100 p'_o = 100 \left(\frac{1 - U_a}{U_o} \right) \dots\dots\dots (3.6)$$

$$= 100 \left(1 - \frac{U_a \frac{w}{c} + 1/G_c}{w/c + 1} \right) \dots\dots\dots (3.7)$$

dengan : a = kandungan udara, % volume

U_a = berat per unit pasta semen, g/cm^3

U_o = berat per unit pasta semen dihitung pada keadaan bebas udara, g/cm^3

W = massa air dalam spesimen segar

C = massa dari semen

w/c = rasio air semen

G_c = gravitasi dari semen

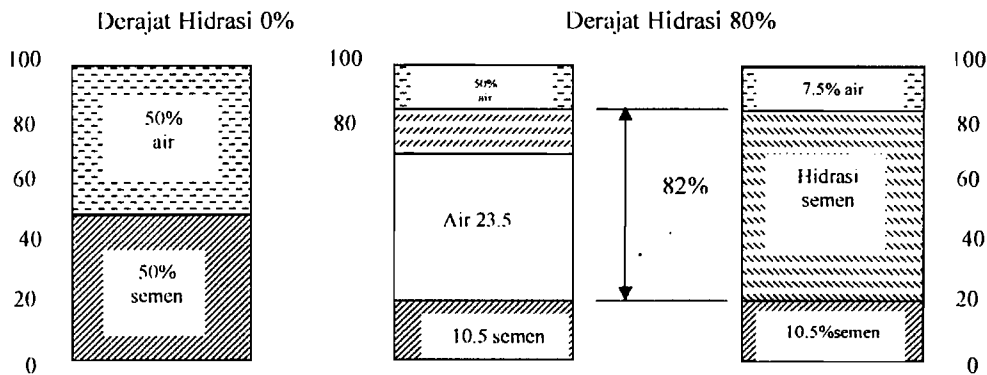
2. Pasta semen yang telah mengeras

Pengembangan hasil hidrasi dimulai saat pori –pori kapiler bertambah secara bertahap sejak pencampuran selesai walaupun sesungguhnya perubahan volume tidak besar yang tergantung dari proses. Pengurangan proses porositas kapiler tergantung dari beberapa kondisi berikut ini.

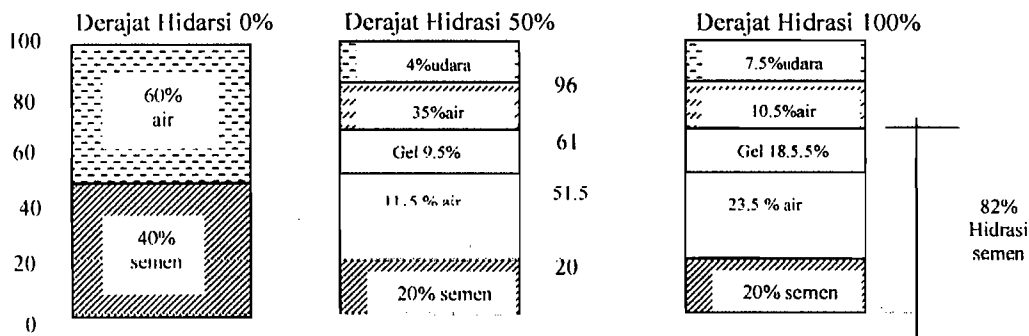
- 1) Tidak ada lagi semen yang tak terhidrasi tersedia untuk hidrasi.
- 2) Tidak ada cukup air tersedia.

3) Semua pori – pori kapiler telah terisi oleh hasil hidrasi.

Pada Gambar 3.2 dan 3.4 berikut ini dapat dilihat skema dari dua tahap hidrasi pasta semen dengan pemadatan penuh untuk rasio air semen 0.32 dan 0.48.



Gambar 3.3 Skema persentase hidrasi pasta semen dengan rasio air semen 0.32



Gambar 3.4 Skema persentase hidrasi pasta semen dengan rasio air semen 0.48

Sisa porositas (p) didalam pasta keras dapat dihitung pada beberapa tahap hidrasi sejak porositas awal (po) ditambah ruang yang dibentuk oleh

$$p = \frac{V_w + V_a + V_p - V_h}{V} = \frac{p_o - V_h - V_p}{V} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dengan : P = Porositas

Po = porositas awal

Vp = Volume semen Portland yang telah digunakan untuk hidrasi

V_h = Volume padat hasil hidrasi

Tetapi dalam kenyataannya hasil hidrasi padat sesungguhnya hanya kontribusi dari gel semen yang berpengaruh terhadap pengembangan kekuatan pasta semen, maka persamaan 3.8. menjadi :

$$p = \frac{V_w + V_a + V_p - V_g}{V} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dengan V_g = gel semen

Karakter porositas didalam pasta keras secara numeris tergantung pada ruang yang tersedia untuk diisi oleh gel semen. Rasio ruang-gel (X_r) dapat dihitung dengan rumus :

$$X_r = \frac{V_g}{V_w + V_a + V_p} \dots\dots\dots (3.10)$$

Nilai X_r antara 0 – 1, bila $X_r = 1$ secara teoritis semua pori kapiler dan kandungan udara telah terisi komplet oleh semen gel. Sejauh mana proses hidrasi telah berkembang dapat dilihat dari derajat hidrasinya (α). Jika $\alpha = 0$ berarti tidak ada reaksi yang terjadi antara semen dan air dan $\alpha = 1$ berarti 100 % semen telah terhidrasi. Derajat hidrasi dapat dihitung dengan persamaan matematika berikut :

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah dari gel-semen yang terbentuk}}{\text{Jumlah dari gel semen yang telah terhidrasi}} \dots\dots\dots (3.11)$$

Tetapi tidak ada metode yang memuaskan tersedia untuk penentuan langsung dari jumlah semen-gel didalam specimen. Maka untuk pendekatan praktis derajat hidrasi dapat dihitung dengan ,

$$\alpha = 1 - \frac{\text{Jumlah semen tak terhidrasi}}{\text{Jumlah semen awal}} \dots\dots\dots (3.12)$$

3.2 Bahan penyusun beton

Bahan – bahan penyusun beton terdiri dari semen, air dan agregat (kasar dan halus). Untuk lebih jelasnya akan diuraikan di bawah ini.

3.2.1 Semen Portland

Semen sudah umum digunakan paling tidak sejak dua ribu tahun yang lalu oleh Bangsa Romawi sudah banyak menggunakan bahan ini pada proyek konstruksi mereka bahkan banyak diantaranya masih berdiri. Semen yang mereka gunakan adalah semen alami dan semen pozzolan, dibuat dari campuran batu gamping dan lempung serta dari campuran kapur mati dengan abu vulkanik yang mengandung silica.

Semen Portland modern dibuat dari beberapa bahan yang mempunyai proporsi yang tepat antara batu kapur, silica, allumina dan besi serta sebagian kecil magnesia dan sulfur trioksida (Smith and Andres, 1989).

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara membakar bersama – sama : kapur, silica dan alumina pada suhu $\pm 1500^{\circ}C$ yang menjadi klinker. Kemudian klinker – klinker ini didinginkan dan dihaluskan sampai menjadi bubuk. Biasanya lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan pengontrol waktu ikat. Bahan tambang lain kadang – kadang ditambahkan untuk membentuk semen khusus, misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen cepat mengeras (Tjokrodimulyo, 1995).

Semen Portland dibuat dengan melalui beberapa langkah, sehingga menjadikan semen sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif.

Di Indonesia semen dibagi menjadi 5 jenis (PUBLI – 1982), yaitu :

1. Jenis I yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi.
4. Jenis IV yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan sulfat.

Efek dari komposisi penyusun semen terhadap peningkatan kekuatan beton dapat di buat pendekatan dengan model matematika. Model matematika ini merupakan pendekatan dari bermacam – macam hipotesa semen yang di dalamnya terdiri banyak faktor yang berpengaruh terhadap hidrasi semen dan pengerasan nyata pasta semen. Model matematika ini penting untuk pemilihan jenis semen, karena sangat berhubungan dengan komposisi dan property semen yang berpengaruh terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Pendekatan model matematika menurut Popovich untuk empat penyusun pokok semen, yaitu:

$$f = a(C_3S) + b(C_2S) + c(C_3A) + d(C_4AF) \dots\dots\dots(3.13)$$

Dengan f = kekuatan beton

a, b, c dan d adalah koefisien yang mewakili kontribusi 1 % dari penyusun semen untuk peningkatan kekuatan beton dapat dilihat pada table 3.1. Persamaan tersebut dapat dipakai dengan asumsi sebagai berikut :

1. Hanya empat penyusun semen yang mempunyai kontribusi terhadap peningkatan kekuatan, Perawatan dan kondisi saat tes serta kandungan SO_3 tidak berubah.
2. Masing – masing dari penyusun semen dalam peningkatan kekuatan berdiri sendiri tanpa berinteraksi dengan bahan penyusun yang lainnya.
3. Jumlah dari empat penyusun semen adalah tetap dari masing – masing penyusun semen.
4. Kandungan udara di dalam mortar atau campuran beton adalah sama.
5. Mekanisme dari peningkatan kekuatan adalah sama pada saat umur awal dan akhir beton.

Tabel 3.1 Koefisien penyusun beton untuk berbagai umur beton

| Umur | 1 hari | 3 hari | 7 hari | 28 hari | 3 bulan | 1 tahun | 2 tahun |
|--|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Senyawa 1:2.75 Standar Ottawa Sand Plastic Mortar Kuhus dia. 2 in untuk Kuat desak (psi) | | | | | | | |
| C ₃ S | 8.5 ± 0.40 | 27.4± 0.98 | 40 ± 1.47 | 48.8± 3.10 | 55.7± 3.67 | 61.8± 4.10 | 70.7 ± 4.05 |
| C ₂ S | 0.3 ± 0.37 | -1.1± 0.91 | -5.1± 0.91 | 19.1± 2.28 | 62.9± 3.41 | 80.6± 3.81 | 82.2± 4.13 |
| C ₃ A | 11.3± 1.11 | 24.1± 2.74 | 58.4± 4.11 | 100.1±8.67 | 56.4± 10.2 | 85.6±11.47 | 12.5±11.43 |
| C ₄ AF | -6.5± 1.26 | -9.8± 3.12 | -0.2± 4.68 | 30.8 ± 9.88 | 39.7±11.71 | 39.6±13.07 | 27.2±13.12 |
| 1 : 3 Standar Ottawa Sand Brigquets for Tensile Strength (psi) | | | | | | | |
| C ₃ S | 2.1 ± 0.14 | 3.6 ± 0.10 | 4.6 ± 0.21 | 5.0 ± 0.2 | 4.7 ± 0.17 | 4.6 ± 0.26 | 4.9 ± 0.23 |
| C ₂ S | 0.3 ± 0.13 | 0.8 ± 0.18 | 1.3 ± 0.19 | 3.8 ± 0.18 | 6.1 ± 0.16 | 6.4 ± 0.25 | 6.1 ± 0.24 |
| C ₃ A | 4.6 ± 0.39 | 6.3 ± 0.54 | 7.0 ± 0.57 | 7.1 ± 0.55 | 4.4 ± 0.48 | 2.1 ± 0.74 | 0.9 ± 0.65 |
| C ₄ AF | 0.4 ± 0.45 | 3.7 ± 0.62 | 3.5 ± 0.63 | 4.0 ± 0.63 | 4.0 ± 0.55 | 2.6 ± 0.84 | 2.2 ± 0.74 |

3.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir – butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang dibutuhkan hanya sekitar 25 % dari berat semen, namun kenyataannya nilai factor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35 kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air sebagai pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena akan mengurangi kekuatan beton serta menjadikan beton porous. Selain kelebihan air akan bersama – sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan

suatu lapisan tipis yang dikenal dengan *laitance*. Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air bersama – sama semen juga akan keluar sehingga terjadilah sarang – sarang kerikil.

Secara umum air yang dapat dipakai dalam bahan campuran beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling.

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pembentukan pasta semen yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*Workability*), kekuatan, susut dan keawetan mortarnya dan kebutuhan air dalam pembuatan beton meningkat sejalan dengan meningkatnya temperatur .

Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya memenuhi syarat – syarat :

1. tidak mengandung Lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter,
2. tidak mengandung garam – garaman yang dapat merusak beton (asam, zat organic dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
3. tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter dan
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.2.3 Agregat

Aregat ialah butiran mineral alami yang berisi bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat dalam campuran beton jumlahnya berkisar antara 70%-75% dari volume beton (Kardiyono, 1995).

Agregat akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton karena semen dan air tidak memberikan andil yang cukup besar pada kekuatan beton dan pada umumnya pemilihan agregat yang baik akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang baik, lebih tahan terhadap cuaca serta ekonomis.

Faktor-faktor dari agregat yang berpengaruh terhadap kuat desak beton yaitu: bentuk agregat, tekstur permukaan butiran, berat jenis jenis agregat, ukuran maksimum butir agregat, gradasi agregat, modulus halus butir, kadar air agregat kekuatan agregat yang akan dijelaskan seperti berikut ini.

1. Bentuk agregat

Sifat-sifat dan tekstur permukaan dari butir-butir agregat sebenarnya belum teridentifikasi dengan jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik dan pengaruhnya terhadap beton sulit diperiksa dengan teliti.

Bentuk butir ditentukan oleh dua sifat yang tidak saling tergantung, yaitu kebulatan dan sferikal.

Kebulatan atau ketajaman sudut ialah sifat yang dimiliki butir yang tergantung pada ketajaman relatif dari sudut dan ujung butir sedangkan sferikal ialah sifat yang tergantung pada rasio antara luas bidang permukaan butir dan volume butir.

Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh pada segar daripada setelah beton mengeras. Berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi empat macam yaitu: agregat bulat, agregat bulat sebagian, agregat bersudut,

agregat panjang dan agregat pipih. Bentuk butiran tersebut akan diterangkan berikut ini.

- a. Agregat bulat adalah agregat yang mempunyai rongga udara minimum 33 persen oleh karena itu mempunyai resiko permukaan-volume yang kecil sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, tetapi ikatan antara butir-butirnya kurang kuat untuk beton mutu tinggi dan perkerasan jalan raya.
- b. Agregat bulat sebagian mempunyai rongga skitar 35 sampai 35 persen sehingga membutuhkan pasta semen. Ikatan antar butirnya lebih baik daripada agregat bulat tetapi tidak cocok untuk beton mutu tinggi.
- c. Agregat bersudut mempunyai rongga antara 38 sampai 40 persen. Ikatan antar butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik dan membutuhkan pasta semen yang banyak tetapi dapat digunakan untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan.
- d. Agregat panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari $9/5$ ukuran rata-rata. Ukuran rata-rata agregat ialah rata-rata ukuran dalam ayakan yang meloloskan dan yang menahan butiran agregat.
- e. Agregat pipih adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari $3/5$ ukuran rata-ratanya.

2. Tekstur permukaan butiran

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butir termasuk halus atau kasar, mengkilaf atau kusam dan macam dari kekasaran permukaan. Pada umumnya permukaan butiran hanya

disebut sebagai kasar, agak kasar, agak licin, licin. Tetapi berdasarkan pada pemeriksaan visual butiran agregat, tekstur permukaan butiran agregat dapat dibedakan menjadi; sangat halus (glassy), halus, granuler, kasar, berkristal (crystalline), berpori dan berlubang-lubang.

Tekstur permukaan tergantung pada kekasaran, ukuran molekul, tekstur batuan dan juga tergantung pada besar gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin dan kasar permukaan tersebut:

Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit daripada butir-butir yang tekstur permukaannya kasar. Di lain pihak, hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasaran.

Sifat-sifat fisik agregat misalnya bentuk dan tekstur permukaan secara nyata mempengaruhi mobilitas (yaitu mudah dikerjakan) dari beton segarnya, maupun daya lekat antara agregat dan pastanya. Kuat rekatan antara agregat dan pasat semen tergantung pada tekstur permukaan agregat.

3. Berat jenis agregat

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, yaitu: agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Ketiga macam agregat tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

- a. Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara $2,5 - 2,7 \text{ gr/cm}^3$. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt dan kuarsa. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar $2,3 \text{ gr/cm}^3$ dengan kuat tekan antara 15 Mpa sampai 40 Mpa.

- b. Agregat berat ialah agregat yang berat jenisnya lebih dari $2,8 \text{ gr/cm}^3$ misalnya magnetik, barytes (BaSO_4) dan serbuk besi (Fe_3O_4). Beton yang dihasilkan berat jenisnya tinggi yang efektif sebagai dinding pelindung radiasi sinar X.
- c. Agregat ringan ialah yang mempunyai berat jenis kurang dari $2,0 \text{ gr/cm}^3$ yang biasanya dibuat untuk non struktural akan tetapi bisa juga untuk beton struktural atau blok dinding tembok.

4. Ukuran maksimum butir agregat

Adukan beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang sama atau beton dengan kekuatan yang sama, akan membutuhkan yang lebih sedikit apabila dipakai butir-butir kerikil yang besar-besar. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah semen (sehingga biaya pembuatan beton berkurang) dibutuhkan ukuran butir-butir maksimum agregat yang sebesar-besarnya. Pengurangan jumlah semen ini juga berarti pengurang panas hidrasi dan ini berarti mengurangi kemungkinan beton untuk retak akibat susut atau perbedaan panas yang besar. Walaupun demikian, besar butir maksimum agregat tidak dapat terlalu besar karena ada faktor-faktor lain yang membatasi. Faktor-faktor tersebut adalah:

- a. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{3}{4}$ kali bersih jarak antar baja tulangan atau antara baja tulangan dan cetakan,
- b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal plat, dan
- c. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

5. Gradasi agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama volume pori akan besar sebaliknya bila butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil.

Pada agregat untuk pembuatan beton digunakan butiran yang kemampatannya tinggi karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat sedikit saja.

Modulus halus butir ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu ayakan dan kemudian dibagi 100. Susunan lubang ayakan itu ialah: 38mm, 19mm, 9,6mm, 4,8mm, 2,4mm, 1,20mm, 0,6mm, 0,3mm dan 0,15mm.

Semakin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Modulus halus butir selain untuk menjadi ukuran kehalusan butir juga dapat dipakai untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil bila kita akan membuat campuran beton.

6. Kadar air agregat

Air yang ada pada suatu agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran adukan beton dan juga untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan kandungan air di dalam agregat dibedakan atas 4 macam yaitu: kering tungku, kering udara, jenuh kering muka dan basah. Keadaan kandungan air agregat tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

a. Kering tungku

Benar-benar tidak berair dan ini berarti dapat secara penuh menyerap air.

b. Kering udara

Butir-butir agregat yang kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air di dalam porinya. Oleh karena itu agregat dalam kondisi ini masih dapat menghisap sedikit air.

c. Jenuh kering muka

Pada tingkat ini tidak ada air di permukaan tetapi butir-butirnya berisi air sejumlah yang dapat diserap, dengan demikian butiran-butiran agregat pada tahap ini tidak menyerap dan tidak juga menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.

d. Basah

Pada tingkat ini butir-butir mengandung banyak air baik di dalam maupun di permukaan butirannya sehingga bila dipakai untuk campuran akan memberi air.

7. Kekuatan agregat

Kekuatan beton tidak lebih tinggi daripada kekuatan agregatnya. Oleh karena itu sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut maka agregat tersebut masih dianggap cukup kuat.

Butir-butir agregat yang lemah, yaitu butir-butir yang kekuatannya lebih rendah daripada pasta semen yang telah mengeras, tidak dapat menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan. Akan tetapi untuk butir-butir agregat yang kekuatannya sedang atau cukup mempunyai kuat tekan yang sedang, mungkin malahan dapat menguntungkan karena dapat mengurangi konsentrasi tegangan yang terjadi pada pasta beton selama pembebanan, pembasahan,

pengeringan, atau pemanasan serta pendinginan, dengan demikian membantu mengurangi bahaya akibat terjadinya retakan dalam beton.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu: batu, kerikil dan pasir yang akan dijelaskan berikut ini.

1. Batu

Batu adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 40 mm dan dapat dibedakan menjadi 3 kategori umum berdasarkan keadaan geologi aslinya, yaitu: batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorfosis.

2. kerikil

Kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan ukuran 5-40 mm. Adapun persyaratan kerikil sebagai agregat adalah:

- a. butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut,
- b. tidak mengandung tanah atau kotoran,
- c. harus tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara,
- d. harus yang benar-benar tidak mengandung zat organis,
- e. harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit,
- f. bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca,
- g. tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan.

3. Pasir

Pasir merupakan bahan batuan berukuran kecil, ukuran butiranya ≤ 5 mm. Pasir dapat berupa pasir alam, pasir buatan, pasir galian.

Untuk mendapatkan nilai kuat desak yang lebih besar maka digunakan pasir dengan gradasi yang lebih besar. Variasi besar butiran (gradasi) yang baik akan menghasilkan rongga mortar yang lebih sedikit. Pasir seperti ini hanya memerlukan pasta semen yang sedikit.

Volume pasir biasanya mengembang bila sedikit mengandung air. Pengembangan volume itu disebabkan karena adanya lapisan tipis air disekitar butir-butir pasir. Ketebalan lapisan air itu bertambah dengan bertambahnya kandungan air dalam pasir dan ini berarti pengembangan volume secara keseluruhan. Akan tetapi pada suatu kadar air tertentu volume pasir mulai berkurang dengan bertambahnya kadar air. Pada suatu kadar air tertentu pula, besar penambahan volume pasir itu menjadi nol berarti volume pasir menjadi sama dengan volume pasir kering.

3.3 Kekentalan adukan beton

Dalam pembuatan beton, bagian pekerjaan yang tidak kalah pentingnya selain perawatan dalam pencapaian kekuatan tekan beton yang baik adalah pemadatan. Jika beton tidak dipadatkan dengan sempurna maka sejumlah gelembung udara mungkin akan terperangkap dan mengakibatkan rongga-rongga udara pada beton setelah mengeras dan ini akan mengakibatkan pengurangan kekuatan tekannya karena beton dengan rongga minimal adalah terpadat dan terkuat.

Dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workability* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal.

Workability

(sifat mudah dikerjakan) merupakan tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, dituang, dan dipadatkan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adalah:

1. gradasi agregat,
2. bentuk partikel agregat,
3. pengaruh kombinasi dari gradasi dan bentuk agregat,
4. pengaruh proporsi campuran, dan
5. kadar air

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecekan/kekentalan adukan beton. Semakin cair adukan beton segar maka semakin mudah cara pengerjaannya tetapi sebaliknya jika adukan beton segar terlalu kental maka tingkat pengerjaannya akan semakin sulit. Untuk mengetahui tingkat kekentalan adukan beton biasanya dilakukan dengan percobaan *slump*.

Untuk menentukan besarnya nilai *slump* pada umumnya digunakan alat-alat corong baja dan tongkat seperti penjelasan berikut ini.

1. Corong baja yang berbentuk kerucut berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas berdiameter 10 cm serta tinggi 30 cm disebut kerucut Abrams.
2. Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang bagian ujungnya dibulatkan.

Pelaksanaan percobaan *slump* ini mula-mula corong baja ditaruh di atas tempat yang rata dan tidak menghisap air, dengan diameter yang besar berada dibawah. Adukan beton dimasukan kedalam corong tersebut kira-kira sebanyak $\frac{1}{3}$ volume corong. Setelah adukan dimasukan kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja. Kemudian adukan kedua dimasukan kedalam corong dengan volume yang sama dengan volume adukan yang pertama lalu ditusuk-tusuk kembali tetapi penusukan jangan sampai mengenai adukan yang pertama, lalu adukan ketiga dimasukan dan ditusuk pula. Bila adukan ketiga telah selesai ditusuk, lalu permukaan adukan beton diratakan hingga rata dengan permukaan corong. Setelah itu ditunggu 60 detik dan kemudian corong ditarik lurus keatas. Ukur penurunan permukaan atas adukan beton setelah ditarik. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut *slump*.

Dari penurunan nilai *slump* dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu:

1. *Slump* sebenarnya,
2. *Slump* geser, dan
3. *Slump* jatuh

3.4 Susut pada beton

Karena beton kehilangan kelembapanya karena penguapan, maka beton akan menyusut. Karena kelembapan tidak pernah meninggalkan beton seluruhnya secara seragam, perbedaan –perbedaan kelembapan mengakibatkan terjadinya tegangan-tegangan internal dan susut yang berbeda. Tegangan-tegangan yang

disebabkan oleh perbedaan sudut dan cukup besar dan ini merupakan salah satu alasan perlunya kondisi-kondisi perawatan yang basah.

Dalam beton biasa, besarnya susut akan tergantung kepada keterbukaan dan beton itu sendiri. Keterbukaan terhadap angin sangat memperbesar kecepatan susut, atmosfer yang lembab akan mengurangi susut dan kelembaban yang rendah akan menambah susut.

3.5 Perencanaan campuran beton

Perencanaan campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode ACI (*Amerika Concrete Institute*). Adapun 7 langkah perencanaan dengan metode ACI adalah sebagai berikut ini.

1. Menghitung kuat desak rata-rata, berdasarkan kuat desak yang diisyaratkan (kuat desak karakteristik) dan nilai margin yang tergantung dari tingkat pengawasan mutunya. Nilai margin adalah:

$$M = 1,64.S_d$$

Dengan S_d adalah nilai deviasi standar yang diambil dari tabel. 3.4. Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang diisyaratkan ditambah margin.

$$\sigma''_{br} = \sigma'_{bk} + m$$

dengan σ''_{br} = Kuat desak rata-rata, (MPa)

σ'_{bk} = Kuat desak yang diisyaratkan, (MPa) dan

m = Nilai margin, (MPa)

Tabel 3.4 Nilai Deviasi Standar (MPa)

| Volume Pekerjaan | | Mutu Pelaksanaan | | |
|------------------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| | m ³ | Baik sekali | Baik | Cukup |
| Kecil | < 1000 | 4,5 < s ≤ 5,5 | 5,5 < s ≤ 6,5 | 6,5 < s ≤ 8,5 |
| Sedang | 1000 – 3000 | 3,5 < s ≤ 5,5 | 4,5 < s ≤ 5,5 | 5,5 < s ≤ 7,5 |
| Besar | > 3000 | 2,5 < s ≤ 3,5 | 3,5 < s ≤ 4,5 | 4,5 < s ≤ 6,5 |

Sumber : Kardiyono, 1995

Atau dengan rumus:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_i^N (\sigma' b - m)^2}{(N - 1)}} \quad (3.4)$$

dengan:

S_d = deviasi standar (MPa)

σ' b = kekuatan beton dari benda uji (MPa)

σ' b_m = kekuatan tekan beton rata-rata (MPa)

$$\sigma' b_m = \frac{\sum_i^N \sigma' b}{N} \quad (3.5)$$

N = Jumlah benda uji

2. Menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan desak rata-rata pada umur yang dikehendaki (lihat tabel 3.5) dan keawetannya berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (lihat tabel 3.6). Dari kedua hasil tersebut dipilih yang paling rendah.

Tabel 3.5 Kuat desak beton untuk berbagai faaktor air semen

| Faktor air semen (fas) | Kemungkinan kuat desak beton Umur 28 hari | |
|------------------------|---|---|
| | Beton <i>non air entrained</i> (Kg/cm ²) | Beto(Kg/cm ²)n <i>air entrained</i> |
| 0.360 | 420 | 340 |
| 0.450 | 350 | 280 |
| 0.540 | 280 | 225 |
| 0.630 | 225 | 185 |
| 0.720 | 175 | 140 |
| 0.810 | 140 | 115 |

Tabel 3.6 Faktor air semen maksimum

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

3. Berdasarkan jenis strukturnya, ditetapkan nilai *slump* dan ukuran agregat berdasarkan ukuran agregat maksimum (tabel 3.7 dan tabel 3.8)

Tabel 3.7 Nilai *slump*

| Pemakaian beton | Maksimum (cm) | Minimum (cm) |
|---|---------------|--------------|
| - Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang, | 12,5 | 5,0 |
| - Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur di bawah tanah | 9,0 | 2,5 |
| - Pelat, balok, kolam dan dinding | 15,5 | 7,5 |
| - Perkerasan jalan | 7,5 | 5,0 |
| - Pembetonan masal | 7,5 | 2,5 |

Tabel 3.8 Ukuran agregat maksimum

| Tebal maks konstruksi (cm) | Ukuran butir maks (mm) | | | Plat tebal dengan tulangan ringan/ tampa tulangan |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|---|
| | Dinding balok kolom bertulang | Dinding tak bertulang | Plat tebal dengan tulangan berat | |
| 6,25 – 12,5 | 12,5 – 19,6 | 19,6 | 19,6 – 25 | 19,6 – 38,1 |
| 15,0 – 27,5 | 19,6 – 38,1 | 38,1 | 38,1 | 38,1 – 76,2 |
| 30,0 – 76,5 | 38,1 – 76,5 | 76,2 | 38,1 – 76,2 | 76,2 |
| >76,5 | 38,1 – 76,5 | 150 | 38,1 – 76,2 | 76,2 - 150 |

Tabel 3.9 Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton

| SLUMP (cm) | AIR (Ltr) YANG DIPERLUKAN TIAP M ³ ADUKAN BETON UNTUK UKURAN AGREGAT MAKSIMAL (mm) | | | | | | | |
|---|--|------|------|-----|------|-----|------|-----|
| | 9,6 | 12,5 | 19,6 | 25 | 38,1 | 50 | 76,2 | 150 |
| | <i>BETON BIASA NON AIR ANTRAINED</i> | | | | | | | |
| 2,5 – 5,0 | 213 | 203 | 188 | 183 | 168 | 157 | 147 | 127 |
| 7,4 – 10,0 | 234 | 223 | 208 | 208 | 183 | 173 | 163 | 142 |
| 15,0 – 17,5 | 248 | 234 | 218 | 218 | 193 | 183 | 173 | 152 |
| PERKIRAAN UDARA TERPERANGKAP (%) | 3 | 2,5 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| | <i>BETON BERGELEMBUNG AIR ENTRAINED</i> | | | | | | | |
| 2,5 – 5,0 | 188 | 183 | 168 | 157 | 147 | 137 | 127 | 111 |
| 7,4 – 10,0 | 208 | 198 | 183 | 173 | 163 | 152 | 142 | 122 |
| 15,0 – 17,5 | 218 | 208 | 208 | 183 | 173 | 163 | 152 | 132 |
| PERKIRAAN UDARA TERPERANGKAP (%) | 8 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan (lihat tabel 3.9)

5. Menghitung semen yang diperlukan berdasarkan hasil dari langkah 2 dan 4

Berat semen = Kebutuhan air/ Faktor air semen

6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton.

Berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus agregat halusnya.

Tabel 3.10 Volume agregat kasar tiap m³adukan beton

| Ukuran Maksimal (mm) | Volume kerikil tusuk kering (SSD) tiap satuan volume adukan beton untuk berbagai nilai modulus halus butir (m ³) | | | |
|----------------------|--|------|------|------|
| | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 |
| 9,50 | 0,46 | 0,44 | 0,42 | 0,40 |
| 12,70 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,49 |
| 19,20 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,59 |
| 25,00 | 0,70 | 0,68 | 0,66 | 0,64 |
| 38,10 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,70 |
| 50,00 | 0,79 | 0,77 | 0,75 | 0,73 |
| 76,00 | 0,84 | 0,82 | 0,80 | 0,78 |
| 150,00 | 0,90 | 0,88 | 0,86 | 0,84 |

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan beton dengan cara hitungan volume absolut.

3.6 Perawatan beton

Dalam proses pembuatan beton, setelah beton dicetak hal yang harus dilakukan adalah perawatan terhadap beton tersebut, yaitu perlakuan tertentu untuk menjaga kelembapan atau temperatur guna menghindari retakan pada beton

dan mencegah kehilangan air terlalu banyak yang diperlukan untuk proses hidrasi semen sehingga proses pengerasan semen dapat berlangsung dengan baik. Karena retakan pada beton dapat mengakibatkan kerusakan yang serius jika bahan-bahan perusak dapat mencapai tulangan (sagel, kole dan kusuma, 1993).

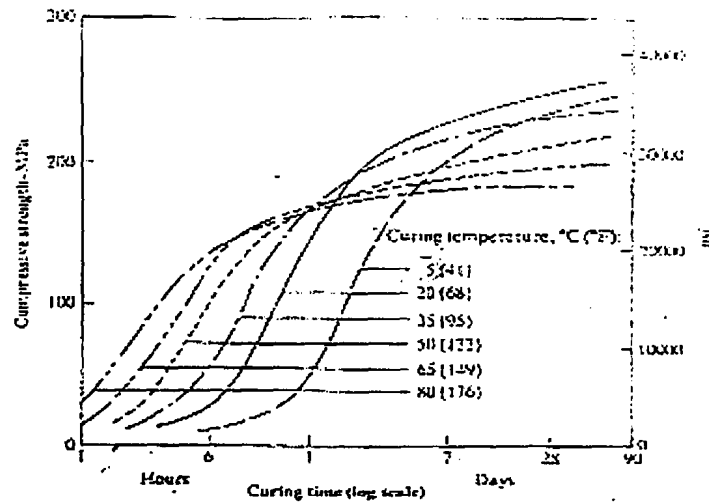
Metode perawatan beton terhadap beton yang baru dicetak dapat bermacam-macam disesuaikan dengan kondisi dilapangan, adapun jenis-jenis perlakuan yang dapat digunakan adalah:

1. dibiarkan dalam bikisting
2. menutupi dengan lembar plastik foli
3. menutupi dengan goni basah
8. mengenangi dengan air (untuk bagian struktur yang datar)
9. menyemprot/memerciki dengan air pada permukaan beton (*sprinkling*)
10. Menyemprot permukaan beton dengan *curing compound* perlakuan ini diterapkan untuk daerah yang mempunyai temperatur tinggi dan
11. *Stem curing* yaitu dengan menguapi beton supaya menjaga permukaan beton agar tetap basah dan lembab.

Pengaruh Suhu Rawatan Beton.

Secara umum, temperatur yang lebih tinggi dari beton akan berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan rata-rata awal lebih besar. tetapi akan lebih rendah untuk kekuatan jangka panjang. Bahwa hidrasi awal yang cepat menyebabkan penyebaran tidak merata dari rasta semen dengan struktur fisik pori. Kondisi ini dimungkinkan struktur menjadi lebih porous dibandingkan dengan pengembangan kekuatan dalam kondisi suhu normal. (Neville, 1987).

Pengaruh suhu rawatan beton terhadap kekuatan beton dapat dilihat pada pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pengaruh suhu air rawatan beton terhadap kekuatan beton (Neville, 1989)

Bahwa peningkatan awal yang tinggi sampai umur beton 28 hari tetapi lebih rendah setelah umur beton 28 hari seiring dengan peningkatan suhu. Temperatur lebih tinggi menghasilkan kekuatan beton lebih tinggi selama hari pertama tetapi umur 3 sampai 28 hari keadaan berubah secara radikal, disini didapatkan temperatur optimum yang menghasilkan kekuatan maksimum.

3.7 Umur beton

Beton yang telah mengeras akan mempunyai kekuatan tekan lebih baik bersamaan dengan meningkatnya umur beton. Beton yang tidak menggunakan bahan aditif akan mempunyai kekuatan yang baik mulai pada umur 28 hari.

Sejalan dengan bertambahnya umur maka kekuatan beton akan meningkat, ini dikarenakan proses reaksi yang terjadi di dalam beton antara air dan semen semakin sempurna (Tjokrodimulyo, 1995)

3.8 Kuat desak beton

Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat desaknya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya secara umum hanya ditinjau kuat tekannya saja. Adapun faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah:

1. Faktor air semen,
2. Umur beton,
3. Jenis semen,
4. Jumlah semen dan udara terperangkap,
5. Sifat agregat dan
6. Perawatan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat desak beton selengkapnya akan dijelaskan sebagai berikut ini.

1. Faktor air semen

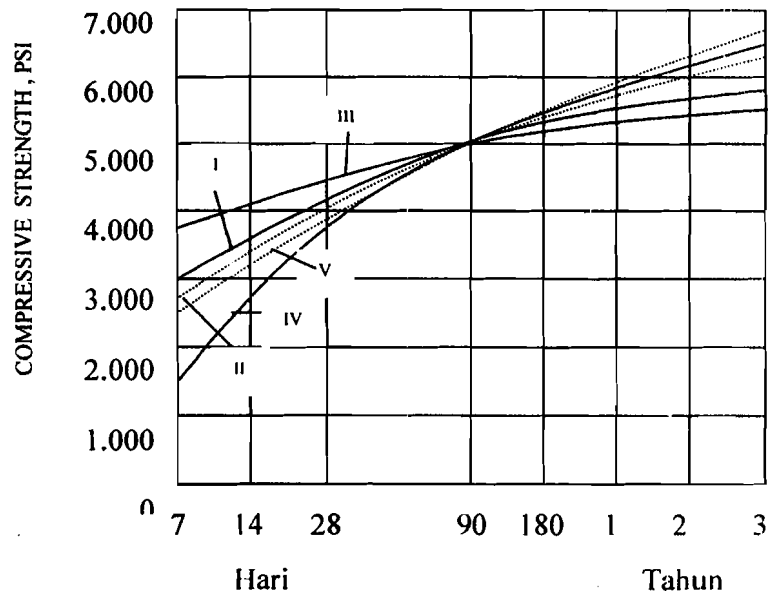
Faktor air semen (*f_{as}*) ialah faktor utama yang mempengaruhi kuat desak beton.

2. Umur beton

Kuat desak beton bertambah sejalan dengan umur beton (Dunham, 1966) artinya semakin lama umur beton maka semakin besar kuat desaknya.

3. Jenis semen

Jenis semen mempengaruhi kuat desak rata-rata dan juga kuat akhir, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.12.

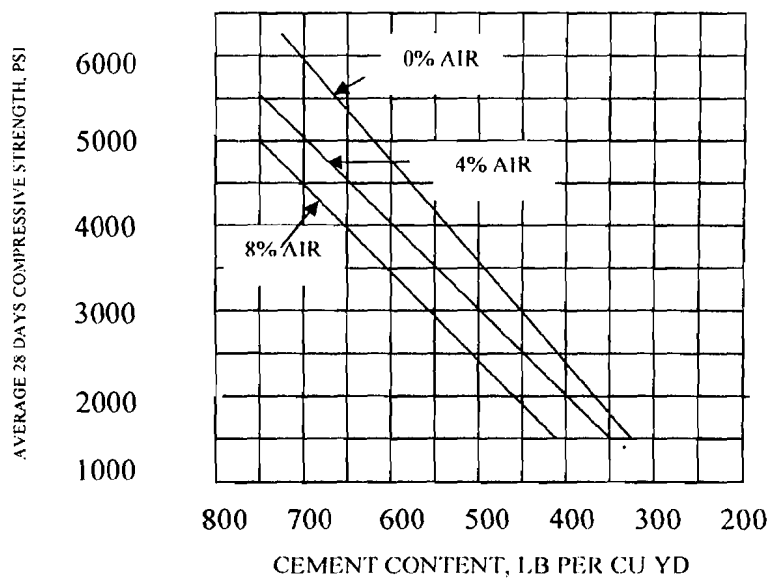


Gambar 3.12 Kuat desak rata-rata beton berdasarkan macam-macam tipe semen (Neville, 1989)

Kuat desak beton rata-rata menurut jenis – jenis semen pada Gambar 3.12 dapat dilihat bahwa kuat desak rata – rata akan mempunyai kekuatan yang sama pada umur beton 90 hari.

4. Jumlah semen dan udara terperangkap

Kuat desak beton menurun akibat adanya penurunan jumlah semen dan kuat desak tersebut akan menurun akibat banyaknya udara yang terperangkap (Merritt, 1983) seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pengaruh jumlah semen dan udara terperangkap terhadap kuat desak beton

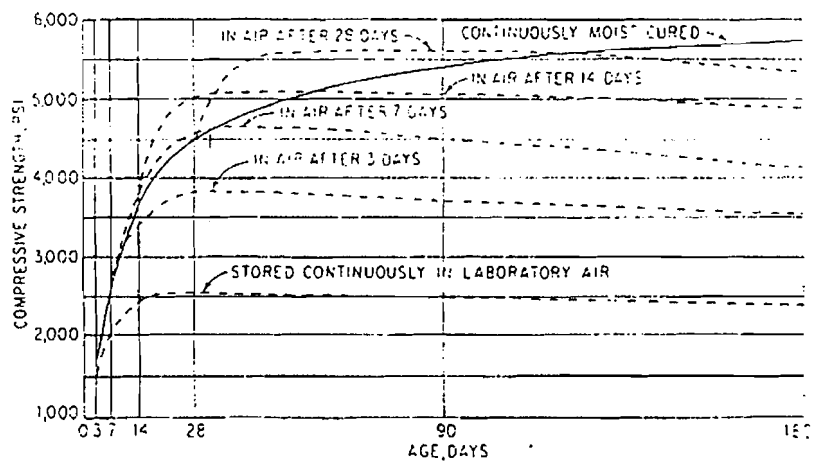
5. Jenis Agregat

Kuat desak beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat dalam hal ini adalah agregat kasar. Semakin baik kekuatan agregat maka kuat desak beton akan semakin baik pula (Tjokrodimulyo, 1995)

7. Perawatan

Perawatan pada beton sangat penting untuk mendapatkan kuat desak beton yang baik. Selama reaksi hidrasi semen berlangsung kelembapan beton harus dijaga (lihat Gambar 3.14).





Gambar 3.14 Kuat desak beton berdasarkan variasi perawatan

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium dengan membuat benda uji silinder ukuran 150 x 30 cm untuk mengetahui kekuatan desak beton. Benda uji tersebut akan dirawat dengan cara disiram air dingin dan air panas suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$.

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi persiapan bahan dan alat, pemeriksaan material, perhitungan campuran beton, pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji.

4.2 Persiapan Bahan dan alat

Persiapan bahan dan alat yang akan digunakan harus dipersiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan lancar.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah:

1. Semen portland tipe I merk nusantara,
2. Agregat halus (pasir) dari kali krasak,
3. Agregat kasar dari lereng kulon progo,
4. Air dari laboratorium BKT UII.

4.2.1 Pemeriksaan agregat halus

Pemeriksaan agregat halus dalam penelitian ini meliputi:

1. Pemeriksaan Modulus Halus Butiran (MHB)

Pemeriksaan modulus halus butiran untuk mengetahui gradasi agregat halus. Dari hasil pemeriksaan didapatkan modulus halus butir sebesar 2,63. Perhitungan MHB selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Pemeriksaan berat volume

Pemeriksaan berat volume untuk mengetahui berat volume dalam kondisi SSD (*saturated surface dry*) yang nantinya dipakai menghitung berat agregat halus dalam campuran beton. Data yang dapat dari pemeriksaan dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil pemeriksaan didapatkan berat jenis rata-rata sebesar $2,66 \text{ t/m}^3$.

4.2.2 Pemeriksaan agregat kasar

Pemeriksaan agregat kasar pada penelitian ini meliputi pemeriksaan berat jenis dan berat tusuk kering. Hasil pemeriksaan ini didapatkan berat jenis rata-rata $2,64 \text{ t/m}^3$ dan berat tusuk kering kerikil $1,5 \text{ t/m}^3$. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

4.3 Perhitungan campuran beton

Perhitungan campuran beton didasarkan pada data bahan susun beton dari hasil penelitian pendahuluan sebagai berikut:

1. $B_j \text{ pasir} = 2,66 \text{ t/m}^3$

2. Berat jenis kerikil = $2,64 \text{ t/m}^3$
3. Modulus halus butir pasir 2,63
4. Berat kering tusuk = $1,5 \text{ t/m}^3$
5. Ukuran maksimum agregat 20 mm.

Langkah-langkah perhitungan beton dengan metode ACI adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton berdasarkan pada kuat desak rencana yang disyaratkan (f_c) sebesar 20 Mpa, dengan mengambil nilai deviasi standar (sd) = 55 (berdasarkan tabel 3.4), maka didapat nilai margin (m) = $1,64 \times sd = 1,64 \times 5,5 = 9,02 \text{ Mpa}$.

Kuat desak rata-rata adalah:

$$\begin{aligned} F'_{cr} &= f_c + m \\ &= 20 + 9,02 = 29,02 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Menentukan faktor air semen (f_{as}) dari tabel 3.5 dan 3.6 diambil 1 yang terendah. Dari tabel 3.5 berdasarkan kuat desak rata-rata (f'_{cr}) 29,02 Mpa didapat nilai $f_{as} = 0,52$ (interpolasi), kemudian dari tabel 3.6 didapat diambil 1 nilai f_{as} sebesar 0,52.
3. Nilai slump diambil 1 7,5-15 cm (berdasarkan tabel 3.7)
4. Menentukan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump dengan ukuran agregat maksimum 20 mm (lihat tabel 3.8) didapat jumlah air yang diperlukan sebesar 203 lt tiap meter kubik adukan beton.

5. Menentukan jumlah semen yang diperlukan, dihitung dari nilai fas dan volume kebutuhan air yaitu:

$$\text{berat semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} = 203 / 0,52 = 390,395 \text{ kg.}$$

Volume semen yang diperlukan sebesar:

$$\text{Volume semen} = \text{berat semen} / \text{berat jenis semen}$$

$$= 390,385 \times 10^{-3} / 3,15$$

$$= 0,124 \text{ m}^3 \text{ tiap m}^3 \text{ beton}$$

6. Menentukan volume agregat kasar yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dan nilai modulus halus butir pasir 2,63 didapat volume agregat kasar 0,634 m³ tiap m³ adukan beton (tabel 3.10).

$$\text{Berat agregat kasar} = \text{volume kering tusuk ssd} \times \text{berat kering tusuk ssd}$$

$$= 0,634 \times 1,5 = 0,951 \text{ ton.}$$

$$\text{Volume agregat kasar} = \text{berat agregat} / \text{berat jenis agregat}$$

$$= 0,951 / 2,64 = 0,36 \text{ m}^3 \text{ tiap m}^3 \text{ adukan beton.}$$

7. Menentukan volume agregat halus yang diperlukan berdasarkan jumlah air, semen dan agregat halus serta udara terperangkap sebesar 2% dalam adukan beton.

$$\text{Volume tanpa pasir} = \text{volume air} + \text{volume semen} + \text{volume kerikil} + \text{volume Udara}$$

$$= 0,203 + 0,124 + 0,36 + 0,12$$

$$= 0,707 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pasir} = 1 - 0,707 = 0,293 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} = \text{volume pasir} \times \text{berat jenis pasir}$$

$$= 0,293 \times 2,66 = 0,7794 \text{ ton} = 779,4 \text{ kg.}$$

Berdasarkan hitungan perencanaan campuran beton, maka kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 1 m³ campuran beton adalah sebagai berikut:

1. air = 203 liter
2. semen = 390,385 kg
3. kerikil = 951 kg
4. pasir = 779,4 kg

Volume 1 sampel benda uji silender 15 cm x 30 cm, adalah

$$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times t = 0,25 \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 = 5,333 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Kebutuhan bahan tiap 5 sampel benda uji untuk sekali adukan yaitu:

1. air = $5 \times 5,333 \times 10^{-3} \times 203$ = 5,41 lt
2. semen = $5 \times 5,333 \times 10^{-3} \times 390,385$ = 10,41 kg
3. pasir = $5 \times 5,333 \times 10^{-3} \times 779,4$ = 20,78 kg
4. kerikil = $5 \times 5,333 \times 10^{-3} \times 951$ = 25,36 kg

4.4 Pelaksanaan penelitian

4.4.1 Pembuatan benda uji

Untuk memperoleh benda uji sesuai rencana maka dilakukan tahapan tahapan pembuatan sebagai berikut:

1. Bahan disiapkan dan dihitung dengan proporsi sesuai rencana. Sebelumnya diadakan pencucian agregat kasar (kerikil) dengan air agar bersih dari lumpur.

2. Pengadukan campuran dilakukan dengan cara memasukan bahan-bahan secara bertahap. Agregat kasar dan sebagian air di masukan kedalam molen kemudian ditambah agregat halus dan semen serta air sedikit demi sedikit hingga campuran rata. Dalam pembuatan benda uji ini agar didapat campuran yang rata, kapasitas molen hanya diisi bahan-bahan untuk kira-kira 5 benda uji silender.
3. Setelah benar-benar tercampur dengan baik untuk mengetahui kelecakan adukan beton, maka dilakukan pengukuran slump dengan kerucut Abrams berdiameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Percobaan slump dilakukan dengan cara kerucut didcsak pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton. Dibuat tiga lapis adukan dan tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali. Bagian atas kerucut diratakan dan didiamkan selama 30-60 detik. Kemudian kerucut diangkat perlahan-lahan tegak lurus dan diletakan disamping adukan tadi, diukur antara puncak kerucut dengan puncak adukan yang telah mengalami penurunan, selisih tinggi disebut slump. Dari sembilan kali pencoran didapat nilai slump bervariasi sebesar :13;12;11,5;10,5;9;8,5;9;12,5 cm.
4. Jika kelecakan adukan telah dicapai, beton segar segera dituang kedalam cetakan yang telah diolesi oli. Adukan yang dimasukan ke dalam cetakan kemudian dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk tusuk batang besi dan diketuk-ketuk sisi luar cetakan dengan palu agar gelembung udara bisa keluar supaya beton tidak keropos. Setelah

penuh dan padat, bagian atas diratakan kemudian didiamkan selama 24 jam ditempat yang terlindung dari panas dan hujan.

5. Setelah 24 jam cetakan dibuka.

4.4.2 Perawatan benda uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah beton dibuka dari cetakannya, kurang lebih 24 jam setelah pengecoran. Rawatan benda uji dilakukan untuk menjaga agar permukaan beton selalu lembab dan untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan baik.

Pada penelitian ini, rawatan beton dilakukan dengan metode menyiram air dingin (suhu kamar 35°C) dan air panas suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Rawatan benda uji dengan disiram air dingin dilakukan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, setiap variasi berjumlah 5 sampel. Setiap hari dilakukan 1 kali penyiraman yaitu pagi dan siang hari. Rawatan benda uji dengan disiram air panas dilakukan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Untuk rawatan benda uji disiram air panas dilakukan melalui beberapa proses, yaitu:

- Menyiapkan air panas dengan volume kira-kira cukup untuk menyiram sebanyak benda uji. Alat yang digunakan untuk memasak air yaitu tempayan besar dan kompor gas.
- Setelah air mendidih kemudian didiamkan selama kurang lebih 10 menit hingga suhu mendekati 50°C .
- Kemudian benda uji disiram secara merata.

4.4.3 Pengujian benda uji

Pengujian benda uji dilakukan setelah proses rawatan beton untuk berbagai variasi selesai hingga beton berumur 28 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat desak beton untuk berbagai macam variasi dan dibandingkan hasilnya antara rawatan benda uji disiram air dingin dan disiram air panas.

Pelaksanaan pengujian kuat desak beton dilakukan dilabolatorium bahan konstruksi teknik, FTSP, UII, Yogyakarta. Mesin uji yang dipakai yaitu merk "control". Langkah-langkah pengujian yaitu:

1. setelah diukur dan ditimbang, benda uji diletakan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak.
2. Mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan secara berangsur-angsur sampai benda uji hancur pada pembebanan maksimal. Setelah benda uji hancur, mesin dimatikan dan besar beban maksimum dicatat sesuai jarum penunjuk pembebanan.
3. Benda uji diamati keadaan pecahnya.

Kuat desak beton diperoleh dengan membagi beban maksimum yang mampu ditahan masing-masing benda uji dengan luas permukaan beton yang terkena beban. Rumus kuat desak beton adalah:

$$F_c = P/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dengan: P = beban maksimum yang mampu ditahan (N)

A = luas permukaan desak beton (mm²)

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil penelitian

Setelah seluruh pelaksanaan penelitian dilaboratorium selesai, sebagai hasilnya didapatkan data-data mengenai dimensi benda uji, beban maksimum yang mampu ditahan dan akhirnya didapatkan tegangan desak untuk masing-masing benda uji pada berbagai variasi dan lamanya rawatan beton.

5.1.1 Rawatan benda uji dengan disiram air dingin

Rawatan beton dengan disiram air untuk berbagai variasi penyiraman sebagai berikut:

1. disiram air selama 7 hari,
2. disiram air selama 14 hari,
3. disiram air selama 21 hari, dan
4. disiram air selama 28 hari.

Penyiraman dilakukan selama 1 kali sehari dan beton diletakan pada udara terbuka dengan suhu udara sekitar $30 - 35^{\circ}\text{C}$. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai Tabel 5.4.

Tabel 5.1 Rawatan disiram air selama 7 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₁₁₁ | 150,2 | 17718,614 | 435000 | 24,55 |
| S ₁₁₂ | 151,3 | 17979,091 | 550000 | 30,59 |
| S ₁₁₃ | 149,8 | 17624,366 | 625000 | 35,46 |
| S ₁₁₄ | 152 | 18145,839 | 495000 | 27,28 |
| S ₁₁₅ | 152 | 18145,839 | 570000 | 31,412 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air selama 7 hari:

$$\frac{24,55 + 30,59 + 35,46 + 27,28 + 31,412}{5} = 29,8584 \text{ Mpa}$$

sd = 4,1579 (hitungan lihat lampiran)

$$f_c = f_{cr} - 1,64.sd$$

$$= 29,8584 - 1,64.4,1579 = 23,0394 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.2 Rawatan disiram air selama 14 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₁₂₁ | 152 | 18145,8392 | 595000 | 32,79 |
| S ₁₂₂ | 151,5 | 18026,655 | 480000 | 26,63 |
| S ₁₂₃ | 152 | 18145,8392 | 545000 | 30,03 |
| S ₁₂₄ | 152 | 18145,8392 | 510000 | 28,11 |
| S ₁₂₅ | 151,5 | 18026,655 | 680000 | 37,72 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air selama 14 hari:

$$\frac{32,79 + 26,63 + 30,03 + 28,11 + 37,72}{5} = 31,056 \text{ Mpa}$$

$s_d = 4,3799$ (hitungan lihat lampiran)

$f'_c = f'_{cr} - 1,64 \cdot s_d$

$= 31,056 - 1,64 \cdot 4,3799 = 23,8729 \text{ Mpa}$

Tabel 5.3 Rawatan disiram air selama 21 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | P _{max} (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------------------|-----------------|
| S ₁₃₁ | 150,2 | 17718,6139 | 725000 | 40,92 |
| S ₁₃₂ | 150,2 | 17718,6139 | 525000 | 29,63 |
| S ₁₃₃ | 152 | 18145,8392 | 630000 | 34,72 |
| S ₁₃₄ | 152 | 18145,8392 | 685000 | 37,75 |
| S ₁₃₅ | 152 | 18145,8392 | 690000 | 38,025 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air selama 21 hari:

$$\frac{40,92 + 29,63 + 34,72 + 37,75 + 38,025}{5} = 36,209 \text{ Mpa}$$

$s_d = 4,2827$ (hitungan lihat lampiran)

$f'_c = f'_{cr} - 1,64 \cdot s_d$

$= 36,209 - 1,64 \cdot 4,2827$

$= 29,1854 \text{ Mpa}$

Tabel 5.4 Rawatan disiram air selama 28 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₁₄₁ | 152 | 18145,8392 | 680000 | 37,47 |
| S ₁₄₂ | 151,7 | 18074,282 | 730000 | 40,39 |
| S ₁₄₃ | 152 | 18145,8392 | 650000 | 35,821 |
| S ₁₄₄ | 152 | 18145,8392 | 760000 | 41,88 |
| S ₁₄₅ | 152 | 18145,8392 | 720000 | 39,68 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air selama 28 hari:

$$\frac{37,47 + 40,39 + 35,821 + 41,88 + 39,68}{5} = 39,0482 \text{ Mpa}$$

sd = 2,4044 (hitungan lihat lampiran)

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \cdot 2,4044$$

$$= 35,105 \text{ Mpa}$$

5.1.2 Rawatan benda uji dengan disiram air panas

Rawatan yang dilakukan yaitu dengan disiram air panas pada suhu 50°C.

Air panas yang digunakan untuk menyiram lebih kurang mempunyai suhu 50°C

dan suhu udara sekitar 30 – 35°C. Variasi perawatan adalah sebagai berikut:

1. disiram air panas selama 7 hari,
2. disiram air panas selama 14 hari,
3. disiram air panas selama 21 hari, dan
4. disiram air panas selama 28 hari.

Penyiraman dilakukan selama 2 kali sehari untuk berbagai macam variasi perawatan benda uji. Adapun data hasil uji yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.5 sampai dengan Tabel 5.8.

Tabel 5.5 Rawatan disiram air panas selama 7 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₂₁₁ | 152 | 18145,8392 | 530000 | 29,21 |
| S ₂₁₂ | 148,7 | 1736,4807 | 590000 | 33,97 |
| S ₂₁₃ | 148,7 | 17366,4807 | 560000 | 32,25 |
| S ₂₁₄ | 150 | 17671,4587 | 505000 | 28,58 |
| S ₂₁₅ | 148,7 | 17366,4807 | 720000 | 41,46 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air panas selama 7 hari:

$$\frac{29,21+33,97+32,25+28,58+41,46}{5} = 33,094 \text{ Mpa}$$

$$sd = 5,17 \text{ (hitungan lihat lampiran)}$$

$$f'c = f'cr - 1,64.sd$$

$$= 33,094 - 1,64 .5.17$$

$$= 24,6152 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.6 Rawatan disiram air panas selama 14 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₂₂₁ | 150 | 17671,4587 | 600000 | 33,95 |
| S ₂₂₂ | 151,1 | 17931,5904 | 570000 | 31,79 |
| S ₂₂₃ | 152,1 | 18169,7231 | 625000 | 34,398 |
| S ₂₂₄ | 149,6 | 17577,3366 | 570000 | 32,43 |
| S ₂₂₅ | 150 | 17671,4587 | 620000 | 35,085 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air panas selama 14 hari:

$$\frac{33,95+31,79+34,398+32,43+35,085}{5} = 33,5306 \text{ Mpa}$$

$$sd = 1,3243 \text{ (hitungan lihat lampiran)}$$

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \cdot sd$$

$$= 33,5306 - 1,64 \cdot 1,3243$$

$$= 31,3588 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.7 Rawatan disiram air panas selama 21 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₂₃₁ | 152,1 | 18169,7231 | 550000 | 30,27 |
| S ₂₃₂ | 150 | 17671,4587 | 540000 | 30,56 |
| S ₂₃₃ | 150 | 17671,4587 | 615000 | 34,802 |
| S ₂₃₄ | 151,2 | 17955,333 | 555000 | 30,91 |
| S ₂₃₅ | 152,4 | 18241,4692 | 620000 | 33,99 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air panas selama 21 hari:

$$\frac{30,27+30,56+34,802+30,91+33,99}{5} = 32,1064 \text{ Mpa}$$

$$sd = 2,1219 \text{ (hitungan lihat lampiran)}$$

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - 1,64.s_d \\
 &= 32,1064 \text{ m} - 1,64.2,1219 \\
 &= 28,6265 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Rawatan disiram air panas selama 28 hari

| Sampel | Dimensi (mm) | Luas (mm ²) | Pmax (N) | Kuatdesak (Mpa) |
|------------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| S ₃₃₁ | 152,4 | 18241,4692 | 575000 | 31,52 |
| S ₃₃₂ | 150 | 17671,4587 | 565000 | 31,97 |
| S ₃₃₃ | 149,7 | 17600,8435 | 570000 | 32,38 |
| S ₃₃₄ | 151,7 | 18074,2815 | 555000 | 30,71 |
| S ₃₃₅ | 152 | 18145,8392 | 515000 | 28,38 |

Kuat desak beton rata-rata disiram air panas selama 21 hari:

$$\frac{31,52+31,97+32,38+30,71+28,38}{5} = 30,992 \text{ Mpa}$$

$$s_d = 1,5862 \text{ (hitungan lihat lampiran)}$$

$$\begin{aligned}
 f_c &= f_{cr} - 1,64.s_d \\
 &= 30,992 - 1,64.1,5962 \\
 &= 28,3906 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Adapun prosentase penurunan kuat desak beton untuk metode rawatan dengan disiram air dingin dan air panas untuk variasi lama rawatan benda uji bila dibandingkan dengan bila dirawat selama 28 hari sebagai standar dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Prosentase penurunan kuat desak beton dengan rawatan disiram air dingin

| Lama rawatan benda uji (hari) | Kuat desak beton (Mpa) | % penurunan |
|-------------------------------|------------------------|-------------|
| 7 | 23,0394 | 34,37 |
| 14 | 23,8729 | 31,9958 |
| 21 | 29,1854 | 16,8626 |
| 28 | 35,105 | 0 |

Tabel 5.10 Prosentase penurunan dan peningkatan kuat desak beton dengan rawatan disiram air panas.

| Lama rawatan benda uji (hari) | Kuat desak beton (Mpa) | % penurunan | %peningkatan |
|-------------------------------|------------------------|-------------|--------------|
| 7 | 24,6152 | 13,2981 | - |
| 14 | 31,3588 | - | 10,4549 |
| 21 | 28,6265 | - | 0,8309 |
| 28 | 28,3906 | 0 | 0 |

Tabel 5.11 Prosentase penurunan dan peningkatan kuat desak beton dengan rawatan disiram air panas dibandingkan rawatan disiram air dingin.

| Lama rawatan benda uji (hari) | Kuat desak beton (Mpa) | | % penurunan | %peningkatan |
|-------------------------------|------------------------|-----------|-------------|--------------|
| | Air dingin | Air panas | | |
| 7 | 23,0394 | 24,6152 | - | 6,8395 |
| 14 | 23,8729 | 31,3588 | - | 31,3573 |
| 21 | 29,1854 | 28,6265 | 1,9149 | - |
| 28 | 35,105 | 28,3906 | 1,9127 | - |

5.2 Evaluasi dan kajian penelitian

Hasil penelitian yang didapat dari pengujian di labolatorium akan dikaji dan dievaluasi, meliputi:

1. Membandingkan kuat desak dari benda uji dengan rawatan disiram air dingin untuk berbagai variasi lama rawatan benda uji,
2. Membandingkan kuat desak dari benda uji dengan rawatan disiram air panas untuk berbagai variasi lama rawatan benda uji,
3. Membandingkan kuat desak beton antara dirawat dengan air dingin dan air panas,
4. Dengan membandingkan benda uji tersebut di atas maka dapat dilihat sejauh mana peningkatan dan penurunan tingkat kekuatan kuat desak beton benda uji.

Untuk memudahkan dalam melakukan perbandingan kuat desak beton benda uji maka dibuat tabel dan grafik prosentase penurunan ataupun peningkatan kekuatan beton.

5.3 Pembahasan

5.3.1 Keadaan fisik beton

Dari hasil penelitian dan pengamatan terhadap benda uji didapatkan beberapa perbedaan keadaan fisik sampel antara sampel dirawat dengan menyiram air dingin dan dengan disiram air panas. Sampel yang disiram air dingin permukaannya bewarna abu-abu tua, sedangkan sampel yang disiram dengan air panas warnanya abu-abu keputihan. Hal ini dimungkinkan karena beton terkena

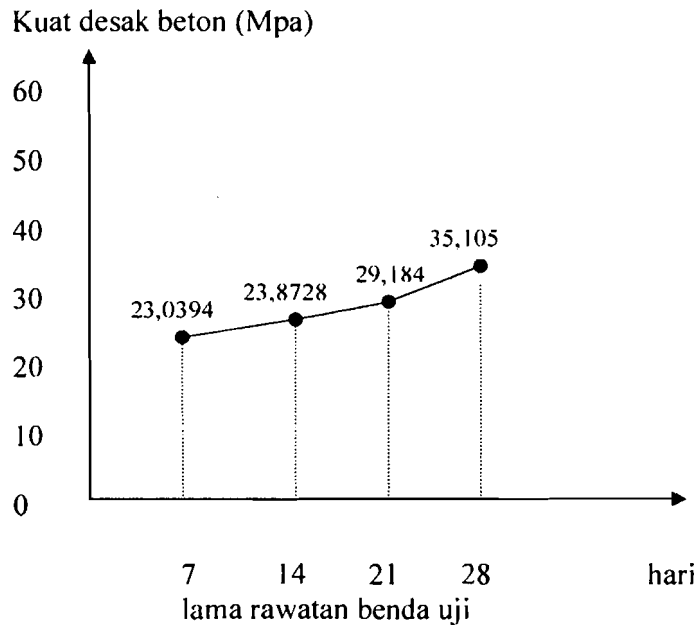
air panas sehingga kelihatan seperti terbakar. Sampel yang disiram dengan air panas pada waktu pengujian terlihat lebih getas dibandingkan dengan sampel yang disiram dengan air dingin.

5.3.2 Kuat desak beton

Kuat desak beton yang direncanakan pada benda uji ini adalah 20 Mpa. Dari hasil pengujian untuk beton yang dirawat dengan disiram air dingin maupun disiram dengan air panas didapat kuat desak beton lebih dari 20 Mpa. Dari hasil tersebut, menunjukkan bahwa pelaksanaan pembuatan benda uji sudah bagus.

Berdasarkan data-data hasil benda uji yang dirawat dengan cara disiram air dingin pada tabel 5.9 dapat dilihat bahwa beton akan mempunyai kuat desak beton tertinggi apabila beton disiram terus selama 28 hari. Prosentase penurunan kuat desak beton bila dibandingkan dengan beton yang dirawat selama 28 hari yaitu untuk beton yang dirawat 7 hari mengalami penurunan sebesar 34,37%, dirawat selama 14 hari mengalami penurunan 31,9958%, dirawat selama 21 hari mengalami penurunan 16,8626%. Dengan demikian dapat dilihat disini bahwa peningkatan kuat desak beton akan meningkat sejalan dengan lamanya rawatan beton yang dilakukan. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan teori bahwa proses reaksi beton itu lambat dan membutuhkan lebih banyak air untuk melanjutkan proses reaksi hidrasi antara semen dan air, maka dengan penambahan air melalui penyiraman air akan melanjutkan proses hidrasi tersebut selesai dan untuk menggantikan air yang hilang karena penguapan yang terjadi (Tjokrodimulyo,

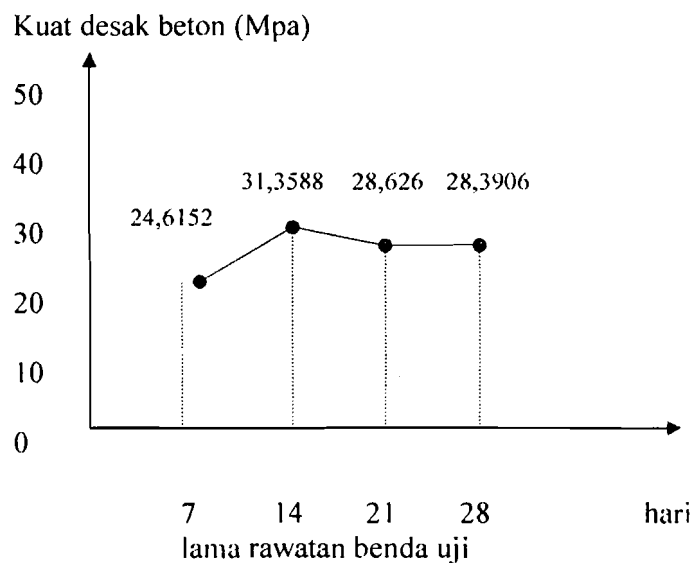
1995). Grafik kekuatan desak beton dengan metode rawatan disiram air dingin dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air dingin.

Untuk beton yang dirawat dengan menyiram air panas akan mengalami peningkatan dan penurunan kuat desak beton untuk berbagai variasi lama perawatan. Prosentase peningkatan dan penurunan kekuatan desak beton dapat dilihat pada tabel 5.10 diatas. Prosentase peningkatan dan penurunan kuat desak beton apabila dibandingkan dengan benda uji yang dirawat dengan disiram air panas selama 28 hari, dapat dilihat bahwa beton yang dirawat dengan disiram air panas selama 7 hari mengalami penurunan kekuatan sebesar 13,2981%, sedangkan beton yang dirawat sela 14 dan 21 hari mengalami peningkatan sebesar 10,4549% dan 0,8309%. Dengan demikian dapat dilihat bahwa beton yang dirawat dengan air panas akan mencapai kekuatan terbaik pada rawatan

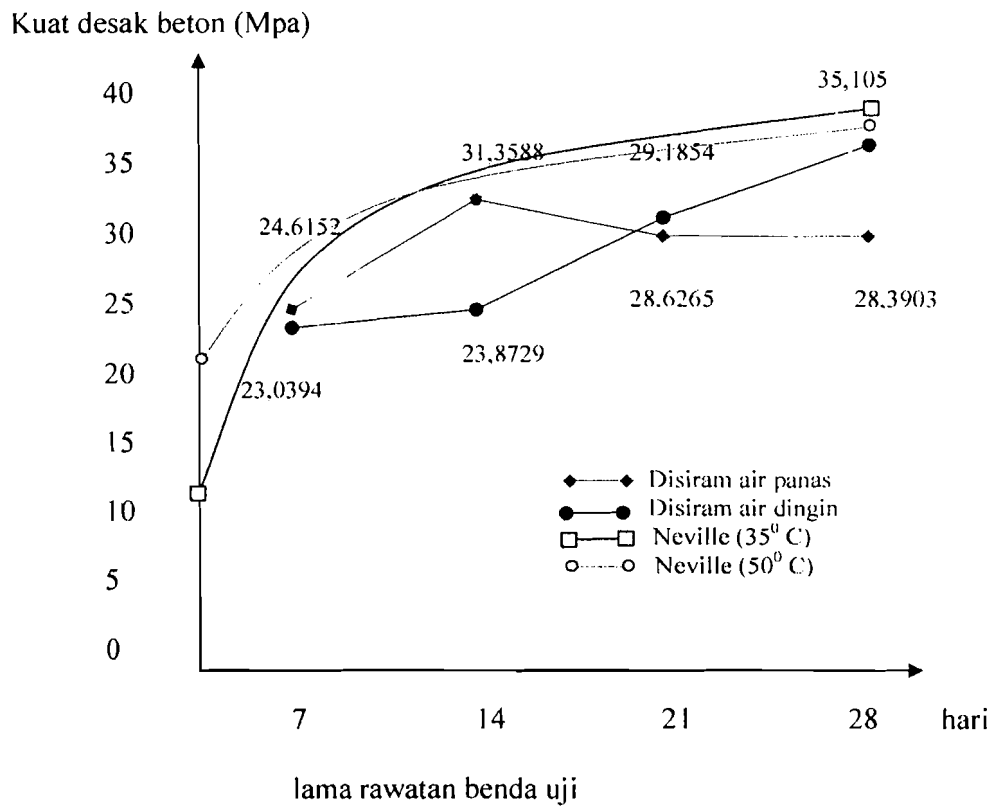
beton selama 14 hari dan akan kembali turun untuk rawatan selama 21 hari dan 28 hari. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan teori bahwa beton yang disiram air panas menghasilkan temperatur yang tinggi sehingga beton pada umur muda akan terjadi pengikatan cepat dan kehilangan permanen dari kekuatan potensial serta kekuatan beton akan menurun ketika beton mencapai umur 28 hari (Ferguson, 1986). Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air panas dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air panas.

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat prosentase penurunan dan peningkatan kekuatan beton yang dirawat dengan disiram air dingin dan disiram air panas. Apabila dibandingkan beton yang dirawat dengan air dingin, kekuatan beton yang dirawat dengan disiram air panas selama 7 hari akan mengalami kenaikan sebesar 6,8395%, 14 hari akan mengalami peningkatan sebesar 31,3573%. Akan tetapi

pada umur 21 dan 28 hari kekuatan beton akan mengalami penurunan berturut-turut sebesar 1,9149% dan 1,9127%. Dari hasil tersebut maka rawatan beton menggunakan air panas akan lebih baik bila dibandingkan menggunakan air dingin untuk lama rawatan selama 7 hari dan 14 hari. Sedangkan menurut Neville beton yang dirawat pada temperatur yang lebih tinggi akan berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan rata-rata awal atau lebih tinggi tetapi akan lebih rendah untuk kekuatan jangka panjang. Kekuatan beton akan lebih tinggi selama hari pertama tetapi umur 3 sampai 28 hari akan mengalami penurunan kekuatan beton. Hal ini seperti penjelasan teori di atas bahwa kekuatan beton akan lebih tinggi apabila temperatur awal tinggi dan akan menurun sejalan umur beton. Dapat dijelaskan bahwa dengan temperatur yang lebih tinggi akan menyebabkan beton mengalami retak-retak pada permukaan benda uji. Grafik kuat desak beton yang dirawat dengan disiram air dingin dan air panas serta menurut Neville dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik kuat desak beton dirawat dengan disiram air dingin dan air panas.

Bab VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rasio penurunan kuat desak beton yang dirawat dengan menyiram air dingin untuk lama perawatan 7 hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut yaitu 34,37%; 31,995% dan 16,8626% terhadap rawatan beton selama 28 hari
2. Rasio penurunan kuat desak beton yang dirawat dengan menyiram air panas sebesar 13,2981% untuk lama rawatan 7 hari, tetapi untuk lama rawatan 14 hari dan 21 hari akan mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 10,4549% dan 0,8309% terhadap rawatan beton selama 28 hari.
3. Rawatan beton dengan cara menyiram dengan air panas akan mengalami rasio peningkatan kekuatan desak sebesar 6,8395% dan 31,3573% untuk lama rawatan 7 hari dan 14 hari, sedangkan untuk lama rawatan 21 hari dan 28 hari mengalami rasio penurunan kekuatan desak sebesar 1,9149% dan 1,9127% bila dibandingkan dengan rawatan beton dengan cara menyirami air dingin

4. Kuat desak beton yang dirawat dengan cara menyirami air panas selama 14 hari, akan mendekati dengan kuat desak beton yang dirawat dengan cara menyirami air dingin selama 21 hari.

6.2 Saran

Untuk lebih sempurnanya hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk dilakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Variasi lama rawatan dibuat lebih banyak misalnya rawatan dilakukan selama 3 hari, 5 hari, 7 hari dan seterusnya.
2. Waktu pengujian yang lebih lama terhadap beton untuk rawatan dengan menyirami dengan air panas, misalnya sampai 90 hari.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang rawatan beton dengan disiram air panas terhadap peningkatan kekuatan beton, misalnya beton dirawat selama 3 hari kemudian diuji, umur 7 hari kemudian diuji dan seterusnya.
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh temperatur rawatan beton terhadap kuat desak beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Amat Qolyubi, Dina Rahmani, 1999, **Pengaruh Variasi Suhu Pembakaran dan Perlakuan Beton Pasca Bakar Terhadap Penurunan Kuat Desak, Modulus Elastis dan Kuat Geser Beton**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- A.M Neville dan J.J Brooks, 1987, **Concrete Technology**, John Wiley & Sons INC, Drexel University, Toronto, Kanada
- Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995, **Teknologi Beton**, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Murdock, L.J, 1991, **Bahan dan Praktek Beton**, Edisi Ke-empat, Erlangga, Jakarta
- Phil M, Fergusson, 1986, **Dasar – Dasar Beton Bertulang**, Edisi Ke-empat, Erlangga, Jakarta
- Sandor Popovich, 1998, **Strength and Related Properties of Concrete**, John Wiley & Sons INC, Drexel University, Toronto, Kanada
- Surendra P, Shah, Stuart E. Swartz, Chengsheng Ouyang, 1995, **Fracture Mechanics of Concrete : Applications of Fracture Mechanics to Concrete, Rock and Other Quasi – Brittle Material**, John Wiley & Sons INC, Drexel University, Toronto, Kanada

LAMPION

Lampiran 4 Hitungan standar deviasi untuk benda uji dirawat disiram air dingin

1. Hitungan standar deviasi (sd) untuk benda uji yang dirawat dengan menyiram air dingin 7 hari.

| No | f'c (Mpa) | (f'c-f'cr) ² |
|----|-----------|-------------------------|
| 1 | 24,55 | 28,1791 |
| 2 | 30,59 | 0,5352 |
| 3 | 35,46 | 31,3779 |
| 4 | 27,48 | 6,6481 |
| 5 | 31,412 | 2,4136 |

$$f'_{cr} = \Sigma f'c / N = 29,8584 \text{ Mpa.}$$

$$\Sigma(f'c-f'_{cr})^2 = 69,1539 \text{ Mpa}$$

Misal a = $\Sigma(f'c-f'_{cr})^2$ dan b = N-1 maka

$$\begin{aligned} Sd &= \sqrt{a/b} \\ &= \sqrt{69,1579/(5-1)} \\ &= 4,1579 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

2. Hitungan standar deviasi (sd) untuk benda uji yang dirawat dengan menyiram air dingin 14 hari.

| No | f'c (Mpa) | (f'c-f'cr) ² |
|----|-----------|-------------------------|
| 1 | 32,79 | 3,0068 |
| 2 | 26,63 | 19,5895 |
| 3 | 30,03 | 1,0527 |
| 4 | 28,11 | 8,6789 |
| 5 | 37,72 | 44,4089 |

$$f'_{cr} = \Sigma f'c / N$$

$$= 31,059 \text{ Mpa.}$$

$$\Sigma(f'c - f'_{cr})^2 = 76,7368 \text{ Mpa}$$

Misal $a = \Sigma(f'c - f'_{cr})^2$ dan $b = N - 1$ maka

$$Sd = \sqrt{a/b}$$

$$= \sqrt{76,7368 / (5 - 1)}$$

$$= 4,3799 \text{ Mpa.}$$

3. Hitungan standar deviasi (sd) untuk benda uji yang dirawat dengan menyiram air dingin 21 hari.

| No | f'c (Mpa) | (f'c - f'_{cr})^2 |
|----|-----------|-------------------|
| 1 | 40,92 | 22,1935 |
| 2 | 29,63 | 43,2832 |
| 3 | 34,72 | 2,2171 |
| 4 | 37,75 | 2,3747 |
| 5 | 38,025 | 3,2979 |

$$f'_{cr} = \Sigma f'c / N$$

$$= 36,209 \text{ Mpa.}$$

$$\Sigma(f'c - f'_{cr})^2 = 73,3664 \text{ Mpa}$$

Misal $a = \Sigma(f'c - f'_{cr})^2$ dan $b = N - 1$ maka

$$Sd = \sqrt{a/b}$$

$$= \sqrt{73,3664 / (5 - 1)} = 4,2827 \text{ Mpa.}$$

4. Hitungan standar deviasi (sd) untuk benda uji yang dirawat dengan menyiram air dingin 28 hari.

| No | $f'c$ (Mpa) | $(f'c - f'cr)^2$ |
|----|-------------|------------------|
| 1 | 37,47 | 2,4907 |
| 2 | 40,39 | 1,8004 |
| 3 | 35,821 | 10,4148 |
| 4 | 41,88 | 8,0191 |
| 5 | 39,68 | 0,3992 |

$$f'cr = \Sigma f'c / N$$
$$= 39,0482 \text{ Mpa.}$$

$$\Sigma (f'c - f'cr)^2 = 23,1242 \text{ Mpa}$$

Misal $a = \Sigma (f'c - f'cr)^2$ dan $b = N - 1$ maka

$$Sd = \sqrt{a/b}$$
$$= \sqrt{23,1242 / (5 - 1)} = 2,4044 \text{ Mpa.}$$

Lampiran 5 Hitungan standar deviasi (sd) untuk benda uji dirawat disiram air panas

1. Standar deviasi untuk benda uji dirawat air panas selama 7 hari

| No | f'c (Mpa) | (f'c-f'cr) ² |
|----|-----------|-------------------------|
| 1 | 29,21 | 15,085 |
| 2 | 33,97 | 0,767 |
| 3 | 32,25 | 0,712 |
| 4 | 28,58 | 20,376 |
| 5 | 41,46 | 69,99 |

$$F'_{cr} = \Sigma f'c / N = 33,094 \text{ Mpa}$$

$$\Sigma (f'c - f'cr) = 106,93$$

$$\text{Misal } a = \Sigma (f'c - f'cr)^2 \text{ dan } b = N - 1$$

$$Sd = \sqrt{a/b} = \sqrt{106,93/4} = 5,17 \text{ Mpa}$$

2. Standar deviasi untuk benda uji dirawat air panas selama 14 hari

| No | f'c (Mpa) | (f'c-f'cr) ² |
|----|-----------|-------------------------|
| 1 | 33,95 | 0,1759 |
| 2 | 31,79 | 3,0296 |
| 3 | 34,398 | 0,7524 |
| 4 | 32,43 | 0,6409 |
| 5 | 35,085 | 2,4162 |

$$F'_{cr} = \Sigma f'c / N = 33,5306 \text{ Mpa}$$

$$\Sigma(f'c - f'cr) = 7,015$$

$$\text{Misal } a = \Sigma(f'c - f'cr)^2 \text{ dan } b = N-1$$

$$Sd = \sqrt{a/b} = \sqrt{7,015/4} = 1,3243 \text{ Mpa}$$

3. Standar deviasi untuk benda uji dirawat air panas selama 21 hari

| No | f'c (Mpa) | (f'c - f'cr) ² |
|----|-----------|---------------------------|
| 1 | 30,27 | 3,3724 |
| 2 | 30,56 | 2,3914 |
| 3 | 34,802 | 7,2663 |
| 4 | 30,91 | 1,414 |
| 5 | 33,99 | 3,5479 |

$$f'cr = \Sigma f'c / N = 32,1064 \text{ Mpa}$$

$$\Sigma(f'c - f'cr) = 18,0094$$

$$\text{Misal } a = \Sigma(f'c - f'cr)^2 \text{ dan } b = N-1$$

$$Sd = \sqrt{a/b} = \sqrt{18,0094/4} = 2,1219 \text{ Mpa}$$

4. Standar deviasi untuk benda uji dirawat air panas selama 28 hari

| No | f'c (Mpa) | (f'c - f'cr) ² |
|----|-----------|---------------------------|
| 1 | 31,52 | 0,2788 |
| 2 | 31,97 | 0,9565 |
| 3 | 32,38 | 1,9265 |
| 4 | 30,71 | 0,0795 |
| 5 | 28,38 | 6,8225 |

$$F_{cr} = \Sigma F_c / N = 30,992 \text{ Mpa}$$

$$\Sigma(F_c - F_{cr}) = 10,0638$$

$$\text{Misal a} = \Sigma(F_c - F_{cr})^2 \text{ dan } b = N - 1$$

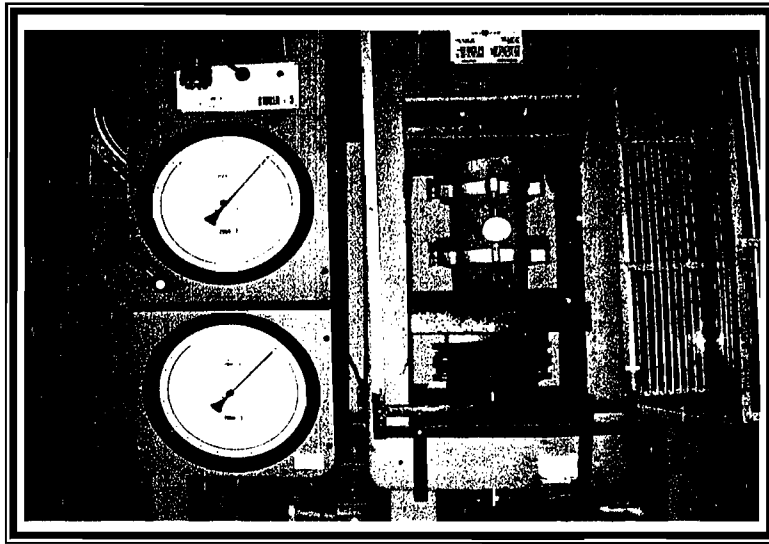
$$Sd = \sqrt{a/b} = \sqrt{10,0638/4} = 1,5862 \text{ Mpa}$$

Gambar Mencaampur Adukan Beton

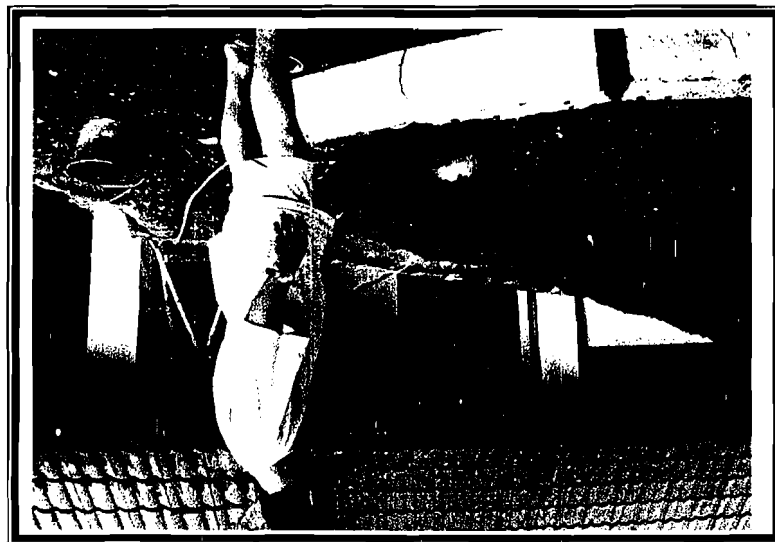


LAMPIRAN GAMBAR PELAKSANAAN PENELITIAN

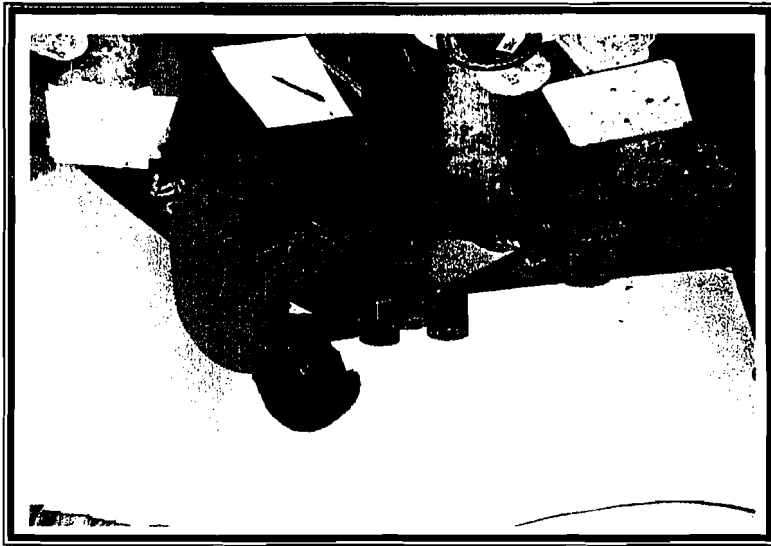
Gambar Pengujian Desak Beton Benda Uji



Gambar Pencucian Agregat dari Lumpur



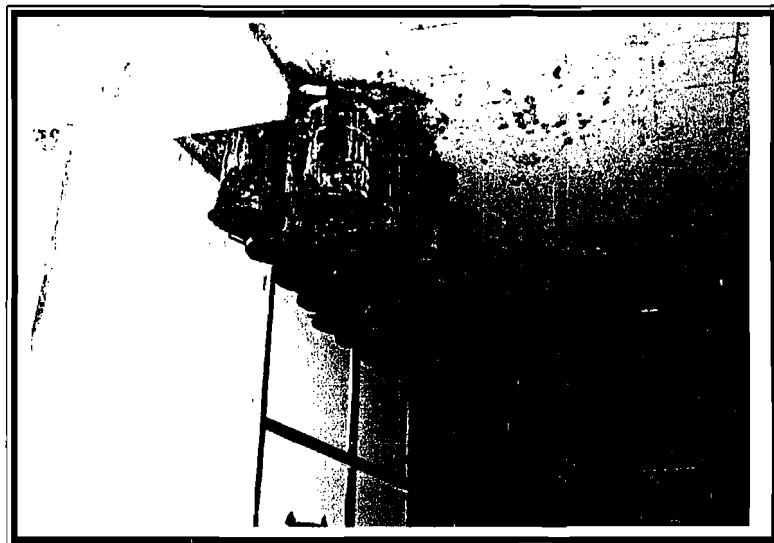
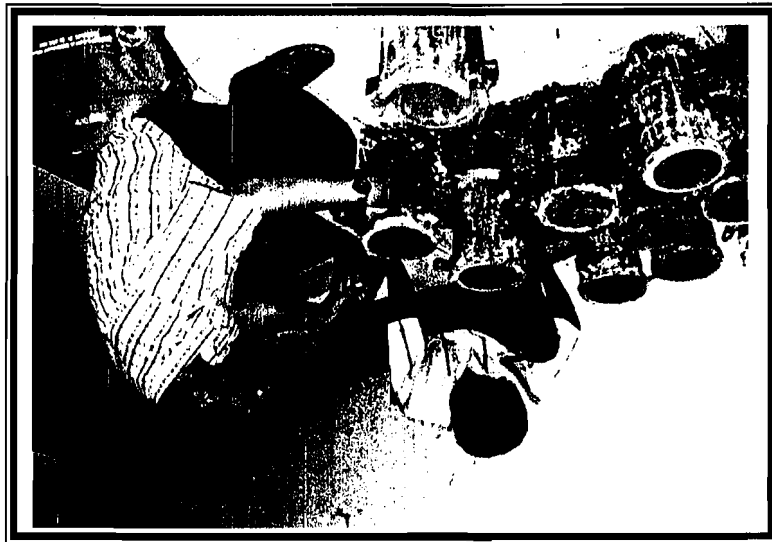
(Gambar Pengukuran Benda Uji)



Gambar Rawatan Benda Uji



Gambar Benda Uji





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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : AGREGAT KASAR Di periksa oleh :
Nama benda uji : SPLIT 1. _____
Asal : Klereng Kulonprogo 2. _____
Keperluan : Penelitian T.A.
Tanggal : 23-Nov-2002

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) | 659 | Cc | 650 | Cc |
| Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$ | $\frac{400}{659-500} = 2,6265$ | | $\frac{400}{650-500} = 2,669$ | |
| Berat jenis rata - rata | 2,64 | | | |

Catatan :

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : Krikil Di periksa oleh :
 Nama benda uji : SPLIT 1. _____
 Asal : Clerang kulonprogo 2. _____
 Keperluan : Penelitian TA
 Tanggal : 23-Nov-2002.

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

| | BENDA UJI I | BENDA UJI II |
|---|---|--|
| Berat tabung (W_1) | 7,352 Kg | 7,340 Kg |
| Berat tabung + Agregat (W_2) | 15,280 Kg | 15,459 Kg |
| Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$ | $5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ | $5,29875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ |
| $W_2 - W_1$ | $15,280 - 7,352$ | $15,459 - 7,340$ |
| Berat volume _____ V | $\frac{7,928}{5,29875 \cdot 10^{-3}}$ $= 1497,712 \text{ kg/m}^3$ $= 1,49771 \text{ t/m}^3$ | $\frac{8,119}{5,29875 \cdot 10^{-3}}$ $= 1503,74 \text{ kg/m}^3$ $= 1,53074 \text{ t/m}^3$ |
| Berat volume rata-rata | 1,51423 t/m ³ | |

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : PASIR Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Kalutang Pasir 1. _____
 Asal : Krasak 2. _____
 Keperluan : Penelitian TA
 Tanggal : 23 - Nov - 2002

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) | ...650... | Cc | ..649.. | Cc |
| Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$ | $\frac{400}{650-500} = 2,667$ | | $\frac{400}{649-500} = 2,65$ | |
| Berat jenis rata - rata | 2,660... | | | |

Catatan :

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : AGREGAT HALUS Di periksa oleh :
 Nama benda uji : PASIR 1. _____
 Asal : KALI ~~KALIA~~ KASAK 2. _____
 Keperluan : Data PENELITIAN
T.A. Tanggal : 23-11-2002

| Saringan | | Berat tertinggal gram | | Berat tertinggal % | | Berat kumulatif % | |
|----------|-------------|-----------------------|-------|--------------------|--------|-------------------|---------|
| No | Ø lubang mm | I | II | I | II | I | II |
| 1 | 40 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2 | 20 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3 | 10 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4 | 4.75 | 10,7 | 29,4 | 0,687 | 1,96 | 0,687 | 1,96 |
| 5 | 2.36 | 83,4 | 123,3 | 5,56 | 8,22 | 6,247 | 10,18 |
| 6 | 1.18 | 332 | 273,3 | 22,133 | 16,22 | 28,38 | 28,4 |
| 7 | 0.600 | 4531 | 398,5 | 30,207 | 26,567 | 58,587 | 54,967 |
| 8 | 0.300 | 2677,1 | 314,4 | 19,807 | 20,96 | 77,894 | 75,927 |
| 9 | 0.150 | 200,7 | 22,3 | 13,38 | 14,753 | 91,274 | 90,68 |
| 10 | Pan | 91,1 | 125,1 | 6,073 | 8,34 | ----- | ----- |
| | | 1185 | | Jumlah | | 267,07 | 262,114 |

Jumlah rata - rata 262,5

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{262,500}{100} \times 100\% = \boxed{262,5} = \underline{\underline{2,6}}$$

Yogyakarta, _____

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Disiram air dingin selama 7 hari*
2. Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / Kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran : I. Diameter : ...15,02 cm tinggi ...30... cm Berat ...12,4 kg
 II. Diameter : ...15,2 cm tinggi ...30,23 cm Berat ...12,4 kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 14 |
| 20 | 15 | 18 |
| 30 | 20 | 25 |
| 40 | 24 | 28 |
| 50 | 30 | 34 |
| 60 | 35 | 38 |
| 70 | 40 | 42 |
| 80 | 44 | 45 |
| 90 | 50 | 50 |
| 100 | 54 | 54 |
| 110 | 60 | 58 |
| 120 | 65 | 65 |
| 130 | 70 | 70 |
| 140 | 76 | 75 |
| 150 | 82 | 82 |
| 160 | 86 | 88 |
| 170 | 92 | 92 |
| 180 | 100 | 95 |
| 190 | 105 | 104 |
| 200 | 110 | 110 |
| 210 | 115 | 120 |
| 220 | 125 | 125 |
| 230 | 130 | 130 |
| 240 | 135 | 135 |
| 250 | 140 | 140 |
| 260 | 150 | 145 |
| 270 | 160 | 150 |
| 280 | 165 | 160 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 170 | 168 |
| 300 | 180 | 170 |
| 310 | 190 | 175 |
| 320 | 195 | 180 |
| 330 | 200 | 190 |
| 340 | 210 | 194 |
| 350 | 220 | 210 |
| 360 | 225 | 220 |
| 370 | 245 | 228 |
| 380 | 260 | 238 |
| 390 | 275 | 245 |
| 400 | 285 | 250 |
| 410 | 290 | 265 |
| 420 | 300 | 270 |
| 430 | 315 | 280 |
| 440 | 320 | 290 |
| 450 | ↓ | 300 |
| 460 | MAX | 310 |
| 470 | 435 KN | 320 |
| 480 | | 330 |
| 490 | | 340 |
| 500 | | 350 |
| 510 | | 360 |
| 520 | | 370 |
| 530 | | 380 |
| 540 | | 400 |
| 550 | | 408 |
| 560 | | 420 |

| Beban KN | Silinder I | Silinder II |
|-------------|------------|-------------|
| 570 | 480 | |
| 580 | 495 | |
| 590 | 500 | |
| 600 | 510 | |
| 610 | 520 | |
| 620 | 580 | |
| 630 | ↓ | |

max 625 KN

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Ditiram air dingin selama 7 hari.*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / Kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran : I. Diameter : *14,98* cm tinggi *30,30* cm Berat *12,9* kg
 II. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,32* cm Berat *12,4* kg

II. DATA PENGUJIAN

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder I | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder II |
|----------|---|--|
| 10 | 10 | 14 |
| 20 | 16 | 18 |
| 30 | 22 | 25 |
| 40 | 30 | 32 |
| 50 | 38 | 40 |
| 60 | 40 | 44 |
| 70 | 48 | 52 |
| 80 | 58 | 58 |
| 90 | 58 | 65 |
| 100 | 65 | 70 |
| 110 | 70 | 74 |
| 120 | 75 | 80 |
| 130 | 82 | 90 |
| 140 | 90 | 95 |
| 150 | 95 | 100 |
| 160 | 100 | 108 |
| 170 | 108 | 115 |
| 180 | 115 | 125 |
| 190 | 122 | 130 |
| 200 | 128 | 140 |
| 210 | 135 | 145 |
| 220 | 140 | 154 |
| 230 | 150 | 160 |
| 240 | 155 | 170 |
| 250 | 165 | 178 |
| 260 | 170 | 190 |
| 270 | 178 | 195 |
| 280 | 182 | 200 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder I | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder II |
|----------|---|--|
| 290 | 190 | 212 |
| 300 | 200 | 222 |
| 310 | 206 | 230 |
| 320 | 215 | 240 |
| 330 | 224 | 250 |
| 340 | 235 | 265 |
| 350 | 245 | 275 |
| 360 | 254 | 285 |
| 370 | 264 | 305 |
| 380 | 270 | 320 |
| 390 | 285 | 335 |
| 400 | 290 | 345 |
| 410 | 300 | 355 |
| 420 | 320 | 370 |
| 430 | 330 | 385 |
| 440 | 340 | 405 |
| 450 | 350 | 425 |
| 460 | 360 | 435 |
| 470 | 370 | 450 |
| 480 | 385 | 465 |
| 490 | 400 | 490 |
| 500 | 410 | ✓ |
| 510 | 425 | |
| 520 | 445 | <i>max</i> |
| 530 | 460 | <i>495 kN</i> |
| 540 | 475 | |
| 550 | 480 | |
| 560 | | |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder I | Regangan (... X 10 ⁻³) Silinder II |
|----------|---|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

III. KETERANGAN

max 550 kN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :
 Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kalfurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :

Semester : /

Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Ditiram air dengan pembersih selama 7 hari*
2. Jenis beton Mutu beton $f'c$ / K Mpa / Kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran : I. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,0* cm Berat *13,3* kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 8 | |
| 20 | 14 | |
| 30 | 20 | |
| 40 | 25 | |
| 50 | 30 | |
| 60 | 35 | |
| 70 | 40 | |
| 80 | 48 | |
| 90 | 55 | |
| 100 | 60 | |
| 110 | 65 | |
| 120 | 70 | |
| 130 | 78 | |
| 140 | 80 | |
| 150 | 90 | |
| 160 | 95 | |
| 170 | 100 | |
| 180 | 108 | |
| 190 | 115 | |
| 200 | 120 | |
| 210 | 125 | |
| 220 | 130 | |
| 230 | 138 | |
| 240 | 142 | |
| 250 | 150 | |
| 260 | 165 | |
| 270 | 174 | |
| 280 | 180 | |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 196 | |
| 300 | 200 | |
| 310 | 208 | |
| 320 | 216 | |
| 330 | 218 | |
| 340 | 225 | |
| 350 | 230 | |
| 360 | 250 | |
| 370 | 260 | |
| 380 | 268 | |
| 390 | 280 | |
| 400 | 290 | |
| 410 | 295 | |
| 420 | 300 | |
| 430 | 308 | |
| 440 | 315 | |
| 450 | 320 | |
| 460 | 330 | |
| 470 | 340 | |
| 480 | 355 | |
| 490 | 370 | |
| 500 | 380 | |
| 510 | 380 | |
| 520 | 420 | |
| 530 | 440 | |
| 540 | 450 | |
| 550 | 470 | |
| 560 | 500 | |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 570 | 520 | |
| ↓ | | |
| MAX 570 KN | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :
.....

Diperiksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji S1.2. Beton air suhu kamar dalam silm 14 hari
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur 28 hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (1) Diameter : 15,2... cm tinggi 29,97... cm Berat 12,75... kg
 (2) i. Diameter : 15,15... cm tinggi 29,98... cm Berat 12,74... kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 5 |
| 20 | 15 | 10 |
| 30 | 20 | 15 |
| 40 | 25 | 20 |
| 50 | 30 | 24 |
| 60 | 40 | 29 |
| 70 | 45 | 35 |
| 80 | 50 | 41 |
| 90 | 60 | 44 |
| 100 | 65 | 50 |
| 110 | 70 | 50 |
| 120 | 75 | 64 |
| 130 | 80 | 70 |
| 140 | 90 | 76 |
| 150 | 95 | 80 |
| 160 | 100 | 88 |
| 170 | 10 | 95 |
| 180 | 15 | 110 |
| 190 | 25 | 120 |
| 200 | 30 | 135 |
| 210 | 40 | 140 |
| 220 | 45 | 150 |
| 230 | 55 | 150 |
| 240 | 60 | 150 |
| 250 | 70 | 160 |
| 260 | 75 | 165 |
| 270 | 85 | 170 |
| 280 | 95 | 180 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 240 | 90 |
| 300 | 20 | 95 |
| 310 | 35 | 200 |
| 320 | 40 | 10 |
| 330 | 50 | 15 |
| 340 | 60 | 35 |
| 350 | 80 | 45 |
| 360 | 90 | 55 |
| 370 | 100 | 65 |
| 380 | 70 | 75 |
| 390 | 70 | 82 |
| 400 | 90 | 90 |
| 410 | 50 | 300 |
| 420 | 70 | 09 |
| 430 | 85 | 20 |
| 440 | 40 | 25 |
| 450 | 15 | 35 |
| 460 | 20 | 45 |
| 470 | 25 | 55 |
| 480 | 30 | 65 |
| 490 | 35 | 70 |
| 500 | 35 | 80 |
| 510 | 40 | 90 |
| 520 | | 95 |
| 530 | | 120 |
| 540 | | 30 |
| 550 | | 40 |
| 560 | | 50 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|------------|
| | Silinder 1 | Silinder 2 |
| 570 | | 60 |
| 580 | | 70 |
| 590 | | 85 |
| 600 | | 500 |
| 610 | | 10 |
| 620 | | 20 |
| 630 | | 30 |
| 640 | | 40 |
| 650 | | 70 |
| 660 | | 90 |
| 670 | | 60 |
| 680 | | 40 |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :

Semester : / ...

Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji: Sil. 2. Ditan. Ar. Sbu. kuman/dingin silm 14 Hari
- Jenis beton: Mutu beton f'c / K Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur: 20 hari; angka konversi umur beton
- Ukuran (5): Diameter: 15,2 cm tinggi: 30,4 cm Berat: 12,9 kg
 II. Diameter: cm tinggi: cm Berat: kg

II. DATA PENGUJIAN

| (5) | | | lanjutan (5) | | | (5) | | |
|----------|------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------------|-------------|----------|------------------------------------|-------------|
| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
| | Silinder I | Silinder II | | Silinder I | Silinder II | | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 14 | | 290 | 15 | | 570 | 565 | |
| 20 | 18 | | 300 | 24 | | 580 | 590 | |
| 30 | 28 | | 310 | 32 | | 590 | 600 | |
| 40 | 40 | | 320 | 40 | | | | |
| 50 | 40 | | 330 | 50 | | | | |
| 60 | 45 | | 340 | 60 | | | | |
| 70 | 54 | | 350 | 73 | | | | |
| 80 | 60 | | 360 | 84 | | | | |
| 90 | 68 | | 370 | 95 | | | | |
| 100 | 72 | | 380 | 308 | | | | |
| 110 | 80 | | 390 | 20 | | | | |
| 120 | 85 | | 400 | 31 | | | | |
| 130 | 90 | | 410 | 40 | | | | |
| 140 | 98 | | 420 | 50 | | | | |
| 150 | 108 | | 430 | 65 | | | | |
| 160 | 12 | | 440 | 75 | | | | |
| 170 | 22 | | 450 | 85 | | | | |
| 180 | 30 | | 460 | 400 | | | | |
| 190 | 35 | | 470 | 00 | | | | |
| 200 | 42 | | 480 | 20 | | | | |
| 210 | 50 | | 490 | 35 | | | | |
| 220 | 58 | | 500 | 50 | | | | |
| 230 | 70 | | 510 | 65 | | | | |
| 240 | 78 | | 520 | 76 | | | | |
| 250 | 85 | | 530 | 95 | | | | |
| 260 | 90 | | 540 | 515 | | | | |
| 270 | 202 | | 550 | 35 | | | | |
| 280 | 158 | | 560 | 55 | | | | |

↓
max 595 KN

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *S1.3. Disiram Air Subur kamar/dingin slm 21 hari*
2. Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / Kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur *26* hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran (5). Diameter : *15,2* cm tinggi *30,23* cm Berat *12,14* kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

(5)

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 14 | |
| 20 | 18 | |
| 30 | 25 | |
| 40 | 28 | |
| 50 | 34 | |
| 60 | 38 | |
| 70 | 42 | |
| 80 | 45 | |
| 90 | 50 | |
| 100 | 54 | |
| 110 | 58 | |
| 120 | 65 | |
| 130 | 70 | |
| 140 | 75 | |
| 150 | 82 | |
| 160 | 88 | |
| 170 | 92 | |
| 180 | 95 | |
| 190 | 104 | |
| 200 | 110 | |
| 210 | 120 | |
| 220 | 125 | |
| 230 | 130 | |
| 240 | 135 | |
| 250 | 140 | |
| 260 | 145 | |
| 270 | 150 | |
| 280 | 165 | |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 168 | |
| 300 | 170 | |
| 310 | 175 | |
| 320 | 180 | |
| 330 | 190 | |
| 340 | 194 | |
| 350 | 218 | |
| 360 | 228 | |
| 370 | 238 | |
| 380 | 245 | |
| 390 | 250 | |
| 400 | 265 | |
| 410 | 270 | |
| 420 | 280 | |
| 430 | 290 | |
| 440 | 300 | |
| 450 | 310 | |
| 460 | 320 | |
| 470 | 330 | |
| 480 | 340 | |
| 490 | 350 | |
| 500 | 360 | |
| 510 | 370 | |
| 520 | 380 | |
| 530 | 400 | |
| 540 | 408 | |
| 550 | 420 | |
| 560 | 450 | |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I (5) | Silinder II |
| 570 | 488 | |
| 580 | 495 | |
| 590 | 500 | |
| 600 | 510 | |
| 610 | 520 | |
| 620 | 580 | |
| 630 | 590 | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analsa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 teip. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Silinder beton dengan sil 21 hari*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (Ø). Diameter : *15,02* cm tinggi *29,98* cm Berat *12,2* kg
 II. Diameter : *15,02* cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 10 |
| 20 | 12 | 18 |
| 30 | 20 | 24 |
| 40 | 28 | 28 |
| 50 | 34 | 35 |
| 60 | 40 | 40 |
| 70 | 44 | 45 |
| 80 | 52 | 50 |
| 90 | 56 | 60 |
| 100 | 62 | 65 |
| 110 | 68 | 68 |
| 120 | 74 | 75 |
| 130 | 80 | 80 |
| 140 | 85 | 85 |
| 150 | 90 | 90 |
| 160 | 95 | 95 |
| 170 | 105 | 105 |
| 180 | 110 | 110 |
| 190 | 114 | 115 |
| 200 | 122 | 120 |
| 210 | 130 | 130 |
| 220 | 135 | 140 |
| 230 | 140 | 150 |
| 240 | 150 | 155 |
| 250 | 155 | 160 |
| 260 | 160 | 170 |
| 270 | 168 | 180 |
| 280 | 170 | 190 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 190 | 195 |
| 300 | 196 | 200 |
| 310 | 200 | 215 |
| 320 | 5 | 220 |
| 330 | 10 | 225 |
| 340 | 18 | 230 |
| 350 | 24 | 245 |
| 360 | 28 | 250 |
| 370 | 31 | 255 |
| 380 | 45 | 270 |
| 390 | 55 | 280 |
| 400 | 65 | 290 |
| 410 | 72 | 300 |
| 420 | 80 | 310 |
| 430 | 92 | 340 |
| 440 | 302 | 350 |
| 450 | 10 | 355 |
| 460 | 10 | 370 |
| 470 | 35 | 385 |
| 480 | 40 | 400 |
| 490 | 50 | 415 |
| 500 | 70 | 435 |
| 510 | 80 | 460 |
| 520 | 90 | 465 |
| 530 | 100 | 480 |
| 540 | 6 | ✓ |
| 550 | 10 | max |
| 560 | 10 | 525 KN |

(5)

| Beban KN | Regangan Silinder I | Regangan Silinder II |
|-------------|------------------------|-------------------------|
| 570 | 30 | |
| 580 | 40 | |
| 590 | 48 | |
| 600 | 70 | |
| 610 | 75 | |
| 620 | 80 | |
| 630 | 500 | |
| 640 | 10 | |
| 650 | 25 | |
| 660 | 35 | |
| 670 | 50 | |
| 680 | 70 | |
| 690 | 600 | |
| 700 | 20 | |
| 710 | 40 | |
| 720 | 60 | |
| 725 | 90 | |
| | ↓ | |
| | max | |
| | 725 KN | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Ditrom air dingin selama 21 hari*
 2. Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / Kg/cm²
 3. Di buat tgl. Di test tgl.
 4. Umur hari, angka konversi umur beton
 5. Ukuran : I. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,30* cm Berat *12,4* kg
 II. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,26* cm Berat *12,5* kg

II. DATA PENGUJIAN

lanjutan

| Beban KN | Regangan Silinder I (... X 10 ⁻³) | Regangan Silinder II (... X 10 ⁻³) |
|----------|---|--|
| 10 | 8 | 16 |
| 20 | 10 | 11 |
| 30 | 14 | 18 |
| 40 | 20 | 22 |
| 50 | 25 | 28 |
| 60 | 30 | 35 |
| 70 | 35 | 40 |
| 80 | 40 | 46 |
| 90 | 45 | 52 |
| 100 | 50 | 58 |
| 110 | 55 | 62 |
| 120 | 60 | 65 |
| 130 | 65 | 72 |
| 140 | 75 | 80 |
| 150 | 80 | 85 |
| 160 | 84 | 92 |
| 170 | 90 | 100 |
| 180 | 95 | 105 |
| 190 | 100 | 110 |
| 200 | 105 | 114 |
| 210 | 110 | 120 |
| 220 | 115 | 125 |
| 230 | 122 | 130 |
| 240 | 128 | 138 |
| 250 | 135 | 142 |
| 260 | 140 | 150 |
| 270 | 155 | 158 |
| 280 | 158 | 165 |

| Beban KN | Regangan Silinder I (... X 10 ⁻³) | Regangan Silinder II (... X 10 ⁻³) |
|----------|---|--|
| 290 | 166 | 170 |
| 300 | 165 | 178 |
| 310 | 170 | 180 |
| 320 | 180 | 195 |
| 330 | 185 | 200 |
| 340 | 194 | 210 |
| 350 | 200 | 218 |
| 360 | 208 | 225 |
| 370 | 214 | 235 |
| 380 | 225 | 245 |
| 390 | 232 | 260 |
| 400 | 248 | 265 |
| 410 | 250 | 285 |
| 420 | 255 | 287 |
| 430 | 265 | 290 |
| 440 | 270 | 310 |
| 450 | 280 | 320 |
| 460 | 285 | 330 |
| 470 | 290 | 340 |
| 480 | 295 | 350 |
| 490 | 305 | 355 |
| 500 | 315 | 360 |
| 510 | 320 | 370 |
| 520 | 330 | 380 |
| 530 | 338 | 390 |
| 540 | 345 | 400 |
| 550 | 355 | 410 |
| 560 | 370 | 430 |

| Beban KN | Regangan Silinder I | Regangan Silinder II |
|----------|---------------------|----------------------|
| 570 | 386 | 435 |
| 580 | 390 | 450 |
| 590 | 400 | 465 |
| 600 | 408 | 485 |
| 610 | 415 | 495 |
| 620 | 435 | 510 |
| 630 | 438 | 520 |
| 640 | 455 | 535 |
| 650 | 465 | 560 |
| 660 | 475 | 570 |
| 670 | 490 | 600 |
| 680 | 500 | 630 |
| 690 | 515 | 635 |
| 700 | ↓ | ↓ |
| | MAX | MAX |
| | 695KN | 690KN |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :



Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Ditiram air dingin selama 28 hari.*
 2. Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / kg/cm²
 3. Di buat tgl. Di test tgl.
 4. Umur hari, angka konversi umur beton
 5. Ukuran : I. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,23* cm Berat *12,3* kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 8 | |
| 20 | 14 | |
| 30 | 15 | |
| 40 | 24 | |
| 50 | 34 | |
| 60 | 36 | |
| 70 | 38 | |
| 80 | 45 | |
| 90 | 50 | |
| 100 | 53 | |
| 110 | 60 | |
| 120 | 66 | |
| 130 | 70 | |
| 140 | 76 | |
| 150 | 82 | |
| 160 | 85 | |
| 170 | 92 | |
| 180 | 101 | |
| 190 | 104 | |
| 200 | 110 | |
| 210 | 120 | |
| 220 | 135 | |
| 230 | 137 | |
| 240 | 139 | |
| 250 | 140 | |
| 260 | 150 | |
| 270 | 155 | |
| 280 | 160 | |

lanjutan

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 164 | |
| 300 | 170 | |
| 310 | 180 | |
| 320 | 190 | |
| 330 | 195 | |
| 340 | 205 | |
| 350 | 210 | |
| 360 | 215 | |
| 370 | 225 | |
| 380 | 235 | |
| 390 | 240 | |
| 400 | 240 | |
| 410 | 255 | |
| 420 | 264 | |
| 430 | 270 | |
| 440 | 280 | |
| 450 | 290 | |
| 460 | 295 | |
| 470 | 305 | |
| 480 | 315 | |
| 490 | 325 | |
| 500 | 330 | |
| 510 | 345 | |
| 520 | 355 | |
| 530 | 360 | |
| 540 | 375 | |
| 550 | 385 | |
| 560 | 390 | |

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 570 | 395 | |
| 580 | 405 | |
| 590 | 415 | |
| 600 | 425 | |
| 610 | 430 | |
| 620 | 440 | |
| 630 | 450 | |
| 640 | 455 | |
| 650 | 460 | |
| 660 | | |
| 670 | | |
| 680 | | |

MAX 650 KN

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Ditiram air dingin selama 28 hari*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran : I. Diameter : *15,17* cm tinggi *30,32* cm Berat *12,7* kg
 II. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,26* cm Berat *12,5* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 5 |
| 20 | 11 | 9 |
| 30 | 20 | 11 |
| 40 | 21 | 21 |
| 50 | 24 | 20 |
| 60 | 30 | 32 |
| 70 | 45 | 38 |
| 80 | 50 | 44 |
| 90 | 55 | 48 |
| 100 | 60 | 54 |
| 110 | 68 | 60 |
| 120 | 75 | 65 |
| 130 | 80 | 70 |
| 140 | 88 | 75 |
| 150 | 95 | 80 |
| 160 | 100 | 85 |
| 170 | 105 | 95 |
| 180 | 110 | 100 |
| 190 | 118 | 109 |
| 200 | 124 | 109 |
| 210 | 130 | 119 |
| 220 | 138 | 120 |
| 230 | 144 | 125 |
| 240 | 150 | 130 |
| 250 | 160 | 140 |
| 260 | 165 | 145 |
| 270 | 170 | 154 |
| 280 | 175 | 160 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 185 | 165 |
| 300 | 195 | 174 |
| 310 | 200 | 180 |
| 320 | 208 | 190 |
| 330 | 215 | 195 |
| 340 | 222 | 205 |
| 350 | 230 | 214 |
| 360 | 240 | 220 |
| 370 | 245 | 225 |
| 380 | 255 | 235 |
| 390 | 265 | 245 |
| 400 | 270 | 255 |
| 410 | 280 | 266 |
| 420 | 290 | 270 |
| 430 | 295 | 280 |
| 440 | 300 | 290 |
| 450 | 310 | 295 |
| 460 | 315 | 305 |
| 470 | 320 | 315 |
| 480 | 330 | 325 |
| 490 | 344 | 330 |
| 500 | 352 | 346 |
| 510 | 360 | 360 |
| 520 | 370 | 365 |
| 530 | 380 | 375 |
| 540 | 390 | 390 |
| 550 | 400 | 405 |
| 560 | 415 | 415 |

| Beban KN | Struktur I | Struktur II |
|----------|------------|-------------|
| 570 | 425 | 426 |
| 580 | 440 | 425 |
| 590 | 450 | 430 |
| 600 | 460 | 440 |
| 610 | 480 | 445 |
| 620 | 500 | 450 |
| 630 | 510 | 460 |
| 640 | 525 | 475 |
| 650 | 540 | 480 |
| 660 | 545 | 485 |
| 670 | 565 | 490 |
| 680 | 580 | 500 |
| 690 | 600 | ↓ |
| 700 | 625 | |
| 710 | 640 | MAX |
| 720 | 680 | 680KN |
| 730 | 700 | |
| | ↓ | |
| | MAX | |
| | 730KN | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Sr.4. Diteman Air Subur kamar / dingin dan 20 Hari*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur *28* hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (3). Diameter : *15,2* cm tinggi *30,4* cm Berat *12,40* kg
 (4)ii. Diameter : *15,2* cm tinggi *30,26* cm Berat *12,45* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 5 | 10 |
| 20 | 8 | 14 |
| 30 | 15 | 20 |
| 40 | 20 | 25 |
| 50 | 26 | 30 |
| 60 | 34 | 38 |
| 70 | 40 | 42 |
| 80 | 46 | 48 |
| 90 | 53 | 54 |
| 100 | 55 | 60 |
| 110 | 61 | 65 |
| 120 | 70 | 70 |
| 130 | 75 | 75 |
| 140 | 78 | 80 |
| 150 | 80 | 85 |
| 160 | 85 | 90 |
| 170 | 100 | 95 |
| 180 | 110 | 100 |
| 190 | 115 | 105 |
| 200 | 120 | 110 |
| 210 | 125 | 115 |
| 220 | 130 | 120 |
| 230 | 140 | 130 |
| 240 | 145 | 135 |
| 250 | 150 | 140 |
| 260 | 155 | 145 |
| 270 | 160 | 150 |
| 280 | 165 | 155 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 07 | 70 |
| 300 | 08 | 75 |
| 310 | 09 | 80 |
| 320 | 10 | 85 |
| 330 | 14 | 95 |
| 340 | 24 | 0 |
| 350 | 30 | 0 |
| 360 | 40 | 12 |
| 370 | 50 | 20 |
| 380 | 70 | 25 |
| 390 | 65 | 30 |
| 400 | 80 | 40 |
| 410 | 90 | 50 |
| 420 | 10 | 55 |
| 430 | 10 | 65 |
| 440 | 15 | 75 |
| 450 | 25 | 10 |
| 460 | 30 | 05 |
| 470 | 40 | 05 |
| 480 | 50 | 5 |
| 490 | 60 | 16 |
| 500 | 70 | 20 |
| 510 | 80 | 30 |
| 520 | 90 | 40 |
| 530 | 0 | 55 |
| 540 | 0 | 65 |
| 550 | 15 | 75 |
| 560 | 30 | 100 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 570 | 90 | 90 |
| 580 | 55 | 60 |
| 590 | 60 | 70 |
| 600 | 70 | 80 |
| 610 | 80 | 90 |
| 620 | 0 | 100 |
| 630 | 90 | 110 |
| 640 | 20 | 120 |
| 650 | 30 | 130 |
| 660 | 40 | 140 |
| 670 | 55 | 150 |
| 680 | 70 | 160 |
| 690 | 85 | 170 |
| 700 | 0 | 180 |
| 710 | 10 | 190 |
| 720 | 20 | 200 |
| 730 | 50 | 210 |
| 740 | 75 | 220 |
| 750 | 100 | 230 |
| 760 | 120 | 240 |
| 770 | 140 | 250 |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

Pns 7 hari

- Nama benda uji *Diproses pada 50°C selama 7 hari*
- Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (1). Diameter : *14,87*... cm tinggi *30,26*... cm Berat *11,98*... kg
 (2) ii. Diameter : *14,87*... cm tinggi *30,0*... cm Berat *12,10* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 5 | 15 |
| 20 | 14 | 18 |
| 30 | 18 | 24 |
| 40 | 24 | 30 |
| 50 | 28 | 38 |
| 60 | 34 | 44 |
| 70 | 40 | 50 |
| 80 | 45 | 55 |
| 90 | 54 | 62 |
| 100 | 60 | 68 |
| 110 | 65 | 75 |
| 120 | 73 | 80 |
| 130 | 78 | 86 |
| 140 | 85 | 95 |
| 150 | 90 | 100 |
| 160 | 95 | 108 |
| 170 | 104 | 115 |
| 180 | 110 | 120 |
| 190 | 115 | 128 |
| 200 | 120 | 135 |
| 210 | 128 | 140 |
| 220 | 135 | 150 |
| 230 | 140 | 160 |
| 240 | 150 | 165 |
| 250 | 155 | 170 |
| 260 | 165 | 180 |
| 270 | 170 | 190 |
| 280 | 180 | 200 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 190 | 205 |
| 300 | 195 | 215 |
| 310 | 205 | 225 |
| 320 | 214 | 230 |
| 330 | 220 | 238 |
| 340 | 230 | 248 |
| 350 | 240 | 255 |
| 360 | 245 | 264 |
| 370 | 255 | 274 |
| 380 | 265 | 285 |
| 390 | 270 | 295 |
| 400 | 280 | 305 |
| 410 | 290 | 315 |
| 420 | 300 | 330 |
| 430 | 310 | 335 |
| 440 | 320 | 350 |
| 450 | 330 | 355 |
| 460 | 345 | 370 |
| 470 | 360 | 375 |
| 480 | 375 | 390 |
| 490 | 390 | 400 |
| 500 | 400 | 410 |
| 510 | 410 | 425 |
| 520 | 425 | 440 |
| 530 | 440 | 455 |
| 540 | 450 | 465 |
| 550 | 475 | 485 |
| 560 | 495 | 496 |

| Beban KN | Rm | |
|-------------|------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 570 | 420 | |
| 580 | 530 | |
| 590 | 540 → | |
| 600 | ↓ | |
| 610 | max 590 | |
| 620 | | |
| 630 | | |
| 640 | | |
| 650 | | |
| 660 | | |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |
| 700 | | |
| 710 | | |
| 720 | | |
| 730 | | |
| 740 | | |
| 750 | | |
| 760 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :

Semester : / ...

Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

Panas 7 Hari

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Ditiram air panas sem 7 hari.*
- Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (3). Diameter: 15..... cm tinggi 30,86... cm Berat 12,87... kg
(4). Diameter: 14,87... cm tinggi 30,31... cm Berat 12,4... kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 10 | 5 | 10 |
| 20 | 10 | 15 |
| 30 | 14 | 25 |
| 40 | 23 | 30 |
| 50 | 28 | 38 |
| 60 | 30 | 42 |
| 70 | 35 | 50 |
| 80 | 40 | 55 |
| 90 | 45 | 60 |
| 100 | 50 | 68 |
| 110 | 55 | 75 |
| 120 | 60 | 82 |
| 130 | 68 | 90 |
| 140 | 70 | 95 |
| 150 | 75 | 100 |
| 160 | 80 | 108 |
| 170 | 85 | 115 |
| 180 | 90 | 125 |
| 190 | 95 | 130 |
| 200 | 100 | 138 |
| 210 | 105 | 145 |
| 220 | 110 | 155 |
| 230 | 118 | 160 |
| 240 | 124 | 170 |
| 250 | 130 | 180 |
| 260 | 135 | 185 |
| 270 | 140 | 195 |
| 280 | 145 | 205 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 290 | 150 | 214 |
| 300 | 155 | 222 |
| 310 | 165 | 230 |
| 320 | 170 | 240 |
| 330 | 180 | 250 |
| 340 | 185 | 260 |
| 350 | 190 | 270 |
| 360 | 200 | 280 |
| 370 | 205 | 290 |
| 380 | 210 | 300 |
| 390 | 215 | 310 |
| 400 | 220 | 325 |
| 410 | 225 | 340 |
| 420 | 230 | 350 |
| 430 | 238 | 365 |
| 440 | 245 | 380 |
| 450 | 254 | 395 |
| 460 | 260 | 405 |
| 470 | 265 | 415 |
| 480 | 270 | 420 |
| 490 | 280 | 450 |
| 500 | 290 | 470 |
| 510 | 295 | ↓ |
| 520 | 305 | max |
| 530 | 315 | 505 KN |
| 540 | 320 | |
| 550 | 330 | |
| 560 | 340 | |

| Beban KN | Regangan Silinder I (3) | Regangan Silinder II (4) |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|
| 570 | 350 | |
| 580 | 366 | |
| 590 | 370 | |
| 600 | 375 | |
| 610 | 390 | |
| 620 | 395 | |
| 630 | 405 | |
| 640 | 415 | |
| 650 | 425 | |
| 660 | 435 | |
| 670 | 450 | |
| 680 | 460 | |
| 690 | 480 | |
| 700 | 495 | |
| 710 | 505 | |
| 720 | 515 | |
| 730 | ↓ | |
| 740 | ↓ | |
| 750 | max | |
| 760 | 720 KN | |
| 770 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :

Semester : / ...

Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI Disiram air panas 7 hari

1. Nama benda uji
2. Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur 28 hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran (5) Diameter : ... 15,2 ... cm tinggi ... 30 ... cm Berat ... 12,2 ... kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | |
| 20 | 15 | |
| 30 | 25 | |
| 40 | 34 | |
| 50 | 38 | |
| 60 | 44 | |
| 70 | 58 | |
| 80 | 59 | |
| 90 | 60 | |
| 100 | 65 | |
| 110 | 74 | |
| 120 | 80 | |
| 130 | 85 | |
| 140 | 90 | |
| 150 | 100 | |
| 160 | 105 | |
| 170 | 115 | |
| 180 | 124 | |
| 190 | 130 | |
| 200 | 138 | |
| 210 | 145 | |
| 220 | 150 | |
| 230 | 160 | |
| 240 | 170 | |
| 250 | 180 | |
| 260 | 190 | |
| 270 | 200 | |
| 280 | 205 | |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban KN | Regangan Silinder I | Regangan Silinder II |
|-------------|-------------------------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| | Silinder I | Silinder II | | | |
| 290 | 204 | | | | |
| 300 | 226 | | | | |
| 310 | 230 | | | | |
| 320 | 240 | | | | |
| 330 | 250 | | | | |
| 340 | 255 | | | | |
| 350 | 265 | | | | |
| 360 | 275 | | | | |
| 370 | 285 | | | | |
| 380 | 300 | | | | |
| 390 | 310 | | | | |
| 400 | 325 | | | | |
| 410 | 330 | | | | |
| 420 | 340 | | | | |
| 430 | 370 | | | | |
| 440 | 390 | | | | |
| 450 | 410 | | | | |
| 460 | 420 | | | | |
| 470 | 430 | | | | |
| 480 | 440 | | | | |
| 490 | 455 | | | | |
| 500 | 470 | | | | |
| 510 | 480 | | | | |
| 520 | 485 | | | | |
| 530 | 490 | | | | |
| 540 | | | | | |
| 550 | | | | | |
| 560 | | | | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Dikam Air Mns 50e 1415*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (1). Diameter : *14, 16* cm tinggi *30, 22* cm Berat *12, 1* kg
 (2)ii. Diameter : *15* cm tinggi *20* cm Berat *12, 2* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 5 |
| 20 | 15 | 18 |
| 30 | 25 | 15 |
| 40 | 35 | 23 |
| 50 | 40 | 28 |
| 60 | 45 | 35 |
| 70 | 52 | 40 |
| 80 | 58 | 48 |
| 90 | 65 | 55 |
| 100 | 75 | 60 |
| 110 | 80 | 68 |
| 120 | 85 | 75 |
| 130 | 95 | 82 |
| 140 | 100 | 88 |
| 150 | 110 | 95 |
| 160 | 115 | 100 |
| 170 | 125 | 110 |
| 180 | 130 | 120 |
| 190 | 140 | 125 |
| 200 | 145 | 130 |
| 210 | 155 | 140 |
| 220 | 160 | 145 |
| 230 | 168 | 155 |
| 240 | 175 | 160 |
| 250 | 185 | 168 |
| 260 | 195 | 175 |
| 270 | 208 | 185 |
| 280 | 218 | 195 |

lanjutan

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 225 | 205 |
| 300 | 235 | 210 |
| 310 | 240 | 218 |
| 320 | 250 | 220 |
| 330 | 266 | 238 |
| 340 | 270 | 245 |
| 350 | 285 | 255 |
| 360 | 295 | 265 |
| 370 | 305 | 275 |
| 380 | 310 | 290 |
| 390 | 320 | 300 |
| 400 | 330 | 316 |
| 410 | 345 | 320 |
| 420 | 355 | 330 |
| 430 | 365 | 350 |
| 440 | 375 | 350 |
| 450 | 390 | 360 |
| 460 | 400 | 370 |
| 470 | 410 | 385 |
| 480 | 425 | 395 |
| 490 | 435 | 405 |
| 500 | 450 | 420 |
| 510 | 465 | 430 |
| 520 | 485 | 445 |
| 530 | 500 | 455 |
| 540 | 515 | 480 |
| 550 | 530 | 500 |
| 560 | 545 | 520 |

| Beban | Silinder I | Silinder II |
|-------|------------|-------------|
| 570 | 565 | 530 |
| 580 | ↓ | 550 |
| 590 | | 570 |
| 600 | MAX | 595 |
| 610 | 570 | 620 |
| 620 | KN | 640 |
| 630 | | |
| 640 | | ↓ |
| 650 | | max |
| 660 | | 620 KN |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |
| 700 | | |
| 710 | | |
| 720 | | |
| 730 | | |
| 740 | | |
| 750 | | |
| 760 | | |
| 770 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji : *Dishram air pms 14 hr.*
- Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / Kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (3). Diameter : 15,11 cm tinggi 30,22 cm Berat 12,5 kg
 (4). Diameter : 15,21 cm tinggi 30,01 cm Berat 12,5 kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 8 | 8 |
| 20 | 15 | 14 |
| 30 | 22 | 22 |
| 40 | 28 | 28 |
| 50 | 34 | 35 |
| 60 | 38 | 40 |
| 70 | 42 | 45 |
| 80 | 50 | 52 |
| 90 | 58 | 60 |
| 100 | 64 | 65 |
| 110 | 68 | 70 |
| 120 | 75 | 78 |
| 130 | 84 | 85 |
| 140 | 90 | 95 |
| 150 | 95 | 100 |
| 160 | 100 | 105 |
| 170 | 105 | 110 |
| 180 | 115 | 120 |
| 190 | 125 | 125 |
| 200 | 130 | 130 |
| 210 | 140 | 135 |
| 220 | 145 | 145 |
| 230 | 155 | 150 |
| 240 | 160 | 155 |
| 250 | 165 | 165 |
| 260 | 175 | 170 |
| 270 | 185 | 175 |
| 280 | 200 | 180 |

lanjutan (3) (4)

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 215 | 190 |
| 300 | 225 | 195 |
| 310 | 235 | 205 |
| 320 | 240 | 215 |
| 330 | 245 | 220 |
| 340 | 250 | 225 |
| 350 | 260 | 235 |
| 360 | 270 | 240 |
| 370 | 280 | 250 |
| 380 | 290 | 260 |
| 390 | 300 | 270 |
| 400 | 310 | 285 |
| 410 | 320 | 290 |
| 420 | 330 | 295 |
| 430 | 340 | 305 |
| 440 | 355 | 315 |
| 450 | 370 | 320 |
| 460 | 385 | 330 |
| 470 | 400 | 345 |
| 480 | 410 | 355 |
| 490 | 425 | 370 |
| 500 | 440 | 375 |
| 510 | 460 | 380 |
| 520 | 480 | 390 |
| 530 | 500 | 405 |
| 540 | 520 | 415 |
| 550 | 550 | 430 |
| 580 | 560 | 450 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 570 | 480 | 460 |
| 580 | ↓ | 475 |
| 590 | ↓ | 490 |
| 600 | MAX | 505 |
| 610 | 570 | 525 |
| 620 | KN | 540 |
| 630 | | 550 |
| 640 | | ↓ |
| 650 | | MAX |
| 660 | | 625 KN |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |
| 700 | | |
| 710 | | |
| 720 | | |
| 730 | | |
| 740 | | |
| 750 | | |
| 760 | | |
| 770 | | |
| 780 | | |
| 790 | | |
| 800 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Disiram air pns 50°C selama 14 hari*
- Jenis beton Mutu beton f'c / K Mpa / Kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (5) Diameter : *15* cm tinggi *30,3* cm Berat *12,5* kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

(5)

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | |
| 20 | 15 | |
| 30 | 24 | |
| 40 | 28 | |
| 50 | 34 | |
| 60 | 38 | |
| 70 | 45 | |
| 80 | 48 | |
| 90 | 54 | |
| 100 | 58 | |
| 110 | 62 | |
| 120 | 70 | |
| 130 | 78 | |
| 140 | 85 | |
| 150 | 90 | |
| 160 | 95 | |
| 170 | 100 | |
| 180 | 105 | |
| 190 | 110 | |
| 200 | 120 | |
| 210 | 130 | |
| 220 | 135 | |
| 230 | 140 | |
| 240 | 150 | |
| 250 | 165 | |
| 260 | 170 | |
| 270 | 175 | |
| 280 | 180 | |

lanjutan (5)

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 185 | |
| 300 | 190 | |
| 310 | 200 | |
| 320 | 210 | |
| 330 | 220 | |
| 340 | 225 | |
| 350 | 230 | |
| 360 | 240 | |
| 370 | 250 | |
| 380 | 255 | |
| 390 | 265 | |
| 400 | 270 | |
| 410 | 280 | |
| 420 | 290 | |
| 430 | 295 | |
| 440 | 305 | |
| 450 | 310 | |
| 460 | 325 | |
| 470 | 335 | |
| 480 | 340 | |
| 490 | 350 | |
| 500 | 365 | |
| 510 | 375 | |
| 520 | 385 | |
| 530 | 395 | |
| 540 | 410 | |
| 550 | 415 | |
| 560 | 450 | |

(5)

| Beban KN | Regangan Silinder I | Regangan Silinder II |
|----------|---------------------|----------------------|
| 570 | 445 | |
| 580 | 480 | |
| 590 | 510 | |
| 600 | 520 | |
| 610 | | |
| 620 | | |
| 630 | | |
| 640 | | |
| 650 | | |
| 660 | | |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |
| 700 | | |
| 710 | | |
| 720 | | |
| 730 | | |
| 740 | | |
| 750 | | |

MAX 600 KN

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Dipara dirama de 1m siku*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / Kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (1). Diameter: *15,12*... cm tinggi *30,44*... cm Berat... *12,3* kg
 (2). Diameter: *15,24*... cm tinggi *30,31*... cm Berat... *12,6* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Tgl | Rst |
|-------------|------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------------|-------------|-----|-----|
| | Silinder I | Silinder II | | Silinder I | Silinder II |  |  | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 15 | 10 | 290 | 25 | 0 | 50 | 20 |
| 20 | 20 | 12 | 300 | 35 | 5 | 40 | 30 |
| 30 | 28 | 20 | 310 | 42 | 15 | 47 | 50 |
| 40 | 34 | 28 | 320 | 50 | 25 | 40 | 65 |
| 50 | 40 | 35 | 330 | 60 | 35 | 60 | 80 |
| 60 | 48 | 40 | 340 | 70 | 40 | 50 | 0 |
| 70 | 55 | 48 | 350 | 80 | 50 | 47 | |
| 80 | 65 | 55 | 360 | 90 | 60 | 45 | |
| 90 | 70 | 60 | 370 | 0 | 65 | 0 | |
| 100 | 80 | 65 | 380 | 5 | 75 | 20 | |
| 110 | 85 | 70 | 390 | 11 | 85 | 50 | |
| 120 | 90 | 70 | 400 | 30 | 95 | 50 | |
| 130 | 90 | 85 | 410 | 40 | 5 | 37 | |
| 140 | 100 | 95 | 420 | 50 | 15 | 28 | |
| 150 | 12 | 0 | 430 | 60 | 25 | 40 | |
| 160 | 20 | 5 | 440 | 70 | 35 | | |
| 170 | 25 | 10 | 450 | 80 | 50 | | |
| 180 | 35 | 20 | 460 | 70 | 60 | | |
| 190 | 40 | 25 | 470 | 0 | 70 | | |
| 200 | 50 | 30 | 480 | 10 | 80 | | |
| 210 | 80 | 40 | 490 | 70 | 90 | | |
| 220 | 65 | 45 | 500 | 70 | 5 | | |
| 230 | 75 | 50 | 510 | 75 | 30 | | |
| 240 | 85 | 60 | 520 | 60 | 35 | | |
| 250 | 90 | 65 | 530 | 75 | 50 | | |
| 260 | 100 | 75 | 540 | 90 | 70 | | |
| 270 | 10 | 80 | 550 | 0 | 80 | | |
| 280 | 10 | 90 | 560 | 10 | | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

Jln. Kalfurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :

Semester : /

Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji Dibran air 50^o
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (1). Diameter : 15 cm tinggi 22.81 cm Berat 12.5 kg
(2). Diameter : 15 cm tinggi 22.82 cm Berat 12.6 kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 10 | 5 |
| 20 | 15 | 10 |
| 30 | 20 | 15 |
| 40 | 25 | 20 |
| 50 | 30 | 24 |
| 60 | 35 | 30 |
| 70 | 40 | 40 |
| 80 | 48 | 41 |
| 90 | 55 | 45 |
| 100 | 60 | 50 |
| 110 | 65 | 55 |
| 120 | 70 | 60 |
| 130 | 80 | 65 |
| 140 | 85 | 70 |
| 150 | 90 | 75 |
| 160 | 95 | 80 |
| 170 | 100 | 90 |
| 180 | 108 | 95 |
| 190 | 110 | 98 |
| 200 | 120 | 100 |
| 210 | 130 | 108 |
| 220 | 140 | 115 |
| 230 | 145 | 120 |
| 240 | 150 | 125 |
| 250 | 160 | 130 |
| 260 | 170 | 140 |
| 270 | 180 | 150 |
| 280 | 190 | 155 |

lanjutan

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 200 | 166 |
| 300 | 205 | 170 |
| 310 | 215 | 180 |
| 320 | 220 | 190 |
| 330 | 230 | 195 |
| 340 | 235 | 198 |
| 350 | 250 | 200 |
| 360 | 255 | 210 |
| 370 | 265 | 215 |
| 380 | 275 | 225 |
| 390 | 285 | 230 |
| 400 | 300 | 245 |
| 410 | 305 | 250 |
| 420 | 320 | 260 |
| 430 | 335 | 265 |
| 440 | 350 | 275 |
| 450 | 360 | 280 |
| 460 | 370 | 290 |
| 470 | 390 | 300 |
| 480 | 400 | 305 |
| 490 | 415 | 310 |
| 500 | 430 | 320 |
| 510 | 450 | 330 |
| 520 | 470 | 335 |
| 530 | 510 | 345 |
| 540 | 530 | 360 |
| 550 | ↓ | 365 |
| 560 | ↓ | 375 |

| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------|------------------------------------|-------------|
| KN | Silinder I | Silinder II |
| 60 | 390 | |
| 62 | 400 | |
| 64 | 410 | |
| 66 | 425 | |
| 68 | 440 | |
| 70 | MAX | |
| 710 | 675 KN | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji Dikawatir air yang ditekan silinder
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran (5) I. Diameter : 15,21 cm tinggi 30 cm Berat 2,5 kg
 II. Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| (5) | | | lanjutan (5) | | | (5) | | |
|-------|------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------------|-------------|-------|------------------------------------|-------------|
| Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | | Beban | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
| KN | Silinder I | Silinder II | KN | Silinder I | Silinder II | KN | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 70 | | 290 | 185 | | 520 | | |
| 20 | 15 | | 300 | 195 | | 530 | | |
| 30 | 20 | | 310 | 205 | | 540 | | |
| 40 | 25 | | 320 | 215 | | 550 | | |
| 50 | 25 | | 330 | 220 | | 560 | | |
| 60 | 30 | | 340 | 230 | | 570 | | |
| 70 | 42 | | 350 | 240 | | 580 | | |
| 80 | 48 | | 360 | 250 | | 590 | | |
| 90 | 54 | | 370 | 265 | | 600 | | |
| 100 | 60 | | 380 | 270 | | 610 | | |
| 110 | 65 | | 390 | 280 | | 620 | | |
| 120 | 70 | | 400 | 285 | | 630 | | |
| 130 | 80 | | 410 | 295 | | 640 | | |
| 140 | 85 | | 420 | 305 | | 650 | | |
| 150 | 90 | | 430 | 315 | | 660 | | |
| 160 | 95 | | 440 | 325 | | 670 | | |
| 170 | 100 | | 450 | 335 | | 680 | | |
| 180 | 108 | | 460 | 345 | | 690 | | |
| 190 | 115 | | 470 | 360 | | 700 | | |
| 200 | 120 | | 480 | 370 | | 710 | | |
| 210 | 130 | | 490 | 385 | | 720 | | |
| 220 | 135 | | 500 | 400 | | | | |
| 230 | 140 | | 510 | 415 | | | | |
| 240 | 145 | | 520 | 430 | | | | |
| 250 | 155 | | 530 | 440 | | | | |
| 260 | 160 | | 540 | 450 | | | | |
| 270 | 170 | | 550 | 460 | | | | |
| 280 | 175 | | 560 | | | | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Pelaksanaan air pns 50°C 28 hr*
2. Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran (1). Diameter : *15,24* cm tinggi *30* cm Berat *12,7* kg
 (2). Diameter : *15* cm tinggi *30,4* cm Berat *12,17* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 8 | 10 |
| 20 | 15 | 15 |
| 30 | 22 | 20 |
| 40 | 28 | 28 |
| 50 | 35 | 34 |
| 60 | 40 | 38 |
| 70 | 45 | 40 |
| 80 | 50 | 45 |
| 90 | 55 | 50 |
| 100 | 60 | 55 |
| 110 | 65 | 60 |
| 120 | 70 | 65 |
| 130 | 75 | 70 |
| 140 | 80 | 75 |
| 150 | 85 | 80 |
| 160 | 90 | 85 |
| 170 | 95 | 90 |
| 180 | 100 | 95 |
| 190 | 105 | 100 |
| 200 | 110 | 105 |
| 210 | 115 | 110 |
| 220 | 120 | 115 |
| 230 | 125 | 120 |
| 240 | 130 | 125 |
| 250 | 135 | 130 |
| 260 | 140 | 135 |
| 270 | 145 | 140 |
| 280 | 150 | 145 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 15 | 15 |
| 300 | 16 | 16 |
| 310 | 17 | 17 |
| 320 | 18 | 18 |
| 330 | 19 | 19 |
| 340 | 20 | 20 |
| 350 | 21 | 21 |
| 360 | 22 | 22 |
| 370 | 23 | 23 |
| 380 | 24 | 24 |
| 390 | 25 | 25 |
| 400 | 26 | 26 |
| 410 | 27 | 27 |
| 420 | 28 | 28 |
| 430 | 29 | 29 |
| 440 | 30 | 30 |
| 450 | 31 | 31 |
| 460 | 32 | 32 |
| 470 | 33 | 33 |
| 480 | 34 | 34 |
| 490 | 35 | 35 |
| 500 | 36 | 36 |
| 510 | 37 | 37 |
| 520 | 38 | 38 |
| 530 | 39 | 39 |
| 540 | 40 | 40 |
| 550 | 41 | 41 |
| 560 | 42 | 42 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (1) | Silinder II (2) |
| 570 | 60 | 60 |
| 580 | 60 | 60 |
| 590 | 60 | 60 |
| 600 | Max 575 | Max 5 |
| 610 | | |
| 620 | | |
| 630 | | |
| 640 | | |
| 650 | | |
| 660 | | |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |
| 700 | | |
| 710 | | |
| 720 | | |
| 730 | | |
| 740 | | |
| 750 | | |
| 760 | | |
| 770 | | |
| 780 | | |
| 790 | | |
| 800 | | |
| 810 | | |
| 820 | | |
| 830 | | |
| 840 | | |
| 850 | | |
| 860 | | |
| 870 | | |
| 880 | | |
| 890 | | |
| 900 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

- Nama benda uji *Dibuat di Yogyakarta 28hr*
- Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
- Di buat tgl. Di test tgl.
- Umur hari, angka konversi umur beton
- Ukuran
 I. Diameter : *15,27* cm tinggi *30,41* cm Berat *12,7* kg
 II. Diameter : *15,17* cm tinggi *30* cm Berat *12,3* kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 10 | 5 | 15 |
| 20 | 15 | 20 |
| 30 | 20 | 25 |
| 40 | 25 | 30 |
| 50 | 30 | 35 |
| 60 | 35 | 40 |
| 70 | 40 | 45 |
| 80 | 45 | 50 |
| 90 | 50 | 55 |
| 100 | 55 | 60 |
| 110 | 60 | 65 |
| 120 | 65 | 70 |
| 130 | 70 | 75 |
| 140 | 75 | 80 |
| 150 | 100 | 90 |
| 160 | 5 | 5 |
| 170 | 10 | 15 |
| 180 | 20 | 20 |
| 190 | 25 | 30 |
| 200 | 30 | 40 |
| 210 | 35 | 50 |
| 220 | 40 | 55 |
| 230 | 50 | 60 |
| 240 | 60 | 65 |
| 250 | 70 | 75 |
| 260 | 80 | 80 |
| 270 | 90 | 90 |
| 280 | 100 | 100 |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 290 | 15 | 15 |
| 300 | 20 | 20 |
| 310 | 205 | 25 |
| 320 | 15 | 30 |
| 330 | 20 | 40 |
| 340 | 30 | 50 |
| 350 | 40 | 60 |
| 360 | 50 | 70 |
| 370 | 60 | 80 |
| 380 | 70 | 90 |
| 390 | 80 | 100 |
| 400 | 90 | 110 |
| 410 | 100 | 120 |
| 420 | 110 | 130 |
| 430 | 120 | 140 |
| 440 | 130 | 150 |
| 450 | 140 | 160 |
| 460 | 150 | 170 |
| 470 | 160 | 180 |
| 480 | 170 | 190 |
| 490 | 180 | 200 |
| 500 | 190 | 210 |
| 510 | 200 | 220 |
| 520 | 210 | 230 |
| 530 | 220 | 240 |
| 540 | 230 | 250 |
| 550 | 240 | 260 |
| 560 | 250 | 270 |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | Silinder I (3) | Silinder II (4) |
| 290 | 10 | |
| 300 | | |
| 310 | | |
| 320 | | |
| 330 | | |
| 340 | | |
| 350 | | |
| 360 | | |
| 370 | | |
| 380 | | |
| 390 | | |
| 400 | | |
| 410 | | |
| 420 | | |
| 430 | | |
| 440 | | |
| 450 | | |
| 460 | | |
| 470 | | |
| 480 | | |
| 490 | | |
| 500 | | |
| 510 | | |
| 520 | | |
| 530 | | |
| 540 | | |
| 550 | | |
| 560 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Kedaaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :



Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

Romb :
 Semester : / ...
 Tgl. Prakt. :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama benda uji *Duram aw. p. s.d'e 28k*
2. Jenis beton Mutu beton $f'c / K$ Mpa / kg/cm²
3. Di buat tgl. Di test tgl.
4. Umur hari, angka konversi umur beton
5. Ukuran (I). Diameter : *15,2* cm tinggi *28,25* cm Berat *12,3* kg
 (II). Diameter : cm tinggi cm Berat kg

II. DATA PENGUJIAN

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 10 | 20 | |
| 20 | 20 | |
| 30 | 35 | |
| 40 | 40 | |
| 50 | 45 | |
| 60 | 52 | |
| 70 | 60 | |
| 80 | 70 | |
| 90 | 75 | |
| 100 | 80 | |
| 110 | 90 | |
| 120 | 95 | |
| 130 | 100 | |
| 140 | 110 | |
| 150 | 115 | |
| 160 | 125 | |
| 170 | 130 | |
| 180 | 140 | |
| 190 | 145 | |
| 200 | 150 | |
| 210 | 155 | |
| 220 | 160 | |
| 230 | 165 | |
| 240 | 170 | |
| 250 | 175 | |
| 260 | 180 | |
| 270 | 190 | |
| 280 | 200 | |

lanjutan

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 290 | 205 | |
| 300 | 210 | |
| 310 | 220 | |
| 320 | 265 | |
| 330 | 275 | |
| 340 | 285 | |
| 350 | 295 | |
| 360 | 200 | |
| 370 | 205 | |
| 380 | 325 | |
| 390 | 330 | |
| 400 | 340 | |
| 410 | 355 | |
| 420 | 370 | |
| 430 | 390 | |
| 440 | 400 | |
| 450 | 415 | |
| 460 | 430 | |
| 470 | 450 | |
| 480 | 460 | |
| 490 | 475 | |
| 500 | 500 | |
| 510 | 510 | |
| 520 | ✓ | |
| 530 | | |
| 540 | max | |
| 550 | 515 kn | |
| 560 | | |

| Beban KN | Regangan (... X 10 ⁻³) | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| | Silinder I | Silinder II |
| 570 | | |
| 580 | | |
| 590 | | |
| 600 | | |
| 610 | | |
| 620 | | |
| 630 | | |
| 640 | | |
| 650 | | |
| 660 | | |
| 670 | | |
| 680 | | |
| 690 | | |

III. KETERANGAN

- Kondisi beton : Berpori / tidak berpori, Keropos / tidak keropos,
- Keadaan bidang pecah :
 Jumlah kerikil yang pecah dengan yang lepas : (Sama / Lebih banyak / Lebih sedikit)
- Kerikil yang pecah : (Berpori / tidak berpori)
- Analisa beton :

Di periksa, Laboran : tgl :

Asisten, : tgl :