

KURIKULUM 2018
PETUNJUK PRAKTIKUM
Program Sarjana
Teknik Sipil

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

PETUNJUK PRAKTIKUM TEKNOLOGI BETON

Mata Kuliah: TEKNOLOGI BAHAN BANGUNAN (RC18 – 4302)



Rev : 06

Tanggal Revisi: 18 Desember 2017

**LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN – ITS**

**Tlp. 031-5931223, Fax. 031-5927650
E-mail ; lab.betonits@gmail.com
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111**

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------|---|
| DAFTAR ISI | ii |
| KATA PENGANTAR | v |
| BAB 1 | PENYELIDIKAN BAHAN SEMEN (ASTM C187-11) 6 |
| 1.1 | METODE PENGUJIAN KONSISTENSI NORMAL SEMEN PORTLAND DENGAN ALAT VICAT UNTUK PEKERJAAN SIPIL..... 6 |
| 1.1.1 | Deskripsi 6 |
| 1.1.2 | Persyaratan Pengujian..... 6 |
| 1.1.3 | Ketentuan-Ketentuan 7 |
| 1.1.4 | Cara Pengujian..... 7 |
| 1.2 | METODE PENGUJIAN WAKTU IKAT AWAL SEMEN PORTLAND DENGAN MENGGUNAKAN ALAT VICAT UNTUK PEKERJAAN SIPIL 11 |
| 1.2.1 | Deskripsi 11 |
| 1.2.2 | Persyaratan Pengujian..... 11 |
| 1.2.3 | Ketentuan-Ketentuan 12 |
| 1.2.4 | Cara Pengujian..... 13 |
| 1.2.5 | Laporan Pengujian 13 |
| 1.3 | METODE PENGUJIAN BERAT JENIS SEMEN PORTLAND..... 16 |
| 1.3.1 | Deskripsi..... 16 |
| 1.3.2 | Persyaratan Pengujian..... 16 |
| 1.3.3 | Ketentuan-Ketentuan 17 |
| 1.3.4 | Cara Pengujian..... 17 |
| 1.3.5 | Laporan Pengujian 18 |
| BAB 2 | PENYELIDIKAN BAHAN AGREGAT HALUS..... 20 |
| 2.1 | METODE PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS (ASTM C556- 97/SNI 03-1971-1990)..... 20 |
| 2.1.1 | Deskripsi..... 20 |
| 2.1.2 | Cara Pelaksanaan 20 |
| 2.2 | METODE PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (ASTM C128-01/SNI 03-1970-1990)..... 22 |
| 2.2.1 | Deskripsi..... 22 |
| 2.2.2 | Cara Pelaksanaan 22 |
| 2.3 | METODE PENGUJIAN BOBOT ISI DAN RONGGA UDARA DALAM AGREGAT (ASTM C29/29M-97/SNI 03-4804-1998)..... 26 |
| 2.3.1 | Deskripsi..... 26 |
| 2.3.2 | Ketentuan Ketentuan..... 26 |
| 2.3.3 | Cara Pengujian..... 27 |
| 2.3.4 | Laporan Pengujian 27 |
| 2.4 | METODE PENGUJIAN KOTORAN ORGANIK DALAM PASIR UNTUK CAMPURAN MORTAR DAN BETON (ASTM C40-99/SNI 03-2816-1992) 30 |
| 2.4.1 | Deskripsi 30 |
| 2.4.2 | Persyaratan Pengujian..... 30 |
| 2.4.3 | Ketentuan Ketentuan..... 30 |
| 5.1.2 | Cara Uji..... 30 |
| 2.4.4 | Laporan 30 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 2.5 | METODE PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG LOLOS SARINGAN NO. 200 (0,075 MM) (ASTM C117-95/SNI 03-4142-1996) | 32 |
| 2.5.1 | Deskripsi | 32 |
| 2.5.2 | Persyaratan Pengujian | 32 |
| 2.5.3 | Ketentuan Ketentuan | 32 |
| 2.5.4 | Cara Uji | 33 |
| 2.5.5 | Laporan Pengujian | 33 |
| BAB 3 | PENYELIDIKAN BAHAN AGREGAT KASAR | 35 |
| 3.1 | METODE PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT | 35 |
| 3.1.1 | Deskripsi | 35 |
| 3.1.2 | Cara Pelaksanaan | 35 |
| 3.2 | METODE PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR | 37 |
| 3.2.1 | Deskripsi | 37 |
| 3.2.2 | Cara Pelaksanaan | 37 |
| 3.3 | METODE PENGUJIAN BOBOT ISI DAN RONGGA UDARA DALAM AGREGAT | 40 |
| 3.3.1 | Deskripsi | 40 |
| 3.3.2 | Ketentuan-Ketentuan | 40 |
| 3.3.3 | Cara Pengujian | 41 |
| 3.3.4 | Laporan Pengujian | 41 |
| 3.4 | METODE PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG LOLOS SARINGAN No. 200 (0,075 mm) | 43 |
| 3.4.1 | Deskripsi | 43 |
| 3.4.2 | Persyaratan Pengujian | 43 |
| 3.4.3 | Ketentuan-Ketentuan | 43 |
| 3.4.4 | Cara Pengujian | 44 |
| 3.4.5 | Laporan Pengujian | 44 |
| BAB 4 | CAMPURAN AGREGAT | 46 |
| 4.1 | PERCOBAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR (ASTM C 136-01/SNI 03-1968-1990) | 46 |
| 4.1.1 | Deskripsi | 46 |
| 4.1.2 | Cara Pelaksanaan | 47 |
| BAB 5 | MIX DESAIN BETON NORMAL | 50 |
| 5.1 | PERENCANAAN MIX DESAIN BETON (SNI 03-2834-2000) | 50 |
| 5.1.1 | Deskripsi | 50 |
| 5.1.2 | Persyaratan | 51 |
| 5.1.3 | Perhitungan Proporsi Campuran | 51 |
| | $M = 1,64 \times SD$; | 52 |
| BAB 6 | PELAKSANAAN CAMPURAN BETON | 69 |
| 6.1 | PEMBUATAN CAMPURAN BETON (ASTM C192/C192M-02/SNI 032458-1991) | 69 |
| 6.1.1 | Deskripsi | 69 |
| 6.1.2 | Peralatan | 69 |
| 6.1.3 | Cara Pengujian | 70 |
| 6.2 | BERAT VOLUME BETON SEGAR | 72 |

| | | | |
|--------------|-------|--|-----------|
| | 6.2.1 | Deskripsi | 72 |
| | 6.2.2 | Cara Pengujian..... | 72 |
| 6.3 | | PERCOBAAN SLUMP TEST | 73 |
| | 6.3.1 | Deskripsi | 73 |
| | 6.3.2 | Cara Pengujian..... | 73 |
| BAB 7 | | EVALUASI MUTU BETON..... | 74 |
| 7.1 | | TES KEKUATAN BETON DENGAN HAMMER TEST (ASTM C 805-02 / SNI 03-4803-1998)..... | 74 |
| | 7.1.1 | Deskripsi | 74 |
| | 7.1.2 | Ketentuan-Ketentuan | 74 |
| | 7.1.3 | Cara Pengujian..... | 75 |
| | 7.1.4 | Laporan Pengujian | 75 |
| | 7.1.5 | Ketelitian dan Penyimpangan | 76 |
| 7.2 | | Test Kekuatan Tekan Hancur Beton (ASTM C 39 / C 39 M / SNI 03-1974-1990)..... | 81 |
| | 7.2.1 | Deskripsi | 81 |
| | 7.2.2 | Ketentuan-Ketentuan | 81 |
| | 7.2.3 | Cara Pengujian..... | 82 |
| | 7.2.4 | Laporan | 82 |

KATA PENGANTAR

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia dengan reputasi internasional. Dengan semakin meningkatnya jumlah pembangunan di Indonesia maka kebutuhan akan material beton turut meningkat. Sebagai salah satu unit laboratorium di Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan (LB3) melakukan perumusan standar pengujian bahan dan material untuk pembuatan beton. Standar ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan praktikum beton baik untuk skala laboratorium maupun skala lapangan.

Dalam buku praktikum Teknologi Beton ini didalamnya mencakup pengetesan bahan untuk pembuatan beton dan perumusan mix design beton. Materi dalam buku ini seluruhnya telah disesuaikan dengan peraturan SNI dan akan terus dilakukan perbaikan-perbaikan yang akan disesuaikan dengan perkembangan beton yang mengacu pada tatacara yang berlaku saat ini, SNI 2847 – 2013.

Buku praktikum ini diterbitkan pada tanggal 18 Desember 2017 sebagai revisi keenam dari buku sebelumnya.

Penyusun berterimakasih kepada semua anggota Laboratorium Based Education, Green Concrete, yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Masukan dan saran terus menerus untuk perbaikan buku ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat untuk pedoman praktikum di laboratorium.

Surabaya, 18 Desember 2017

Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan – ITS

BAB 1

PENYELIDIKAN BAHAN SEMEN (ASTM C187-11)

1.1 METODE PENGUJIAN KONSISTENSI NORMAL SEMEN PORTLAND DENGAN ALAT VICAT UNTUK PEKERJAAN SIPIL

1.1.1 Deskripsi

1.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk pekerjaan sipil.

2) Tujuan

Metode tes ini digunakan untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk mempersiapkan pasta semen hidrolis yang diperlukan untuk tes standar tertentu.

1.1.1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup metode ini meliputi persyaratan pengujian, ketentuan-ketentuan, cara pengujian dan laporan pengujian konsistensi normal semen Portland dengan menggunakan alat vicat.

1.1.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) **Konsistensi normal semen Portland** adalah kadar air pasta semen yang apabila jarum vicat diletakkan di permukaannya dalam interval waktu 30 detik akan terjadi penetrasi sedalam 10 mm.
- 2) **Pasta semen** adalah campuran semen Portland dan air dengan komposisi tertentu.
- 3) **Benda uji** adalah sejumlah semen Portland dengan isi tertentu yang dibuat dari contoh-contoh semen Portland.
- 4) **Contoh semen portland** adalah sejumlah semen portland dengan berat dan isi tertentu yang diambil secara acak dari tempat penyimpanan serta, dianggap mewakili sejumlah semen Portland yang akan digunakan untuk pekerjaan tertentu.

1.1.2 Persyaratan Pengujian

1.1.2.1 Jumlah Contoh

Persyaratan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Jumlah contoh yang diperlukan untuk pengujian konsistensi normal ditetapkan berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 2) Jika suatu pekerjaan akan menggunakan lebih dari satu tipe semen, maka setiap tipe harus dilakukan pengujian konsistensi normal;
- 3) Pengambilan contoh-contoh untuk setiap tipe semen dilakukan secara acak berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 4) Berat atau volume setiap contoh ditetapkan berdasarkan jumlah dan berat benda uji.

1.1.2.2 Pengelolaan Contoh

Pengelolaan contoh harus mengikuti peraturan, sebagai berikut:

- 1) Setiap contoh harus diberi label yang jelas, sehingga identitas contoh dapat diketahui;
- 2) Label contoh harus mencantumkan;

- (1) Nomor contoh;
- (2) Tipe semen;

- (3) Asal pabrik;
- (4) Jumlah contoh
- (5) Teknisi yang mengambil contoh
- (6) Tanggal pengambilan contoh

Contoh-contoh semen harus disimpan di tempat yang kering agar terhindar kemungkinan terjadinya perubahan kondisi dan sifat semen.

1.1.2.3 Sistem Pengujian

Ikhwal pengujian yaitu:

- 1) Pengujian konsistensi normal untuk setiap contoh dilakukan dengan sistem berulang, setiap kali menggunakan uji tunggal;
- 2) Pencatatan data pengujian harus menggunakan formulir laboratorium yang berisi:
 - (1) Identitas benda uji dan contoh
 - (2) Teknisi penguji
 - (3) Tanggal pengujian
 - (4) Penanggung jawab pengujian
 - (5) Pencatatan data pengujian
 - (6) Nama laboratorium dan instansi penguji

1.1.3 Ketentuan-Ketentuan

1.1.3.1 Berat Benda Uji

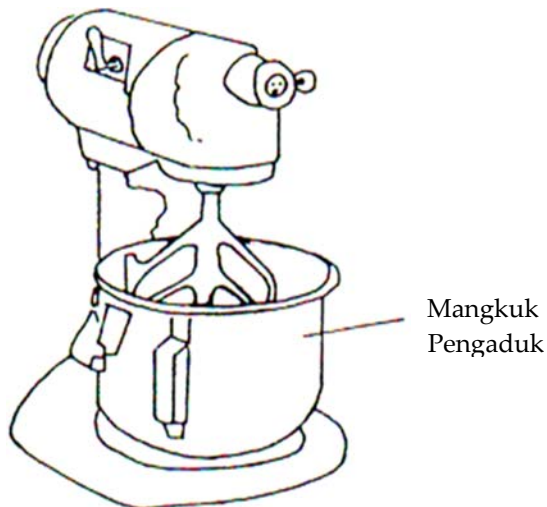
Berat semen portland untuk membuat benda uji adalah 300 gram

1.1.3.2 Alat

Peralatan untuk pengujian konsistensi normal terdiri dari:

Mesin pengaduk yang kecepatan mengaduknya dapat diatur dan dilengkapi dengan mangkuk pengaduk; lihat

1) Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Mesin Pengaduk

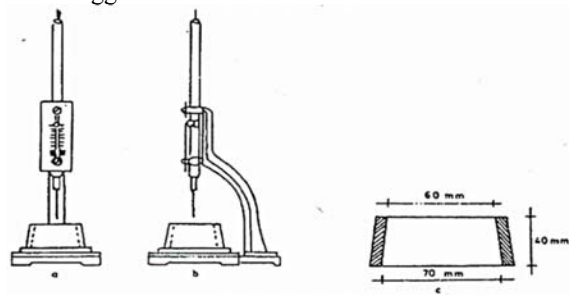
1.1.4 Cara Pengujian

Pengujian konsistensi normal semen portland dilakukan dengan urutan, sebagai berikut:

- 1) Siapkan 5 (lima) benda uji semen portland masing-masing beratnya 300 gram serta air suling sebanyak 100 ml,
- 2) Tuangkan 84 ml air suling ke dalam mangkuk pengaduk, kemudian masukkan pula secara perlahan-lahan benda uji sebanyak 300 gram. Biarkan kedua bahan itu di dalam mangkuk pengaduk selama 30 detik;

- 2) Alat vicat yang sesuai dengan Standar ASTM C-187, terdiri dari:

- (1) Alat vicat;
- (2) Batang vicat untuk pengujian konsistensi normal;
- (3) Cetakan benda uji berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras dengan ukuran:
Diameter dasar : 70 mm
Diameter atas : 60 mm
Tinggi : 40 mm

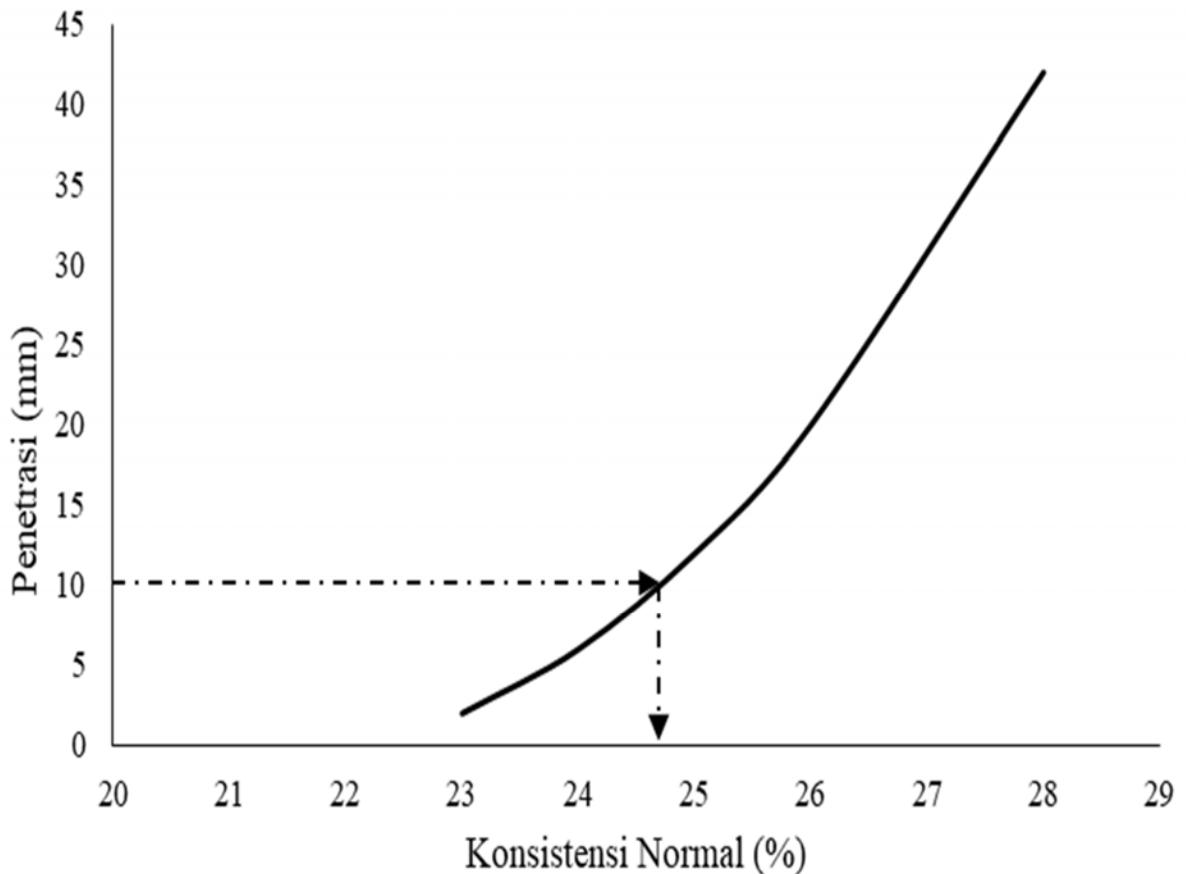


Gambar 1.2 Alat Vicat dan Cetakan Benda Uji

- (4) Gelas ukur kapasitas 200 ml, ketelitian 1 ml;
- (5) Timbangan kapasitas 560 gram dengan ketelitian 0,1 gram;
- (6) Sendok perata;
- (7) Stop watch;
- (8) Air suling sebanyak 1000 ml;

- 10) Letakkan pembaca skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan batang vicat sehingga dapat menembus permukaan pasta; setelah 30 detik, catatlah besarnya penetrasi batang vicat; Pekerjaan ini harus selesai dalam waktu 60 detik setelah pengadukan;
- 11) Ulangi pekerjaan 2 sampai dengan 9 sekurang-kurangnya 5 kali dan setiap kali dengan menggunakan benda uji baru dan kadar air yang berlainan. Untuk percobaan yang pertama dapat menggunakan air

- 3) Aduklah kedua bahan tadi selama 30 detik dengan kecepatan pengaduk 140 ± 5 putaran per menit;
- 4) Hentikan pengadukan selama 15 detik, sementara itu bersihkan pasta yang menempel pada dinding mangkuk pengaduk;
- 5) Aduklah kembali pasta selama 60 detik dengan kecepatan pengaduk 285 ± 10 putaran per menit;
- 6) Buatlah bola dari pasta, dengan menggunakan tangan lalu lemparkan 6 kali dari tangan kiri ke kanan dan sebaliknya dengan jarak lemparan 15 cm.
- 7) Peganglah bola pasta yang terbentuk di salah satu tangan sedangkan tangan lainnya memegang cetakan benda uji. Melalui lubang dasarnya, masukkan bola pasta ke dalam cetakan benda uji sampai terisi penuh dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan;
- 8) Letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata dalam posisi miring dan haluskan permukaan pasta dengan ujung sendok perata, tanpa memberikan tekanan pada pasta;
- 9) Letakkan cetakan benda uji yang terisi pasta pada alat vicat, lalu sentuhkan ujung batang vicat pada bagian tengah permukaan pasta dan kencangkan posisi batang vicat;
 - 12) Hitung besarnya nilai konsistensi untuk setiap percobaan; kemudian buatlah grafik yang menyatakan hubungan antara nilai konsistensi dengan penetrasi;
 - 13) Tentukan titik A pada sumbu penetrasi yang menyatakan nilai penetrasi 10 mm, lalu tariklah garis mendatar yang memotong grafik konsistensi penetrasi di titik B. Dari titik B tariklah garis BC, sejajar sumbu penetrasi, sehingga didapat besarnya nilai konsistensi normal = C, lihat Gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Konsistensi Penetrasi Jarum Vicat

1.1.4.1 LAPORAN PENGUJIAN

Laporan pengujian konsistensi normal semen portland harus mencantumkan:

- 1) Identitas contoh;
 - (1) Nomor contoh;
 - (2) Tipe contoh semen;
 - (3) Pabrik pembuat semen;
 - (4) Poyek yang akan menggunakan
- 2) Laboratorium dan instansi yang melakukan pengujian;
 - (1) Nama teknisi penguji;
 - (2) Nama penanggung jawab pengujian;
 - (3) Tanggal pengujian.
- 3) Hasil pengujian;
- 4) Kelainan dan kegagasan selama pengujian;
- 5) Rekomendasi dan saran-saran;

LAMPIRAN A LAIN-LAIN

Contoh isian formulir

BADAN LITBANG JALAN
PUSAT LITBANG JALAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
Dikerjakan : S.Sr
Tanggal : Juli '90
Data Contoh
Nomor Contoh : R/1
Tipe Semen : 1
Asal pabrik : Indocement

Diperiksa : JD
Tanggal : Juli '90
Contoh diambil oleh: Spd
Tanggal : Juli '90
Jumlah contoh : 4

DATA PENGUJIAN PENGUJIAN KONSISTENSI NORMAL SEMEN PORTLAND

| | PENGUJIAN I | PENGUJIAN II | PENGUJIAN III | PENGUJIAN IV | | PENGUJIAN V |
|---|-------------|--------------|---------------|--------------|--|-------------|
| Berat air, W_a gram | 84.00 | 78.00 | 75.00 | 72.00 | | 69.00 |
| Berat semen, W_s gram | 300.00 | 300.00 | 300.00 | 300.00 | | 300.00 |
| Konsistensi = $\frac{W_a}{W_s} \times 100 \%$ | 28.00 | 26.00 | 25.00 | 24.00 | | 23.00 |
| Penetrasi, mm | 42 | 20 | 12 | 6 | | 2 |

Penanggung jawab penguji,

**LAMPIRAN B
LAIN-LAIN**

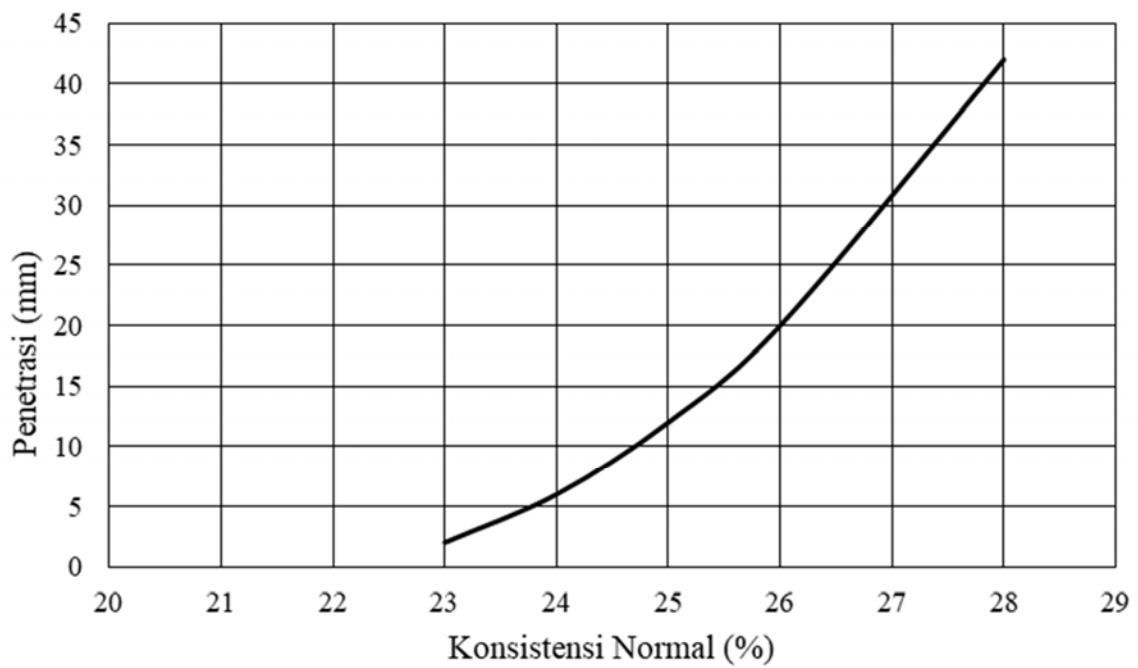
Contoh Isian Formulir

**PENGUJIAN KONSISTENSI NORMAL
SEMEN PORTLAND**

Nomor contoh :
Tipe semen :
Asal pabrik :

Dikerjakan:
Diperiksa :
Tanggal :

GRAFIK KONSISTENSI PENETRASI



Nilai Konsistensi Normal: %

Penanggung jawab penguji

(.....)

1.2 METODE PENGUJIAN WAKTU IKAT AWAL SEMEN PORTLAND DENGAN MENGGUNAKAN ALAT VICAT UNTUK PEKERJAAN SIPIL

1.2.1 Deskripsi

1.2.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan pengujian waktu ikat awal semen portland untuk pekerjaan sipil

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan waktu ikat awal semen setelah kontak dengan air dan waktu ikat akhir ketika jarum vikat tidak mampu lagi menembus permukaan pasta.

1.2.1.2 Ruang lingkup

Ruang lingkup pengujian ini meliputi persyaratan pengujian, ketentuan-ketentuan, cara pengujian serta laporan uji untuk semen portland.

1.2.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Waktu ikat awal adalah waktu yang diperlukan oleh pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat.
- 2) Waktu ikat akhir adalah waktu dimana penetrasi jarum vikat tidak terlihat secara visual;
- 3) Suhu udara adalah suhu ruangan pada saat dilakukan pengujian;
- 4) Benda uji adalah sejumlah semen portland dengan berat dan isi tertentu yang dibuat dari contoh-contoh semen portland;
- 5) Contoh semen portland adalah sejumlah semen portland dengan berat dan isi tertentu yang diambil dari tempat penyimpanan secara acak serta dianggap mewakili sejumlah semen portland yang akan digunakan untuk suatu pekerjaan.

1.2.2 Persyaratan Pengujian

1.2.2.1 Jumlah Contoh

Ketentuan jumlah contoh yang dipergunakan adalah sebagai berikut;

- 1) Jumlah contoh yang diperlukan untuk pengujian waktu ikat awal semen ditetapkan ketentuan yang berlaku;
- 2) Jika suatu pekerjaan akan menggunakan lebih dari satu tipe semen harus dilakukan pengujian waktu ikat awal;
- 3) Pengambilan contoh-contoh untuk setiap tipe semen dilakukan secara acak berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 4) Berat atau volume setiap contoh ditetapkan berdasarkan jumlah dan berat benda uji.

1.2.2.2 Pengelolaan Contoh

Pengelolaan contoh harus mengikuti peraturan sebagai berikut:

- 1) Setiap contoh harus diberi tabel yang jelas sehingga identitas contoh dapat diketahui;
- 2) Label contoh harus memuat:
 - (1) Nomor contoh
 - (2) Tipe semen
 - (3) Asal pabrik
 - (4) Jumlah contoh

(5) Jumlah contoh

(6) Teknisi yang mengambil contoh;

(7) Tanggal pengambilan contoh

- 3) Contoh-contoh semen harus disimpan di tempat yang kering agar terhindar dari kemungkinan terjadinya perubahan kondisi dan sifat semen.

1.2.2.3 Sistem Pengujian

Sistem pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengujian waktu ikat awal dilakukan dengan benda uji tunggal;
- 2) Pencatatan data pengujian harus menggunakan formula laboratorium yang berisi;
 - (1) Identitas benda uji dan contoh;
 - (2) Teknisi pengujian
 - (3) Tanggal pengujian
 - (4) Penanggung jawab pengujian
 - (5) Pencatatan data pengujian;
- 3) Hasil pengujian harus ditandatangani oleh penanggung jawab pengujian.

1.2.3 Ketentuan-Ketentuan

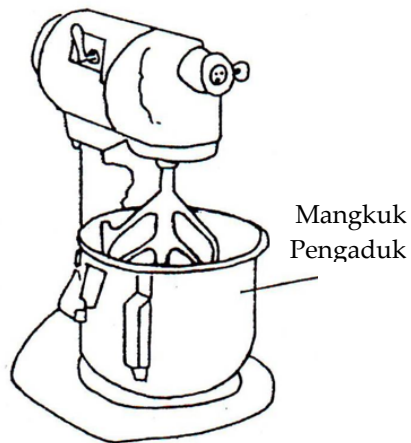
1.2.3.1 Berat Benda Uji

Berat semen portland untuk membuat benda uji adalah 300 gram.

1.2.3.2 Peralatan

Peralatan untuk pengujian konsistensi normal, terdiri dari:

- 1) Mesin pengaduk yang kecepatan pengadukannya dapat diatur dan dilengkapi dengan mangkuk pengaduk; (lihat gambar 1.)

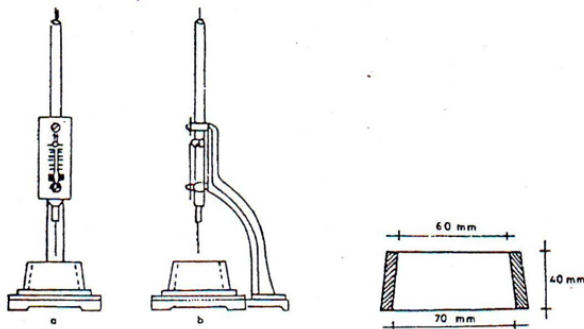


Gambar 1.4 Mesin Pengaduk

- 2) Alat vicat yang sesuai standart ASTM C-91-82, terdiri dari;

- (1) Alat vicat;
- (2) Jarum vicat untuk pengujian waktu ikat awal;
- (3) Cetakan benda uji berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras dengan ukuran:

Diameter dasar : 70 mm
 Diameter atas : 60 mm
 Tinggi : 40 mm

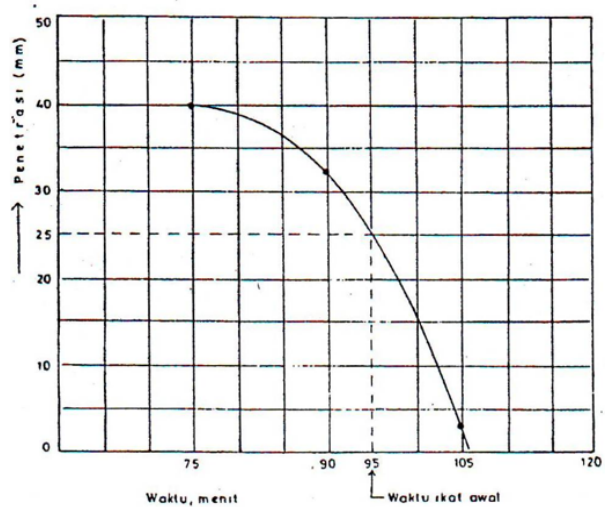


Gambar 1.5 Alat Vicat dan Cetakan Benda Uji

- 3) Gelas ukur kapasitas 200 ml, dengan ketelitian 1 ml;
- 4) Timbangan kapasitas 500 gram, ketelitian 0,1 gram;
- 5) Sendok perata;
- 6) Stop watch;
- 7) Termometer beton;
- 8) Termometer laboratorium;
- 9) Pelat kaca ukuran 150 mm x 150 mm x 3mm;
- 10) Air suling sebanyak 1000 ml;
- 11) Lemari lembab.

1.2.3.3 Perhitungan

- 1) Jarum vicat dilepaskan pada suatu titik di tengah benda uji pasta.
- 2) Ulangi pekerjaan (1), setiap 15 menit untuk titik-titik lain yang berbeda pada permukaan benda uji. Jarak titik-titik pengujian adalah 6,5 mm dan letaknya minimum 9,5 mm dari tepi cetakan benda uji;
- 3) Setiap kali percobaan penetrasi akan dilakukan, jarum vicat harus dibersihkan;
- 4) Selama percobaan penetrasi dilakukan, jarum vicat selalu dalam kondisi lurus dan bebas dari getaran.
- 5) Buatlah grafik antara waktu dan penetrasi, (lihat gambar 3).
- 6) Waktu ikat awal ditentukan ketika penetrasi jarum vicat mencapai 25 mm dari permukaan atas pasta.



Gambar 1.6 Grafik Waktu Penetrasi

- 7) Waktu ikat akhir ditentukan setelah penetrasi mencapai 0 mm.

1.2.4 Cara Pengujian

Pengujian waktu ikat awal dengan urutan sebagai berikut:

- 1) Tentukan dan siapkan volume air suling yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal sesuai dengan cara yang berlaku;
- 2) Tuangkan air suling itu ke dalam mangkuk pengaduk, kemudian masukkan pula secara perlahan-lahan 300 gram benda uji semen ke dalam mangkuk pengaduk yang sama; selanjutnya biarkan selama 30 detik;
- 3) Aduklah campuran air suling dan benda uji itu selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 140 ± 5 putaran per menit;
- 4) Pengadukan dihentikan selama 16 detik bersihkan pasta semen yang menempel di pinggir mangkuk pengaduk;
- 5) Aduk kembali pasta semen selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;
- 6) Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan tangan, sambil dilemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan dengan jarak kedua tangan ± 15 cm;
- 7) Peganglah cetakan benda uji dengan salah satu tangan, kemudian melalui lubang dasarnya masukkan pasta semen sampai terisi penuh, dan ratakan kelebihan pasta dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan; letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata dalam posisi miring dan haluskan permukaan pasta dengan ujung sendok perata, tanpa memberikan tekanan pada pasta;
- 8) Letakkan termometer beton di atas benda uji, lalu simpan di dalam lemari lembab selama, 30 menit; selama percobaan benda uji berada dalam cincin dan ditahan pelat kaca;
- 9) Catatlah suhu udara dengan termometer laboratorium dan suhu benda uji dengan termometer beton;
- 10) Letakkan benda uji pada alat vikat, sentuhkan ujung jarum vikat pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vikat, letakkan pembaca skala pada nol atau catat permulaan, dan segera lepaskan jarum vikat;
- 11) Catatlah besarnya penetrasi jarum vikat ke dalam benda uji setelah 30 detik;

1.2.5 Laporan Pengujian

Laporan uji berat jenis semen portland mencantumkan data, sebagai berikut;

- 1) Identitas contoh;
 - (1) Nomor contoh;
 - (2) Tipe contoh;
 - (3) Asal pabrik
 - (4) Proyek yang akan menggunakan
- 2) Laboratorium/instansi yang melakukan pengujian;
 - (1) Nama teknisi penguji;
 - (2) Nama penanggung jawab pengujian;
 - (3) Tanggal pengujian.
- 3) Hasil pengujian;
- 4) Kelainan dan kegagalan selama pengujian;
- 5) Rekomendasi dan saran-saran

**LAMPIRAN A
LAN-LAIN**

Contoh isian formulir

Dikerjakan : Diperiksa :
Tanggal : Tanggal :

PENGUJIAN WAKTU IKAT AWAL SEMEN PC DENGAN ALAT VICAT

I. DATA CONTOH

Nomor Contoh :

Tipe Semen :

Asal pabrik :

Contoh diambil oleh :

Tanggal :

Jumlah contoh :

II.

DATA PENGUJIAN

Suhu benda uji : °C

Suhu udara : °C

PERCOBAAN PENETRASI

| Pukul | Interval waktu (menit) | Penetrasi mm |
|-------|------------------------|--------------|
| | | |

Penanggung jawab pengujian,

(.....)

**LAMPIRAN B
LAN-LAIN**

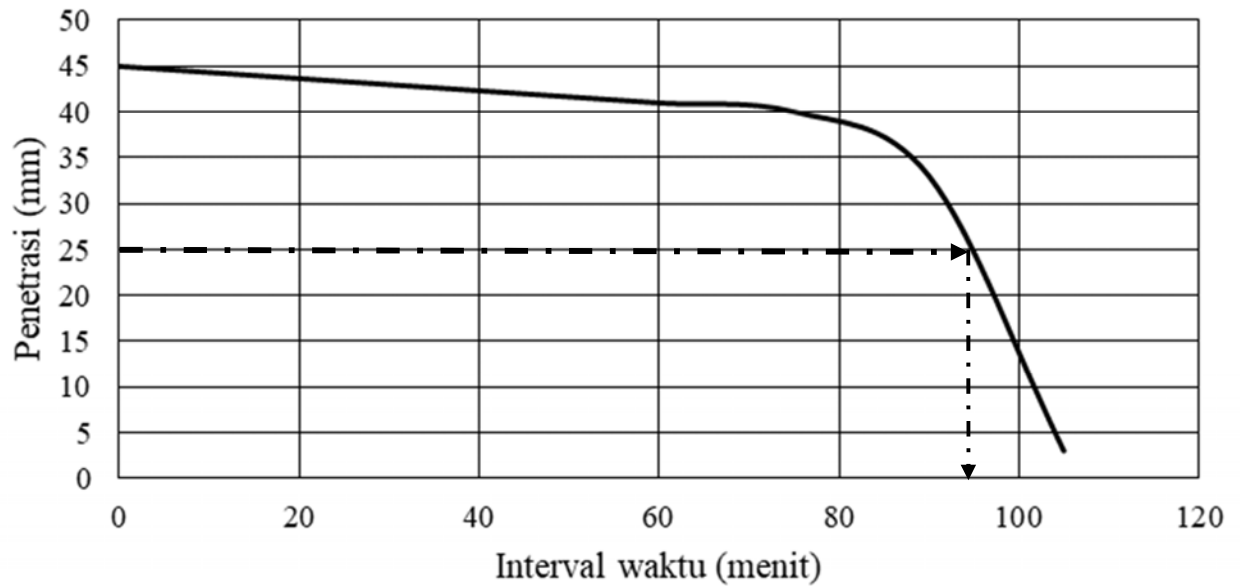
Contoh isian formulir

BADAN LITBANG JALAN
PUSAT LITBANG JALAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI

Nomor contoh :
Tipe semen :
Asal pabrik :

Dikerjakan :
Tanggal :
Diperiksa :

**PENGUJIAN WAKTU IKAT SEMEN PC
DENGAN ALAT VICAT**



Penanggung jawab penguji,

(.....)

1.3 METODE PENGUJIAN BERAT JENIS SEMEN PORTLAND

1.3.1 Deskripsi

1.3.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan untuk melakukan pengujian berat isi semen portland.

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini untuk mendapatkan nilai berat isi semen portland, yang digunakan untuk pengendalian mutu semen.

1.3.1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pengujian ini meliputi persyaratan-persyaratan, ketentuan-ketentuan, cara pengujian serta, laporan uji berat isi untuk semen portland dengan cara Le Chatelier.

1.3.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Berat isi semen portland adalah perbandingan antara berat kering semen pada suhu kamar dengan satuan isi;
- 2) Suhu kamar adalah suhu ruangan pada saat dilakukan pengujian;
- 3) Benda uji adalah sejumlah semen portland dengan berat dan isi tertentu yang dibuat dari contoh-contoh semen portland;
- 4) Contoh semen portland adalah sejumlah semen portland dengan berat isi tertentu yang diambil dari tempat penyimpanan secara acak serta dianggap mewakili sejumlah semen portland yang akan digunakan sebagai bahan struktur.

1.3.2 Persyaratan Pengujian

1.3.2.1 Jumlah Contoh

Pengujian harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jumlah contoh yang diperlukan untuk pengujian berat isi semen ditetapkan berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 2) Jika suatu struktur akan menggunakan lebih dari satu tipe semen, maka setiap tipe semen harus dilakukan pengujian berat isi;
- 3) Pengambilan contoh-contoh untuk setiap tipe semen dilakukan secara acak berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 4) Berat atau volume setiap contoh ditetapkan berdasarkan jumlah dan berat benda uji.

1.3.2.2 Pengelolaan contoh

Proses pengelolaan disyaratkan, sebagai berikut:

- 1) Setiap contoh harus diberi label yang jelas, sehingga identitas contoh dapat diketahui;
- 2) Label contoh meliputi:
 - (1) Nomor contoh;
 - (2) Tipe semen;
 - (3) Asal pabrik;
 - (4) Jumlah contoh;
 - (5) Teknisi yang mengambil contoh;
 - (6) Tanggal pengambilan contoh.

1.3.2.3 Sistem Pengujian

Sistem pengujian dipersyaratkan sebagai berikut:

- 1) Pengujian berat isi semen portland dilakukan, secara ganda dengan demikian untuk setiap contoh harus disiapkan 2 (dua) buah benda uji;
- 2) Pencatatan data pengujian harus menggunakan formulir yang berisi:
 - (1) Identitas benda uji dan contoh;
 - (2) Teknisi penguji;
 - (3) Tanggal pengujian;
 - (4) Penanggung jawab pengujian;
 - (5) Pencatatan data pengujian;
 - (6) Nama laboratorium dan instansi penguji.
- 3) Hasil pengujian harus ditanda tangani oleh penanggung jawab pengujian.

1.3.3 Ketentuan-Ketentuan

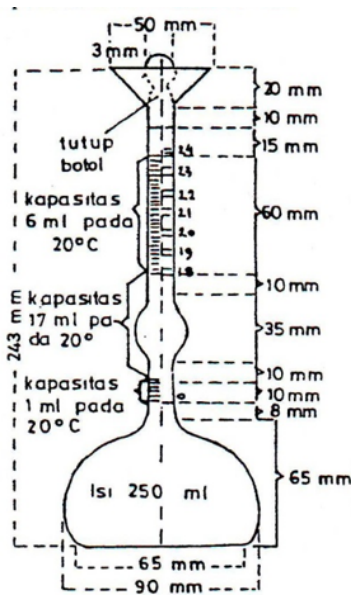
1.3.3.1 Benda Uji

Berat benda uji adalah 64 gram.

1.3.3.2 Peralatan

Peralatan untuk pengujian berat jenis semen portland, terdiri dari:

- 1) Dua buah botol Le Chatelier, dengan ketentuan seperti tercantum pada gambar di bawah ini:



Gambar 1.7 Alat Le Chatelier

1.3.4 Cara Pengujian

Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Isi botol Le Chatelier dengan kerosin atau naptha sampai permukaan kerosin atau naptha dalam botol terletak pada skala antara 0-1; keringkan bagian dalam botol di atas permukaan cairan;
- 2) Rendam botol-botol Le Chatelier yang dimaksud pada butir 1 ke dalam baki berisi air; biarkan botol-botol itu terendam selama ±60 menit agar suhu botol itu tetap dan suhu cairan dalam botol sama dengan suhu air;
- 3) Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama, baca tinggi permukaan terhadap skala botol, misalnya V₁;

- 2) Timbangan kapasistas 200 gram dengan ketelitian ±2 gram
- 3) Kerosin bebas air atau naptha yang mempunyai berat jenis 62 API (American Petroleum Institute);
- 4) Baki diameter 40 cm, tinggi 30 cm yang penuh diisi air bersih;
- 5) Thermometer laboratorium.

1.3.3.3 Rumus Perhitungan

Cara perhitungan adalah sebagai berikut:

- 1) Berat isi setiap benda uji dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{\text{berat semen}}{v_2 - v_1}$$

Dimana:

ρ : berat isi semen portland

$v_2 - v_1$: isi kerosin atau naptha yang dipindahkan oleh benda uji

- 2) Berat isi contoh merupakan nilai rata-rata berat isi benda uji yang bersangkutan;
- 3) Untuk perencanaan campuran beton, berat isi harus dinyatakan dalam berat jenis yang merupakan dalam besaran tanpa dimensi.

$$G_{sp} = \rho / G_a$$

Dimana:

G_{sp} = berat jenis semen portland

G_a = berat isi air suling pada suhu 4 °C (=1 gr/cm³)

- 4) Masukkan benda uji sedikit demi sedikit ke dalam botol, harus diusahakan seluruh benda uji masuk ke dalam cairan dan hindarkan adanya semen yang menempel di dinding dalam botol di atas permukaan cairan;
- 5) Setelah seluruh benda uji dimasukkan, goyangkan perlahan-lahan botol itu selama ±30 menit, sehingga seluruh gelembung udara dalam benda uji ke luar;
- 6) Rendam botol yang berisi benda uji dan cairan itu selama ±60 menit, sehingga suhu larutan dalam botol sama dengan suhu air; lalu baca tinggi permukaan larutan pada skala botol, misalnya V₂;
- 7) Hitung berat W dan berat jenis semen portland dengan menggunakan rumus yang tercantum pada Sub Bab 1.3.3.3.

1.3.5 Laporan Pengujian

Laporan uji berat jenis semen portland mencantumkan data, sebagai berikut;

- 1) Identitas contoh;
 - (1) Nomor contoh;
 - (2) Tipe contoh;
 - (3) Asal pabrik
 - (4) Proyek yang akan menggunakan
- 2) Laboratorium/instansi yang melakukan pengujian;
 - (1) Nama teknisi penguji;
 - (2) Nama penanggung jawab pengujian;
 - (3) Tanggal pengujian.

- 3) Hasil pengujian;
- 4) Kelainan dan kegagalan selama pengujian;
- 5) Rekomendasi dan saran-saran

DAFTAR ISTILAH

Duplo = *Ganda*

API = *American Petroleum Institute*

**LAMPIRAN A
LAIN-LAIN**

Contoh Isian Formulir

Nomor contoh: 4/90

Contoh dari :

Jenis Contoh :

Terima Tanggal :

Dikerjakan tanggal :

Selesai Tanggal: :

Penguji :

**DATA PENGUJIAN
PENGUJIAN KEHALUSAN SEMEN PORTLAND**

| | | |
|------------------|------------------|-------|
| Berat benda uji | | gram |
| Volume benda uji | (= $V_2 - V_1$) | cc |
| Berat isi | (= ρ) | gt/cc |
| Berat jenis | (= G_{sp}) | |

Tanda Tangan Pemeriksa

1) _____

2) _____

Diperiksa Oleh

BAB 2 PENYELIDIKAN BAHAN AGREGAT HALUS

2.1 METODE PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS (ASTM C556-97/SNI 03-1971-1990)

2.1.1 Deskripsi

2.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan kadar air agregat.

2) Tujuan

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

2.1.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan pada agregat yang mempunyai kisaran garis tengah dari 6,3 mm sampai 152,4 mm.

Hasil pengujian kadar air agregat dapat digunakan dalam pekerjaan:

- 1) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan.

2.1.1.3 Pengertian

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, yang dinyatakan dalam persen.

2.1.2 Cara Pelaksanaan

2.1.2.1 Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh;
- 2) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- 3) Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji.

2.1.2.2 Benda Uji

Berat benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum sesuai **Daftar I**.

2.1.2.3 Cara Pengujian

Urutan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang dan catatlah berat talam (W_r);
- 2) Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W_2);
- 3) Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$);
- 4) Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap;
- 5) Setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta talam (W_4);
- 6) Hitunglah berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$)

Tabel 2.1 Berat Minimum Benda Uji

| Ukuran butir maksimum | | Berat (W) agregat Minimum (kg) |
|-----------------------|------|--------------------------------|
| mm | inci | |
| 6,3 | ¼ | 0,5 |
| 9,5 | 3/8 | 1,5 |
| 12,7 | ½ | 2,0 |
| 19,1 | ¾ | 3,0 |
| 25,4 | 1 | 4,0 |
| 38,1 | 1½ | 6,0 |
| 50,8 | 2 | 8,0 |
| 63,5 | 2½ | 10,0 |
| 76,2 | 3 | 13,0 |
| 88,9 | 3½ | 16,0 |
| 101,6 | 4 | 25 |
| 152,4 | 6 | 50 |

2.1.2.4 Perhitungan

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

Keterangan:

W_3 = Berat benda uji semula (gram)

W_5 = Berat benda uji kering (gram)

2.1.2.5 Laporan

Laporan kadar air dalam persen dua angka di belakang koma.

LAMPIRAN B
LAN-LAIN

Contoh Isia Formulir Kadar Air Agregat

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">..... (Nama Instansi/Jawatan)</p> <p>Laporan Surat/Laporan No.:</p> <p>Nomor Contoh :</p> <p>Pekerjaan :</p> | <p>Dikerjakan :</p> <p>Dihitung :</p> <p>Digambar :</p> <p>Diperiksa :</p> |
|---|--|

TABEL
PENGUJIAN KADAR AGREGAT

| Nomor Contoh dan Kedalaman | Nomor 0.1 | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---|--|--|--|--|
| Nomor Talam yang dipakai | A | B | | | | |
| 1) Berat Talam + Contoh basah (gr) | | | | | | |
| 2) Berat Talam + Contoh Kering (gr) | | | | | | |
| 3) Berat Air = 1 – 2 (gr) | | | | | | |
| 4) Berat Talam (gr) | | | | | | |
| 5) Berat contoh kering = 2- 4 (gr) | | | | | | |
| 6) Kadar Air = 3 – 5 (%) | | | | | | |

2.2 METODE PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (ASTM C128-01/SNI 03-1970-1990)

2.2.1 Deskripsi

2.2.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan dari agregat halus.

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus.

2.2.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan pada agregat halus lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan:

- 1) Penyelidikan quarry agregat;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- 3) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan.

2.2.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 2) Berat jenuh kering permukaan yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 3) Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C;
- 4) Penyerapan ialah perbandingan berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen.

2.2.2 Cara Pelaksanaan

2.2.2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram;
- 2) Piknometer dengan kapasitas 500 ml;
- 3) Kerucut terpancung, diameter bagian atas (40±3) mm, diameter bagian bawah (90±3) mm dan tinggi (75±3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm;
- 4) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340±15) gram, diameter permukaan penumbuk (25±3) mm;
- 5) Saringan No. 4 (4,75 mm);
- 6) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110±5)°C;
- 7) Pengukuran suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C;
- 8) Talam;
- 9) Bejana tempat air;
- 10) Pompa hampa udara atau tungku;
- 11) Desikator;

2.2.2.2 Benda Uji

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat (*quatering*) sebanyak 1000 gram.

2.2.2.3 Cara Pengujian

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110±5)°C, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1 %; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24±4) jam;
- 2) Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh;
- 3) Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisiskan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak;

- 4) Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya; untuk mempercepat proses ini dapat menggunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer;
- 5) Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C;
- 6) Tambahkan air sampai mencapai tanda batas;
- 7) Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (B_i);
- 8) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu (100±5)°C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator;
- 9) Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (B_k);
- 10) Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air gunakan penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

2.2.2.4 Perhitungan

Dalam metode ini dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- 1) **Berat Jenis Curah** = $\frac{Bk}{(B+500-Bt)}$ (1)
- 2) Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan
= $\frac{500}{(B+500-Bt)}$ (2)
- 3) *Berat jenis semu* = $\frac{Bk}{(B+Bk-Bt)}$ (3)
- 4) *Penyerapan* = $\frac{500-Bk}{(Bk)} \times 100\%$ (4)

Keterangan:

B_k = berat benda uji kering oven, dalam gram

B = berat piknometer berisi air, dalam gram

B_t = berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

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

2.2.2.5 Laporan

Hasil ditulis dalam bilangan desimal sampai dua angka di belakang koma.

**LAMPIRAN A
DAFTAR ISTILAH**

| | |
|------------------------------------|--|
| Berat jenis | : <i>Specific Gravity</i> |
| Berat jenis curah | : <i>Bulk specific Gravity</i> |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | : <i>Saturated Surfacedry Specific Gravity</i> |
| Berat jenis semu | : <i>Apparent Specific Granty</i> |
| Cara perempat | : <i>Quartering</i> |
| Alat Pemisah Contoh | : <i>Sample Splitter</i> |
| Penyerapan | : <i>Absorption</i> |
| Pompa hampa udara | : <i>Vaccum Pump</i> |
| Talam | : <i>Pan</i> |
| Kerucut terpancung | : <i>Cone</i> |

**LAMPIRAN B
LAN-LAIN**

**Contoh Isian Formulir Pengujian Berat Jenis dan
Penyerapan Agregat Halus**

.....
(Nama Instansi/Jawatan)

| | | | | |
|----------------------------|-------|------------|---|-------|
| Laporan Surat/Laporan No.: | ..... | Dikerjakan | : | ..... |
| Nomor Contoh | : | Dihitung | : | ..... |
| Pekerjaan | : | Digambar | : | ..... |
| | | Diperiksa | : | ..... |

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

| | A | B | Rata-Rata | |
|--|---|---|-----------|----|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) .....500 | | | | gr |
| Berat benda uji kering oven Bk | | | | gr |
| Berat piknometer diisi air (25 ⁰ C) B | | | | gr |
| Berat piknometer + benda uji (SSD) + Air (25 ⁰ C) Bt | | | | gr |

| | A | B | Rata-Rata | |
|--|---|---|-----------|----------------|
| Berat jenis (Bulk) = $\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$ | | | | |
| Berat jenis kering permukaan jenuh = $\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$ | | | | |
| Berat jenis semu (Apparent) = $\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$ | | | | |
| Penyerapan = $\frac{500 - Bk}{(Bk)} \times 100 \%$ | | | | |

2.3 METODE PENGUJIAN BOBOT ISI DAN RONGGA UDARA DALAM AGREGAT (ASTM C29/29M-97/SNI 03-4804-1998)

2.3.1 Deskripsi

2.3.1.1 Ruang Lingkup

Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat ini mencakup;

- 1) Perhitungan berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat;
- 2) Ketentuan-ketentuan peralatan, contoh uji, perhitungan, cara uji dan laporan hasil uji.

2.3.1.2 Pengertian

Yang dimaksud dengan :

- 1) Berat isi agregat adalah berat agregat persatuan isi;
- 2) Berat adalah gaya gravitasi yang mendesak agregat;
- 3) Agregat adalah material granular misalnya pasir, batu pecah dan lerak tungku besi, yang dipakai bersama-

sama dengan suatu beton semen hidrolis atau adukan;

- 4) Agregat kasar adalah kerikil yang desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu pecah dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm- 40 mm;
- 5) Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm;
- 6) Rongga udara dalam satuan volume agregat adalah ruang di antara butir-butir agregat yang tidak diisi oleh partikel yang padat.

2.3.2 Ketentuan Ketentuan

2.3.2.1 Umum

Ketentuan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

- 1) Timbangan harus dikalibrasi sesuai ketentuan yang berlaku;
- 2) Hasil pengujian harus ditandatangani oleh tenaga pelaksana yang ditunjuk sebagai penanggung jawab pengujian;
- 3) Laporan pengujian harus disahkan oleh kepala laboratorium dengan dibubuhi nama, tanda tangan, nomor surat dan cap instansi.

2.3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 2 kg untuk contoh agregat halus, dan ketelitian 1 gram kapasitas 20 kg untuk contoh agregat kasar;
- 2) Batang penusuk terbuat dari baja berbentuk batang lurus, berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm dan ujungnya dibuat tumpul setengah bundar;
- 3) Alat penakar berbentuk silinder terbuat dari logam atau bahan kedap air dengan ujung dan dasar yang benar-benar rata, kapasitas penakar sesuai dengan Tabel 2.2; Sekop atau sendok sesuai kebutuhan
- 4) Peralatan kalibrasi berupa plat gelas dengan tebal minimum 6 mm dan paling sedikit 25 mm lebih besar daripada diameter takaran yang dikalibrasi;

2.3.2.3 Contoh Uji

Contoh uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jumlah mendekati 125%-200% dari jumlah yang akan diuji;
- 2) Kering oven atau kering permukaan.

Tabel 2.2 Kapasitas penakaran maksimum berdasarkan ukuran agregat beton

| Ukuran Besar Beton Nominal Agregat (mm) | Kapasitas Maksimum Penakar (liter) |
|---|------------------------------------|
| 12,5 | 2,8 |
| 25,0 | 9,3 |
| 37,5 | 14 |
| 75 | 28 |
| 112 | 70 |
| 150 | 100 |

2.3.2.4 Perhitungan

1) Berat Isi

Berat isi sebagai berikut:

- (1) Agregat dalam keadaan kering oven dihitung menurut rumus berikut:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \dots\dots\dots (1)$$

$$M = (G - T) \times F$$

Keterangan:

M = berat isi agregat dalam kondisi kering oven, dalam kg/m³;

G = Berat agregat dan penakar, dalam kg;

T = Berat penakar, kg;

V = Volume penakar, dalam m³;

F = Faktor penakar, dalam m⁻³

- (2) Agregat dalam keadaan kering permukaan dihitung menurut rumus berikut:

$$MSSD = M [1 + (A/100)] \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

MSSD = Berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan, dalam kg/m^3 ;

M = Berat isi dalam kondisi kering oven, dalam kg/m^3 ;

A = Absorpsi, dalam %

2) Kadar Rongga Udara

Kadar rongga udara dalam agregat dihitung menurut rumus berikut:

$$\text{Rongga udara} = \frac{[(s \times w) - M]}{(s \times w)} \times 100 \% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven dalam kg/m^3 ;

s = Berat jenis agregat dalam kering oven dihitung menurut SNI 1969-1990 dan SNI 1970-1990

w = Kerapatan air, 998 kg/m^3

2.3.2.5 Pilihan alat Pemampat

Alat pemampat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Dengan batang penusuk, untuk agregat dengan besar butir nominal maksimum 37,5 mm atau kurang;
- 2) Dengan alat ketuk untuk agregat yang mempunyai besar butir nominal antar 150 mm-37,6 mm;

Dengan alat sekop untuk uji gembur atas permintaan khusus.

2.3.3 Cara Pengujian

Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat dilakukan sebagai berikut:

2.3.3.1 Kondisi Padat

Kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk dan cara ketuk:

1) Cara tusuk:

- (1) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata;
- (2) Tusuk lapisan agregat dengan 25x tusukan batang penusuk;
- (3) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti di atas;
- (4) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi;
- (5) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata;
- (6) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri;
- (7) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;
- (8) Hitung berat isi agregat menurut rumus 1 dan 2 pada butir 2.3.2.4;
- (9) Hitung kadar rongga udara menurut rumus 3 pada butir 2.3.2.4.

2) Cara ketuk

- (1) Isi agregat dalam penakar dalam tiga tahap sesuai ketentuan 2.3.3.1.1(1);

2.3.4 Laporan Pengujian

Laporan pengujian dicatat dalam formulir dengan mencantumkan hal hal sebagai berikut:

- 1) Berat isi hasil pengujian cara tusuk;
- 2) Berat isi hasil pengujian cara ketuk;
- 3) Bila perlu berat isi hasil pengujian cara sekop atau sendok;
- 4) Kehilangan berat;

- (2) Padatkan untuk setiap lapisan dengan cara mengetuk-ngetukkan alas penakar secara bergantian di atas lantai yang rata sebanyak 50 kali;
- (3) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata sampai rata;
- (4) Tentukan berat penakar dan isinya sama seperti langkah 1) (6);
- (5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah 1)(8) dan 1) (9).

2.3.3.2 Kondisi Gembur

Kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok:

- 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat;
- 2) Ratakan permukaan dengan batang perata;
- 3) Tentukan berat penakar dan isinya, dan berat penakar sendiri;
- 4) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;
- 5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah pada butir 2) (5).

Laporan hasil untuk kadar rongga udara dengan ketelitian 1% sebagai berikut:

- 1) Rongga udara dalam agregat dengan cara tusuk, dalam %;
- 2) Rongga udara dalam agregat dengan cara ketuk, dalam %.

LAMPIRAN A

DAFTAR ISTILAH

| | |
|------------------|--------------------------------|
| Berat isi | = <i>Unit weight</i> |
| Rongga udara | = <i>Void</i> |
| Batang penusuk | = <i>Tamping rod</i> |
| Pengetukan | = <i>Jigging</i> |
| Penyekopan | = <i>Shovelling</i> |
| Segregasi | = <i>Segregation</i> |
| Kering permukaan | = <i>Saturated Surface dry</i> |

LAMPIRAN B

Contoh Isian Formulir Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.

Nama Lembaga Pengujian
Lampiran Surat Laporan No. Dan Tanggal:

Nama Lembaga Penguji : Dikerjakan oleh :
 Nomor Laporan Uji : Dihitung oleh :
 Tanggal Laporan Uji : Diperiksa oleh :
 Jumlah Benda Uji :

| No. Urut | No. Contoh | Berat Contoh (kg) | Ukuran Agregat (mm) | Volume Penakar (m ³) | Buat Penakar (kg) (kg/l) | Berat Jenis Agregat | Bobot Isi (kg/l) | Penguapan Air (%) | Rongga Udara (%) |
|----------|------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Catatan : 1. Agregat halus * cara uji kering oven atau kering jenuh permukaan
 2. Agregat Kasar

Catatan:
 Contoh isian formulir ini
 Tidak merupakan bagian dari standar

.....
 Mengetahui/Menyetujui
 Kepala,

(Nama Jelas)

2.4 METODE PENGUJIAN KOTORAN ORGANIK DALAM PASIR UNTUK CAMPURAN MORTAR DAN BETON (ASTM C40-99/SNI 03-2816-1992)

2.4.1 Deskripsi

2.4.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.

2) Tujuan

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji pasir. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu agregat.

2.4.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian kotoran organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.

2.4.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan kotoran organik adalah bahan-bahan organik yang terdapat didalam pasir dan menimbulkan efek yang merugikan terhadap mutu mortar atau beton.

2.4.2 Persyaratan Pengujian

Persyaratan pengujian ini adalah sebagai berikut;

- 1) Sebagai pembanding, supaya dilakukan dua atau lebih pengujian;

- 2) Petugas pengujian harus bebas dari penyakit buta warna.

2.4.3 Ketentuan Ketentuan

Perihal ketentuan pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pengambilan benda uji pasir harus lolos saringan no.4, berat minimum 500 gram dan dalam keadaan kering, jika diperlukan dapat dikeringkan di udara terbuka;
- 2) Botol gelas yang mempunyai skala, tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang

tidak larut dalam larutan NaOH, dengan isi sekitar 350 ml;

- 3) Larutan standar terdiri dari larutan 0,250 gram $K_2Cr_2O_7$ di dalam 100 ml H_2SO_4 (kerapatan 1,84) atau menggunakan warna standar organik plate.

2.4.4 Cara Uji

Urutan proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Masukkan benda uji ke dalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml;
- 2) Tambahkan larutan (3% NaOH + 97% air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 ml;
- 3) Tutup botol; kocok kuat-kuat, kemudian didiamkan selama 24 jam;

- 4) Warna standar dapat menggunakan larutan standar atau organik plate no.3;

- 5) Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar atau menunjukkan warna standar, lebih besar dari no.3, maka kemungkinan mengandung bahan organik yang tidak di izinkan

2.4.5 Laporan

Hasil pengujian dilaporkan sebagai berikut:

- 1) Laporan hasil pengujian sehubungan dengan warna larutan benda uji;

- 2) Laporan kegagalan yang mungkin terjadi selama pengujian.

LAMPIRAN A

Contoh Isian Formulir
 Contoh No. :
 Contoh dari :
 Jenis Contoh :
 Terima tanggal :
 Dikerjakan tanggal :
 Selesai tanggal :

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PERESAPAN AGREGAT HALUS

| PENGUJIAN | Satuan | I | II | III | Notasi |
|---------------------------------|--------|---|----|-----|--------|
| Berat contoh | Gram | | | Bj | |
| Berat piknometer + air | Gram | | | Ba | |
| Berat piknometer + air + contoh | Gram | | | Bt | |
| Berat contoh kering | Gram | | | Bk | |

| PERHITUNGAN | Rumus | I | II | III | Rata2 |
|--------------------|-----------------------------------|---|----|-----|-------|
| Berat jenis kering | $\frac{Bk}{Ba + Bj - Bt}$ | | | | |
| Berat jenis JKP | $\frac{Bj}{Ba + Bj - Bt}$ | | | | |
| Berat jenis semu | $\frac{Bk}{Ba + Bk - Bt}$ | | | | |
| Peresapan (%) | $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$ | | | | |

Tanda tangan pemeriksa;

Diperiksa Oleh

()

()

Metode Pengujian Sifat Kekekalan Bentuk Agregat

2.5 METODE PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG LOLOS SARINGAN NO. 200 (0,075 MM) (ASTM C117-95/SNI 03-4142-1996)

2.5.1 Deskripsi

2.5.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dengan cara pencucian.

2) Tujuan

Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm), sehingga berguna bagi perencana dan pelaksana pembangunan jalan.

2.5.1.2 Ruang Lingkup

Metode pengujian ini meliputi persyaratan, ketentuan-ketentuan, cara pengujian agregat untuk menentukan persen bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

2.5.2 Persyaratan Pengujian

2.5.2.1 Peralatan

- 1) Peralatan yang digunakan harus sudah dikalibrasi dan sesuai ketentuan yang berlaku;
- 2) Peralatan yang digunakan untuk layak pakai sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

2.5.2.2 Benda Uji

- 1) Pengujian harus dilakukan duplo;

2.5.3 Ketentuan Ketentuan

2.5.3.1 Peralatan dan Bahan Pembersih

- 1) Saringan terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) dan di atasnya, saringan Nomor 16 (1,18 mm);
- 2) Wadah untuk mencuci mempunyai kapasitas yang dapat menampung benda uji sehingga pada waktu pengadukan (pelaksanaan pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah; Peralatan yang digunakan harus sudah dikalibrasi dan sesuai ketentuan yang berlaku;
- 3) Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,1% dari berat benda uji;
- 4) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110-5)⁰C

2.5.3.2 Bahan Pembersih

Bahan yang digunakan adalah bahan pembersih seperti detergent atau sabun untuk mempermudah pemisahan bahan halus yang melekat pada agregat

2.5.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) adalah banyaknya bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) sesudah agregat dicuci sampai air cucian menjadi jernih;
- 2) Bahan pembersih adalah suatu bahan pembersih seperti detergent atau sabun yang digunakan untuk mempermudah pemisahan bahan halus yang melekat pada agregat.
- 3) Suspensi adalah bahan halus lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) yang melayang di dalam larutan air pencuci.

- 2) Pengambilan contoh agregat harus dilakukan secara acak; agar dapat mewakili seluruh bahan yang akan diuji;
- 3) Benda uji disiapkan melalui alat pemisah contoh atau dengan jalan dibagi empat secara merata.

2.5.3.3 Benda Uji

Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat tergantung pada ukuran maksimum agregat sesuai dengan Tabel 2.3

Tabel 2.3 Ketentuan Berat Kering Minimum

| UKURAN MAKSIMUM AGREGAT | | BERAT KERING MINIMUM BENDA UJI |
|-------------------------|---------|--------------------------------|
| Ukuran Maksimum Agregat | mm | Gram |
| No. 8 | 2,36 | 100 |
| No. 4 | 4,75 | 500 |
| 3/8 | 9,50 | 1000 |
| 3/4 | 19,00 | 2500 |
| ≥ 1 1/2 | ≥ 38,10 | 5000 |

2.5.3.4 Perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

- 1) Berat kering benda uji awal
 $W3 = W1 - W2$(1)
- 2) Berat kering benda uji sesudah pencucian
 $W5 = W4 - W2$ (2)
- 3) Bahan lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm)
 $W6 = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\%$ (3)

Keterangan:

- W1= berat kering benda uji + wadah (gram)
- W2= berat wadah (gram)
- W3= berat kering benda uji awal (gram)
- W4= berat kring benda uji sesudah pencucian + wadah (gram)
- W5= berat kering benda uji sesudah pencucian (gram)
- W6= % bahan lolos saringan Nomor 200 (0,075mm)

2.5.4 Cara Uji

2.5.4.1 Persiapan

Lakukan tahapan persiapan sebagai berikut:

- 1) Siapkan peralatan yang akan digunakan;
- 2) Tulis identitas benda uji ke dalam formulir pengujian;
- 3) Saring contoh agregat sesuai SNI 1969-1990, tentang Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar, untuk mengetahui ukuran maksimum agregat;
- 4) Siapkan benda uji dalam kondisi kering oven dengan melalui alat pemisah contoh, tantukan beratnya sehingga memenuhi ketentuan Tabel 2.3..

Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya;

2.5.4.2 Pelaksanaan Pengujian

Lakukan pelaksanaan pengujian sebagai berikut:

- 1) Timbang wadah tanpa benda uji;
- 2) Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah;
- 3) Masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam;
- 4) Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan yang sempurna antara butir-butir halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).
- 5) Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang dibawahnya dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang;
- 6) Ulangi pekerjaan butir (3), (4), dan (5), sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih;
- 7) Kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh;
- 8) Hitung persen bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dengan rumus-rumus perhitungan seperti yang diuraikan pada 2.5.3.4.

2.5.5 Laporan Pengujian

Laporan pengujian dicatat dalam formulir yang tersedia dengan mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Identitas benda uji
 - (1) Nama pekerjaan;
 - (2) Jumlah contoh;
 - (3) Nomor contoh;
 - (4) Jenis contoh;
 - (5) Sumber contoh;
- 2) Laboratorium yang melakukan pengujian
 - (1) Tanggal pengujian
 - (2) Nama teknisi penguji;
 - (3) Nama penanggung jawab pengujian
- 3) Hasil pengujian
- 4) Kelainan dan kegagalan selama pengujian

**LAMPIRAN A
DAFTAR ISTILAH**

Bahan pembersih : *wetting agents*
 Dibagi empat secara merata : *quartering*
 Suspensi : *suspension*
 Dua benda uji : *duplo*

**LAMPIRAN B
CONTOH ISIAN FORMULIR**

Pekerjaan : PT. DUTA Tanggal Pengujian : 05 – 06 - 1993
 Jumlah Contoh : 5 Nama teknisi
 Nomor Contoh : 1/5 Penguji : Rudy S.P
 Jenis Contoh : Abu Batu Nama Penanggung Jawab : Subandrijo, BE
 Sumber Contoh : Bogor

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT
YANG LOLOS SARINGAN Nomor 200 (0,075 MM)**

| NO. CONTOH 1/5 | UKURAN MAKSIMUM AGREGAT NOMOR 4 (4.75 mm) | | SATUAN |
|---|---|---|--------|
| | I | I | |
| BERAT KERING BENDA UJI+WADAH (W1) | | | GRAM |
| BERAT WADAH (W2) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI AWAL W3 = (W1-W2) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN+WADAH (W4) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN W5 = (W4-W2) | | | GRAM |
| PERSEN BAHAN LOLOS SARINGAN NOMOR 200 (0,075 MM) $W6 = \frac{(W3 - W5)}{W3} \times 100\%$ | | | % |
| HASIL I = % HASIL II = % RATA – RATA = $\frac{(I + II)}{2}$ | | | % |

PENANGGUNG JAWAB

PELAKSANA

(.....)

(.....)

BAB 3 PENYELIDIKAN BAHAN AGREGAT KASAR

3.1 METODE PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT

3.1.1 Deskripsi

3.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) **Maksud**

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan kadar air agregat.

2) **Tujuan**

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

3.1.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan pada agregat yang mempunyai kisaran garis tengah dari 6,3 mm sampai 152,4 mm.

Hasil pengujian kadar air agregat dapat digunakan dalam pekerjaan:

- 1) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan.

3.1.1.3 Pengertian

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen.

3.1.2 Cara Pelaksanaan

3.1.2.1 Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh;
- 2) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110±50)°C.
- 3) Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji.

3.1.2.2 Benda Uji

Berat benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum sesuai Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Berat Minimum Benda Uji

| Ukuran Butir Maksimum | | Berat (W) Agregat Minimum (kg) |
|-----------------------|------|--------------------------------|
| mm | inci | |
| 6,3 | ¼ | 0,5 |
| 9,5 | 3/8 | 1,5 |
| 12,7 | ½ | 2,0 |
| 19,1 | ¾ | 3,0 |
| 25,4 | 1 | 4,0 |
| 38,1 | 1 ½ | 6,0 |
| 50,8 | 2 | 8,0 |
| 63,5 | 2 ½ | 10,0 |
| 76,2 | 3 | 13,0 |
| 88,9 | 3 ½ | 16,0 |
| 101,6 | 4 | 25 |
| 152,4 | 6 | 50 |

3.1.2.3 Cara Pengujian

Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang dan catatlah berat talam (Wr);
- 2) Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W2);
- 3) Hitunglah berat benda uji (W3 = W2 – W1);
- 4) Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu (110±5)°C sampai beratnya tetap;
- 5) Setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta talam (W4);
- 6) Hitunglah berat benda uji kering (W5 = W4-W1);

3.1.2.4 Perhitungan

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

W3 = berat benda uji semula (gram)

W5 = berat benda uji kering (gram)

3.1.2.5 Laporan

Laporan kadar air dalam persen dua angka di belakang koma.

**LAMPIRAN B
LAN-LAIN**

Contoh Isian Formulir Kadar Air Agregat

.....
(Nama Instansi/Jawatan)

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Laporan Surat/Laporan No.: | Dikerjakan : |
| Nomor Contoh : | Dihitung : |
| Pekerjaan : | Digambar : |
| | Diperiksa : |

**TABEL
PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT**

| Nomor Contoh dan Kedalaman | Nomor 0.1 | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|--|--|--|--|
| Nomor Talam yang dipakai | A | B | | | | |
| Berat Talam + Contoh basah (gr) | 395 | 397 | | | | |
| Berat Talam + Contoh Kering (gr) | 386 | 389 | | | | |
| Berat Air = 1 – 2 (gr) | 9 | 8 | | | | |
| Berat Talam (gr) | 145 | 160 | | | | |
| Berat contoh kering = 2- 4 (gr) | 241 | 229 | | | | |
| Kadar Air = 3 – 5 (%) | 3,73 | 3,49 | | | | |

3.2 METODE PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR

3.2.1 Deskripsi

3.2.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat kasar, serta angka penyerapan dari agregat kasar.

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini untuk memperoleh angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan dan berat jenis semu serta besarnya angka penyerapan.

3.2.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian dilakukan terhadap agregat kasar, yaitu yang tertahan oleh saringan berdiameter 4,75 mm (saringan no.4); hasil pengujian ini dapat digunakan dalam pekerjaan;

- 1) Penyelidikan quarry agregat;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;

- 3) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan.

3.2.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 2) Berat jenis kering permukaan jenuh yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 3) Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C;
- 4) Penyerapan ialah perbandingan berat air yang dapat diserap quarry terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen.

3.2.2 Cara Pelaksanaan

3.2.2.1 Peralatan

Peralatan yang dipakai meliputi:

- 1) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No. 6) atau 2,36 mm (No. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- 2) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap;
- 3) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang;
- 4) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- 5) Alat pemisah contoh;
- 6) Saringan no. 4 (4,75 mm).

3.2.2.2 Benda Uji

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no. 4 (4,75) mm diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak kira-kira 5 kg.

- 1) Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (B_j);
- 2) Letakkan benda uji di dalam keranjang, goncang batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (B_a), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C);
- 3) Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan; bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun

3.2.2.4 Cara Pengujian atau Prosedur

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan;
- 2) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven;
- 3) Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (B_k);
- 4) Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam;
- 5) Keluarkan benda uji dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu;

pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

3.2.2.3 Perhitungan

Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat kasar diberikan sebagai berikut:

- 1) Berat jenis curah (bulk specific gravity) =

$$\frac{B_k}{B_j - B_a}$$

- 2) Berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*)

$$\frac{B_j}{B_j - B_a}$$

- 3) Berat jenis semu (apparent specific gravity)

$$\frac{B_k}{B_k - B_a}$$

- 4) Penyerapan

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} 100\%$$

Keterangan:

B_k = berat jenis kering oven, dalam gram

B_j = berat benda uji kering permukaan, jenuh dalam gram

B_a = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air, dalam gram

3.2.2.5 Laporan

Hasil ditulis dalam bilamana desimal sampai dua angka dibelakang koma.

**LAMPIRAN B
DAFTAR ISTILAH**

| | | | |
|------------------------------------|---|---------------------|------------------------------------|
| Berat jenis | : <i>Specific Gravity</i> | Berat jenis semu | : <i>Apparent Specific Gravity</i> |
| Berat jenis curah | : <i>Bulk Specific Gravity</i> | Cara perempat | : <i>Quatering</i> |
| Berat jenis kering permukaan jenis | : <i>Saturated Surface dry Specific Gravity</i> | Alat pemisah contoh | : <i>Sample Splitter</i> |
| | | Penyerapan | : <i>Absorption</i> |

**LAMPIRAN C
LAN-LAIN**

Contoh Isian Formulir Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

.....
 (Nama Instansi/Jawatan)
 Laporan Surat/Laporan No. : Dikerjakan :
 Nomor Contoh : Dihitung :
 Pekerjaan : Digambar :
 Diperiksa :

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

| | A | B | Rata-rata | |
|--|---|---|-----------|-------|
| Berat benda uji kering oven | | | | |
| Bk | | | | |
| Berat benda uji kering permukaan jenuh | | | | |
| Bj | | | | |
| Berat benda uji di dalam air | | | | |
| Ba | | | | |
| | | | | |
| | A | B | Rata-rata | |
| Berat jenis (<i>Bulk</i>) | | | | |
| $\frac{Bk}{Bj - Ba}$ | | | | |
| Berat benda kering permukaan jenuh | | | | |
| $\frac{Bj}{Bj - Ba}$ | | | | |
| Berat jenis semu (<i>Apparent</i>) | | | | |
| $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ | | | | |
| Penyerapan (<i>Absorption</i>) | | | | |
| $\frac{Bk}{Bk - Ba} \times 100\%$ | | | | |

3.3 METODE PENGUJIAN BOBOT ISI DAN RONGGA UDARA DALAM AGREGAT

3.3.1 Deskripsi

3.3.1.1 Ruang Lingkup

Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat mencakup:

- 1) Perhitungan berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat;
- 2) Ketentuan-ketentuan peralatan, contoh uji, perhitungan, cara uji dan laporan hasil uji.

3.3.1.2 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Berat isi agregat adalah berat agregat persatuan isi;
- 2) Berat adalah gaya gravitasi yang mendesak agregat;
- 3) Agregat adalah material granular misalnya pasir, batu pecah dan kerak tungku besi,

- yang dipakai bersama-sama dengan suatu beton semen hidrolik atau adukan;
- 4) Agregat kasar adalah kerikil sebagai desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah atau batu dan mempunyai ukuran butir 5 mm-40 mm;
- 5) Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm;
- 6) Rongga udara dalam satuan volume agregat adalah ruang di antara butir-butir agregat yang tidak diisi oleh partikel yang padat.

3.3.2 Ketentuan-Ketentuan

3.3.2.1 Umum

Ketentuan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

- 1) Timbangan harus dikalibrasi sesuai ketentuan yang berlaku;
- 2) Hasil pengujian harus ditandatangani oleh tenaga pelaksana yang ditunjuk sebagai penanggung jawab pengujian;
- 3) Laporan pengujian harus disahkan oleh kepala laboratorium dengan dibubuhi nama tanda tangan, nomor surat dan cap instansi.

3.3.2.2 Teknisi

1) Peralatan

Peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan berikut:

- (1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 2 kg untuk contoh agregat halus, dan ketelitian 1 gram kapasitas 20 kg untuk contoh agregat kasar;
- (2) Batang penusuk terbuat dari baja berbentuk batang lurus, berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm dan ujungnya dibuat tumpul setengah bundar;
- (3) Alat penakar berbentuk silinder terbuat dari logam atau bahan kedap air dengan ujung dan dasar yang benar-benar rata, kapasitas penakar sesuai dengan Tabel 3.2
- (4) Sekop atau sendok sesuai dengan kebutuhan;
- (5) Peralatan kalibrasi berupa plat gelas dengan tebal minimum 6 mm dan paling sedikit 25 mm lebih besar daripada diameter takaran yang dikalibrasi;

Tabel 3.2 Kapasitas Penakar Untuk Berbagai

| Ukuran Besar Beton Nominal Agregat (mm) | Kapasitas Maksimum Penakar (liter) |
|---|------------------------------------|
| 12,5 | 2,8 |
| 25,0 | 9,3 |
| 37,5 | 14 |
| 75 | 28 |
| 112 | 70 |
| 150 | 100 |

2) Contoh Uji

Contoh uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- (1) Jumlah mendekati 125%-200% dari jumlah yang akan diuji;
- (2) Kering oven atau kering permukaan.

3.3.2.3 Perhitungan

1) Berat Isi

Berat isi sebagai berikut:

- (1) Agregat dalam keadaan kering oven dihitung menurut rumus berikut;

$$M = \frac{(G-T)}{V} \dots \dots \dots (1)$$

$$M = (G - T) \times F$$

Keterangan:

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven, dalam kg/m³

G = Berat agregat dan penakar, dalam kg;

T = Berat penakar, kg;

V = Volume penakar, dalam m³;

F = Faktor penakar m⁻³;

- (2) Agregat dalam keadaan kering permukaan dihitung menurut rumus berikut:

$$M_{SSD} = M [1 + A/100] \dots\dots\dots(2)$$

M_{SSD} = Berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan dalam kg/m^3 ;
 M = Berat isi dalam kondisi kering oven dalam kg/m^3 ;
 A = Absorpsi dalam %

2) Kadar Rongga Udara

Kadar rongga udara dalam agregat dihitung menurut rumus berikut:

$$\text{Rongga udara} = \frac{(s \times w) - M}{(s \times W)} \times 100\% \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven dalam kg/m^3 ;

S = berat jenis agregat dalam kondisi kering oven dihitung menurut SNI 1969-1990 dan SNI 1970-1990

W = kerapatan air, $998 kg/m^3$

3.3.2.4 Pilihan alat pemampat

Alat pemampat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Dengan batang penusuk, untuk agregat dengan besar butir nominal maksimum 37,5 mm atau kurang;
- 2) Dengan alat ketuk untuk agregat yang mempunyai besar butir nominal antar 150 mm-37,6 mm;
- 3) Dengan alat sekop untuk uji gembur atas permintaan khusus.

3.3.3 Cara Pengujian

Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat dilakukan sebagai berikut:

3.3.3.1 Kondisi Padat

1) Cara tusuk

- (1) Kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk dan cara ketuk;
- (2) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata;
- (3) Tusuk lapisan agregat dengan 25 x tusukan batang penusuk;
- (4) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti di atas;
- (5) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi;
- (6) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata;
- (7) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri;
- (8) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;
- (9) Hitung berat isi agregat menurut rumus 1 dan 2 pada butir 3.3.2.3.1);
- (10) Hitung kadar rongga udara menurut rumus 3 pada butir 3.3.2.3.2);

2) Cara ketuk

- (1) Isi agregat dalam penakar dalam tiga tahap sesuai ketentuan 3.3.3.1.1).(1);
- (2) Padatkan untuk setiap lapisan dengan cara mengetuk-ngetukkan alat penakar secara bergantian di atas lantai yang rata sebanyak 50 kali;
- (3) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata sampai rata;
- (4) Tentukan berat penakar dan isinya sama seperti langkah pada 1) (f);
- (5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah 1) (8) dan 1) (9).

3.3.3.2 Kondisi gembur

Kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok:

- 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat;
- 2) Ratakan permukaan dengan batang perata;
- 3) Tentukan berat penakar dan isinya, dan berat penakar sendiri;
- 4) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;
- 5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah pada butir 2) (5).

3.3.4 Laporan Pengujian

Laporan pengujian dicatat dalam formulir dengan mencantumkan ikhwal sebagai berikut:

- 1) Berat isi hasil pengujian cara tusuk;
- 2) Berat isi hasil pengujian cara ketuk;
- 3) Bila perlu berat isi hasil pengujian cara sekop atau sendok;
- 4) Kehilangan berat;

- 5) Laporan hasil untuk kadar rongga udara dengan ketelitian 1% sebagai berikut:

- (1) Rongga udara dalam agregat dengan cara tusuk, dalam %;
- (2) Rongga udara dalam agregat dengan cara ketuk, dalam %.

**LAMPIRAN A
DAFTAR ISTILAH**

Berat isi = *unit weight*
 Rongga udara = *void*
 Batang penusuk = *tamping rod*
 Pengetukan = *jigging*
 Penyekopan = *shovelling*
 Segregasi = *segregation*
 Kering permukaan = *saturates surface dry*

**LAMPIRAN B
Contoh Isian Formulir Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.**

Nama Lembaga Pengujian
 Lampiran Surat Laporan No. Dan Tanggal:

Nama Lembaga Penguji : Dikerjakan oleh :
 Nomor Laporan Uji : Dihitung oleh :
 Tanggal Laporan Uji : Diperiksa oleh :
 Jumlah Benda Uji :

| No. Urut | No. Contoh | Berat Contoh (kg) | Ukuran Agregat (mm) | Volume Penakar (m ³) | Buat Penakar (kg) (kg/l) | Berat Jenis Agregat | Bobot Isi (kg/l) | Penguapan Air (%) | Rongga Udara (%) |
|----------|------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Catatan : 1. Agregat halus * cara kering oven atau kering jenuh permukaan
 Agregat Kasar

Catatan:
 Contoh isian formulir ini
 Tidak merupakan bagian dari standar

.....
 Mengetahui/Menyetujui
 Kepala,

(Nama Jelas)

3.4 METODE PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG LOLOS SARINGAN No. 200 (0,075 mm)

3.4.1 Deskripsi

3.4.1.1 Maksud dan Tujuan

1) **Maksud**

Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dengan cara pencucian.

2) **Tujuan**

Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm), sehingga berguna bagi perencanaan dan pelaksana pembangunan jalan.

3.4.1.2 Ruang Lingkup

Metode pengujian ini meliputi persyaratan, ketentuan-ketentuan, cara pengujian agregat untuk menentukan persen bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

3.4.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) adalah banyaknya bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) sesudah agregat dicuci sampai air cucian menjadi jernih;
- 2) Bahan pembersih adalah suatu bahan pembersih seperti detergent, atau sabun yang digunakan untuk mempermudah pemisahan bahan halus yang melekat pada agregat.
- 3) Suspensi adalah bahan halus lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) yang melayang di dalam larutan air pencuci.

3.4.2 Persyaratan Pengujian

Ihwal yang dipersyaratkan adalah sebagai berikut:

3.4.2.1 Peralatan

- 1) Peralatan yang digunakan harus sudah dikalibrasi dan sesuai ketentuan yang berlaku;
- 2) Peralatan yang digunakan harus laik pakai sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

3.4.2.2 Benda Uji

- 1) Pengujian harus dilakukan duplo;

- 2) Pengambilan contoh agregat harus dilakukan secara acak, agar dapat mewakili seluruh bahan yang akan diuji;
- 3) Benda uji disiapkan melalui alat pemisah contoh atau dengan jalan dibagi empat secara merata.

3.4.2.3 Hasil pengujian

Nama pelaksana dan penanggung jawab hasil uji harus ditulis dan dibubuhi tanda tangan serta tanggal pengesahan yang jelas.

3.4.3 Ketentuan-Ketentuan

3.4.3.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Saringan terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) dan di atasnya, saringan Nomor 16 (1,18 mm);
- 2) Wadah untuk mencuci mempunyai kapasitas yang dapat menampung benda uji sehingga pada waktu pengadukan (pelaksanaan pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah;

- 3) Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,1 % dari berat benda uji;
- 4) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110-5)^{\circ}\text{C}$;

3.4.3.2 Bahan pembersih

Bahan yang digunakan adalah bahan pembersih seperti detergent atau sabun untuk mempermudah pemisahan bahan halus yang melekat pada agregat.

3.4.3.3 Benda uji

Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat tergantung pada ukuran maksimum agregat sesuai dengan Tabel 3.3

Tabel 3.3 Ketentuan Minimum Berat Benda Uji

| UKURAN MAKSIMUM AGREGAT | | BERAT KRING MINIMUM BENDA UJI |
|-------------------------|---------|-------------------------------|
| Ukuran Saringan | MM | GRAM |
| No. 8 | 2,36 | 100 |
| No.4 | 4,75 | 500 |
| 3/8 | 9,50 | 1000 |
| ¾ | 19,00 | 2500 |
| ≥ 1 ½ | ≥ 38,10 | 5000 |

3.4.3.4 Perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

- 1) Berat kering benda uji awal

$$W3 = W1 - W2$$

- 2) Berat kering benda uji sesudah pencucian

$$W5 = W4 - W2$$

- 3) Bahan lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm)

$$W6 = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = berat kering benda uji + wadah (gram);

W2 = berat wadah (gram);

W3 = berat kering benda uji awal (gram);

W4 = berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah (gram);

W5 = berat kering benda uji sesudah pencucian (gram);

W6 = % bahan lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

3.4.4 Cara Pengujian

3.4.4.1 Persiapan

Lakukan tahanan persiapan sebagai berikut:

- 1) Siapkan peralatan yang akan digunakan;
- 2) Tulis identitas benda uji ke dalam formulir pengujian;
- 3) Saring contoh agregat sesuai SNI-1969-1990, tentang pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar, untuk mengetahui ukuran maksimum agregat;
- 4) Siapkan benda uji dalam kondisi kering oven dengan melalui alat pemisah contoh, tentukan beratnya sehingga memenuhi ketentuan Tabel 3.3

3.4.4.2 Pelaksanaan Pengujian

Lakukan pelaksanaan pengujian sebagai berikut:

- 1) Timbang wadah tanpa benda uji;
- 2) Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah;
- 3) Masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam;
- 4) Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan yang sempurna antara

- butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya;
- 5) Ulangi pekerjaan butir 3), 4) dan 5), sehingga tuangan air pencuci tidak ikut tertuang;
- 6) Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh;
- 7) Kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh;
- 8) Hitung persen bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) dengan rumus-rumus perhitungan seperti yang diuraikan pada butir 3.4.3.4

3.4.5 Laporan Pengujian

Laporan pengujian dicatat dalam formulir yang tersedia dengan mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Identitas benda uji
 - (1) Nama pekerjaan;
 - (2) Jumlah contoh;
 - (3) Nomor contoh;
 - (4) Jenis contoh;
 - (5) Sumber contoh

- 2) Laboratorium yang melakukan pengujian

- (1) Tanggal pengujian;
- (2) Nama teknisi pengujian;
- (3) Nama penanggung jawab pengujian.

- 3) Hasil pengujian

Kelainan dan kegagalan selama pengujian

**LAMPIRAN A
DAFTAR ISTILAH**

Bahan pembersih : *wetting agents*
 Dibagi empat secara merata : *quartering*
 Suspensi : *suspension*
 Dua benda uji : *duplo*

**LAMPIRAN B
CONTOH ISIAN FORMULIR**

Pekerjaan : PT. DUTA Tanggal Pengujian 05 – 06 - 1993
 Jumlah Contoh : 5 Nama teknisi
 Nomor Contoh : 1/5 Penguji : Rudy S.P
 Jenis Contoh : Abu Batu Nama Penanggung
 Sumber Contoh : Bogor Jawab : Subandrijo, BE

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT
YANG LOLOS SARINGAN Nomor 200 (0,075 MM)**

| NO. CONTOH 1/5 | UKURAN MAKSIMUM AGREGAT NOMOR 4 (4.75 mm) | | SATUAN |
|---|---|---|--------|
| | I | I | |
| BERAT KERING BENDA UJI+WADAH (W1) | | | GRAM |
| BERAT WADAH (W2) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI AWAL W3 = (W1- W2) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN+WADAH (W4) | | | GRAM |
| BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN W5 = (W4- W2) | | | GRAM |
| PERSEN BAHAN LOLOS SARINGAN NOMOR 200 (0,075 MM) $W6 = \frac{(W3 - W5)}{W3} \times 100\%$ | | | % |
| HASIL I = % HASIL II = % RATA – RATA = $\frac{(I + II)}{2}$ | | | % |

PENANGGUNG JAWAB

PELAKSANA

(.....)

(.....)

BAB 4 CAMPURAN AGREGAT

4.1 PERCOBAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR (ASTM C 136-01/SNI 03-1968-1990)

4.1.1 Deskripsi

4.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam tabel atau grafik..

4.1.1.2 Ruang Lingkup

Metode pengujian jenis tanah ini mencakup jumlah dan jenis-jenis tanah baik agregat halus maupun agregat kasar, yang persyaratannya tercantum dalam 2.2.

Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar dapat digunakan antara lain:

- 1) Penyelidikan quarry agregat;
- 2) Perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton.

4.1.1.3 Pengertian

Yang dimaksud dengan :

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

4.1.2 Cara Pelaksanaan

4.1.2.1 Peralatan

Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji;
 - 2) Satu set saringan; 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2 ½"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (¾"); 12,5 mm (½"); 9,5 mm (¾"); No. 4 (4,75 mm); No. 8 (2,36 mm); No. 16 (1,18 mm); No. 30 (0,600 mm); No. 50 (0,300 mm); No. 100 (0,150 mm); No. 200 (0,075 mm);
 - 3) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
 - 4) Alat pemisah contoh;
 - 5) Mesin pengguncang saringan;
 - 6) Talam-talam;
 - 7) Kuas, sikat kuning, sendok dan alat-alat lainnya.
- (5) Ukuran maks. 1,5"; berat minimum 15,0 kg
 - (6) Ukuran maks 1"; berat minimum 10,0 kg
 - (7) Ukuran maks ¾"; berat minimum 5,0 kg
 - (8) Ukuran maks ½"; berat minimum 2,5 kg
- 3) Ukuran maks. 3/8"; berat minimum 1,0 kg
 - 4) Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No. 4; Selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum di atas.

4.1.2.2 Benda Uji

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat banyak: benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No.200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian

- 1) Agregat halus terdiri dari:
 - Ukuran maksimum 4,76 mm;
 - Berat minimum 500 gram
 - Ukuran maksimum 2,38 gram;
 - Berat minimum 100 gram
- 2) Agregat kasar terdiri dari:
 - (1) Ukuran maks. 3,5", berat minimum 35,0 kg
 - (2) Ukuran maks.3"; berat minimum 30,0 kg
 - (3) Ukuran maks. 2,5"; berat minimum 25,0 kg
 - (4) Ukuran maks. 2"; berat minimum 20,0 kg

1.1.4.1 Cara Pengujian

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
- 2) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

1.1.2.1 Perhitungan

Hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

1.1.2.2 Laporan

Laporan meliputi:

- 1) Jumlah persentase melalui masing-masing saringan, atau jumlah persentase di atas masing-masing saringan dalam bilangan bulat;
- 2) Grafik kumulatif
- 3) Modulus kehalusan (*fineness modulus*)

LAMPIRAN B

Contoh Isian Formulir Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.

Nama Lembaga Pengujian

Lampiran Surat Laporan No. Dan Tanggal:

Nama Lembaga Penguji : Dikerjakan oleh :
Nomor Laporan Uji : Dihitung oleh :
Tanggal Laporan Uji : Diperiksa oleh :
Jumlah Benda Uji :

TABEL
PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR

Bahan Kering = 2500 gram

| Saringan | Berat Tertahan | Jumlah Berat Tertahan | Jumlah Persen | |
|---------------|----------------|-----------------------|---------------|-------|
| | | | Tertahan | Lewat |
| 76,2 (3") | | | | |
| 63,5 (2 1/2") | | | | |
| 50,8 (2") | | | | |
| 36,1 (1 1/2") | | | | |
| 25,4 (1") | | | | |
| 19,1 (3/4") | | | | |
| 12,7 (1/2") | | | | |
| 9,52 (3/8") | | | | |
| No. 4 | | | | |
| No. 8 | | | | |
| No. 20 | | | | |
| No. 30 | - | - | - | - |
| No. 40 | | | | |
| No. 50 | - | - | - | - |
| No. 80 | | | | |
| No. 100 | | | | |
| No. 200 | | | | |

LAMPIRAN LAIN-LAIN

2) Grafik Pembagian Butir

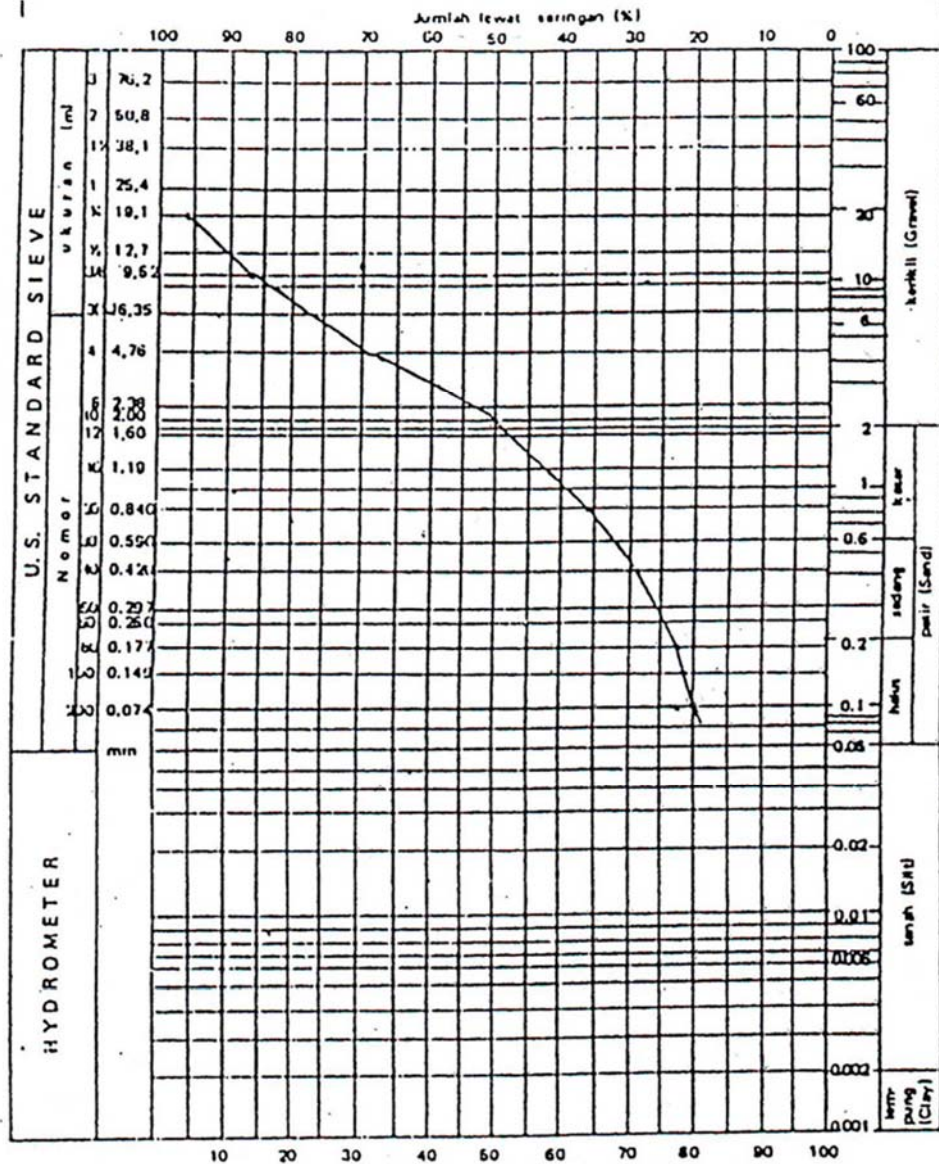
.....
 (Nama, Instansi/Jabatan)

Nama Lembaga Penguji : Dikerjakan oleh :

Nomor Laporan Uji : Dihitung oleh :

Tanggal Laporan Uji : Diperiksa oleh :

Jumlah Benda Uji :



Grafik 4.1 Grafik Pembagian Butir

BAB 5 MIX DESAIN BETON NORMAL

5.1 PERENCANAAN MIX DESAIN BETON (SNI 03-2834-2000)

5.1.1 Deskripsi

5.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) **Maksud**

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam perencanaan mix desain beton.

2) **Tujuan**

Tujuan perencanaan mix desain adalah mendapatkan komposisi masing-masing material yang dibutuhkan untuk membuat campuran beton sesuai dengan mutu yang diinginkan.

5.1.1.2 Ruang Lingkup

Tata cara ini meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para

5.1.1.3 Pengertian

Dalam standar ini yang dimaksud dengan :

- 1) **Beton** adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat;
- 2) **Beton normal** adalah beton yang mempunyai berat isi (2200-2500) kg/m³ menggunakan agregat alam yang pecah;
- 3) **Agregat halus** adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm;
- 4) **Agregat kasar** adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm-40 mm;
- 5) **Kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c** adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm);
- 6) **Kuat tekan beton yang ditargetkan f'_c** adalah kuat tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai yang lebih besar dari f'_c ;
- 7) **Kadar air bebas** adalah jumlah air yang dicampurkan ke dalam beton untuk mencapai konsistensi tertentu, tidak termasuk air yang diserap oleh agregat;

- 8) **Faktor air semen** adalah angka perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam beton;
- 9) **Slump** adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut Abram (SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton Semen Portland);
- 10) **Pozolan** adalah bahan yang mengandung silika amorf, apabila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk benda padat yang keras dan bahan yang tergolong pozolan adalah tras, semen merah, abu terbang, dan bubukan terak tanur tinggi;
- 11) **Semen Portland-pozolan** adalah campuran semen portland dengan pozolan antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + FeO₃ dalam pozolan minimum 70%;
- 12) **Semen Portland Type I** adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus;
- 13) **Semen Portland Type II** adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang;
- 14) **Semen Portland Type III** adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi;
- 15) **Semen Portland Type V** adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat;
- 16) **Bahan tambah** adalah bahan yang ditambahkan pada campuran bahan pembuatan beton untuk tujuan tertentu.

5.1.2 Persyaratan

5.1.2.1 Umum

Persyaratan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut :

- 1) Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut :
 - (1) Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen)
 - (2) Keawetan
 - (3) Kuat tekan
 - (4) Ekonomis
- 2) Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah

5.1.2.2 Teknis

1) Pemilihan Proporsi Campuran

Pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut :

- (1) Rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen;

- (2) Untuk beton dengan nilai $f'c$ hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan;
- (3) Untuk beton nilai $f'c$ hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume bahan ini harus didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan

2) Bahan

- (1) Air
- (2) Air harus memenuhi ketentuan yang berlaku.
- (3) Semen
- (4) Semen harus memenuhi SNI 15-2049-1994 tentang Semen Portland
- (5) Agregat
- (6) Agregat harus memenuhi SNI 03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton

5.1.3 Perhitungan Proporsi Campuran

5.1.3.1 Menentukan kuat tekan ($f'c$) yang direncanakan

Penentuan kuat tekan jika dalam satuan K maka harus dikonversi terlebih dahulu kedalam MPa. Berikut merupakan rumus konversi satuan kuat tekan :

Tabel 5.1 Rumus konversi dari K ke MPa

| Rumus | Keterangan dan Satuan | Referensi |
|--|--|-----------------------------|
| $f'c = [0.76 + 0.2 \log(fck'/15)fck']$ | kuat tekan karakteristik beton Kubus (Mpa) | SNI T-15-1991-03 |
| $C = 0.83 \times K$ | kuat tekan karakteristik beton Kubus (kg/cm^2) | PBBI'71 SK SNI T-15-1991-03 |

5.1.3.2 Menentukan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

Kuat tekan rata-rata yang direncanakan dihitung berdasarkan beberapa aspek berikut:

1) Menetapkan deviasi standar (SD)

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dari :
Deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n-1}}$$

s adalah standar deviasi

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus

:"

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dengan n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil dari minimum 30 benda uji (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji).

Data hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus :

- (1) Mewakili bahan-bahan, prosedur pengawasan mutu dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.

- (2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan, $f'c$, yang nilainya dalam batas ± 7 MPa dari nilai $f'c$ yang ditentukan
- (3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji berurutan yang jumlahnya minimum 30 hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari
- (4) Bila suatu produksi beton hanya memiliki data hasil uji yang memenuhi syarat sebanyak 15-29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 5.2
- (5) Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar yang memenuhi persyaratan butir 5.1.3.2 1) di atas tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan $f'cr$ harus diambil tidak kurang dari $(f'c + 12 \text{ MPa})$

Tabel 5.2 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30

| Jumlah Pengujian | Faktor Pengali Deviasi Standar |
|------------------|--------------------------------|
| Kurang dari 15 | Lihat butir 5.1.3.2.(5) |
| 15 | 1,16 |
| 20 | 1,08 |
| 25 | 1,03 |
| 30 atau lebih | 1,00 |

- 2) Nilai tambah dihitung menurut rumus :

$$M = 1,64 \times SD ;$$

Dengan:

M adalah nilai tambah

1,64 adalah tetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

SD adalah deviasi standar rencana

- 3) Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($f'cr$)

$$f'cr = f'c + M$$

Dengan: $f'cr$ = Kuat tekan rata-rata, MPa

$f'c$ = Kuat tekan yang disyaratkan, MPa

M = Nilai tambah, Mpa

5.1.3.3 Jenis Semen

Pemilihan semen tergantung dari kebutuhan, jenis konstruksi dan kondisi di lapangan. Menurut PUBI 1982, terdapat 5 tipe semen yang dipergunakan dalam pembuatan beton. Tipe tersebut dapat dilihat pada

Tabel 5.3

Tabel 5.3 Jenis Semen Portland Menurut PUBI 1982

| Tipe PC | Syarat Penggunaan | Pemakaian |
|---------|---|---|
| I | Kondisi biasa, tidak memerlukan persyaratan khusus | Perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan konstruksi tanpa serangan sulfat |
| II | Serangan sulfat konsentrasi sedang Catatan: semen jenis ini menghasilkan panas hidrasi yang lebih rendah daripada tipe I | Bangunan tepi laut, dam, bendungan, irigasi dan beton massa |
| III | Kekuatan awal tinggi Catatan: semen tipe ini cepat mengeras dan menghasilkan kekuatan besar dalam waktu singkat, kekuatan beton yang dihasilkan semen tipe ini dalam 24 jam, sama dengan kekuatan beton dengan semen biasa dalam 7 hari | Jembatan dan pondasi dengan beban berat |
| IV | Panas hidrasi rendah | Pengecoran yang menuntut panas hidrasi rendah dan diperlukan setting time yang lama |
| V | Ketahanan yang tinggi terhadap sulfat dalam air tanah, daya resistensinya lebih baik dari semen tipe II Catatan: penggunaan terutama ditujukan untuk memberikan perlindungan terhadap bahaya korosi akibat air laut, air danau dan air tambang | Bangunan dalam lingkungan asam, tangki bahan kimia dan pipa bawah tanah |

5.1.3.4 Menentukan Faktor air semen (FAS)

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan:

- 1) Hubungan kuat tekan dan FAS yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman, maka kuat tekan dapat
- 2) Untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang spesifikasi beton bertulang kedap air (Tabel 5.4; 5.5; 5.6)

diambil dari Tabel 5.4 yang kemudian diplotkan ke Grafik 5.1 atau Grafik 5.2

Tabel 5.4 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Factor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

| Jenis Semen | Jenis Agregat Kasar | Kekuatan Tekan (MPa) pada Umur (Hari) | | | | | Benda Uji |
|---|---------------------|---------------------------------------|----|----|----|--|-----------|
| | | 3 | 7 | 28 | 91 | | |
| Portland tipe I, dan semen tahan sulfat tipe II dan V | Batu tak dipecahkan | 17 | 23 | 33 | 40 | | Silinder |
| | Batu pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | | |
| | Batu tak dipecahkan | 20 | 28 | 40 | 48 | | Kubus |
| | Batu pecah | 23 | 32 | 45 | 54 | | |
| Portland Tipe III | Batu tak dipecahkan | 21 | 28 | 38 | 44 | | Silinder |
| | Batu pecah | 25 | 33 | 44 | 48 | | |
| | Batu tak dipecahkan | 25 | 31 | 46 | 53 | | Kubus |
| | Batu pecah | 30 | 40 | 53 | 60 | | |

Catatan:

1 MPa = 1 N/mm²

Kuat tekan silinder (dia.150 mm, h=300 mm) = 0.83 kuat tekan kubus (150x150x150 mm³)

Batu tak dipecahkan = agregat alami

Batu pecah = crushed agregat

Tabel 5.5 Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

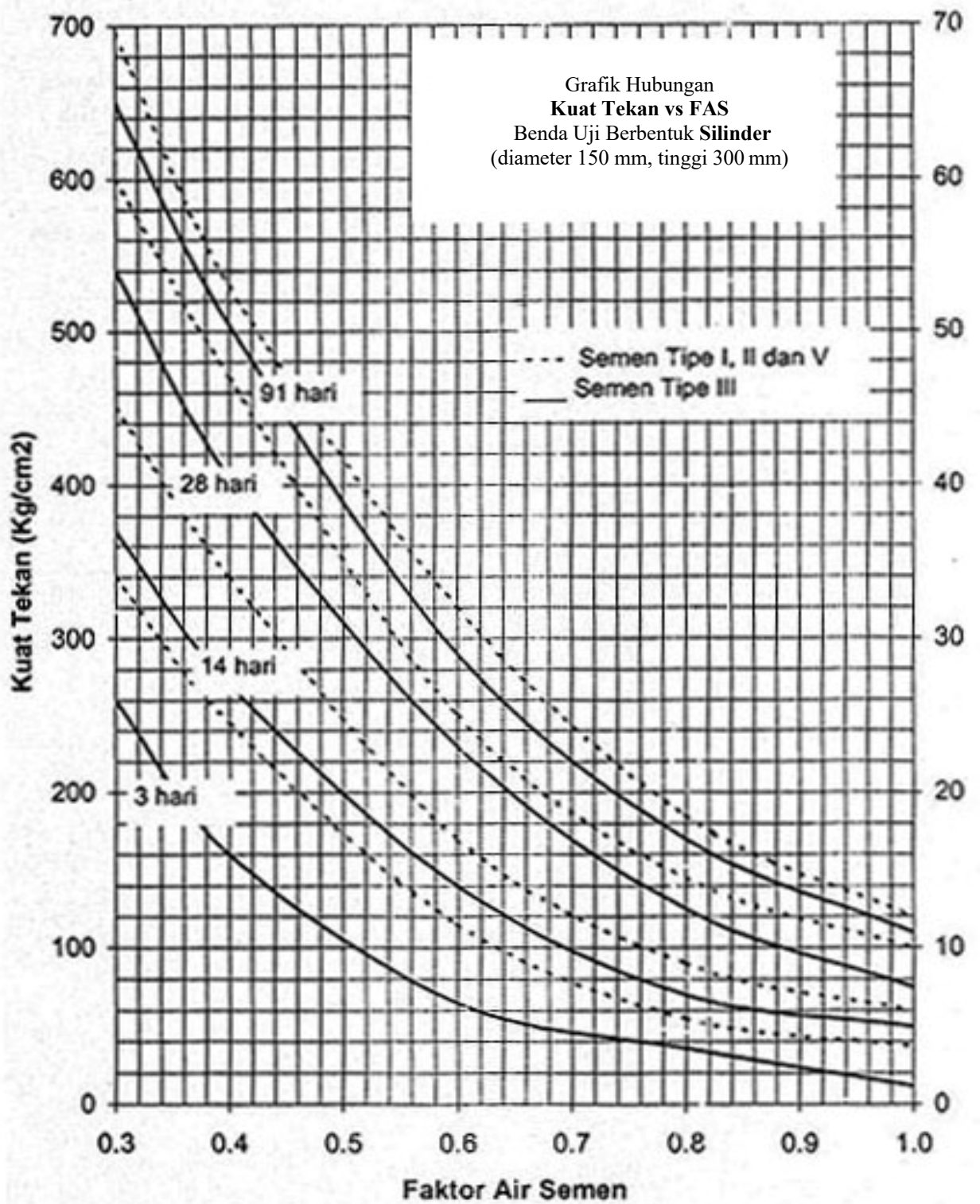
| Lokasi --- | Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg) | Nilai Faktor Air-Semen Maksimum |
|--|---|---------------------------------|
| Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif | 275 | 0,60 |
| b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif | 325 | 0,52 |
| Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung | 325 | 0,60 |
| b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung | 275 | 0,60 |
| Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti | 325 | 0,55 |
| b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah | | Tabel 5.6 |
| Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar | | Tabel 5.7 |
| b. air laut | | |

Tabel 5.6 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

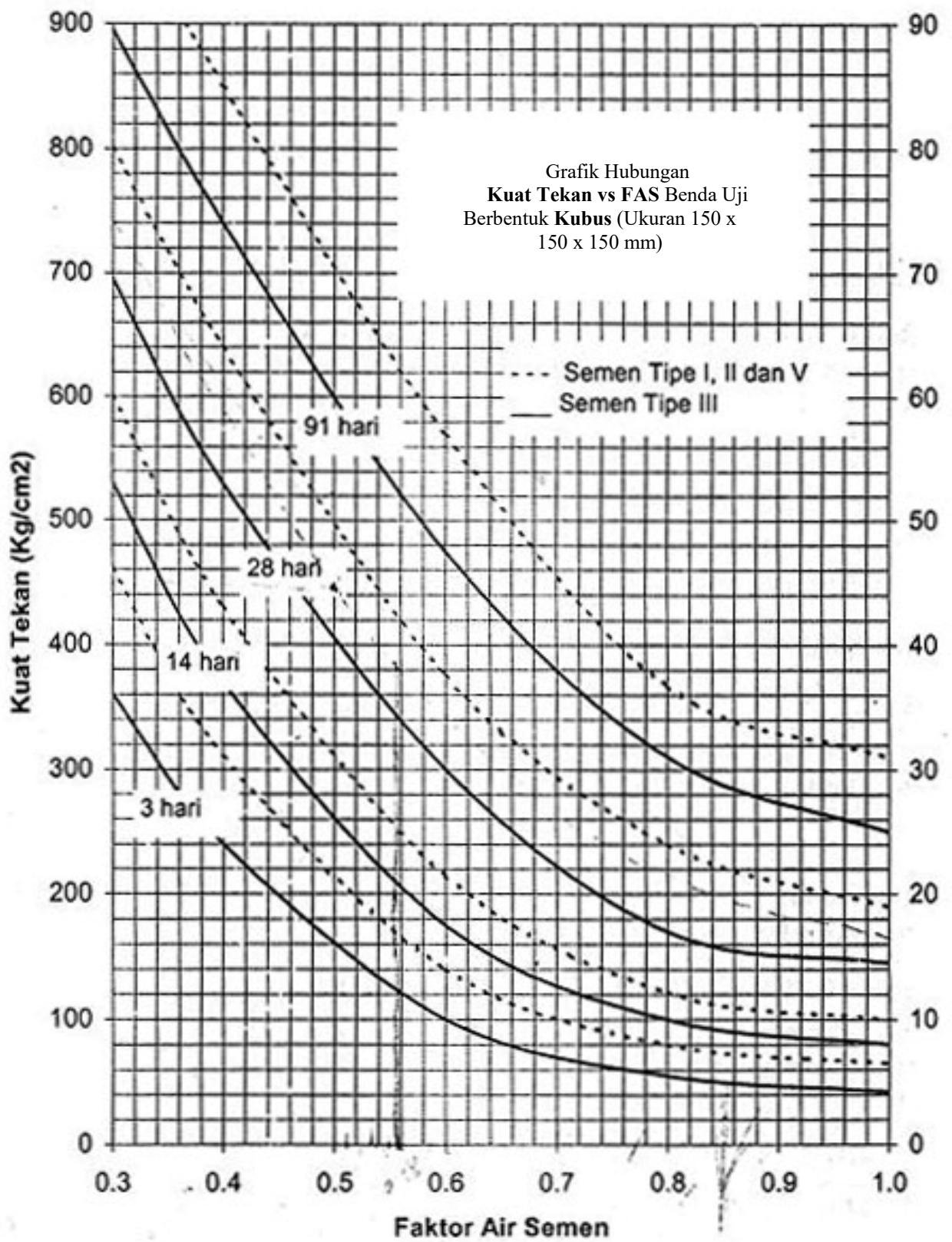
| Konsentrasi Sulfat (SO ₃) | | | Jenis Semen | Kandungan semen minimum (kg/m ³) | | | Faktor Air-Semen (FAS) Maks. |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|--|-----|-----|------------------------------|
| Dalam Tanah | | SO ₃ dalam air tanah (g/l) | | Ukuran Maks. Agregat (mm) | | | |
| Total SO ₃ (%) | SO ₃ dalam campuran air : tanah = 2:1 (g/l) | | | 40 | 20 | 10 | |
| <0.2 | <0.1 | <0.3 | Tipe I dengan atau tanpa Pozzolan (15-40%) | 280 | 300 | 350 | 0.5 |
| 0.2-0.5 | 1.0-1.9 | 0.3-1.2 | Tipe I tanpa Pozzolan | 290 | 330 | 380 | 0.5 |
| | | | Tipe I dengan Pozzolan (15-40%) Atau Semen Portland Pozzolan | 270 | 310 | 360 | 0.55 |
| | | | Tipe II atau V | 250 | 290 | 430 | 0.55 |
| 0.5-1.0 | 1.9-3.1 | 1.2-2.5 | Tipe I dengan Pozzolan (15-40%) Atau Semen Portland Pozzolan | 340 | 380 | 430 | 0.45 |
| | | | Tipe II atau V | 290 | 330 | 380 | 0.5 |
| 1.0-2.0 | 3.1-5.6 | 2.5-5.0 | Tipe II atau V | 330 | 370 | 420 | 0.45 |
| >2.0 | >5.6 | >5.0 | Tipe II atau V dan lapisan pelindung | 330 | 370 | 420 | 0.45 |

Tabel 5.7 Ketentuan minimum untuk beton bertulang/prategang kedap air

| Berhubungan dengan: | FAS Maksimum | Tipe Semen | Kandungan semen minimum (kg/m ³) | |
|---------------------|--------------|--|--|-----|
| | | | Ukuran Maksimum Agregat (mm) | |
| | | | 40 | 20 |
| Air tawar | 0.50 | Semua tipe I-V | 280 | 300 |
| Air payau | 0.45 | Tipe I + Pozzolan (15-40%) Atau Semen Portland Pozzolan | 340 | 380 |
| | 0.50 | Tipe II atau V | 290 | 330 |
| Air laut | 0.45 | Tipe II atau V | 330 | 370 |



Grafik 5.1 Hubungan antara kuat tekan dan daktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)



5.1.3.5 Menetapkan nilai slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pengerjaan di lapangan, metode pengangkutan dan jenis struktur yang akan dibuat agar diperoleh beton yang mudah dikerjakan, dituangkan, dan diratakan. Penetapan nilai slump juga dapat dilakukan berdasarkan PBI'71 seperti pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Penetapan Nilai Slump (PBI'71)

| Pemakaian Beton | Maks (cm) | Min (cm) |
|--|-----------|----------|
| Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang | 12.5 | 5.0 |
| Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur dibawah tanah | 9.0 | 2.5 |
| Pelat, balok, kolom dan dinding | 15.0 | 7.5 |
| Pengerasan jalan | 7.5 | 5.0 |
| Pembetonan masal | 7.5 | 2.5 |

5.1.3.6 Menetapkan besar butir agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;

- 2) sepertiga dari tebal pelat;
- 3) tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

Batas susunan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Grafik 5.3;5.4;5.5.

5.1.3.7 Menetapkan kadar air bebas

- 1) Untuk agregat homogen, dapat menggunakan tabel 3.8 untuk menentukan perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton.
- 2) Untuk agregat campuran (agregat alami dan pecah) perhitungan perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton menggunakan rumus berikut :

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 5.9 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

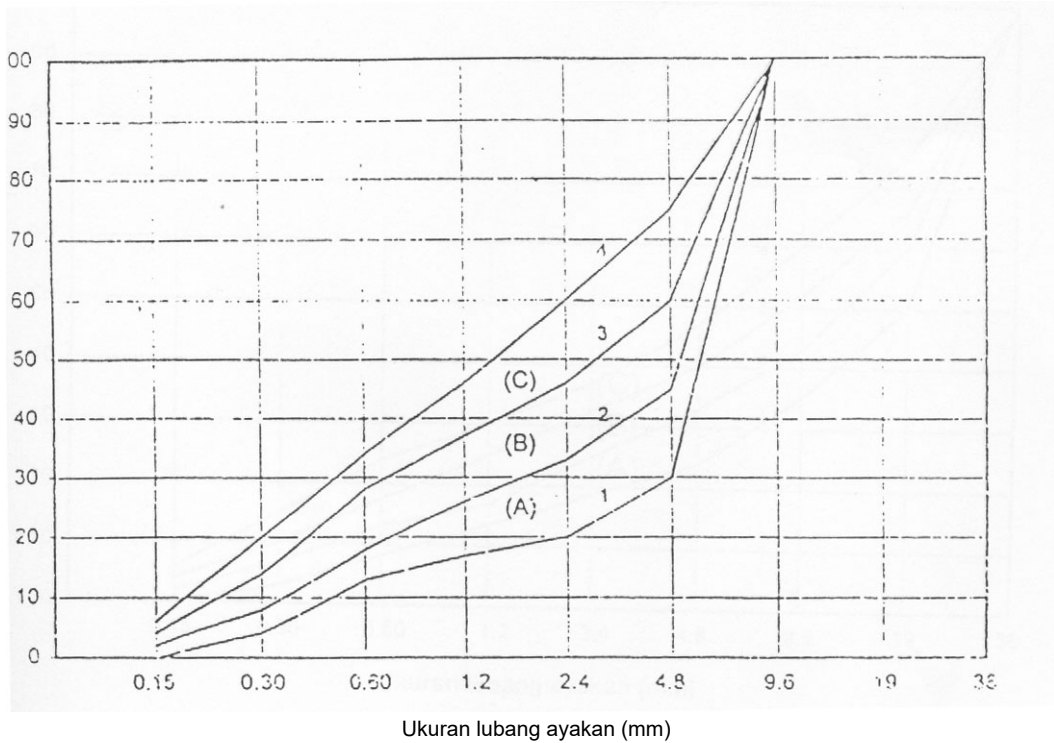
| Besarnya Ukuran Maksimum Agregat (mm) | Jenis Batuan | Slump (mm) | | | |
|---------------------------------------|--------------|------------|-------|-------|--------|
| | | 0-10 | 10-30 | 30-60 | 60-180 |
| 10 | Alami | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Alami | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Alami | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

Catatan:

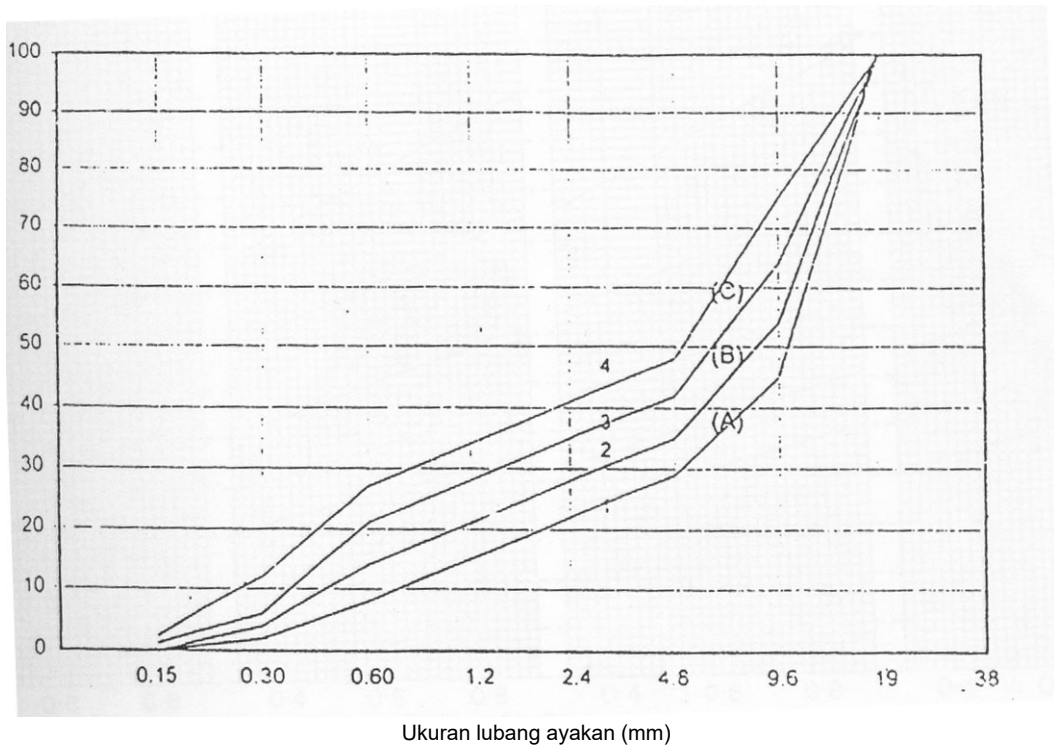
- Koreksi suhu diatas $20^{\circ}C$, setiap kenaikan $5^{\circ}C$ harus ditambah air 5 liter per m^3 adukan beton
- Kondisi permukaan: untuk permukaan agregat yang kasar harus ditambah air ± 10 liter per m^3 adukan beton

Tabel 5.10 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (Kerikil Atau Korol)

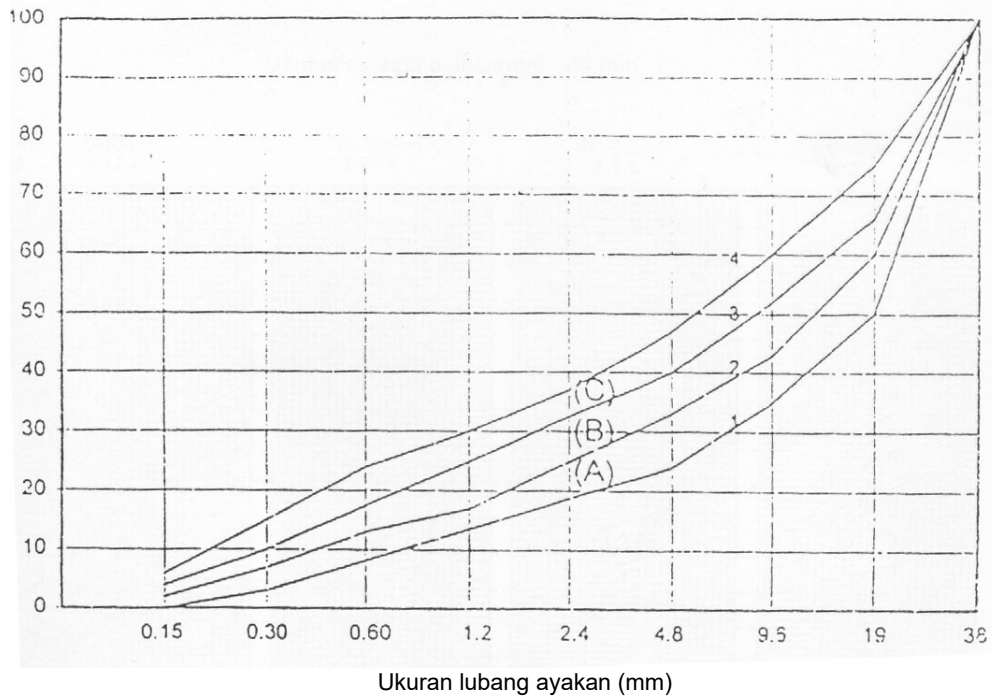
| Ukuran mata ayakan (mm) | Persentase berat bagian yang lewat ayakan | | |
|-------------------------|---|-----------|----------|
| | Ukuran nominal agregat (mm) | | |
| | 38-4,76 | 19,0-4,76 | 9,6-4,76 |
| 38,1 | 95-100 | 100 | |
| 19,0 | 37-70 | 95-100 | 100 |
| 9,52 | 10-40 | 30-60 | 50-85 |
| 4,76 | 0-5 | 0-10 | 0-10 |



Grafik 5.3 Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir Maksimum (10mm)



Grafik 5.4 Batas gradasi agregat untuk besar butir maksimum 20 mm



Grafik 5.5 Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maksimum 20 mm

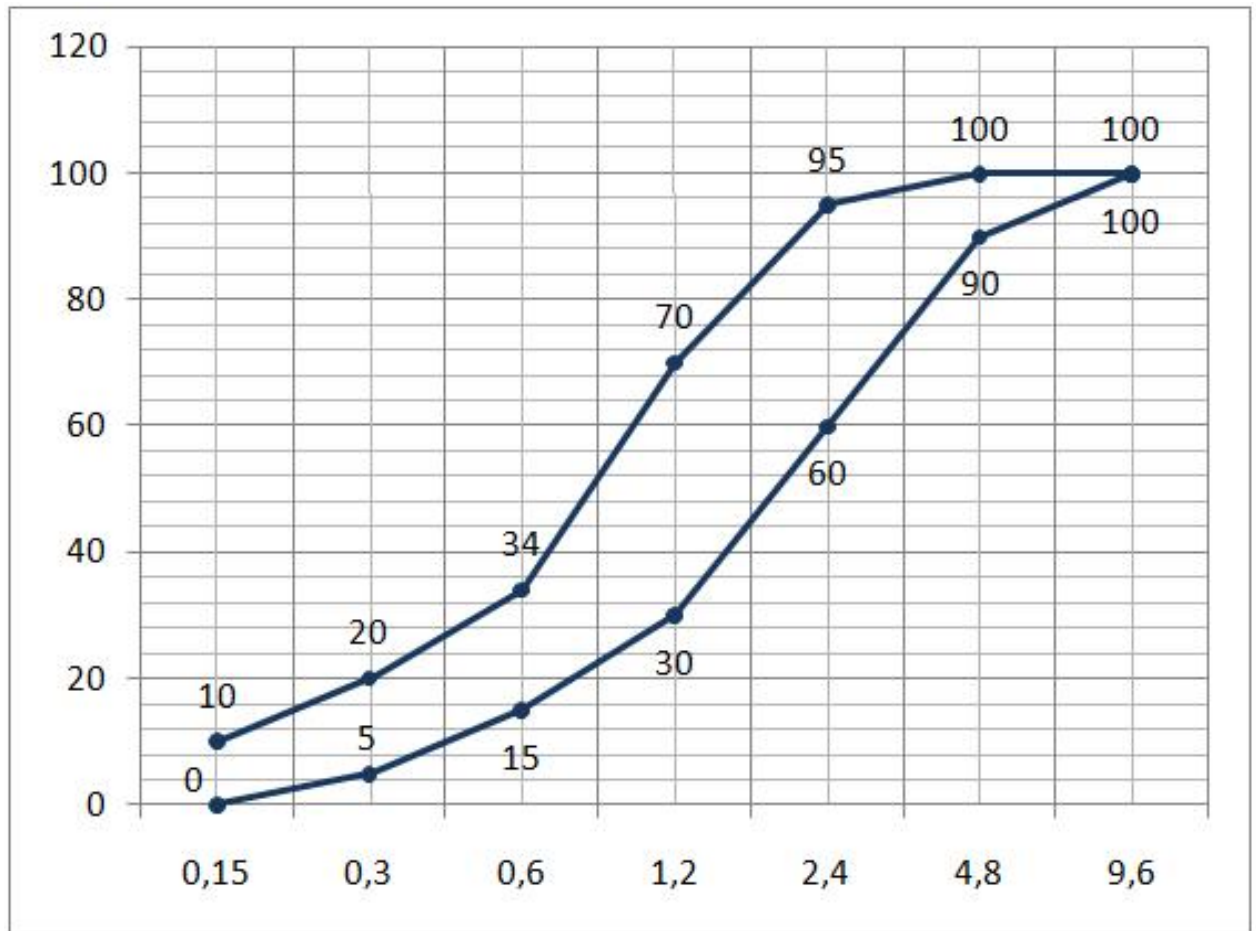
5.1.3.8 **Menghitung kebutuhan semen minimum**

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya: lingkungan korosif, air payau dan air laut. Nilai semen minimum dapat ditentukan menggunakan Tabel 5.5

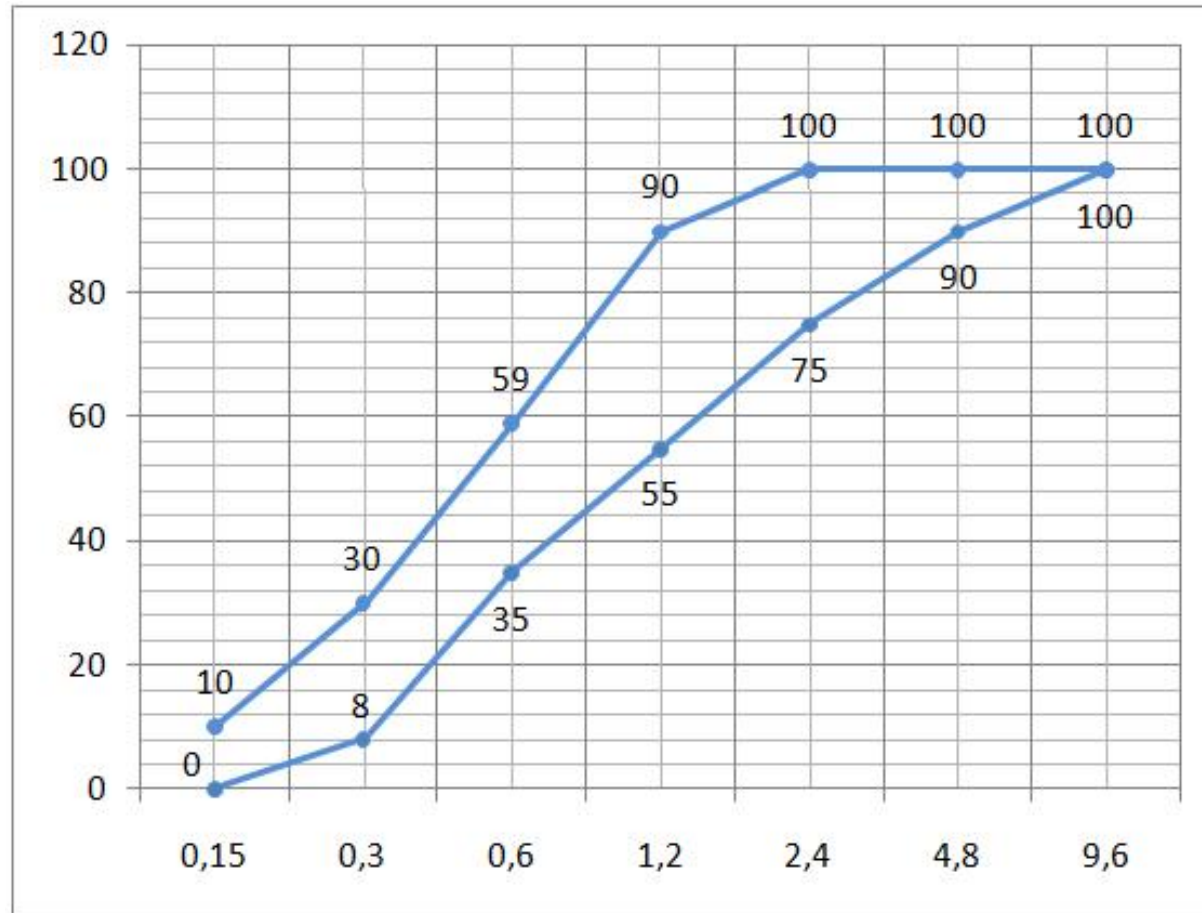
Nilai semen minimum kemudian dibandingkan dengan jumlah semen yang diperlukan, jika nilainya lebih besar dari jumlah semen yang diperlukan maka diambil jumlah semen minimum.

5.1.3.9 Menentukan gradasi agregat halus

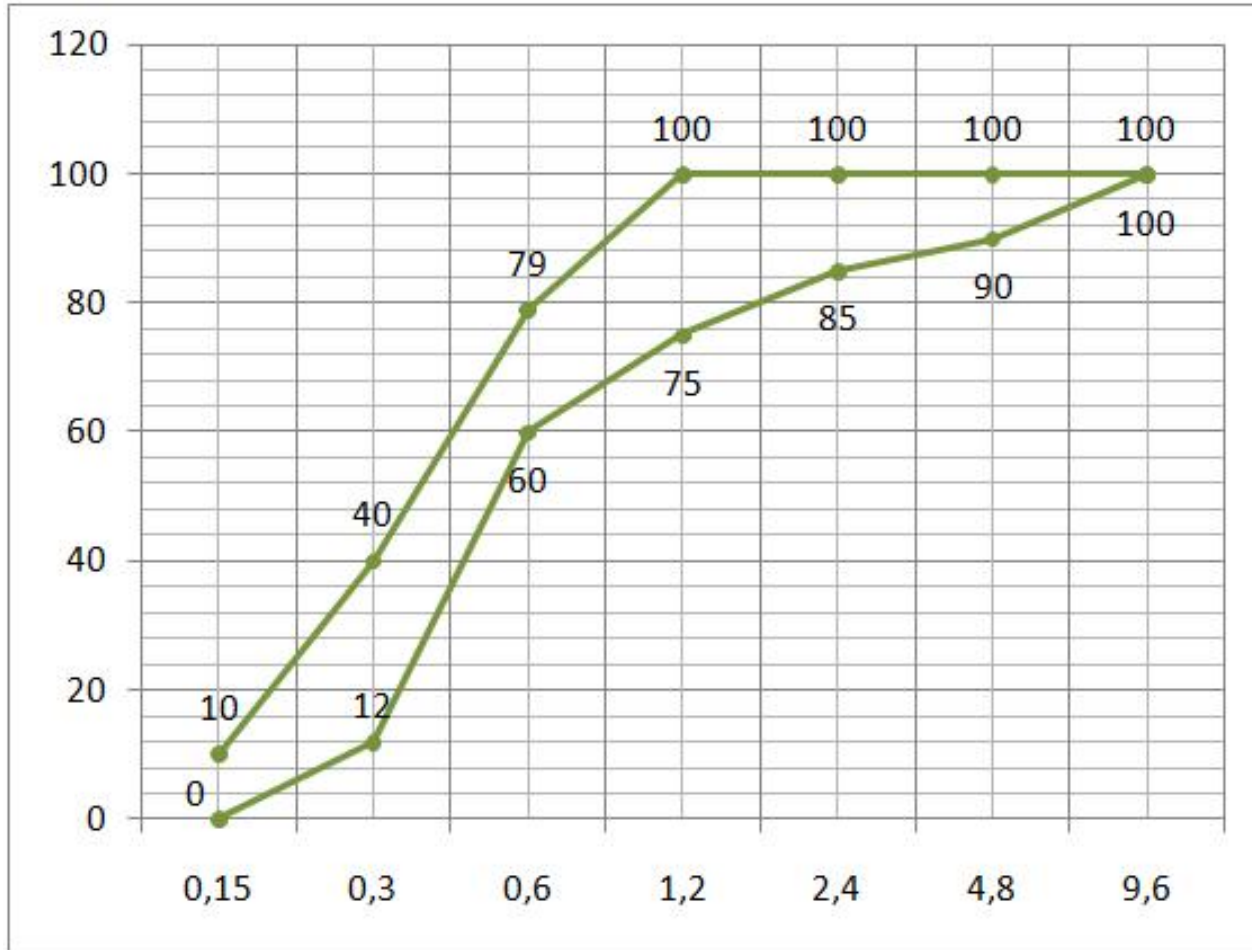
Menentukan gradasi agregat halus dapat dilakukan menggunakan Grafik 5.6 s/d Grafik 5.9



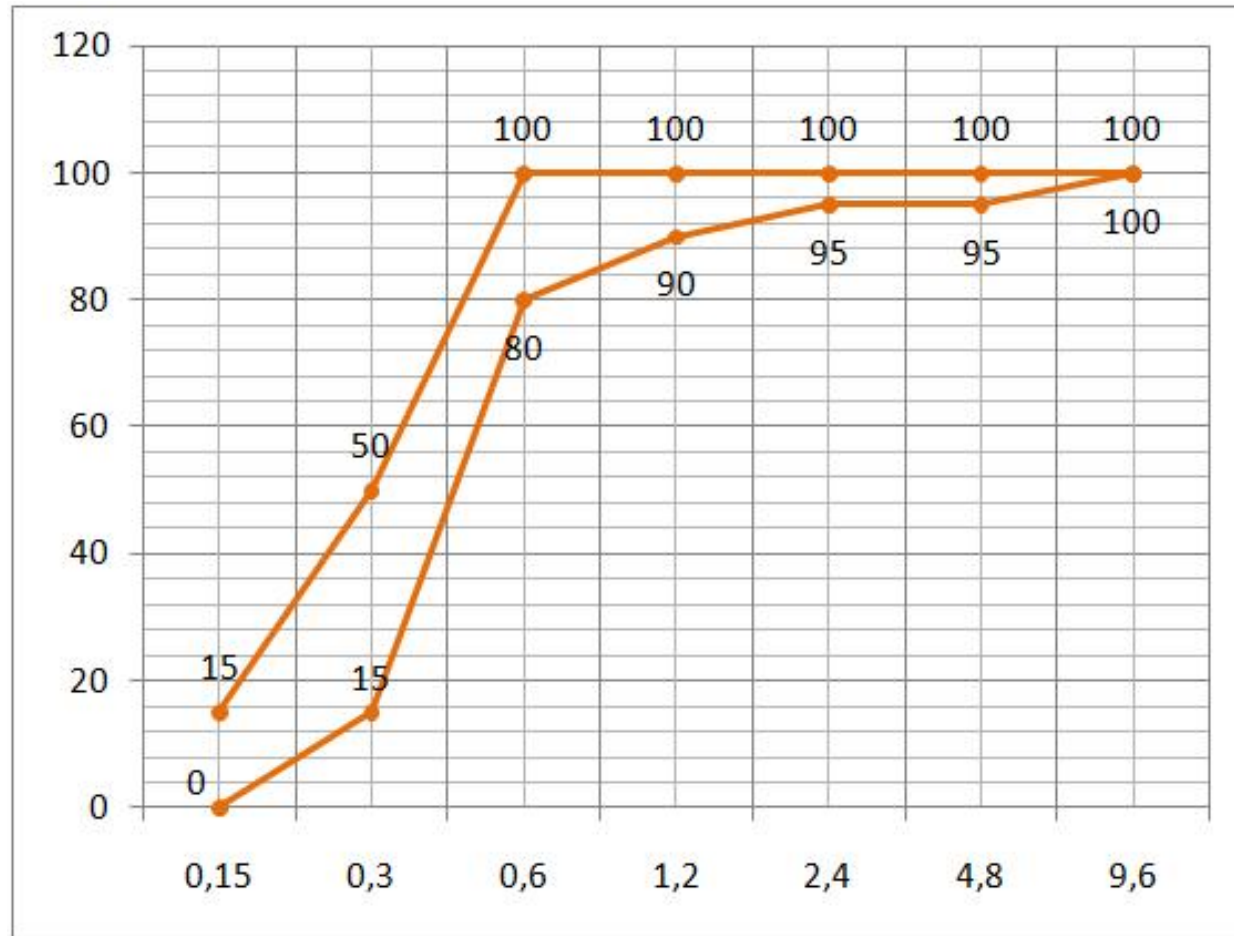
Grafik 5.6 Gradasi pasir kasar no. 1 (SNI 03-2834-2000)



Grafik 5.7 Gradasi pasir sedang no. 2 (SNI 03-2834-2000)



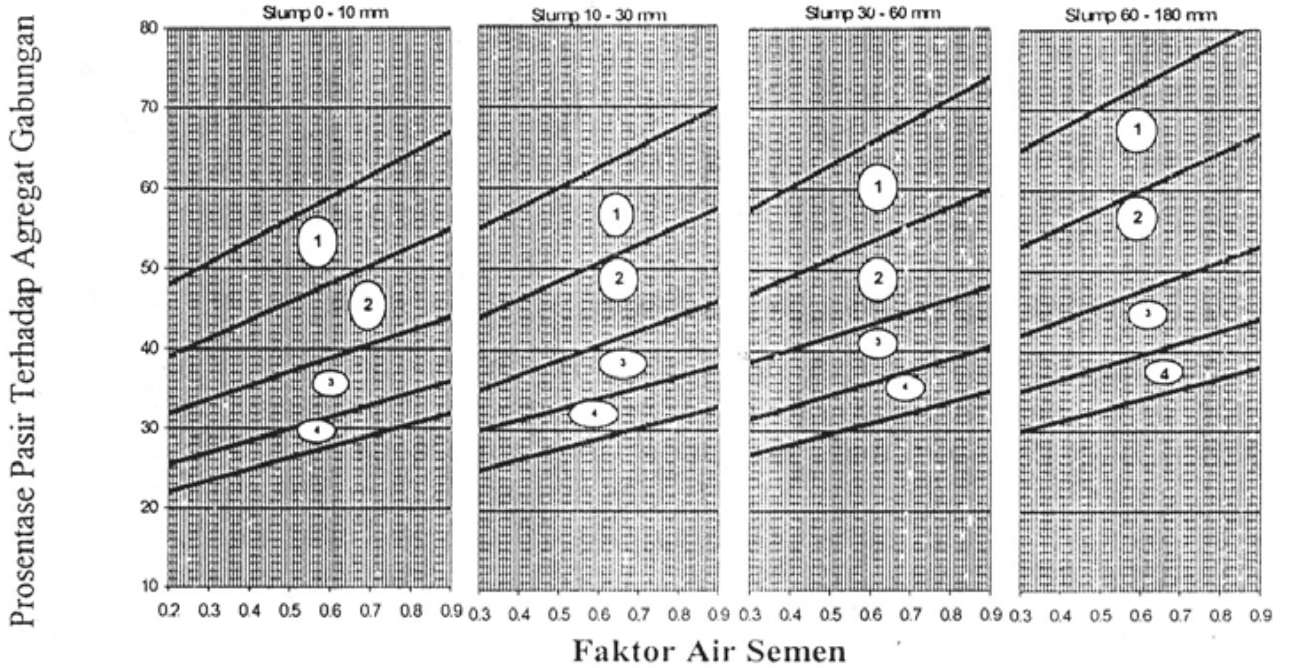
Grafik 5.8 Gradasi pasir agak halus no. 3 (SNI 03-2834-2000)



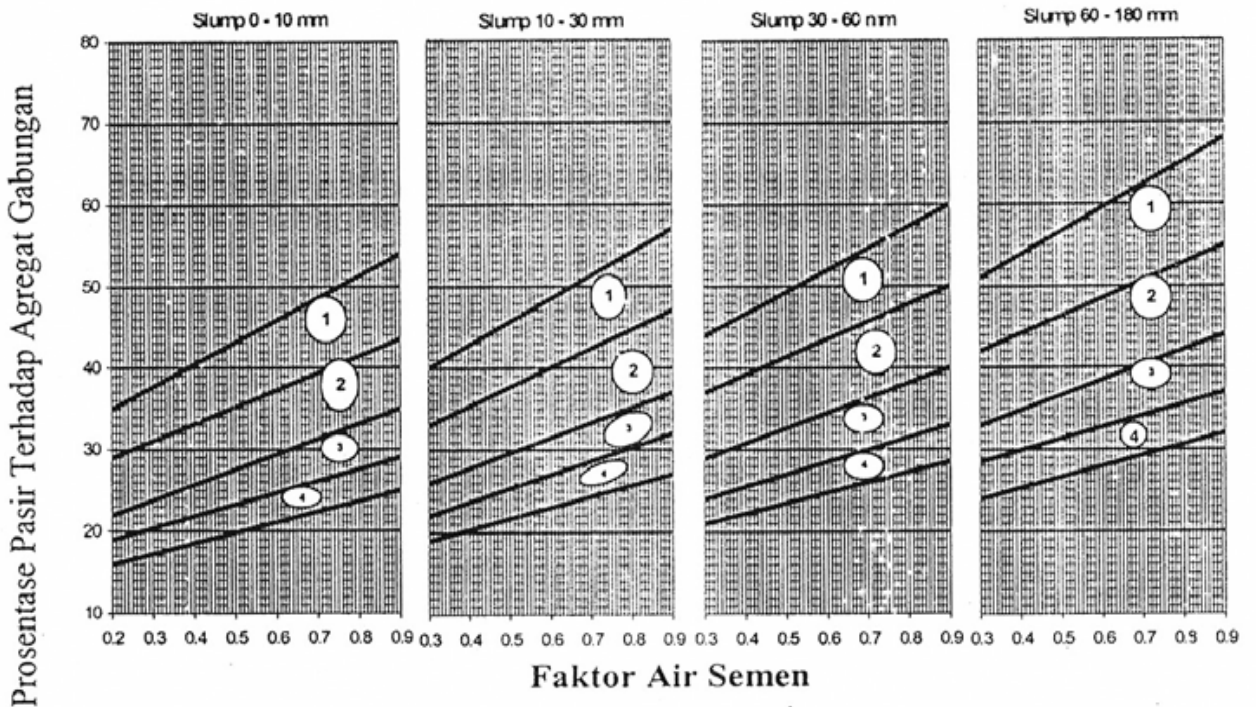
Grafik 5.9 Gradasi pasir halus no. 4 (SNI 03-2834-2000)

5.1.3.10 **Menghitung perbandingan agregat halus dan agregat kasar**

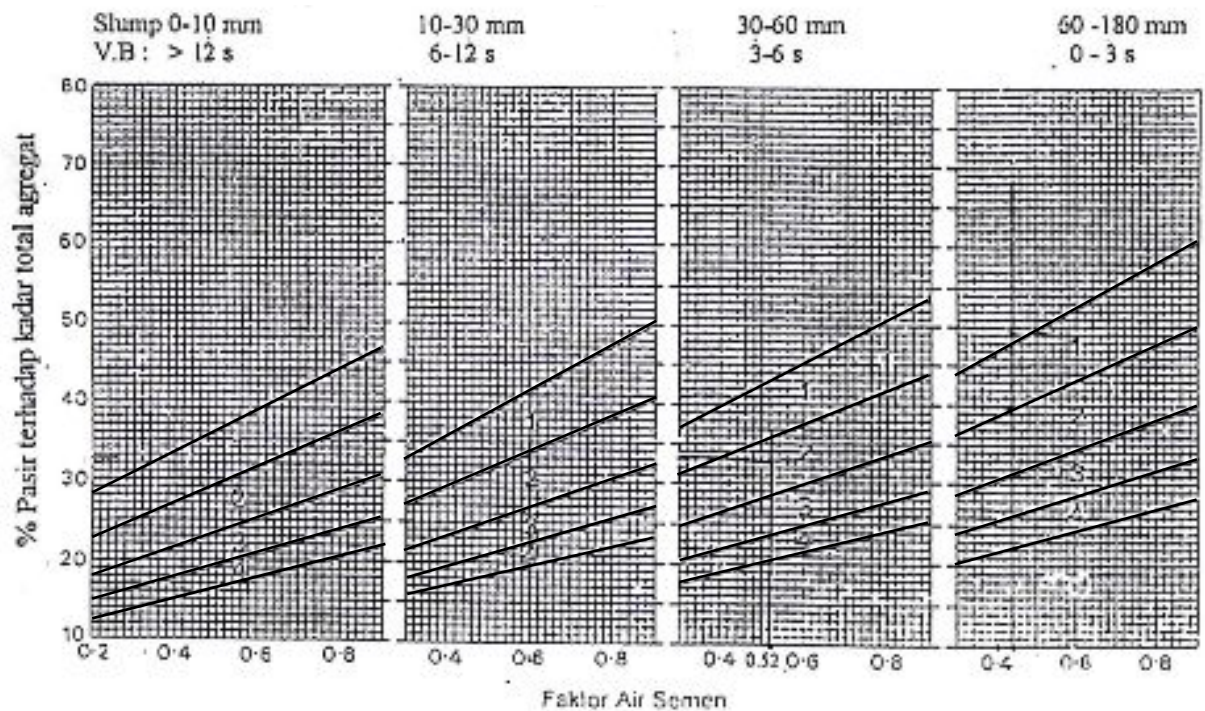
Perbandingan antara agregat halus dan kasar dapat diketahui menggunakan grafik 5.7; 5.8 atau 5.9 dengan memperhatikan ukuran agregat kasar maksimum, nilai slump, FAS, dan daerah gradasi agregat halus (pasir).



Grafik 5.10 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan Untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Grafik 5.11 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Grafik 5.12 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

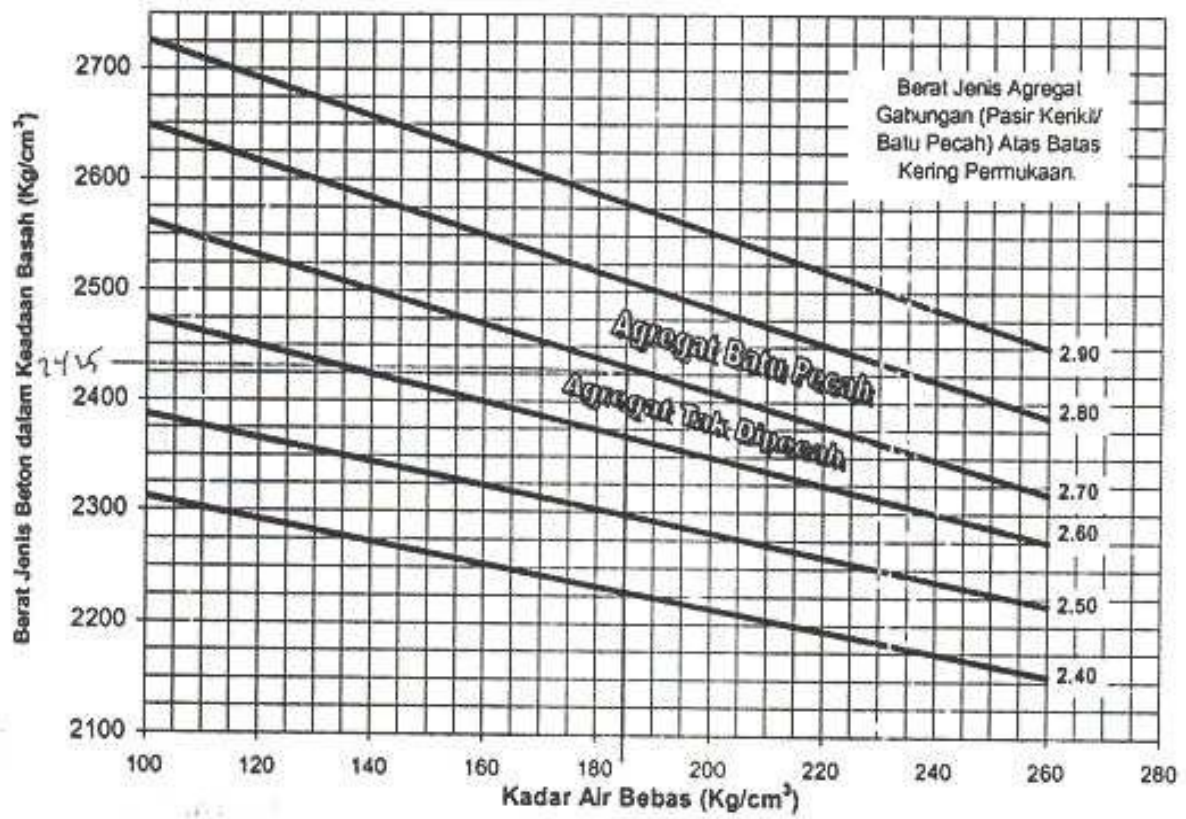
5.1.3.11 Menentukan Berat Jenis Beton

Menentukan berat jenis beton dapat dilakukan menggunakan Grafik 3.10 dengan memperhatikan kadar air bebas dan berat jenis agregat campuran. Berat jenis agregat campuran diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$B_j \text{ camp} = P\% \cdot b_j \text{ ag hls} + K\% \cdot b_j \text{ ag ksr}$$

Dengan:

- B_j camp = Berat jenis agregat campuran
- B_j ag hls = Berat jenis agregat halus
- B_j ag ksr = Berat jenis agregat kasar
- P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran
- K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran



Grafik 5.13 Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan

LAMPIRAN

A. Contoh Formulir Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

| No. --- | Uraian --- | Tabel/Grafik/ Perhitungan | Nilai --- |
|------------|--|--|---|
| 1 | Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder/kubus) | Ditetapkan | ... MPa pada 28 hari Bagian cacat 5 persen, k=1,64 |
| 2 | Deviasi Standar | Butir 5.1.3.2 1) tabel 5.2 | ... MPa atau tanpa data ... Mpa |
| 3 | Nilai tambah (margin) | Butir 5.1.3.2 2) | 1,64 x ... = ... MPa |
| 4 | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan | Butir 5.1.3.2 3) | ... + ... = MPa |
| 5 | Jenis semen | Ditetapkan | ... |
| 6 | Jenis agregat : - kasar - halus | | ... |
| 7 | Faktor air semen bebas | Tabel 5.4 Grafik 5.1 atau 5.2 | Ambil nilai yang terendah ... |
| 8 | Faktor air semen maksimum | Butir 5.1.3.4 2) | |
| 9 | Slump | Ditetapkan Butir 5.1.3.5 | ... mm |
| 10 | Ukuran agregat maksimum | Ditetapkan Butir 5.1.3.6 | ... mm |
| 11 | Kadar air bebas | Tabel 5.9 Butir 5.1.3.7 | ... kg/m ³ |
| 12 | Jumlah semen | 11 : 8 atau 7 | ... kg/m ³ |
| 13 | Jumlah semen maksimum | Ditetapkan | ... kg/m ³ |
| 14 | Jumlah semen minimum | Ditetapkan Butir 5.1.3.8 Tabel 5.5; 5.6; 5.7 | ... kg/m ³ (pakai bila lebih besar dari 12, lalu hitung 15) |
| 15 | Faktor air semen yang disesuaikan | - | ... |
| 16 | Susunan besar butir agregat halus | Grafik 5.6 s/d Grafik 5.9 | Daerah gradasi susunan butir 2 |
| 17 | Susunan agregat kasar atau gabungan | Tabel 5.10 Grafik 5.3,s/d Grafik 5.5 | |
| 18 | Persen agregat halus | Grafik 5.10 s/d Grafik 5.12 | ... persen |
| 19 | Berat jenis relative, agregat (kering permukaan) | Diketahui/dianggap | ... |
| 20 | Berat isi beton | Grafik 5.13 | ... kg/m ³ |
| 21 | Kadar agregat halus | 20-(12+11) | ... - ... = ... kg/m ³ |
| 22 | Kadar agregat kasar | 18x21 | ... x ... = ... kg/m ³ |
| 23 | Proporsi campuran: | 21-22 | ... - ... = ... kg/m ³ |
| 24 | | Semen Air (kg/lt) (kg) | Agregat kondisi jenuh kering permukaan |
| | - tiap m ³ | | Halus Kasar |
| | - tiap campuran uji m ³ | | (kg) (kg) |
| 25 | Koreksi proporsi campuran | | |

B. Contoh Isian Formulir Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

| No | Uraian --- | Tabel/Grafik/ Perhitungan | Nilai --- | | |
|----|---|---|--|---|--------------------|
| 1 | Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus) | Ditetapkan | 22,5 Mpa pada 28 hari Bagian tak memenuhi syarat 5 % (k=1,64) | | |
| 2 | Deviasi Standar | Diketahui | 7 Mpa | | |
| 3 | Nilai tambah (margin) | | $1,64 \times 7 = 11,5$ Mpa | | |
| 4 | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan | 1+3 | $22,5 + 11,5 = 34,0$ Mpa | | |
| 5 | Jenis semen | Ditetapkan | Semen Portland Tipe I | | |
| 6 | Jenis agregat: - kasar | Ditetapkan | Batu Pecah | | |
| | - halus | Ditetapkan | Alami | | |
| 7 | Faktor air semen bebas | Grafik 5.1 atau 5.2 | 0,60 (ambil nilai yang terkecil) | | |
| 8 | Faktor air semen maksimum | Ditetapkan | 0,60 | | |
| 9 | Slump | Ditetapkan | Slump 30 – 60 mm | | |
| 10 | Ukuran agregat maksimum | Ditetapkan | 40 Mm | | |
| 11 | Kadar air bebas | Tabel 5.9 | 170 kg/m^3 | | |
| 12 | Kadar semen | 11:8 | $170 : 0,60 = 293 \text{ kg/m}^3$ | | |
| 13 | Kadar semen maksimum | Ditetapkan | $170 : 0,60 = 293 \text{ kg/m}^3$ | | |
| 14 | Kadar semen minimum | Ditetapkan | 275 kg/m^3 (pakai bila lebih besar dari 12 lalu hitung 15) | | |
| 15 | Faktor air semen yang disesuaikan | Grafik 5.6 s/d Grafik 5.9 | Daerah gradasi susua butir 2 | | |
| 16 | Susunan besar butir agregat halus | | | | |
| 17 | Susunan agregat kasar atau gabungan | Tabel 5.10 Grafik 5.3,s/d Grafik 5.5 | 35 Persen 2,59 Diketahui | | |
| 18 | Persen agregat halus | Grafik 5.10 s/d Grafik 5.12 | 2.380 kg/m^3 | | |
| 19 | Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan) | | $2.380 - 283 - 170 = 1.927 \text{ kg/m}^3$ | | |
| 20 | Berat isi beton | | $1.927 \times 0,35 = 674 \text{ kg/m}^3$ | | |
| 21 | Kadar agregat gabungan | Grafik 5.13 | $1.927 \times 674 = 1.253 \text{ kg/m}^3$ | | |
| 22 | Kadar agregat halus | 20 - 12 - 11 | | | |
| 23 | Kadar agregat kasar | 18 x 21 | | | |
| 24 | Proporsi campuran | 21 - 22 | | | |
| | | Semen (kg) | Air (kg/ltr) | Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg) | |
| | | | | halus | kasar |
| | - tiap m^3 | 283 | 15 | 702 | 1.245 |
| | - tiap campuran uji m^3 | 14,25 | 7,5 | 35,10 | 62,25 |
| | Banyaknya bahan (teoritis) | Semen (kg) | Air (kg atau liter) | Agregat halus (kg) | Agregat kasar (kg) |
| | - tiap m^3 dengan ketelitian 5 kg | 283 | 170 | 674 | 10253 |
| | - tiap campuran uji 0,05 m^3 | 14,15 | 8,5 | 33,17 | 62,65 |
| 25 | Koreksi campuran | 283 | 150 | 702 | 1.245 |
| | - Tiap m^3 | | | | |
| | - Tiap 0,05 m^3 | 14,15 | 7,5 | 35,10 | 62,25 |
| | - | | | | |

BAB 6

PELAKSANAAN CAMPURAN BETON

6.1 PEMBUATAN CAMPURAN BETON (ASTM C192/C192M-02/SNI 032458-1991)

6.1.1 Deskripsi

6.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode pengambilan contoh untuk campuran beton segar ini dimaksudkan untuk digunakan sebagai acuan bagi para pelaksana pekerjaan beton dalam mengambil contoh campuran beton segar.

2) Tujuan

Tujuan pengambilan contoh campuran beton segar ini adalah untuk mendapatkan contoh beton segar yang dapat mewakili seluruh adukan beton.

6.1.1.2 Ruang Lingkup

Metode ini mencakup cara pengambilan contoh campuran beton segar dari tempat pengaduk beton yang stationer.

6.1.2 Peralatan

- 1) Saringan dengan ukuran menurut standar;
- 2) Peralatan saringan-basah berikut mesin penggetar yang dapat bergoyang secara cepat baik dengan cara manual

6.1.1.3 Pengertian

Dalam standar ini yang dimaksud dengan :

- 1) Beton segar adalah campuran beton yang telah selesai diaduk sampai beberapa saat karakteristiknya tidak berubah (masih plastis dan belum terjadi pengikatan).
- 2) Pengayakan beton basah adalah proses pemisahan agregat yang lebih besar dari ukuran yang ditentukan dari campuran beton segar dengan cara pengyaringan menurut ukuran saringan yang ditentukan, agar yang tidak sesuai dapat dipisahkan.

normal maupun mekanis dan yang lebih baik dapat bergoyang secara horisaontal dan vertikal;

- 3) Alat-alat manual berupa sekop, sendok aduk, peralatan adukan (roskam) dan sarung tangan karet..

6.1.3 Cara Pengujian

6.1.3.1 Pengambilan contoh

Pengambilan contoh dilakukan dengan ketentuan-ketentuan, sebagai berikut:

- 1) Contoh campuran beton segar pertama dan terakhir diambil dalam selang waktu tidak boleh lebih dari 15 menit;
- 2) Masing-masing contoh campuran beton segar dibawa ke tempat pengujian beton segar atau ke tempat pembuatan beton uji, kemudian contoh-contoh digabungkan dan diaduk kembali dengan sekop dengan jumlah minimum yang diperlukan untuk mendapatkan keseragaman adukan dan pelaksanaannya dalam batas waktu yang diizinkan sesuai pada butir 1);
- 3) Pengujian slump atau kadar udara atau keduanya dimulai paling lama 5 menit setelah pengaduan kembali contoh campuran beton segar, dilakukan paling lama 15 menit setelah semua contoh campuran beton segar teraduk kembali dengan merata;
- 4) Contoh benda uji harus dibuat secepat mungkin dan dijaga dari pengaruh sinar matahari, angin dan pengaruh lain yang dapat mempercepat penguapan

6.1.3.2 Pelaksanaan Kerja

1) Volume Contoh

Volume contoh yang akan digunakan untuk uji kekuatan minimum 28 liter (1ft³) atau sesuai kebutuhan seperti tercantum pada Tabel 6.1

Pelaksanaan pengambilan contoh dilakukan dengan hati-hati agar didapatkan contoh campuran beton segar yang benar-benar representatif.

Tabel 6.1 Jumlah Pengambilan Contoh Beton Segar

| No. | Macam Pengujian | Volume Contoh (liter) |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Slump | 8 |
| 2. | Berat jenis | 6 |
| 3. | Kadar udara | 9 |
| 4. | Uji kuat tekan (3 contoh) | 28 |
| 5. | Uji kuat lentur (3 contoh) | 28 |
| 6. | Uji kuat tarik (3 contoh) | 28 |
| 7. | Uji modulus elastisitas (3 contoh) | 28 |

Catatan:

Contoh yang lebih sedikit dapat diizinkan untuk pengujian kandungan udara dan slump secara rutin dari tiap contoh yang diambil dan besarnya ditentukan oleh ukuran maksimum agregat.

2) Pengambilan contoh dari Pengaduk yang Stationer

Selama pengeluaran adukan diambil contoh 2 kali atau lebih dengan selang waktu yang teratur pada bagian tengah adukan, dan jagnan dilakukan pada bagian awal dan akhir dari pengeluaran saja.

Pelaksanaan pengambilan contoh sesuai batas waktu yang diberikan pada pasal 6.1.3.1 dan semua contoh diaduk kembali menjadi satu hingga homogen.

Bila pengeluaran terlalu cepat, pengambilan contoh menggunakan wadah yang cukup besar agar seluruh adukan tertampung untuk pengaduk dengan pengungkit ataupun tanpa pengungkit.

LAMPIRAN A DAFTAR ISTILAH

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Alat pengayak basah | = wet-sieving equipment |
| Besar contoh | = size of sample |
| Campuran beton segar | = freshly mixed concrete |
| Pelaksanaan kerja | = preocesure |
| Pengayakan beton basah | = wet-sieving concrete |
| Pengaduka yang stationer | = stationary mixer |
| Pengambilan contoh | = sampling |
| Peralatan manual | = hand tools |
| Perata plesteran | = shovel |
| Sendok aduk | = hand scoop |
| Wadah contoh | = sample container |

6.2 BERAT VOLUME BETON SEGAR

6.2.1 Deskripsi

6.2.1.1 Maksud dan Tujuan

1) **Maksud**

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat isi (unit weight) beton segar (fresh concrete) serta banyaknya semen per meter kubik beton.

2) **Tujuan**

Tujuan pengujian ini untuk memperoleh angka benar dari berat isi beton.

6.2.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan terhadap contoh beton segar yang mewakili suatu campuran beton; hasil pengujian dapat digunakan antara lain:

- 1) Banyak beton untuk campuran satu sak semen (40 kg);
- 2) Untuk perencanaan campuran beton;
- 3) Untuk pengendalian mutu beton pada pelaksanaan. Pengertian

6.2.1.3 Pengertian

Berat isi adalah segar per satuan isi.

6.2.2 Cara Pengujian

6.2.2.1 Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton diperlukan peralatan sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari beton contoh;
- 2) Tongkat pemadat, dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat;
- 3) Alat perata;
- 4) Takaran bentuk silinder

6.2.2.2 Benda Uji

Pengambilan benda uji harus dari contoh segar yang mewakili campuran beton

6.2.2.3 Cara pengujian

Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton harus diikuti tahapan sebagai berikut:

- 1) Isilah takaran dengan benda uji dalam 3 lapis,
- 2) Tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan lapis pertama, tongkat tidak boleh mengenai dasar takaran: pada pemadatan lapisan kedua dan ketiga, tongkat boleh masuk sampai kira-kira 25,4 mm di bawah lapisan sebelumnya: untuk takaran 20 liter dilakukan penusukan 50 kali secara merata pada tiap-tiap permukaan lapisan.
- 3) Setelah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran perlahan-lahan sampai tidak tampak gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertutup; kadar udara dari beton tidak ditemukan.

- 4) Ratakan permukaan benda uji dan tentukan beratnya.

6.2.2.4 Perhitungan

Untuk mengetahui berat isi beton dan banyaknya semen per m³ beton dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Berat isi beton,

$$D = \frac{W}{V}$$

- 2) Banyaknya beton untuk campuran satu sak semen

$$Y = \frac{W}{V} \times 0,001 \text{ (m}^3\text{/sak)}$$

Keterangan:

Y = berat total bahan campuran beton per sak semen (kg).

- 3) Banyaknya semen per m³ beton : 1/Y (sak/m³).

6.2.2.5 Laporan

Laporan harus mencantumkan:

- 1) Berat isi beton dalam satuan kg/liter
- 2) Banyaknya beton per sak semen dalam satuan m³/sak;
- 3) Banyaknya semen per m³ beton dalam satuan sak/m³

6.3 PERCOBAAN SLUMP TEST

6.3.1 Deskripsi

6.3.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan slump beton (concrete slump).

2) Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk angka slump beton

6.3.1.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan terhadap beton segar yang mewakili campuran beton. Hasil pengujian ini digunakan dalam pekerjaan:

6.3.2 Cara Pengujian

6.3.2.1 Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian slump beton diperlukan peralatan sebagai berikut:

- 1) Cetakan dari logam tebal minimal 1,2 mm berupa kerucut terpancung (cone) dengan diameter bagian bawah 203 mm, bagian atas 102 mm, dan tinggi 305 mm; bagian bawah dan atas cetakan terbuka;
- 2) Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat;
- 3) Plat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air;
- 4) Sendok cengkung menyerap air;
- 5) Mistar ukur.

6.3.2.2 Benda Uji

Pengambilan benda uji harus dari contoh segar yang mewakili campuran beton

6.3.2.3 Cara pengujian

Untuk melaksanakan pengujian slump beton harus diikuti tahapan sebagai berikut:

- 1) Basahilah cetakan dan pelat dengan kain basah
- 2) Letakkan cetakan di atas pelat dengan kokoh
- 3) Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan pertama penusukan bagaian tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan
- 4) Segera setelah penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan, kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas

1) Perencanaan campuran beton;

2) Pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan.

6.3.1.3 Pengertian

Slump beton ialah besaran kekentalan (viscosity)/plastisitas dan kohesif dari beton segar

5) seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit

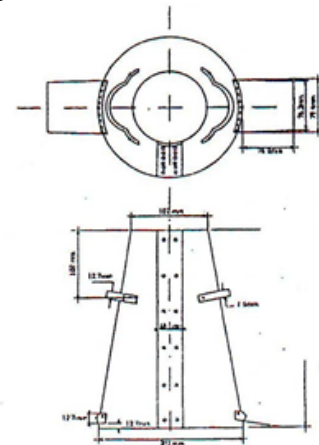
6) Balikkan cetakan dan letakkan perlahan-lahan di samping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

6.3.2.4 Pengukuran Slump

Pengukuran slump harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji; untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata-rata.

6.3.2.5 Laporan

Laporan slump dalam satuan cm



Gambar 6.1 Gambar Cetakan Slump Beton

BAB 7

EVALUASI MUTU BETON

7.1 TES KEKUATAN BETON DENGAN HAMMER TEST (ASTM C 805-02 / SNI 03-4803-1998)

7.1.1 Deskripsi

7.1.1.1 Maksud dan Tujuan

1) Maksud

Metode ini dimaksudkan untuk menilai keseragaman beton di lapangan, menggambarkan bagian dari struktur yang mempunyai kualitas jelek atau beton yang mengalami kerusakan, serta memperkirakan perkembangan kekuatan beton di lapangan.

2) Tujuan

Tujuan untuk memperkirakan kekuatan beton, untuk itu dibutuhkan korelasi antara kekuatan beton dan angka pantul. Hubungan ini harus ditetapkan dari campuran beton dan alat yang telah ditetapkan. Hubungan beton dan angka pantul dibuat dari kekuatan beton yang biasa digunakan. Untuk memperkirakan kekuatan pada saat pembangunan, tetapkan hubungan dengan menampilkan angka pantul pada benda uji yang dicetak dan mengukur kekuatan dari benda uji yang sama atau serupa. Untuk memperkirakan kekuatan pada struktur yang ada, tetapkan hubungan antara angka pantul yang diukur pada struktur dengan kekuatan inti beton yang diambil dari lokasi yang bersangkutan.

7.1.1.2 Ruang Lingkup

Metode uji ini mencakup penentuan angka pantul beton keras dengan menggunakan palu pantul yang dikendalikan oleh pegas.

Satuan yang digunakan dalam standar ini adalah SI.

7.1.2 Ketentuan-Ketentuan

7.1.2.1 Peralatan

- 1) Palu pantul, terdiri dari sebuah palu baja yang gerakannya dikendalikan oleh pegas, apabila dilepas akan memukul hulu palu yang terbuat dari baja yang kontak langsung pada permukaan beton. Palu baja harus bergerak dengan kecepatan konstan dan dapat dilakukan ulang. Jarak pantul antara palu baja dan hulu palu diukur dalam skala linier.
- 2) Batu penggosok, terbuat dari silika karbid atau bahan lain yang sejenis dengan tekstur butiran sedang.
- 3) Anvil penguji, silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 150 mm terbuat dari baja dengan kekerasan permukaan tumbukan sampai dengan 66 HRC + 2 HRC diukur dengan metode uji ASTM E 18. Anvil memiliki alat pengarah agar palu pantul berada di tengah daerah tumbukan dan berfungsi menjaga alat tetap tegak lurus permukaan uji.
- 4) Verifikasi, palu pantul harus dirawat dan diverifikasi setiap tahun serta apabila pengoperasiannya diragukan. Verifikasi pengoperasian palu pantul dengan menggunakan anvil seperti dijelaskan pada butir 7.1.4.3.

Standar ini tidak mencantumkan semua yang berkaitan dengan keselamatan kerja, bila ada menjadi tanggung jawab pengguna standar ini untuk menentukan keselamatan dan kesehatan serta menentukan aplikasi batasan-batasan regulasi/ketentuan sebelum digunakan.

7.1.1.3 Pengertian

- 1) Palu pantul yang berbeda dengan desain nominal beton rencana yang sama dapat memberikan angka pantul yang berbeda antara 1 satuan sampai dengan 3 satuan. Oleh karena itu pengujian harus dilakukan dengan palu pantul yang sama apabila hendak membandingkan hasil. Jika digunakan lebih dari satu palu pantul, lakukan pengujian pada sejumlah permukaan beton tipikal sehingga dapat digunakan untuk menentukan besarnya perbedaan angka pantul
- 2) Metode uji ini tidak dapat digunakan sebagai dasar penerimaan atau penolakan beton karena ketidakpastian yang tersirat dalam perkiraan kekuatan.

Selama verifikasi, anvil diletakkan pada pelat atau lantai beton. Pabrik harus melaporkan angka pantul yang diperoleh dari pengoperasian alat yang benar ketika pengujian dilakukan pada anvil dengan kekerasan sesuai spesifikasi

7.1.2.2 Daerah Pengujian dan Hambatan

- 1) Pemilihan permukaan uji – elemen beton yang akan diuji harus memiliki tebal minimum 100 mm dan menyatu dengan struktur. Benda uji yang lebih kecil harus diletakkan pada tumpuan kaku. Hindari pengujian pada daerah yang menunjukkan adanya keropos, permukaan beralur (scaling), permukaan kasar atau daerah dengan porositas yang tinggi. Hasil pengujian tidak dapat dibandingkan jika beton menggunakan bahan bekisting yang berbeda. Permukaan beton yang digosok (troweled) akan menghasilkan angka pantul yang lebih tinggi daripada permukaan yang diplester atau diaci (finishing). Bila memungkinkan pengujian pada plat lantai sebaiknya dilakukan pada permukaan bagian bawah untuk memperoleh permukaan benda uji yang berhubungan langsung dengan cetakan.

- 2) Pemilihan permukaan uji – elemen beton yang akan diuji harus memiliki tebal minimum 100 mm dan menyatu dengan struktur. Benda uji yang lebih kecil harus diletakkan pada tumpuan kaku. Hindari pengujian pada daerah yang menunjukkan adanya keropos, permukaan beralur (*scaling*), permukaan kasar atau daerah dengan porositas yang tinggi. Hasil pengujian tidak dapat dibandingkan jika beton menggunakan bahan bekisting yang berbeda. Permukaan beton yang digosok (*troweled*) akan menghasilkan angka pantul yang lebih tinggi daripada permukaan yang diplester atau diaci (*finishing*). Bila memungkinkan pengujian pada plat lantai sebaiknya dilakukan pada permukaan bagian bawah untuk memperoleh permukaan benda uji yang berhubungan langsung dengan cetakan.
- 3) Persiapan permukaan bidang uji – Diameter bidang uji minimum 150 mm. Permukaan dengan tekstur yang kasar, lunak atau terkelupas mortarnya harus diratakan dengan batu penggosok seperti yang diuraikan pada uraian 7.1.4.2.
Permukaan bekas cetakan yang sudah rata dan permukaan yang sudah halus tidak perlu digosok sebelum pengujian. Jangan membandingkan hasil dari permukaan yang sudah dan tidak dihaluskan.
- 4) Jangan menguji beton yang membeku. Kelembaban beton pada suhu 0 °C (32 °F) atau kurang dapat meningkatkan angka pantul. Beton seharusnya diuji hanya sesudah mencair. Temperatur pada palu pemantulnya dapat mempengaruhi angka pantul. Palu pemantul pada 18 °C (0 °F) dapat mengurangi angka pantul sebanyak 2 atau 3 kali.
- 5) Untuk pembacaan yang dibandingkan, arah tumbukan baik horizontal, ke bawah, ke atas atau arah lainnya harus sama atau hasil pembacaan dikoreksi dengan faktor koreksi yang sudah ada.
- 6) Pengujian tidak diijinkan apabila di bawah permukaan beton terdapat batang tulangan dengan selimut kurang dari 20 mm.

7.1.2.3 Perhitungan

Hasil pembacaan yang berbeda lebih dari 6 satuan dari rata-rata 10 titik bacaan diabaikan dan tentukan nilai rata-rata dihitung dari pembacaan data yang memenuhi syarat. Bila lebih dari 2 titik bacaan memiliki perbedaan lebih dari 6 satuan dari nilai rata-rata, maka seluruh rangkaian pembacaan harus dibatalkan dan tentukan angka pantul pada 10 titik bacaan baru pada daerah pengujian.

7.1.3 Cara Pengujian

- 1) Pegang alat dengan kokoh sehingga posisi hulu palu tegak lurus dengan permukaan beton yang diuji.
- 2) Tekan alat secara perlahan ke arah permukaan uji sampai palu pantul menumbuk hulu palu.
- 3) Setelah tumbukan tahan tekanan pada alat dan apabila perlu tekan tombol pada sisi alat untuk mengunci hulu palu pada posisinya.
- 4) Baca dan catat angka pantul pada skala untuk angka yang terdekat.
- 5) Lakukan 10 titik bacaan pada setiap daerah pengujian dengan jarak masing-masing titik bacaan tidak boleh lebih kecil dari 25 mm.
- 6) Periksa permukaan beton setelah tumbukan, batalkan pembacaan jika tumbukan memecahkan atau menghancurkan permukaan beton karena terdapat rongga udara, dan ambil titik bacaan yang lain.

7.1.4 Laporan Pengujian

Laporkan informasi-informasi berikut untuk setiap area pengujian :

- 1) Tanggal dan waktu pengujian.
- 2) Identifikasi lokasi pengujian pada konstruksi beton dan tipe serta ukuran dari bagian yang diuji.
 - (1) Deskripsi dari proporsi campuran beton termasuk tipe agregat kasar jika diketahui.
 - (2) Kekuatan rencana beton yang diuji.
- 3) Deskripsi dari area pengujian termasuk :
 - (1) Karakteristik permukaan (digosok / *trowelled*, diplester).
 - (2) Jika permukaan dihaluskan dan digerinda.
 - (3) Tipe bahan cetakan pada area uji.
 - (4) Tingkat keterbukaan terhadap lingkungan
- 4) Rata-rata angka pantul dari daerah pengujian (contoh formulir pengujian palu pantul lihat Lampiran C).
 - (1) Menandai kembali daerah yang pembacaan datanya dihapus atau kondisi yang tidak biasa.

7.1.5 Ketelitian dan Penyimpangan

7.1.5.1 Ketelitian

Ketelitian – untuk benda uji tunggal, operator tunggal, mesin, pada hari yang sama maka standar deviasi adalah 2,5 satuan sebagaimana didefinisikan dalam ASTM C 670. Dengan demikian rentang dari sepuluh bacaan tidak boleh melebihi 12

Penyimpangan – Penyimpangan dari uji ini tidak dapat dievaluasi karena angka pantul hanya dapat ditentukan dalam kerangka metode uji ini

Lampiran A
(normatif)
Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini dan berkaitan dengan ASTM C 125 adalah sebagai berikut :

A.1 angka pantul

besaran dalam skala linier yang merupakan jarak pantul massa palu baja terhadap hulu palu yang menempel pada permukaan beton terhadap palu baja, dimana pantulan tersebut ditimbulkan oleh tumbukan massa palu baja dengan jumlah energi tertentu.

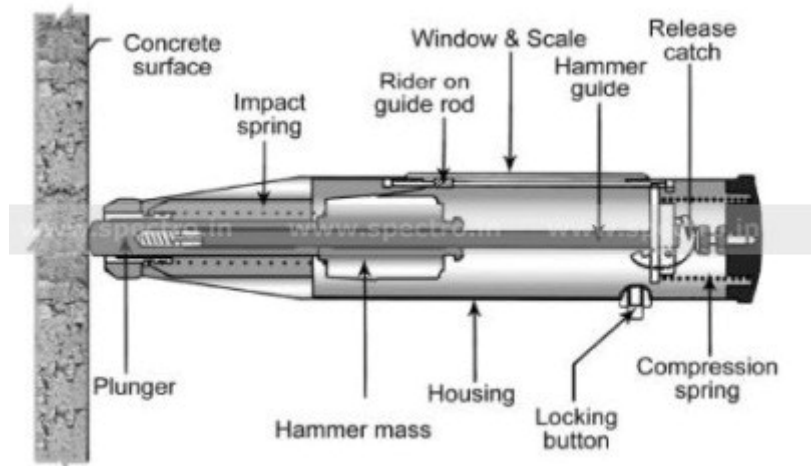
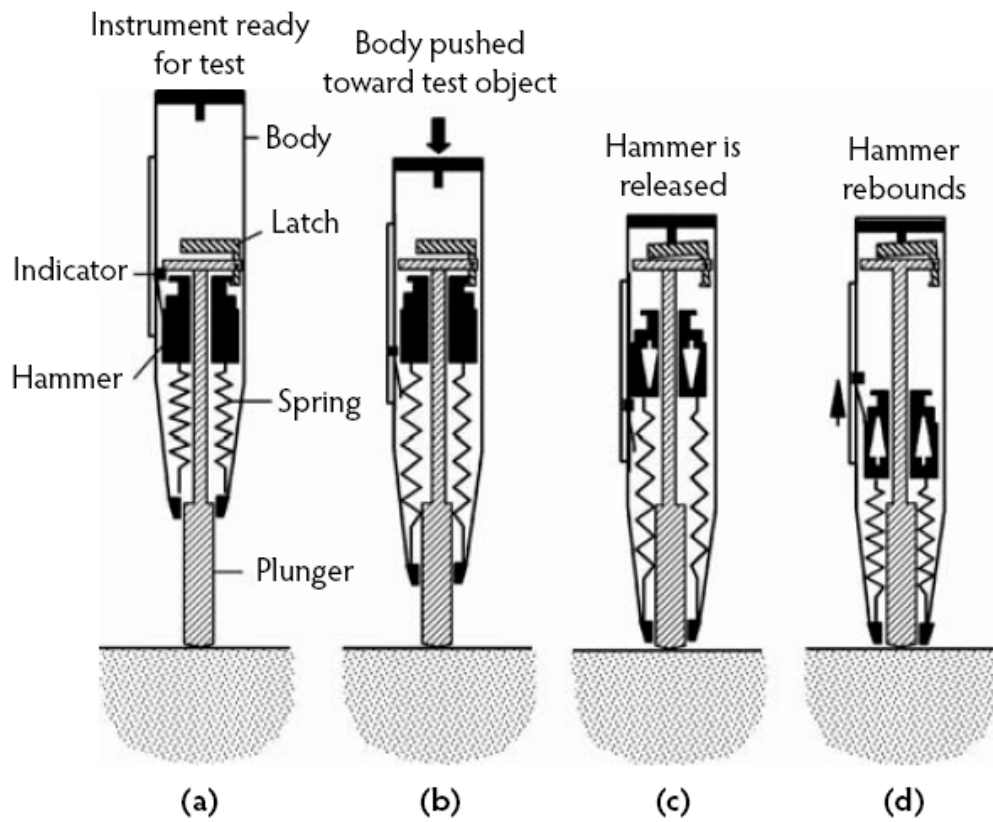
A.2 hulu palu (*Plunyer*)

bagian alat yang menempel pada permukaan beton dan menerima tumbukan pada saat pengujian.

A.3 beton

suatu material gabungan yang terdiri dari bahan dasar partikel (*fragment*) dari agregat yang saling mengikat satu sama lain, bahan pengikat dibentuk dari suatu campuran semen hidrolis dan air.

Lampiran B
(informatif)



Contoh palu pantul

Lampiran C
(normatif)
Contoh formulir pengujian angka pantul beton keras

Kop instansi laboratorium penguji

Pengujian angka pantul beton keras

Nama kegiatan :
 Elemen struktur :
 Sudut pengambilan :, Tipe :, Angka kalibrasi anvil :
 Kedalaman karbonasi :
 Diuji oleh :
 Diperiksa oleh :
 R koreksi :/..... =

| No. | ANGKA PANTUL (R) | | | | | | | | | | Σr | Faktor Koreksi Alat | R koreksi | Keterangan | |
|-----|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------|---------------------|-----------|------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| n = | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | |

Sketsa gambar :

Diperiksa oleh penyelia
 Tanggal :

Diuji oleh teknisi
 Tanggal :

(.....)

(.....)

Lampiran D
(informatif)
Contoh formulir isian Pengujian angka pantul beton keras



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN
BALAI JEMBATAN DAN BANGUNAN PELENGKAP JALAN
Jalan A.H Nasution No.264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7911884 Fax. (022) 7911884 Bandung 40294 e-mail: puajai@meika.net.id

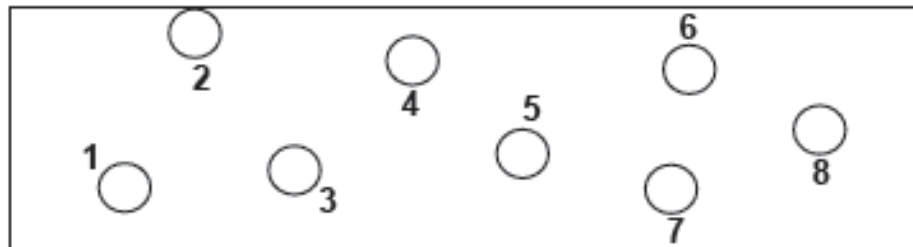
lemb BSN untuk Panitia Teknis 91-01 Panitia Konstruksi Bangunan dan Rengasasi Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Keleayasa Jalan

Pengujian angka pantul beton keras

Nama kegiatan : Pemeriksaan Jembatan Ciujung
 Elemen struktur : Pilar I
 Sudut pengambilan : 0° (mendatar), Tipe : N ,Angka kalibrasi anvil : 78
 Diuji oleh : KGS Rasyidi
 Diperiksa oleh : Bagus Aditya W., ST
 R koreksi : 80/78 = 1,03

| No Lokasi | ANGKA PANTUL (R) | | | | | | | | | | Σr | Faktor Koreksi Alat | R koreksi | Keterangan |
|-----------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------------------|-----------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 1 | 34 | 40 | 36 | 39 | 40 | 38 | 38 | 42 | 43 | 37 | 38,70 | 1,03 | 39,69 | |
| 2 | 40 | 42 | 38 | 32 | 38 | 43 | 45 | 39 | 43 | 41 | 40,10 | 1,03 | 41,13 | |
| 3 | 45 | 33 | 43 | 39 | 44 | 32 | 45 | 35 | 35 | 45 | 39,60 | | | R > (Σr ± 6), data dibuang |
| 3' | 45 | | 43 | 39 | 44 | | 45 | 35 | 35 | 45 | 41,38 | 1,03 | 42,44 | 33 dan 32 tidak |
| 4 | 37 | 40 | 36 | 42 | 37 | 39 | 39 | 41 | 40 | 38 | 38,90 | 1,03 | 39,90 | |
| 5 | 40 | 35 | 45 | 38 | 40 | 42 | 41 | 42 | 42 | 40 | 40,50 | 1,03 | 41,54 | |
| 6 | 40 | 40 | 42 | 45 | 42 | 41 | 42 | 35 | 43 | 38 | 40,80 | 1,03 | 41,85 | |
| 7 | 45 | 41 | 37 | 43 | 40 | 39 | 43 | 40 | 39 | 42 | 40,90 | 1,03 | 41,95 | |
| 8 | 39 | 36 | 40 | 39 | 42 | 41 | 39 | 42 | 38 | 40 | 39,60 | 1,03 | 40,62 | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | |
| n | | | | | | | | | | | | | | |

Sketsa gambar:



Diperiksa oleh penyelia
Tanggal : 27 Agustus 2008

(Bagus Aditya W.,
ST)

Diuji oleh teknisi
Tanggal : 26 Agustus 2008

(Bagus Aditya W.,
ST)

7.2 Test Kekuatan Tekan Hancur Beton (ASTM C 39 / C 39 M / SNI 03-1974-1990)

7.2.1 Deskripsi

1) Maksud

Maksud Metode ini dimaksudkan untuk penetapan kuat tekan beton benda uji berbentuk silinder yang dicetak baik di laboratorium maupun di lapangan. Standar ini dibatasi untuk beton yang memiliki berat isi (unit weight) lebih besar dari 800 kg/m³.

7.2.1.1 Ruang Lingkup

Metode Standar ini dapat melibatkan hal-hal yang membahayakan, baik bahan-bahannya, langkah pengoperasian dan peralatan yang digunakan. Standar ini tidak membahas masalah keselamatan yang berhubungan dengan penggunaannya. Sebelum menggunakan standar ini, pengguna bertanggung jawab untuk mempertimbangkan dan menetapkan syarat-syarat kesehatan dan keselamatan yang memadai serta menetapkan penerapan batas-batas peraturannya.

7.2.1.2 Pengertian

- 1) Beban aksial – beban yang tegak lurus terhadap penampang/sejajar sumbu aksial yang ditinjau.
- 2) Beton inti – benda uji beton berbentuk silinder yang diambil dengan cara pengeboran dari struktur beton yang sudah jadi.
- 3) Dial gauge - arloji ukur dengan ketelitian yang digunakan untuk mengukur pergerakan (deformasi) horizontal maupun vertikal.
- 4) Including loads – nilai-nilai beban yang termasuk dalam rentang beban yang diinginkan.
- 5) Interpolasi – nilai sisip diantara nilai-nilai yang diketahui.
- 6) Kekerasan rockwell (HRC = Hardness Rockwell C-scale) – kekerasan material logam yang diukur dengan alat penguji kekerasan Rockwell.
- 7) Pelapis permukaan (capping) – pelapis permukaan bidang tekan benda uji silinder.
- 8) Rasio L/D – perbandingan antara panjang benda uji silinder (L) dengan diameter penampangnya (D).

7.2.2 Ketentuan-Ketentuan

7.2.2.1 Peralatan

1) Mesin penguji

Mesin penguji yang digunakan harus berupa tipe yang memiliki kapasitas yang cukup dan mampu memberikan kecepatan beban seperti yang diuraikan pada 7.2.8.4

(1) Kalibrasi mesin tekan.

Kalibrasi mesin tekan harus dilakukan bila terjadi salah satu dari hal berikut :

- a. Paling sedikit dilakukan setiap 12 bulan.
- b. Pada pemasangan awal atau relokasi mesin.
- c. Segera setelah melakukan perbaikan atau penyesuaian yang dapat mempengaruhi pengoperasian system atau nilai yang ditunjukkan, kecuali untuk penyesuaian nol sebagai pengganti berat peralatan dan/atau benda uji.
- d. Bilamana terdapat alasan yang meragukan ketepatan hasil, tanpa terkait rentang waktu sejak kalibrasi terakhir.

(2) Ketentuan peralatan

Perencanaan peralatan mesin penguji harus meliputi hal-hal penting berikut :

- a. Mesin harus dioperasikan dengan tenaga listrik serta harus menggunakan pembebanan yang terus menerus dan tanpa kejut.
- b. Jika mesin hanya memiliki satu kecepatan pembebanan sesuai persyaratan pada 7.2.8.4,
- c. mesin harus dilengkapi dengan alat tambahan untuk pembebanan pada kecepatan beban yang sesuai untuk keperluan verifikasi.
- d. Alat tambahan untuk pembebanan ini dapat dioperasikan dengan tenaga listrik maupun secara manual.

7.2.3 Cara Pengujian

7.2.3.1 Perlakuan benda uji

Uji tekan benda uji yang dirawat lembab harus dilakukan sesegera mungkin setelah pemindahan dari tempat pelembaban. Benda uji harus dipertahankan dalam kondisi lembab dengan cara yang dipilih selama periode antara pemindahan dari tempat pelembaban dan pengujian. Benda uji harus diuji dalam kondisi lembab pada temperatur ruang.

7.2.3.2 Toleransi waktu pengujian

Semua benda uji untuk umur uji yang ditentukan harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Toleransi waktu yang diizinkan

| Umur uji | Waktu yang diizinkan |
|----------|-----------------------|
| 12 jam | + 15 menit atau 2,1 % |
| 24 jam | + 30 menit atau 2,1 % |
| 3 hari | + 2 jam atau 2,8 % |
| 7 hari | + 6 jam atau 3,6 % |
| 28 hari | + 20 jam atau 3,0 % |
| 90 hari | + 2 hari atau 2,2 % |

7.2.3.3 Penempatan benda uji

Letakkan landasan tekan datar bagian bawah, dengan permukaan kerasnya menghadap ke atas pada meja atau bidang datar mesin uji secara langsung di bawah blok setengah bola. Bersihkan permukaan landasan tekan atas, landasan tekan bawah dan permukaan benda uji kemudian letakkan benda uji pada landasan tekan bawah.

- 1) Lakukan verifikasi nilai nol dan dudukkan landasan sebelum pengujian, pastikan penunjuk beban sudah menunjukkan nol. Dalam hal penunjuk tidak sempurna menunjukkan nol, atur penunjuk. Pada saat landasan atas yang didudukkan pada setengah bola diturunkan untuk membebani benda uji, putar bagian yang dapat bergerak perlahan-lahan dengan tangan sehingga dudukkan yang rata tercapai.
- 2) Teknik yang digunakan untuk melakukan verifikasi dan mengatur penunjuk beban nol akan beragam tergantung pada pembuat mesin. Pelajari manual atau alat kalibrasi mesin tekan untuk mendapatkan Teknik yang benar.

7.2.3.4 Rentang beban

Lakukan pembebanan secara terus menerus dan tanpa kejutan :

- 1) Untuk mesin pengujian tipe ulir, kepala mesin tekan yang bergerak harus bergerak pada kecepatan mendekati 1,3 mm/menit, pada saat mesin bergerak tanpa beban. Untuk mesin yang digerakkan secara hidrolis, beban harus diberikan pada benda uji dalam rentang 0,15 MPa/detik sampai dengan 0,35 MPa/detik. Kecepatan gerak yang ditentukan harus dijaga minimal selama setengah pembebanan terakhir dari fase pembebanan yang diharapkan dari siklus pengujian.
- 2) Selama periode $\frac{1}{2}$ (setengah) pertama dan 1 (satu) fase pembebanan yang diharapkan, pembebanan yang lebih cepat diperbolehkan.
- 3) Jangan membuat perubahan pada kecepatan gerak dari dasar mendatar kapanpun saat benda uji kehilangan kekakuan secara cepat sesaat sebelum hancur.

7.2.3.5 Pembebanan

Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan. Catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

7.2.4 Laporan

Laporan harus meliputi :

- 1) Nomor identifikasi,
- 2) Diameter (dan Panjang, jika di luar rentang 1,8 D dan 2,2 D) dalam mm,
- 3) Luas penampang melintang, dalam mm²,
- 4) Beban maksimum, dalam Kn,
- 5) Kuat tekan yang dihitung mendekati 0,1 MPa,
- 6) Bentuk kehancuran,
- 7) Cacat pada benda uji atau pada lapisan perata permukaan tekan,
- 8) Umur benda uji.

Lampiran A

(informatif)

Estimasi korelasi kuat tekan silinder beton berdasarkan diameter benda uji ($L/D = 2$)

| Diameter (D) mm | Tinggi (L) mm | Faktor koreksi |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 50 | 100 | 1.09 |
| 75 | 150 | 1.06 |
| 100 | 200 | 1.04 |
| 125 | 250 | 1.02 |
| 150 | 300 | 1.00 |
| 175 | 350 | 0.98 |
| 200 | 400 | 0.96 |
| 250 | 500 | 0.93 |
| 300 | 600 | 0.91 |

***Nilai-nilai yang tercantum dalam table di atas berupa asumsi yang diambil dari Gambar Compressive strength of cylinders of different size, A.M Neville, Properties of Concrete, 1995**

*

**Lampiran B
(normatif)
Contoh formulir kerja**

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN BENDA UJI SILINDER

No. Pengujian :
 Jenis contoh :
 Jumlah contoh :
 Terima tanggal :
 Diuji tanggal :
 Diuji oleh :
 Diperiksa oleh :

Pengujian dilaksanakan sesuai cara uji SNI 03-1974-1990

| Nomor benda uji | Tanggal pembuatan | Tanggal pengujian | Umur (hari) | Massa benda uji (kg) | Dimensi | | Luas bidang (mm ²) | Gaya tekan (kN) | Kuat tekan (N/mm ²) | Keterangan |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------|---------|--------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | L (mm) | D (mm) | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

CATATAN :
 Perhitungan di atas belum termasuk perhitungan ketidakpastian pengukuran yang mungkin terjadi

Kota, Tanggal Bulan Tahun

Mengetahui,
 Penyelia

Teknisi Lab

(.....)
 NIP

(.....)

**Lampiran C
(informatif)
Contoh isian formulir kerja**

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN BENDA UJI SILINDER

No. Pengujian :
 Jenis contoh :
 Jumlah contoh :
 Terima tanggal :
 Diuji tanggal :
 Diuji oleh :
 Diperiksa oleh :

Pengujian dilaksanakan sesuai cara uji SNI 1974

| Nomor benda uji | Tanggal pembuatan | Tanggal pengujian | Umur (hari) | Massa benda uji (kg) | Dimensi | | Luas bidang (mm ²) | Gaya tekan (kN) | Kuat tekan (N/mm ²) | Keterangan |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------|---------|--------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | L (mm) | D (mm) | | | | |
| S-ABT 1 350/JMX-1 | 09/02-07 | 06/03-07 | 28 | 12,43 | 300 | 150 | 17671,5 | 450 | 25,47 | |
| S-ABT 1 350/JMX-1 | 09/02-07 | 06/03-07 | 28 | 12,43 | 300 | 150 | 17671,5 | 520 | 29,43 | |
| S-ABT 1 350/JMX-1 | 09/02-07 | 06/03-07 | 28 | 12,43 | 300 | 150 | 17671,5 | 380 | 21,51 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

CATATAN :
 Perhitungan di atas belum termasuk perhitungan ketidakpastian pengukuran yang mungkin terjadi.

(Tempat),(Tanggal)

Mengetahui,
 Penyelia

Teknisi Lab

(.....)

(.....)

Lampiran D
(informatif)
Contoh perhitungan uji tekan silinder beton

Contoh perhitungan :

Hitung kekuatan tekan beton berdasarkan rumus berikut ini :

Luas penampang benda uji = $0,25 \times \pi \times D^2$ (mm²) :

Dengan pengertian :

$\pi = 3.1416$

D = diameter benda uji (mm)

Kuat tekan (N/mm²) : $\frac{\text{Gaya Tekan Maksimum (N)}}{\text{Luas Penampang Benda Uji (mm}^2\text{)}}$

Contoh 1 :

Diameter benda uji = 150 mm

Paanjang benda uji = 300 mm

Beban maksimum = 510000 N

L/D = 2 (Faktor koreksi = 1)

Luas penampang benda uji = $0,25 \times 3,1416 \times 150^2 = 17671,5$ mm²

Kuat tekan = $\frac{510000 \text{ (N)}}{17671,5 \text{ (mm}^2\text{)}} = 28,86$ N/mm²

Kuat tekan beton benda uji silinder tersebut adalah 28,86 N/mm² atau setara 28,86 MPa

Contoh 2 :

Diameter benda uji = 150 mm

Paanjang benda uji = 187,5 mm

Beban maksimum = 520000 N

L/D = 1,25 (Faktor koreksi = 0,93)

Luas penampang benda uji = $0,25 \times 3,1416 \times 150^2 = 17671,5$ mm²

Kuat tekan = $\frac{520000 \text{ (N)}}{17671,5 \text{ (mm}^2\text{)}} = 29,43$ N/mm² x Faktor (L/D)

Kuat tekan beton benda uji silinder tersebut adalah 29,43 N/mm² x 0,93 = 27,37 N/mm² atau setara 27,37 MPa

Contoh 3 :

Diameter benda uji = 300 mm

Paanjang benda uji = 600 mm

Beban maksimum = 1.000 kN

L/D = 2 (Faktor koreksi = 1)

Luas penampang benda uji = $0,25 \times 3,1416 \times 300^2 = 70.686$ mm²

Kuat tekan = $\frac{1.000.000 \text{ (N)}}{70.686 \text{ (mm}^2\text{)}} = 14,15$ N/mm² x Faktor koreksi diameter

Kuat tekan beton benda uji silinder tersebut adalah 14,15 N/mm² x 0,91 = 12,87 N/mm² atau setara 12,87 MPa

Catatan : Perhitungan di atas belum termasuk per



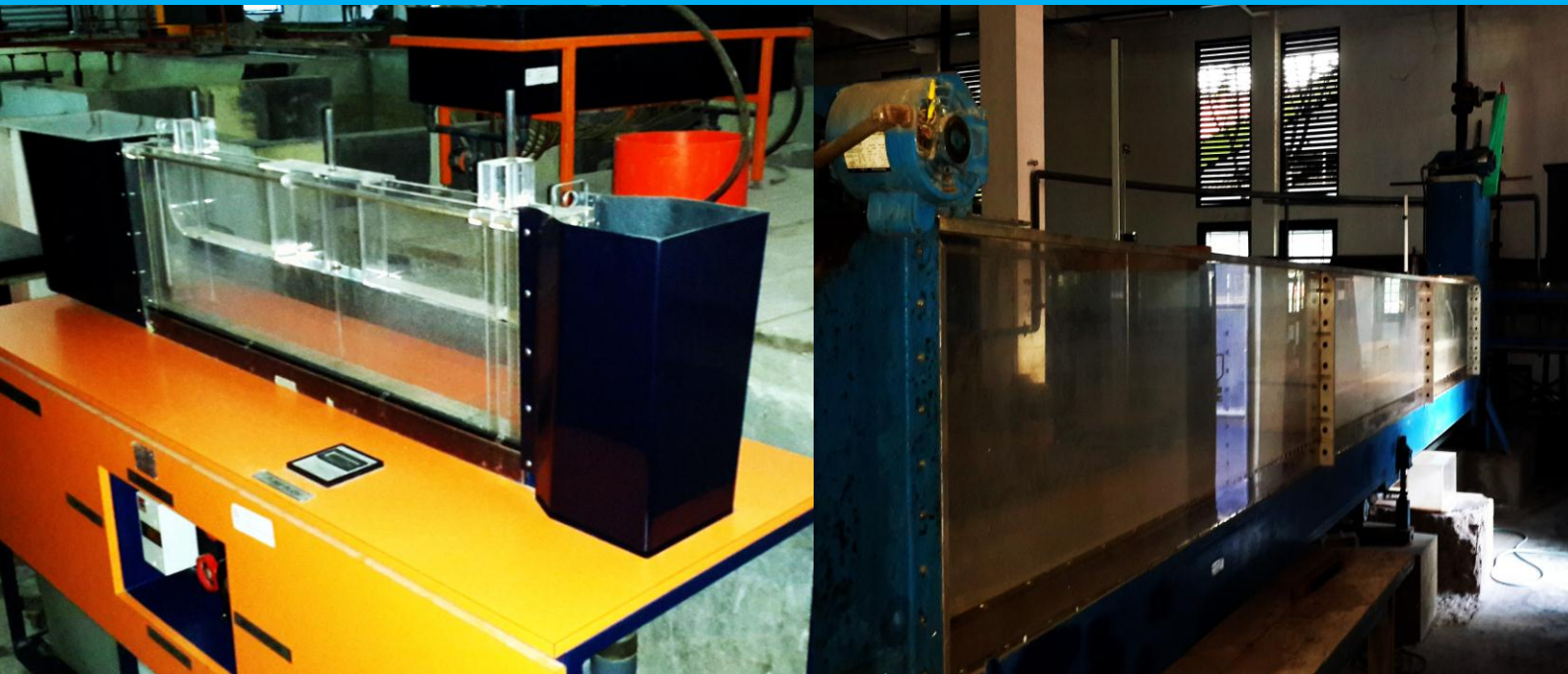
**LABORATORIUM KEAIRAN DAN TEKNIK PANTAI
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Kampus ITS – Sukolilo – Surabaya 60111

Telp/Fax. (031) 5928602 ; 5946094 psw 1250

Email : hidroits@gmail.com

BUKU PANDUAN PRAKTIKUM HIDROLIKA KURIKULUM 2018



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

| | |
|--------------------------------|--|
| NAMA PROGRAM STUDI | TEKNIK SIPIL |
| NAMA MATA KULIAH | MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA |
| NAMA PRAKTIKUM | PRAKTIKUM KLASIFIKASI KRITERIA ALIRAN DAN ALAT UKUR DEBIT |
| KODE MATA KULIAH | RC18-4303 |
| SEMESTER | III |
| BOBOT MATA KULIAH | 4 sks |
| NAMA DOSEN PENGAMPU | 1. Tim Pengajar Mekanika Fluida dan Hidrolika |
| | 2 |
| | 3. |

| | |
|--|---|
| CP PRAKTIKUM YANG MENUNJANG CP MATA KULIAH | 1. Mahasiswa mampu mengkasifikasi jenis aliran |
| | 2. Mahasiswa mampu menghitung debit aliran menggunakan berbagai alat ukur |
| | 3. Mampu bekerja mandiri dan mampu bekerja dalam tim |
| PRAKTIKUM KRITERIA ALIRAN DAN ALAT UKUR UNTUK SEBAGAI BAGIAN DARI MATA KULIAH MEKANIKA FLUIDA DAN HIDROLIKA | |

KATA PENGANTAR

Panduan Praktikum Hidrolika ini adalah panduan pelaksanaan praktikum yang berfungsi sebagai salah satu sarana untuk lebih memahami materi kuliah Hidrolika Saluran Terbuka.

Buku ini berisi petunjuk pelaksanaan praktikum dengan materi:

1. Perhitungan angka Reynold dengan menggunakan *Reynold Apparatus*,
2. Perhitungan kecepatan alir dan koefisien koreksi perhitungan debit dengan menggunakan Tabung *Toricelli*,
3. Pengukuran koefisien debit pada aliran bawah pintu air,
4. Pengukuran koefisien debit pada ambang lebar,
5. Perhitungan debit dengan menggunakan empat buah alat ukur debit pada saluran terbuka meliputi *Current meter*, Alat Ukur *Thompson*, Alat Ukur Ambang Tajam dan *Pharshall Flume*.

Diharapkan panduan ini mampu memberi arahan dalam pelaksanaan praktikum dan pembuatan laporan

Petunjuk Praktikum ini masih memerlukan koreksi dan perbaikan karena itu masih diperlukan masukan sehingga dapat memberi manfaat yang lebih besar bagi semua pihak.

Surabaya, November 2017

Lab. Hidrolika dan Pantai

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| KETENTUAN PRAKTIKUM..... | vii |
| Ketentuan Pembuatan Laporan | vii |
| Ketentuan Asistensi | vii |
| DENAH LABORATORIUM | viii |
| PERCOBAAN 1: <i>OSBORNE REYNOLDS</i> | 1 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 1 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 1 |
| C. Teori..... | 1 |
| 1. Bilangan <i>Reynolds</i> :..... | 2 |
| 2. Macam aliran | 2 |
| 3. Profil Kecepatan : | 3 |
| D. Prosedur percobaan : | 4 |
| E. Tugas..... | 5 |
| PERCOBAAN 2 : <i>BEJANA TORICELLI</i> | 6 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 6 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 6 |
| C. Teori..... | 6 |
| D. Prosedur percobaan : | 8 |
| E. Tugas..... | 8 |
| PERCOBAAN 3 : ALIRAN BAWAH PINTU AIR | 9 |

| | |
|--|-----------|
| A. Tujuan Percobaan..... | 9 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 9 |
| C. Teori..... | 9 |
| D. Prosedur percobaan : | 10 |
| E. Tugas..... | 10 |
| PERCOBAAN 4 : PELIMPAH AMBANG LEBAR | 11 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 11 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 11 |
| C. Teori..... | 11 |
| D. Prosedur percobaan : | 12 |
| E. Tugas..... | 12 |
| PERCOBAAN 5 : <i>CURRENT METER</i>..... | 13 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 13 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 13 |
| C. Teori..... | 13 |
| D. Prosedur percobaan : | 16 |
| E. Tugas..... | 16 |
| PERCOBAAN 6 : ALAT UKUR <i>THOMPSON</i>..... | 17 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 17 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 17 |
| C. Teori..... | 17 |
| D. Prosedur percobaan : | 18 |
| E. Tugas..... | 18 |
| PERCOBAAN 7 : ALAT UKUR <i>CIPOLETTI</i>..... | 19 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| B. Alat – alat yang digunakan | 19 |
| C. Teori..... | 19 |
| D. Prosedur percobaan : | 20 |
| E. Tugas..... | 20 |
| PERCOBAAN 8: ALAT UKUR <i>PARSHALL FLUME</i> | 21 |
| A. Tujuan Percobaan..... | 21 |
| B. Alat – alat yang digunakan | 21 |
| C. Teori..... | 21 |
| D. Prosedur percobaan : | 22 |
| E. Tugas..... | 22 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Sket <i>Osborne-Reynold Apparatus</i> (O-R) | 1 |
| Gambar 2. 1 Skema Percobaan Aliran Melalui Lubang pada Bejana..... | 6 |
| Gambar 3. 1 Skema Percobaan Aliran Pintu Air | 9 |
| Gambar 4. 1 Skema Percobaan Aliran Pintu Air | 11 |
| Gambar 5. 1 Skema Percobaan Aliran Pintu Air | 14 |
| Gambar 6. 1 Skema Percobaan Aliran Ambang tajam | 17 |
| Gambar 7. 1 Skema Percobaan Aliran Ambang tajam | 19 |
| Gambar 8. 1 Skema Percobaan Aliran Parshall Flume..... | 21 |

KETENTUAN PRAKTIKUM

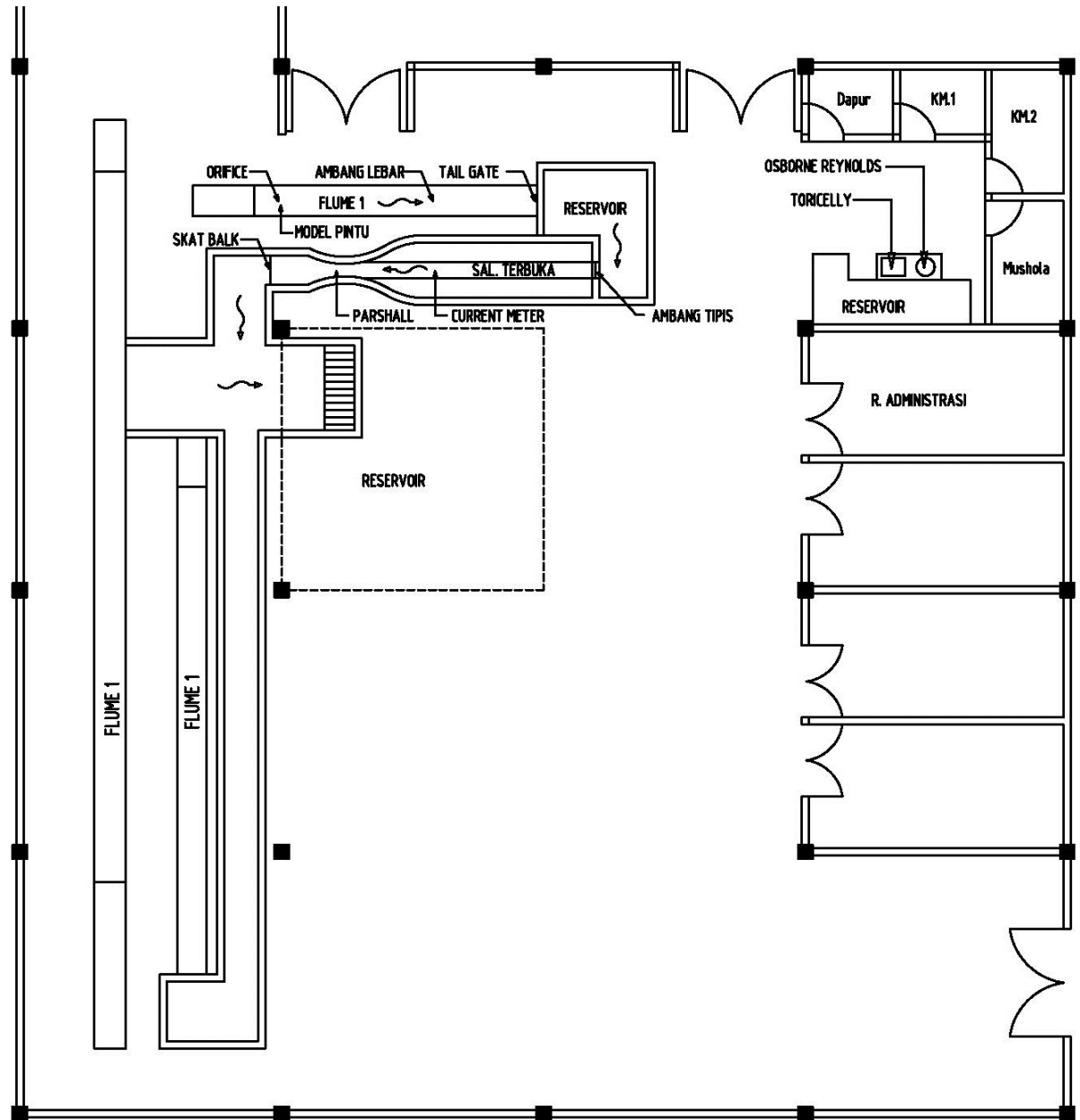
Ketentuan Pembuatan Laporan

- Laporan terdiri dari :
 - Pendahuluan
 - Teori
 - Hasil Percobaan
 - Diskusi
 - Kesimpulan
- Laporan dikerjakan dalam tulisan tangan.

Ketentuan Asistensi

1. Asistensi praktikum dilakukan segera sesudah pelaksanaan praktikum.
2. Asisten praktikum ditentukan oleh Kepala Laboratorium.
3. Apabila asistensi praktikum terjadual tidak masuk tiga kali, maka mahasiswa dinyatakan tidak lulus praktikum.
4. Asistensi praktikum berlaku tiap semester.

DENAH LABORATORIUM



PERCOBAAN 1: *OSBORNE REYNOLDS* (ALIRAN LAMINER, TRANSISI DAN TURBULEN)

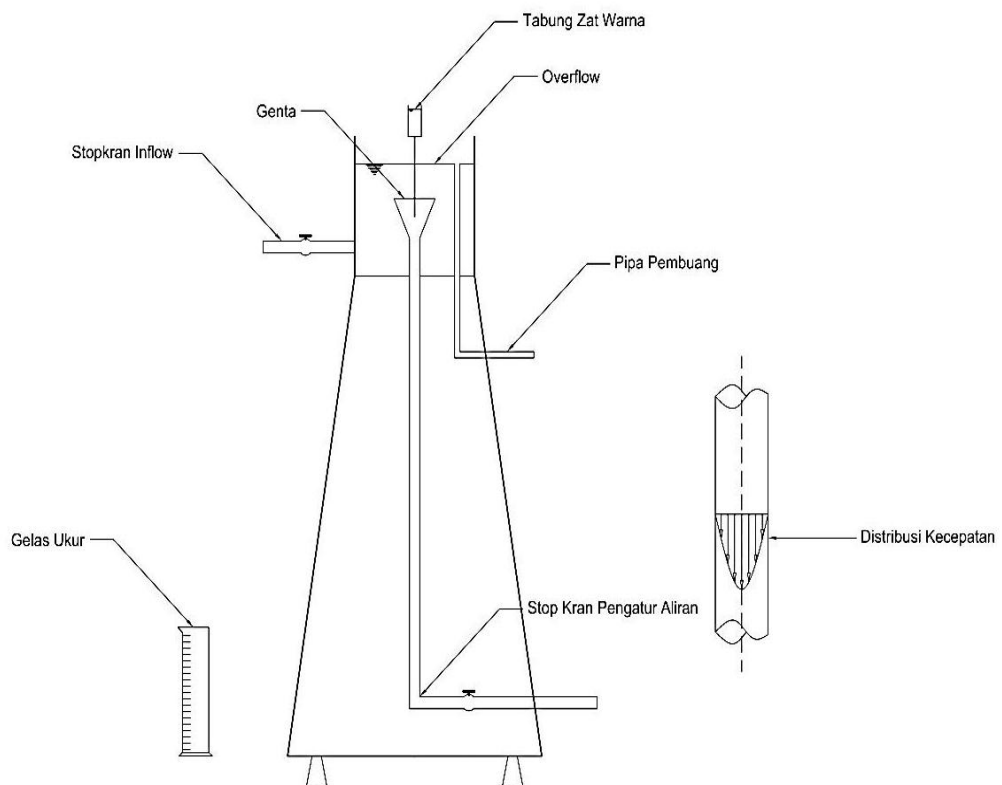
A. Tujuan Percobaan

1. Mengamati profil kecepatan aliran pada pipa percobaan.
2. Menghitung besaran bilangan Reynolds (Re) dikaitkan dengan tipe aliran yang terjadi (laminer, transisi atau turbulen) dengan menggunakan *Osborne – Reynolds Apparatus*.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Peralatan Osborne – Reynolds (*O-R Apparatus*)
2. Termometer.
3. *Stop watch*.
4. Gelas ukur.
5. Tampungan air dan *stopkran*.

C. Teori



Gambar 1 *Osborne-Reynold Apparatus*(O-R)

1. Bilangan *Reynolds* :

$$Re = \frac{\bar{V}d}{\mu} \quad (1.1)$$

atau

$$Re = \frac{4Q}{\pi d\mu} \quad (1.2)$$

dimana:

\bar{V} = Kecepatan rerata aliran (m/dt)

Q = Debit aliran (m³/dt).

d = Diameter pipa (m)

μ = Viskositas kinematis (m²/dt)

2. Macam aliran

2.1. Aliran Laminer

Aliran laminer adalah suatu aliran dimana gaya kekentalan sangat besar dibanding dengan gaya kelembaman, sehingga kondisi aliran ditentukan oleh pengaruh kekentalan fluida. Dalam aliran semacam ini partikel cairan bergerak secara teratur menurut lintasan arusnya dan berlapis-lapis seolah-olah lapisan yang satu menggelincir diatas lapisan yang lainnya.

Besar faktor gesek, f , pada aliran Laminer adalah :

$$f = \frac{64}{Re} \quad (1.3)$$

dimana:

f = faktor gesek

Re = Bilangan Reynold

2.2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah suatu aliran dimana gaya kelembaman sangat besar dibanding dengan gaya kekentalan, sehingga kondisi aliran ditentukan oleh pengaruh kelembaman. Dalam aliran semacam ini partikel-partikel cairan bergerak pada lintasan-lintasan yang tidak teratur atau pada lintasan sembarang. Menurut *Blassius*, besarnya faktor gesek, f , pada aliran turbulen pada pipa dengan dinding halus adalah :

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (1.4)$$

dimana:

$$\begin{aligned} f &= \text{faktor gesek} \\ Re &= \text{Bilangan Reynold} \end{aligned}$$

2.3. Aliran Transisi

Aliran transisi adalah aliran yang berada diantara tipe laminer dan turbulen. Pada aliran transisi faktor gesek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan umum dari *Colebrook* sebagai berikut :

$$\frac{1}{f} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right) \quad (1.5)$$

dimana :

$$\varepsilon = \text{tinggi kekasaran dinding pipa (m)}$$

Hubungan antara faktor gesek, f , dengan tegangan geser, τ , dapat ditulis sebagai berikut :

$$f = \frac{8\tau}{\rho V^2} \quad (1.6)$$

dimana :

$$\begin{aligned} \tau &= \text{tegangan geser (N/m)} \\ \rho &= \text{kerapatan air (kg/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

3. Profil Kecepatan :

Profil kecepatan aliran adalah profil yang menunjukkan distribusi besaran kecepatan yang terjadi pada suatu penampang aliran baik pada saluran terbuka maupun saluran tertutup. Pada saluran tertutup (pipa), kecepatan maksimum V_{max} terletak pada sumbu pipa, sedangkan pada saluran terbuka kecepatan maksimum pada suatu penampang tergantung pada geometri penampang saluran tersebut.

Pada aliran laminer rasio kecepatan rerata terhadap kecepatan maksimum dirumuskan:

$$\frac{\bar{V}}{V_{max}} = \left(\frac{r_o - r}{r_o} \right)^{1/7} \quad (1.7)$$

dimana :

$$V_{max} = 2 \bar{V}$$

Aliran Turbulen :

$$\bar{V} = (1 + 1.33\sqrt{f}) \cdot V - 2.04\sqrt{f} \cdot V \cdot \log\left(\frac{r_o}{r_o - r}\right) \quad (1.8)$$

dimana:

$$\bar{V} = (1 + 1.33\sqrt{f}) \cdot V$$

D. Prosedur percobaan :

D.1. Pengamatan tipe aliran

1. Posisikan *O-R Apparatus* mendatar dan pipa percobaan dalam posisi vertikal sempurna dengan cara mengatur kaki alat tersebut.
2. Alirkan air ke dalam pipa percobaan *O-R Apparatus* dengan mengatur *stopkran* yang terhubung *O-R Apparatus* dan tampungan air.
3. Jaga permukaan air dalam *O-R Apparatus* tetap konstan memulai pipa pembuang kelebihan air.
4. Isi tabung zat warna dan selanjutnya ujung *injector* diturunkan sampai mulut genta yang berada pada bagian atas pipa.
5. Diamkan air dalam *O-R Apparatus* selama 5 menit kemudian ukur temperatur airnya.
6. Buka *stopkran* pada *O-R Apparatus* dengan mengatur besarnya debit yang dikehendaki.
7. Pengukuran debit yang lewat dalam pipa percobaan dilakukan dengan mengukur volume aliran keluar yang ditampung dalam gelas ukur selama tenggat waktu tertentu. Tenggat waktu penampungan air diukur dengan menggunakan *stop watch*.
8. Alirkan zat warna lewat jarum *injector* sehingga tampak macam aliran yang terjadi dalam pipa.
9. Amati dan catat macam aliran yang terjadi dengan indikasi garis arus yang terbentuk oleh zat warna dalam pipa percobaan (aliran laminar atau turbulen)
10. Ulangi percobaan diatas dengan variasi debit (paling sedikit 15 kali) sehingga akan terlihat macam aliran mulai laminar sampai turbulen.

D.2. Pengamatan profil kecepatan

1. Tutup *stopkran* pengatur aliran pada pipa percobaan.
2. Keluarkan zat warna pada mulut genta sampai terjadi tetesan bola zat warna.
3. Keluarkan *injector* dari mulut genta kemudian buka *stopkran* pengatur aliran dalam pipa percobaan.

4. Amati tetesan bola zat warna dalam pipa percobaan yang mengalami perubahan bentuk profil paraboloida.
5. Lakukan pengamatan profil kecepatan ini dengan mengatur bukaan *stopkran* pengatur aliran dalam pipa sehingga diperoleh aliran laminar atau turbulen.

E. Tugas

1. Nyatakan macam aliran yang saudara amati dengan cara menghitung besaran bilangan Reynolds dari hasil pengukuran yang saudara lakukan.
Catatan: Secara teoritis dinyatakan bahwa pada saluran tertutup, besaran angka Reynold, Re , untuk aliran laminar $Re < 2000$ dan untuk aliran turbulen $Re > 2800$.
2. Nyatakan hubungan antara bilangan Reynolds, Re , dengan faktor gesek, f , serta bilangan Reynolds, Re , dengan tegangan geser τ dengan cara menggambarkan kedua grafik hubungan antar parameter tersebut.
3. Nyatakan hubungan antara debit Q dengan tegangan geser τ dengan jalan menggambarkan grafik hubungan antara Q dan τ tersebut.
4. Gambarlah perkiraan profil kecepatan aliran dari hasil percobaan yang saudara lakukan pada debit-debit yang menyebabkan aliran laminar dan turbulen serta membandingkan hasil tersebut dengan profil kecepatan aliran berdasar persamaan teoritis.
5. Beri kesimpulan hasil percobaan yang saudara lakukan.

PERCOBAAN 2 : BEJANA TORICELLI (TEKANAN DAN ALIRAN DALAM BEJANA)

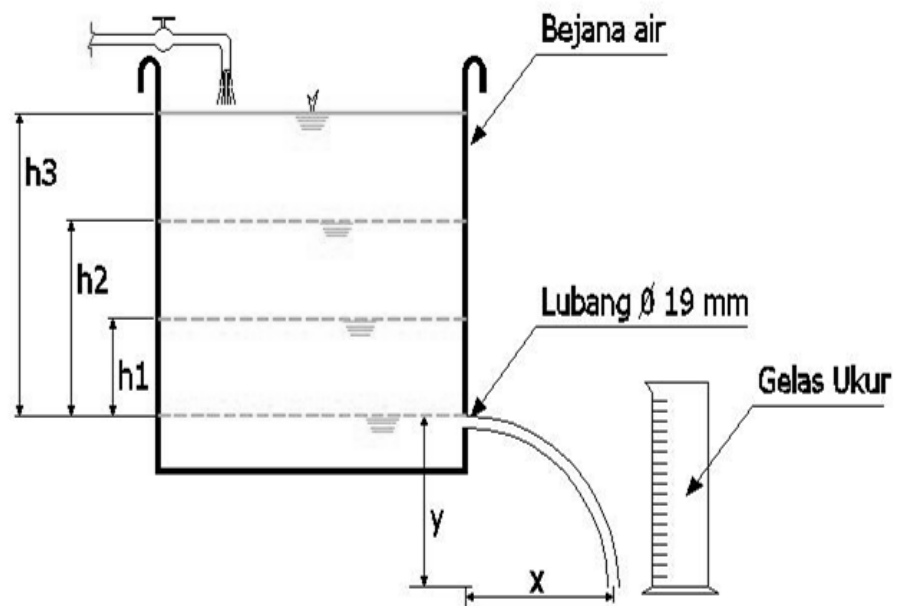
A. Tujuan Percobaan

Mencari besarnya koefisien kontraksi, koefisien kecepatan dan koefisien debit pada aliran melalui lubang pada dinding dengan menggunakan bejana *Toricelli*.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Bejana *Toricelli* sebagai penampung air,
2. Pipa dengan *stopkran* pengisi air,
3. Lubang pengeluaran pada dinding bejana,
4. *Stop wacth*,
5. Penggaris dan *roll meter*,
6. Gelas Ukur.

C. Teori



Gambar 2. Skema Percobaan Aliran Melalui Lubang pada Bejana

Besarnya debit air yang mengalir melalui lubang dinyatakan sebagai:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \bar{V} \quad (2.1)$$

$$C_d = C_c \cdot C_v \quad (2.2)$$

$$C_c = \frac{A_a}{A} \quad (2.3)$$

$$C_v = \frac{V_a}{\bar{V}} \quad (2.4)$$

$$v_a = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} \quad (2.5)$$

dimana :

A = Luas penampang lubang (m^2)

A_a = Luas penampang aliran melalui lubang (m^2)

g = Percepatan grafitasi (m/dt^2)

h = Tinggi muka air terhadap lubang (m)

C_d = Koefisien debit

C_c = Koefisien kontraksi

C_v = Koefisien kecepatan

V = Kecepatan rerata lubang (m/det)

V_a = Kecepatan sebenarnya aliran melalui lubang (m/dt)

X = Panjang pancaran aliran melalui lubang (m), diukur dari lubang sampai pancaran air

Y = Tinggi pancaran dari datum (m).

Volume aliran melalui lubang dV (m^3) dalam tenggat waktu tertentu dt (detik) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$dV = C_d \cdot A \cdot dt \quad (2.7)$$

dan

$$dV = A_s \cdot dh \quad (2.8)$$

atau

$$C_d = \frac{A_s \cdot dh}{A \sqrt{2gh} dt} \quad (2.9)$$

dimana :

A_s = Luas permukaan bejana (m^2)

dh = Beda tinggi muka air di dalam bejana selama selang waktu dt (m)

h = Beda tinggi

D. Prosedur percobaan :

1. Percobaan pada saat muka air konstan

1. Ukur luas permukaan bejana air,
2. Pasang penyumbat pada lubang yang ada pada dinding bejana,
3. Isi bejana dengan air sampai setinggi H_3 dari dasar lubang,
4. Buka penyumbat lubang bejana dibuka dan atur tinggi air dalam bejana tetap konstan pada H_3 dengan mengatur bukaan stopkran pengisian air kedalam bejana.
5. Ukur volume air yang keluar melalui lubang dengan gelas ukur selama selang waktu tertentu. Catat besarnya volume dan waktu penampungan.
6. Dengan mempertahankan tinggi air pada H_3 dan membiarkan air memancar, ukuran panjang pancaran x dan tinggi pancaran y yang keluar melalui lubang sampai dasar bak.
7. Ulangi percobaan ini sebanyak 5 kali.

2. Percobaan pada saat muka air tidak konstan

1. Tampung air sampai setinggi H_3 .
2. Buka penyumbat lubang pada dinding bejana sehingga muka air mencapai ketinggian H_2 .
3. Catat beda tinggi H_3 ke H_2 dan catat pula waktu yang diperlukan dari ketinggian H_3 ke H_2 .
4. Ulangi percobaan ini sebanyak 5 kali.
5. Lakukan hal yang sama seperti pada butir 2 sampai dengan 4 untuk ketinggian air dari H_2 ke H_1 dan H_1 ke H_0 .

E. Tugas

1. Hitung debit air yang keluar dari pipa pada ketinggian konstan.
2. Hitung harga C_c , C_v dan C_d untuk setiap ketinggian air H_1 , H_2 , dan H_3 dalam percobaan yang saudara lakukan.
3. Hitung waktu yang diperlukan untuk menurunkan air dari H_3 ke H_2 , H_2 ke H_1 dan H_1 ke H_0 .
4. Bandingkan hasil perhitungan dari dua percobaan tersebut diatas.

PERCOBAAN 3 : ALIRAN BAWAH PINTU AIR

(Perhitungan Koefisien Pengaliran)

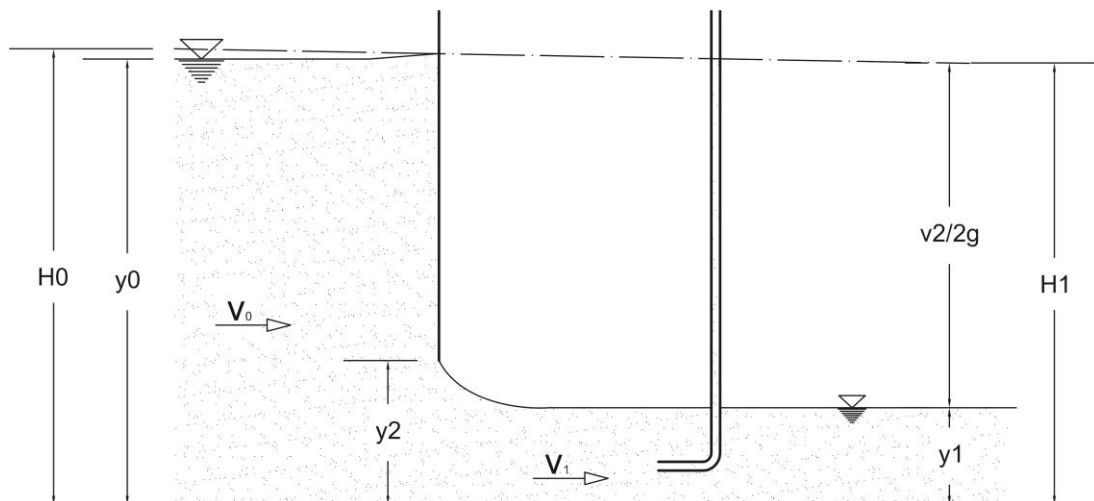
A. Tujuan Percobaan

1. Menghitung koefisien pengaliran (Cd) pada aliran bawah pintu.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Flume beserta perlengkapannya
2. Model pintu sorong
3. Penggaris

C. Teori



Gambar 3 Skema Percobaan Aliran Pintu Air

Besarnya debit Q (m^3/dt) lewat dibawah pintu:

$$Q = Cd \cdot b \cdot Y \cdot \sqrt{2gH_e} \quad (3.1)$$

Dimana :

Cd = Koefisien debit

B = Lebar bukaan pintu (m)

Y = Tinggi bukaan pintu (m)

H_e = Tinggi energi di depan pintu = $Y_0 + v^2 / 2g$ (m)

V = Kecepatan aliran di depan pintu (m/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/dt^2)

Ada dua macam aliran yang dapat terjadi lewat di bawah pintu. Pertama aliran bebas, dapat dilihat dengan terjadinya loncatan air di belakang pintu. Kedua aliran tidak bebas, dimana loncatan air tidak terjadi dan tinggi muka air di belakang pintu $>$ tinggi bukaan pintu (pintu tenggelam).

Untuk aliran bebas berlaku persamaan debit di atas. Sedang untuk aliran tidak bebas, persamaan di atas tidak berlaku, harus diturunkan dari persamaan Bernoulli.

D. Prosedur percobaan :

1. Atur dasar *flume* dalam posisi horizontal.
2. Letakkan model pintu sorong pada flume yang akan digunakan (dibantu laboran)
3. Ukur dimensi bukaan pintu (dalam percobaan ini bukaan pintu selalu tetap untuk semua debit)
4. Alirkan air lewat pintu dengan debit tertentu dan buat kondisi aliran bebas dengan cara mengatur tinggi bukaan tail gate.
5. Ukur tinggi muka air di depan dan di belakang pintu masing-masing 5 kali
6. Ukur debit dengan menggunakan alat ukur yang tersedia pada flume yang digunakan.
7. Ulangi percobaan ini dengan debit yang berbeda minimum 5 kali

E. Tugas

1. Nyatakan hubungan antara tinggi muka air di depan pintu y_0 dengan debit lewat bawah pintu Q untuk aliran bebas.
2. Nyatakan hubungan antara (Y/Y_0) dengan koefisien debit Cd untuk aliran bebas.
3. Nyatakan hubungan antara (Y/Y_0) dengan koefisien koreksi debit Cs untuk aliran tak bebas.
4. Gambar garis energi pada setiap percobaan debit.

PERCOBAAN 4 : PELIMPAH AMBANG LEBAR (PROFIL ALIRAN AIR PELIMPAH AMBANG LEBAR)

A. Tujuan Percobaan

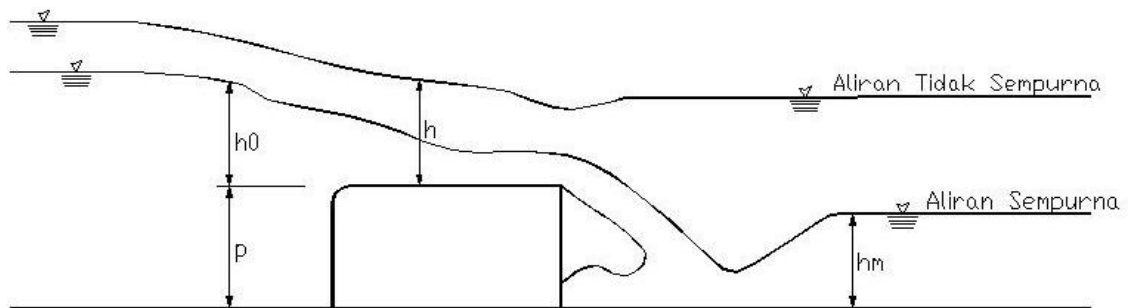
Menghitung koefisien debit dan menggambarkan profil aliran pelimpah ambang lebar.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Flume dilengkapi dengan pintu hulu dan pintu hilir.
2. Pelimpah ambang lebar
3. Penggaris / roll meter
4. Model pintu sorong

C. Teori

Suatu pelimpah dinamakan pelimpah ambang lebar apabila paling tidak terdapat satu penampang di atas ambang yang mempunyai garis arus lurus. Pada kondisi initekanan air pada penampang diatas ambang mengikuti hukum hidrostatik. Sket aliran pada pelimpah ambang lebar seperti pada gambar berikut.



Gambar 4 Penampang Aliran Ambang Lebar

Debit yang mengalir melalui pelimpah ambang lebar dapat dinyatakan dalam :

$$Q = C \cdot L \cdot h^{3/2} \quad (4.1)$$

dimana :

Q = Debit yang mengalir melalui pelimpah (m^3/det),

C = Koefisien debit ($m^{0.5}/dt$),

L = Panjang ambang (m)

h = Tinggi air di atas ambang (m)

h_0 = Tinggi muka air di depan pelimpah (m)

p = Tinggi pelimpah (m)

Besarnya debit yang mengalir melalui pelimpah dipengaruhi oleh tinggi muka air pada hilir pelimpah. Bila tinggi muka air dihilir lebih rendah dari tinggi pelimpah, maka disebut sebagai aliran sempurna dan apabila tinggi muka air di hilir lebih tinggi dari $2/3 h$ disebut aliran tidak sempurna. (Hidrolika Saluran Terbuka, 1991). Oleh karena itu pada aliran tidak sempurna besarnya debit aliran Q dipengaruhi oleh tinggi muka air dihilir pelimpah (lihat Gambar 4).

$$Q_s = C_s \cdot Q \quad (4.2)$$

dimana :

Q_s = Debit dalam kondisi aliran tidak sempurna (m^3/dt),

C_s = Koefisien aliran tidak sempurna,

Q = Debit maksimum yang terjadi (m^3/dt).

D. Prosedur percobaan :

1. Alirkan air dengan debit tertentu pada *flume* yang sudah dilengkapi dengan pelimpah ambang lebar sebagai obyek pengamatan percobaan. (Besarnya debit sudah terukur dan dapat ditanyakan ke laboran/pendamping praktikum),
2. Atur tinggi bukaan *tail gate* pada *flume*, sehingga aliran mencapai kondisi sempurna,
3. Ukur jarak dan kedalaman air di beberapa tempat sehingga mampu menggambarkan profil permukaan aliran. Untuk memudahkan cara ini, tentukanlah titik acu sehingga mudah dalam menghitung jarak dan menggambar profil aliran,
4. Dengan debit tetap, aturlah *tail gate* sehingga kondisi aliran menjadi tidak sempurna,
5. Ukur jarak dan kedalaman air untuk menggambar profil aliran pada kondisi tidak sempurna. Gunakan titik acu dan jarak yang sama dengan kondisi aliran sempurna,
6. Ulangi percobaan di atas dengan debit yang berbeda sebanyak 5 macam debit.

E. Tugas

1. Buat profil aliran pada saat terjadi aliran sempurna dan aliran tidak sempurna pada setiap percobaan.
2. Nyatakan hubungan antara debit Q dengan tinggi muka air di depan ambang h_0 untuk kondisi aliran sempurna pada pelimpah
3. Nyatakan hubungan antara rasio tinggi muka air di depan ambang h_0 dan tinggi pelimpah p dengan koefisien debit C dengan menggunakan rumus (4.1)
4. Nyatakan hubungan antara rasio tinggi muka air di atas ambang h dan tinggi muka air di depan ambang h_0 dengan koefisien debit C_s dengan menggunakan rumus (4.2).

PERCOBAAN 5 : *CURRENT METER*

(PENGUKURAN DEBIT DENGAN *CURRENT METER*)

Pengukuran debit menggunakan Current Meter dilakukan bersamaan dengan pengukuran debit pada ambang tajam segitiga (*Thompson*), Ambang Tajam, dan *Parshall Flume*.

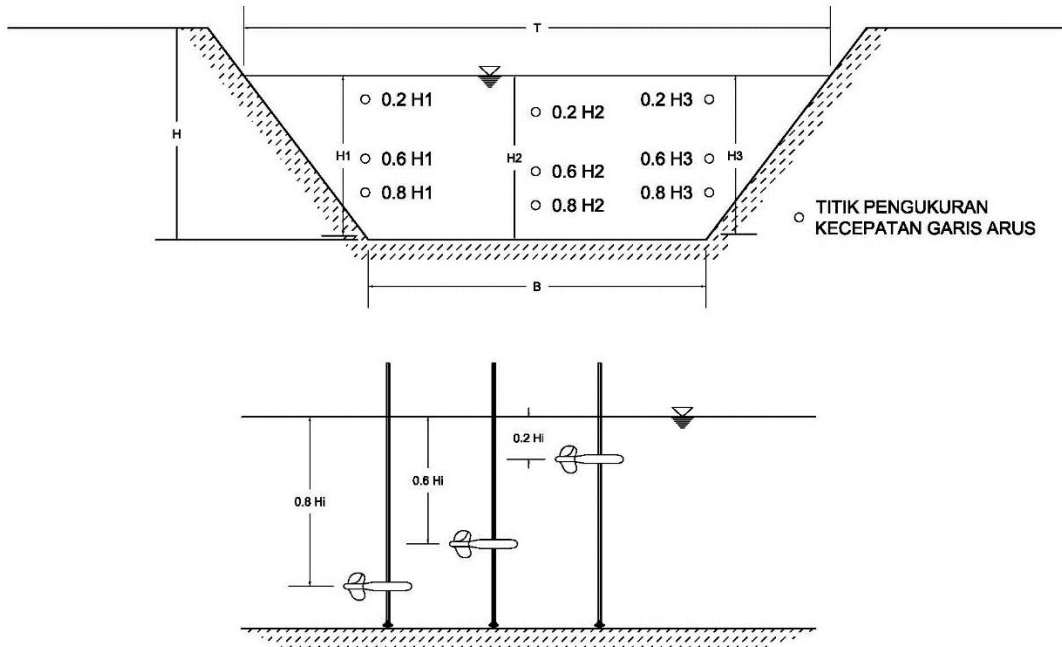
A. Tujuan Percobaan

Mengukur besarnya debit yang mengalir pada suatu saluran dengan mengukur kecepatan aliran terlebih dahulu.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Alat pengukur kecepatan arus *Current Meter*
2. Penghitung putaran propeler Current-meter (*Counter*)
3. tongkat bantu untuk meletakkan posisi Current-meter (*Stick*)
4. *Stop watch*
5. Saluran terbuka bentuk trapesium

C. Teori



Gambar 5 Skema Penempatan *Current Meter*

Debit pada suatu pias penampang aliran saluran terbuka :

$$q = A_i \cdot V_i \quad (5.1)$$

Debit pada suatu penampang aliran saluran terbuka :

$$Q = \Sigma q = \Sigma(A_i \cdot V_i) \quad (5.2)$$

dimana :

A_i = Luas penampang pasang pias (m^2)

V_i = Kecepatan rata-rata aliran pada penampang pias (m/dt)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

V = Kecepatan rata-rata aliran penampang saluran (m/dt)

V_i dapat dicari dengan menghitung harga rata-rata kecepatan arus u pada tiap kedalaman air yang diukur dengan current-meter pada tiap pias penampang aliran. Besarnya kecepatan arus bila diukur dengan current-meter dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$V = a \cdot N + b \quad (5.3)$$

dimana :

a, b = Konstanta current-meter

N = Jumlah putaran perdetik = n/t (putaran/detik)

n = Jumlah putaran propeler selama t detik

t = Lama pengukuran (detik)

Konstanta current-meter (a dan b) tergantung dari macam alat, jenis propeler yang digunakan dan harga N hasil pengukuran.

Perhatian : Untuk current-meter yang digunakan dalam percobaan ini harap dicatat **macam alat** dan **jenis propeler** untuk mengetahui harga konstanta a dan b .

Kecepatan rata-rata aliran pada setiap penampang pias V_i berdasarkan atas jumlah titik pengukuran adalah sebagai berikut :

$$\text{-1 titik pengukuran : } V_i = V_{0.6} \quad (5.4)$$

$$\text{-2 titik pengukuran : } V_i = \frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2} \quad (5.5)$$

$$\text{-3 titik pengukuran : } V_i = \frac{V_{0.2} + 2 V_{0.6} + V_{0.8}}{4} \quad (5.5)$$

dimana :

$V_{0.2}$ = kecepatan pada kedalaman 0.2 dari permukaan air (m/dt)

$V_{0.6}$ = kecepatan pada kedalaman 0.6 dari permukaan air (m/dt)

$V_{0.8}$ = kecepatan pada kedalaman 0.8 dari permukaan air (m/dt)

D. Prosedur percobaan :

1. Ukur dimensi penampang melintang saluran dan alirkan air pada saluran tersebut.
2. Berdasar pada lebar permukaan basah (T), bagilah lebar permukaan basah menjadi tiga sehingga terbentuk tiga pias. Pembagian pias ini jumlahnya dibuat ganjil sehingga pada pias yang ditengah posisi tepat pada tengah-tengah saluran (Gambar 5).
3. Ukur dimensi masing-masing pias.
4. Letakkan *current meter* pada kedalaman yang ditentukan untuk mendapatkan besaran kecepatan air di titik yang mewakili kecepatan pada pias. Saat pengukuran kecepatan dengan alat ini, *propeler* harus menghadap ke arah aliran.
5. Pada setiap pengukuran kecepatan aliran, catat kedalaman *current meter*, jumlah putaran propeler dengan menggunakan *counter* dan lama pengukuran menggunakan *stop watch*. Penghitungan jumlah putaran dimulai saat *stop watch* dinyalakan sampai dengan *stop watch* dimatikan. Lakukan penghitungan ini sebanyak tiga kali pada setiap titik pengukuran kecepatan aliran.
6. Lakukan prosedur pengukuran ini untuk setiap perubahan debit percobaan.
7. Percobaan dilakukan untuk 5 macam debit.

E. Tugas

1. Hitung kecepatan pada tiap titik pengukuran menggunakan rumus (5.3)
2. Hitung kecepatan rerata tiap pias menggunakan rumus (5.4 s/d 5.6)
3. Hitung debit tiap pias menggunakan rumus (5.1).
4. Hitung tiap perubahan debit menggunakan rumus (5.2)
5. Buat diagram kecepatan aliran pada setiap pias dan titik yang mempunyai kecepatan yang sama (*isovel*) pada penampang aliran untuk setiap percobaan
6. Buat hubungan antara tinggi muka air (h_2) dan debit (Q) berdasar pada 5 besaran debit dalam percobaan ini. Grafik ini sering disebut sebagai *Rating Curve*.

PERCOBAAN 6 : ALAT UKUR *THOMPSON*

(PENGUKURAN DEBIT DENGAN AMBANG TAJAM SEGI TIGA)

Pengukuran debit dengan alat ukur ambang tajam berpenampang Thompson ini dilakukan bersamaan dengan pengukuran debit menggunakan *Current Meter*, Cipoletti, dan *Parshall Flume*.

A. Tujuan Percobaan

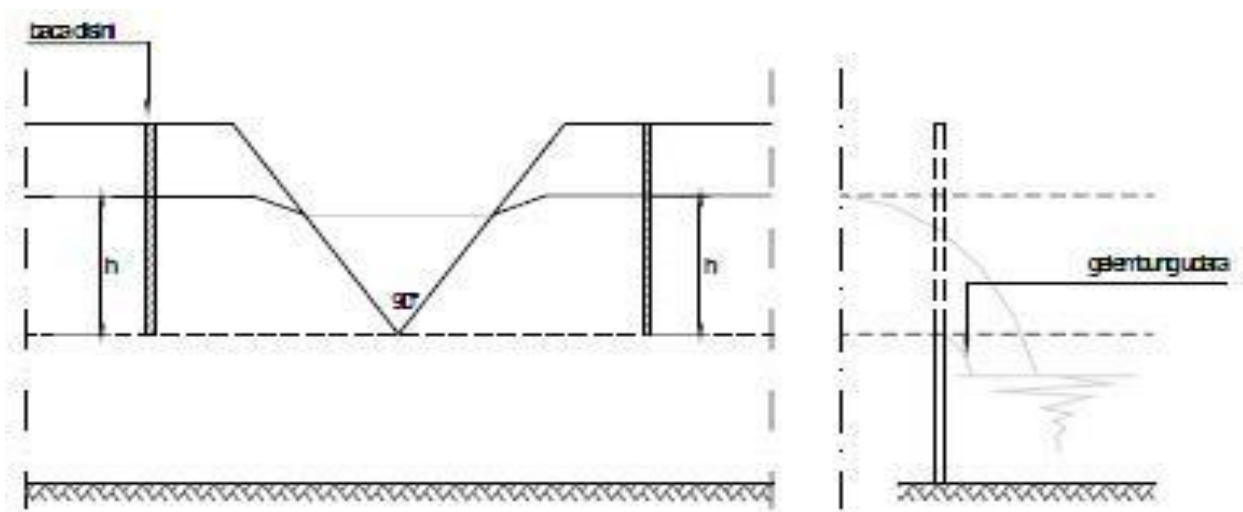
1. Mengukur debit aliran yang melalui pelimpah ambang tajam.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Kolam penenang
2. Pelimpah ambang tajam
3. Point gauge
4. Penggaris atau *rollmeter*

C. Teori

Sket pelimpah ambang tajam penampang segi empat adalah sebagai berikut (Gambar 6.1) :



Gambar 6 Skema Percobaan Aliran Ambang Tajam Segitiga

Besarnya debit yang melalui pada pelimpah ambang tajam penampang segi tiga dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{8}{15} Cd \tan \frac{\alpha}{2} \sqrt{2gh}^{5/2} \quad (6.1)$$

dimana :

- Q = Debit hasil pengukuran (l/dtk)
- H = Tinggi muka air di depan ambang (cm)
- Cd = 0.581
- α = 90°

D. Prosedur percobaan :

1. Ukur dimensi pelimpah ambang tajam yang tersedia
2. Catat bacaan point gauge untuk muka air tepat pada ambang H_0
3. Alirkan air lewat pelimpah tersebut di atas.
4. Catat bacaan point gauge pada saat aliran air lewat pelimpah H_1 . Tinggi air di depan ambang $H = H_0 - H_1$
5. Lakukan pembacaan point gauge setiap pencatatan tinggi muka air minimal 5 kali
6. Lakukan prosedur di atas pada setiap perubahan debit yang disesuaikan dengan percobaan pengukuran debit lainnya (ambang tajam segi empat, *current meter* dan *Parshall*)

E. Tugas

1. Nyatakan hubungan antara tinggi muka air di depan ambang H dengan debit Q percobaan saudara, kemudian dibandingkan dengan Q teoritis.
2. Nyatakan hubungan antara rasio H dan p dengan koefisien debit C dari hasil percobaan saudara, kemudian bandingkan dengan C teoritis.
3. Beri komentar alat ukur pelimpah ambang tajam tersebut dibanding dengan alat ukur ambang lebar dilihat dari sifat hidroliknya (untung dan ruginya)

PERCOBAAN 7 : ALAT UKUR CIPOLETTI

(PENGUKURAN DEBIT DENGAN AMBANG TAJAM SEGI EMPAT)

Pengukuran debit dengan alat ukur Cipoletti ini dilakukan bersamaan dengan pengukuran debit menggunakan *Current Meter*, *Thompson*, dan *Parshall Flume*.

A. Tujuan Percobaan

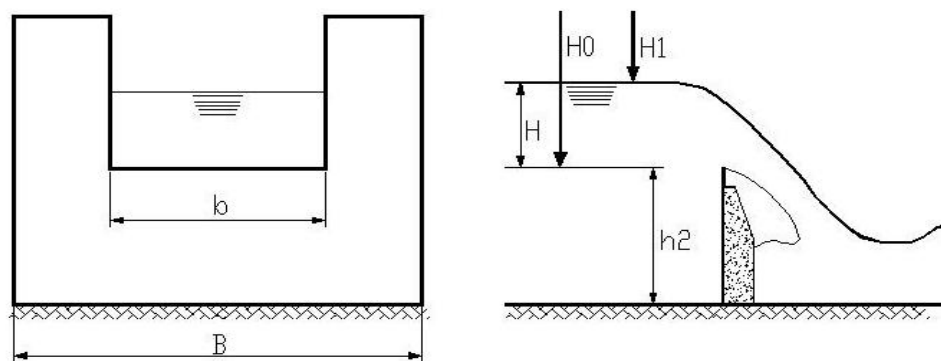
1. Mengukur debit aliran yang melalui pelimpah ambang tajam.

B. Alat – alat yang digunakan

1. Kolam penenang
2. Pelimpah ambang tajam
3. *Point gauge*
4. Penggaris atau *rollmeter*

C. Teori

Sket pelimpah ambang tajam penampang segi empat adalah sebagai berikut (Gambar 7) :



Gambar 7 Skema Alat Ukur Cipoletti

Besarnya debit yang melalui pada pelimpah ambang tajam penampang segi empat dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot C \cdot b \cdot H^{5/2} \quad (7.1)$$

dimana :

- C = Koefisien debit (lihat Tabel 7.1)
- B = Panjang pelimah (m)
- H = Tinggi muka air di depan ambang (m)
- g = Percepatan grafitasi (m^2/s)

Besarnya koefisien debit C merupakan fungsi dari tinggi muka air di depan ambang H dan tinggi ambang terhadap dasar saluran p . Tabel 7.1 menunjukkan besarnya harga C .

Tabel 7. 1 Harga C alat ukur Cipoletti

| b / B | C |
|---------|----------------------|
| 1.0 | $0.602 + 0.075 H/p$ |
| 0.9 | $0.599 + 0.064 H/p$ |
| 0.8 | $0.597 + 0.045 H/p$ |
| 0.7 | $0.595 + 0.030 H/p$ |
| 0.6 | $0.593 + 0.018 H/p$ |
| 0.5 | $0.592 + 0.011 H/p$ |
| 0.4 | $0.591 + 0.0058 H/p$ |
| 0.3 | $0.590 + 0.0020 H/p$ |
| 0.2 | $0.589 + 0.0018 H/p$ |
| 0.1 | $0.588 + 0.0021 H/p$ |
| 0.0 | $0.587 + 0.0023 H/p$ |

D. Prosedur percobaan :

1. Ukur dimensi pelimpah ambang tajam yang tersedia
2. Catat bacaan point gauge untuk muka air tepat pada ambang H_0
3. Alirkan air lewat pelimpah tersebut di atas.
4. Catat bacaan point gauge pada saat aliran air lewat pelimpah H_1 . Tinggi air di depan ambang $H = H_0 - H_1$
5. Lakukan pembacaan point gauge setiap pencatatan tinggi muka air minimal 5 kali
6. Lakukan prosedur di atas pada setiap perubahan debit yang disesuaikan dengan percobaan pengukuran debit lainnya (ambang tajam segi tiga, *current meter* dan *Parshall*)

E. Tugas

1. Nyatakan hubungan antara tinggi muka air di depan ambang H dengan debit Q percobaan saudara, kemudian dibandingkan dengan Q teoritis.
2. Nyatakan hubungan antara rasio H dan p dengan koefisien debit C dari hasil percobaan saudara, kemudian bandingkan dengan C teoritis.
3. Beri komentar alat ukur pelimpah ambang tajam tersebut dibanding dengan alat ukur ambang lebar dilihat dari sifat hidroliknya.
4. Apa komentar saudara tentang alat ukur ambang tajam segi tiga dibandingkan terhadap pelimpah ambang tajam segi empat pada percobaan saudara.

PERCOBAAN 8: ALAT UKUR *PARSHALL FLUME*

(PENGUKURAN DEBIT DENGAN *PARSHALL FLUME*)

Pengukuran debit dengan alat ukur *Parshall Flume* ini dilakukan bersamaan dengan pengukuran debit menggunakan *Current Meter*, ambang tajam, dan Thompson.

A. Tujuan Percobaan

1. Mempelajari sifat aliran pada alat ukur debit.

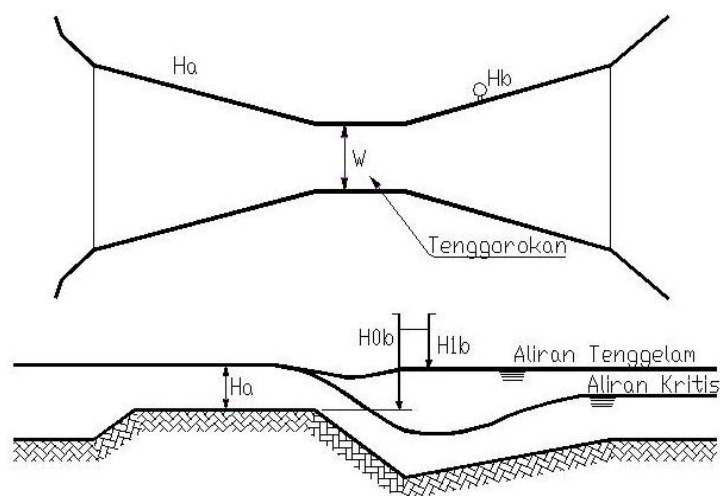
B. Alat – alat yang digunakan

1. Alat ukur debit Parshall
2. Skotbalk
3. Point gauge
4. Penggaris / roll meter

C. Teori

Sket alat ukur debit Parshall adalah sebagai berikut (Gambar 8) :

Parshall flume adalah alat ukur debit dengan cara membuat aliran kritis yang dapat dilihat dengan terjadinya loncatan air pada bagian tenggorokan (*throat section*). Bila terjadi aliran tenggelam yang dapat dilihat dengan mengecilnya loncatan air pada bagian tenggorokan (*submerged flow*), maka perlu diadakan koreksi debit pada debit yang diukur (V.T. Chow, *Open Channel Hydraulics*). Besarnya debit yang lewat pada tenggorokan dalam kondisi kritis dinyatakan dalam Persamaan yang tertera pada Tabel 8.1. (R.L. Parshall, 1920).



Gambar 8 Skema Alat Ukur *Parshall Flume*

Tabel 8. 1 Persamaan Debit Alat Ukur *Parshall Flume*

| Lebar Tenggorokan W | Persamaan |
|---------------------|-----------------------------------|
| 3" | $Q = 0.992 H_a^{1.547}$ |
| 6" | $Q = 2.06 H_a^{1.58}$ |
| 9" | $Q = 3.07 H_a^{1.53}$ |
| 12" sampai 8" | $Q = 4W H_a^{1.522W^{0.026}}$ |
| 10" sampai 50" | $Q = (3.6875W + 2.5) H_a^{1.6}$ |

dimana :

H_a = Tinggi air pada tenggorokan (*ft*)

W = Lebar Tenggorokan (*ft*)

Q = Debit lewat tenggorokan (ft^3/dt)

D. Prosedur percobaan :

1. Ukur dimensi Parshall flume yang tersedia (Gambar 8).
2. Catat bacaan point gauge pada titik B sebelum aliran air lewat Parshall flume di mana ujung jarum point gauge setinggi dasar Parshall flume dititik A. Besarnya bacaan adalah H_{0b} .
3. Alirkan air lewat parshall flume.
4. Catat bacaan pada mistar ukur pada saat aliran air lewat parshall flume, maka tinggi air di depan tenggorokan (dititik A) adalah H_a . Satuan dalam inci.
5. Masih dalam percobaan debit yang sama, maka letakkan skot balk dibelakang *Parshall flume* sedemikian sehingga terjadi aliran tenggelam pada bagian tenggorokan.
6. Kemudian catat bacaan point gauge pada titik B yaitu H_{1b} , maka tinggi air di atas tenggorokan $H_b = H_{0b} - H_{1b}$.
7. Lakukan semua pembacaan point gauge setiap pencatatan tinggi muka air minimum 5 kali.
8. Lakukan prosedur di atas pada setiap perubahan percobaan debit yang disesuaikan dengan percobaan pengukuran debit lainnya.

E. Tugas

1. Beri komentar alat ukur *Parshall Flume* tersebut dibandingkan dengan alat ukur ambang lebar dan alat ukur *Cipoletti*.

2. Nyatakan hubungan antara tinggi muka air di depan tenggorokan H_a dengan debit Q percobaan saudara, kemudian bandingkan dengan debit dari pengukuran *Current meter*.
3. Untuk aliran tenggelam, nyatakan hubungan antara rasio H_b dan H_a dengan koefisien koreksi debit C_s dari hasil percobaan saudara, kemudian bandingkan hasil hitungan tersebut dengan nilai C_s menurut Tabel 8.1.

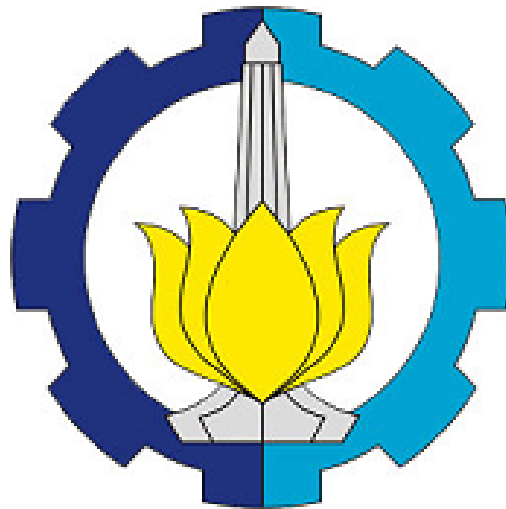
Daftar Pustaka

Anggrahini, 1991, Hidrolika Saluran Terbuka, Penerbit Erlangga, Surabaya.

Chow, V.T, 1959, Open Channel Hydraulic, Mc Graw Hill, New York.

Pharshall, R.L., 1920, Parshall Flume, Division of Irrigation, Dept. Of Agriculture, Colorado Agricultural College, USA.

**BUKU PETUNJUK
PRAKTIKUM PERKERASAN JALAN
KURIKULUM 2018**



**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
TAHUN 2018**

| | |
|---------------------|--|
| Nama Program Studi | TEKNIK SIPIL |
| Nama Praktikum | PRAKTIKUM PERKERASAN JALAN |
| Nama Mata Kuliah | PERENCANAAN JALAN RAYA |
| Kode Mata Kuliah | RC18-4606 |
| Semester | VI (GENAP) |
| SKS | 5 sks |
| Nama Dosen Pengampu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD; 2. Ir. Wahyu Herijanto, MT. 3. Ir. Ervina Ahyudanari, MEng, Phd. 4. Anak Agung Gde Kartika, ST., MSc. 5. Catur Arif Praastyanto, ST., MEng. 6. Cahya Buana, ST., MT. |

| | |
|------------------------|---|
| Bahan Kajian | daya dukung tanah dasar, aspal, agregat, perencanaan campuran aspal beton, |
| CPL Yang Dibebankan MK | <ol style="list-style-type: none"> a. mampu menyelesaikan masalah rekayasa sipil yang berkaitan dengan transportasi, meliputi kemampuan: <ul style="list-style-type: none"> - mengidentifikasi, memformulasi, menganalisis, dan menemukan sumber masalah rekayasa sipil; - mengusulkan solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah rekayasa sipil berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi, keamanan, keselamatan publik, dan kelestarian lingkungan; - merencanakan dan merancang infrastruktur di bidang rekayasa jalan raya - memilih sumberdaya dan memanfaatkan hasil analisis rekayasa berbasis teknologi informasi dan komputasi yang sesuai untuk perencanaan/perancangan; b. mampu menggunakan teknologi mutakhir yang tersedia dalam melaksanakan pekerjaan; dan c. mampu mengkritisi penyelesaian masalah infrastruktur yang telah dan/atau sedang diterapkan, dan dituangkan dalam bentuk kertas kerja ilmiah. |
| CP – MK | Mampu menghitung daya dukung tanah dasar; memeriksa kualitas aspal dan agregat; merencanakan campuran aspal beton; |

DAFTAR ISI

| | | |
|------------------|---|----|
| DAFTAR ISI | | i |
| BAB I | PEMERIKSAAN AGREGAT | |
| 1.1 | Analisa Saringan | 1 |
| 1.2 | Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles | 3 |
| 1.3 | Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar | 6 |
| 1.4 | Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 10 |
| | | |
| BAB II | PEMERIKSAAN ASPAL | |
| 2.1 | Penetrasi bahan – bahan Bitumen | 14 |
| 2.2 | Daktilitas bahan – bahan Bitumen | 19 |
| 2.3 | Titik Lembek Aspal dan Ter | 22 |
| 2.4 | Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleveland Open Cup | 26 |
| 2.5 | Kelekatan Aspal terhadap Batuan | 30 |
| | | |
| BAB III | PEMERIKSAAN CAMPURAN ASPAL | |
| 3.1 | Campuran Aspal dengan Alat Marshall | 31 |
| 3.2 | Kadar bitumen dalam aspal Buton dan aspal Beton | 37 |
| | | |
| BAB IV | PEMERIKSAAN TANAH/SIRTU | |
| 4.1 | C B R Laboratorium | 40 |

**BAB I
PEMERIKSAAN AGREGAT
Pemeriksaan
ANALISA SARINGAN
AGREGAT HALUS DAN KASAR
PB-0201-76
(AASHTO T-27-74)
(ASTM C-136-46)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

2. PERALATAN :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0.2% dari berat benda uji.
- b. Satu set saringan : 76.2 mm (3"); 63.5 mm (2 ½ ") ; 50.8 mm (2") ; 37.5 mm (1 ½ ") ; 25 mm (1") ; 19.1 mm (¾") ; 12.5 mm (½") ; 9.5 mm (3/8") ; No. 4 ; No. 8 ; No. 16 ; No. 30 ; No. 50 ; No. 100 ; No. 200 (Standard ASTM)
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $110 \pm 5^{\circ}\text{c}$
- d. Alat pemisah contoh
- e. Mesin pengguncang saringan
- f. Talam – talam
- g. Kuas, sikat kuningan , sendok dan alat bantu lainnya.

3. BENDA UJI :

- a. Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak :
 - i. Agregat halus :
 - Ukuran maksimum no. 4 ; berat minimum 500 gram
 - Ukuran maksimum no. 8 ; berat minimum 100 garm
 - ii. Agregat kasar :
 - Ukuran maksimum 3 1/2" ; berat minimum 35 kg
 - Ukuran maksimum 3" ; berat minimum 30 kg
 - Ukuran maksimum 2 1/2" ; berat minimum 25 kg
 - Ukuran maksimum 2" ; berat minimum 20 kg
 - Ukuran maksimum 1 1/2" ; berat minimum 15 kg
 - Ukuran maksimum 1" ; berat minimum 10 kg

Ukuran maksimum $\frac{3}{4}$ " ; berat minimum 5 kg

Ukuran maksimum $\frac{1}{2}$ " ; berat minimum 2 1/2 kg

Ukuran maksimum $\frac{3}{8}$ " ; berat minimum 1 kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan no.4. Selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sejumlah seperti tercantum diatas. Benda uji disiapkan sesuai dengan PB – 0208 – 76, kecuali apabila butiran yang melalui saringan no.200 tidak perlu diketahui jumlahnya, dan apabila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

4. CARA MELAKUKAN :

- a. Benda uji dikeringkan didalam Oven dengan suhu ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

5. PERHITUNGAN :

Hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

6. PELAPORAN :

Laporan meliputi :

- a. Jumlah persentase melalui masing-masing saringan, atau jumlah persentase diatas masing-masing saringan dalam bilangan bulat.
- b. Grafik akumulatif

**Pemeriksaan
KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN LOS ANGELES
PB – 206 – 76
(AASHTO T-96-74*)
(SDTM C-131-55*)
(ASTM C-535-9*)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan nomer 12 terhadap berat semula, dalam persen.

2. PERALATAN :

a. Mesin Los Angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28.5"), panjang dalam 50 cm (20"). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

b. Saringan nomer 12 dan saringan-saringan lainnya seperti tercantum dalam daftar nomer 1.

c. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.

d. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4.68 cm (1.7/8") dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram.

e. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai ($110 \pm 5^{\circ}$ c).

3. BENDA UJI :

a. Berat dan gradasi benda uji sesuai daftar nomer 1.

b. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu ($110 \pm 5^{\circ}$ c) sampai berat tetap.

DAFTAR 1

| Ukuran Saringan | | Berat dan gradasi benda uji (gram) | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lewat (mm) | Tertahan (mm) | A | B | C | D | E | F | G |
| 76,2 | 63,5 | ..... | ..... | ..... | ..... | 2500 | ..... | ..... |
| 63,5 | 50,8 | ..... | ..... | ..... | ..... | 2500 | ..... | ..... |
| 50,8 | 38,1 | ..... | ..... | ..... | ..... | 5000 | 5000 | ..... |
| 38,1 | 25,4 | 1250 | ..... | ..... | ..... | ..... | 5000 | 5000 |
| 25,4 | 19,05 | 1250 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 5000 |
| 19,05 | 12,7 | 1250 | 2500 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 12,7 | 9,51 | 1250 | 2500 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 9,51 | 6,35 | ..... | ..... | 2500 | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6,35 | 4,75 | ..... | ..... | 2500 | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4,75 | 2,36 | ..... | ..... | ..... | 5000 | ..... | ..... | ..... |
| Jumlah Bola | | 12 | 11 | 8 | 6 | 12 | 12 | 12 |
| Berat Bola (gram) | | 5000 ± 25 | 4584 ± 25 | 3330 ± 20 | 2500 ± 15 | 5000 ± 25 | 5000 ± 25 | 5000 ± 25 |

4. CARA MELAKUKAN :

- a. Benda uji dan bola-bola baja dimasukkan kedalam mesin Los Engeles
- b. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, 500 putaran untuk gradasi A,B,C dan D ; 1000 putaran untuk gradasi E, F, dan G.
- c. Setelah selesai pemutaran keluarkan benda uji dari mesin, kemudian saring dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven suhu (110 ± 5° C)

5. PERHITUNGAN :

$$\text{Keausan} = \frac{a - b = c}{a} \times 100\%$$

a = Berat benda uji semula (gram)

b = Berat benda uji tertahan saringan no. 12 (gram)

6. PELAPORAN :

Keausan dilaporkan sebagai bilangan bulat dalam persen.

7. CATATAN :

**Pemeriksaan
LOS ANGELES ABRASION TEST**

Contoh : _____
 Proyek : _____
 Tempat/lokasi : _____
 Diterima Tanggal : _____
 Diperiksa Tanggal : _____

GRADING OF TEST SAMPLE : _____

| Sieve Size | | | | Berat dalam gram (A) | | Berat dalam gram (B) | |
|---------------------|-------------|---------|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| Passing | Retained on | a | b | a | b | a | b |
| | | Sebelum | Sesudah | Sebelum | Sesudah | Sebelum | Sesudah |
| 3 in | 2 ½ in | | | | | | |
| 2 ½ in | 2 in | | | | | | |
| 2 in | 1 ½ in | | | | | | |
| 1 ½ in | 1 in | | | | | | |
| 1 in | ¾ in | | | | | | |
| ¾ in | ½ in | | | | | | |
| ½ in | 3/8 in | | | | | | |
| 3/8 in | ¼ in | | | | | | |
| ¼ in | No. 4 | | | | | | |
| No. 4 | No. 8 | | | | | | |
| | No. 12 | | | | | | |
| jumlah Berat | | | | | | | |

Banyaknya yang aus adalah:

A. a = _____ gram
 b = _____ gram

 c = _____ gram

Banyaknya yang aus adalah:

B. a = _____ gram
 b = _____ gram

 c = _____ gram

Abrasi :

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}\%$$

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}\%$$

Abrasi rata-rata =: %

Disetujui,

(_____)

Surabaya,20.....

Diperiksa/Di Uji,

(_____)

Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAHAN AGREGAT KASAR

PB-0202-76
(AASHTO T-85-74)
(ASTM C-127-68)

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry), berat jenis semu (apparent), dari agregat kasar.

- a. Berat jenis (bulk specific gravity) : ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry) yaitu, perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c. Berat jenis semu (apparent specific gravity) ialah : perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan adalah : persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

2. PERALATAN :

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no.6 atau no.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- e. Alat pemisah contoh
- f. Saringan No. 4

3. BENDA UJI :

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no. 4, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kira-kira 5 kg.

4. CARA MELAKUKAN :

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain, yang melekat pada permukaan.

- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C, sampai berat tetap.
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1 – 3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk)
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Timbang benda uji kering-permukaan jenuh.
- g. Letakkan benda uji didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standard (25°C).

5. PERHITUNGAN :

- | | |
|--|--|
| a. Berat jenis (bulk specific gravity) | $= \frac{B_k}{B_j - B_a}$ |
| b. Berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry) | $= \frac{B_j}{B_j - B_a}$ |
| c. Berat jenis semu (apparent specific gravity) | $= \frac{B_k}{B_k - B_a}$ |
| d. Penyerapan | $= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$ |

Bk = berat benda uji kering oven, (gram)

Bj = berat benda uji kering-permukaan jenuh, (gram)

Ba = berat benda uji kering-permukaan jenuh di dalam air, (gram)

6. PELAPORAN :

Hasil dilaporkan dalam bilangan desimal sampai dua angka dibelakang koma.

7. CATATAN :

Bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton, dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.

Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan.

Bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap, walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati.

Dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

**Pemeriksaan
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR
PB – 0202 – 76**

Percobaan no. :
 Contoh dari :
 Jenis contoh :
 Terima tgl :
 Diperiksa tgl :
 Selesai tgl :

| | |
|--|------------------|
| <u>PENGUJIAN</u> : | |
| - Benda uji direndam selama | =jam |
| - Berat benda uji kering oven tertahan saringan no... | =gram (Bk) |
| - Berat benda uji kering permukaan jenuh | =gram (Bj) |
| - Berat benda uji dalam air | =gram (Ba) |
| <u>PERHITUNGAN</u> : | |
| a. Berat jenis (bulk specific gravity) | |
| $= \frac{Bk}{Bj - Ba}$ | = |
| b. Berat jenis kering-permukaan jenuh (saturator surface dry) | |
| $= \frac{Bj}{Bj - Ba}$ | = |
| c. Berat jenis semu (apparent specific gravity) | |
| $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$ | = |
| <u>PENYERAPAN</u> : | |
| $= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$ | =% |

| | |
|------------------------|---|
| Disetujui, | Surabaya, .....20..... Diperiksa/Di Uji, |
| () | () |

**Pemeriksaan
BERAT JENIS DAN PENYERAHAN AGREGAT HALUS
PB-0203-76
(AASHTO T-84-74)
(ASTM C-128-68)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (apparent), dan penyerapan dari agregat halus.

- a. Berat jenis (bulk specific gravity) : ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) yaitu, perbandingan antara berat agregat kering-permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c. Berat jenis semu (apparent specific gravity) ialah : perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan adalah : persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

2. PERALATAN :

- a. Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- c. Kerucut terpancung (Cone), diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm, dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
- d. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.
- e. Saringan no.4
- f. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C.
- g. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C
- h. Talam
- i. Bejana tempat air
- j. Pompa hampa udara (Vacuum Pump) atau Tungku
- k. Air suling

1. Desikator

3. BENDA UJI :

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan no. 4, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 1000 gram.

4. CARA MELAKUKAN :

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap. Yang dimaksud dengan berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
- b. Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
- c. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji bergerak seolah-olah akan runtuh bila cetakan kerucut diangkat, akan tetapi masih berbentuk kerucut yang agak baik (tidak runtuh sama sekali), atau dalam keadaan runtuh tercetak.
- d. Segera setelah terdapat keadaan kering-permukaan jenuh, masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer. Masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
Untuk mempercepat proses ini, dapat dilakukan atau dipergunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
- e. Rendam piknometer dalam air, dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standard 25°C .

- f. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- g. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
- h. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5^\circ\text{C})$ sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
- i. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk)
- j. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standard 25°C (B).

5. PERHITUNGAN :

- a. Berat jenis (bulk specific gravity) $= \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$
- b. Berat jenis kering-permukaan jenuh -
(saturated surface dry) $= \frac{500}{(B + 500 - Bt)}$
- c. Berat jenis semu (apparent specific -
gravity) $= \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$
- d. Penyerapan $= \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\%$

Bk = berat benda uji kering oven, (gram)

B = berat piknometer berisi air, (gram)

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air, (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan kering-permukaan jenuh, (gram)

6. PELAPORAN :

Hasil dilaporkan dalam bilangan desimal sampai dua angka dibelakang koma.

7. CATATAN :

**Pemeriksaan
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS
PB – 0203 – 76**

Percobaan no. :
Contoh dari :
Jenis contoh :
Terima tgl :
Diperiksa tgl :
Selesai tgl :

PENGUJIAN :

- Benda uji direndam selama :jam
- Berat benda uji kering permukaan jenuh (500) :gram
- Berat piknometer diisi air (25°C) (B) :gram
- Berat piknometer + benda uji SSD + air (25°C) (Bt)
- Berat benda uji kering oven (Bk) :gram

PERHITUNGAN :

- a. Berat jenis (bulk specific gravity)
- $$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} = \dots\dots\dots$$
- b. Berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry)
- $$\frac{500}{(B + 500 - Bt)} = \dots\dots\dots$$
- c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)
- $$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} = \dots\dots\dots$$

PENYERAPAN :

$$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\% = \dots\dots\dots\% = \dots\dots\dots$$

Disetujui, Surabaya,20.....
Diperiksa/Di Uji,

() ()

**BAB II
PEMERIKSAAN ASPAL
Pemeriksaan
PENETRASI BAHAN-BAHAN BITUMEN
PA-301-76
(AASHTO T – 49 – 68)
(ASTM D – 5 – 71)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban, dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu pula.

2. PERALATAN :

- Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm.
- Pemegang jarum seberat $(47,5 \pm 0,05)$ gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk peneraan.
- Pemberat $(50 \pm 0,05)$ gram dan $(100 \pm 0,05)$ gram masing-masing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dengan beban 100 gr dan 200 gr.
- Jarum penetrasi dibuat dari stainless steel mutu 4400, atau HRC 54 sampai 60 dengan ukuran dan bentuk menurut gambar no.2. Ujung jarum harus berbentuk kerucut terpancung.
- Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar yang rata-rata berukuran sbb:

| Penetrasi | diameter | dalam |
|------------------|-----------------|--------------|
| dibawah 200 | 55 mm | 35 mm |
| 200 sampai 300 | 70 mm | 45 mm |

f. Bak Peredam (Waterbath)

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, bejana dilengkapi dengan pelat dasar berlubang-lubang, terletak 50 mm diatas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 milimeter dibawah permukaan air dalam bejana.

-
- g. Tempat air untuk benda uji ditempatkan dibawah alat penetrasi. Tempat tersebut, mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk merendam benda uji tanpa bergerak.
- h. Pengukur waktu
Untuk pengukuran penetrasi dengan tangan diperlukan stopwatch dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik atau kurang, dan kesalahan tertinggi 0,1 detik per 60 detik. Untuk pengukuran penetrasi dengan alat otomatis kesalahan alat tersebut tidak boleh melebihi dari 0,1 detik.
- i. Termometer, sesuai dengan daftar No.1, gambar no.1
3. BENDA UJI :
- Panaskan contoh perlahan-lahan serta aduklah sehingga cukup cair untuk dapat dituangkan. Pemanasan contoh untuk ter tidak lebih dari 60°C diatas titik lembek, dan untuk bitumen tidak boleh lebih dari 90°C di atas titik lembek.
- Waktu pemanasan tidak boleh melebihi 30 menit. Aduklah perlahan-lahan agar udara tidak masuk kedalam contoh. Setelah contoh cair merata tuangkan kedalam tempat contoh dan diamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 18 mm.
- Buatlah dua benda uji (duplo)
- Tutuplah benda uji agar bebas dari debu dan diamkan pada suhu ruang selama 1 sampai 1 ½ jam untuk benda uji kecil dan 1 ½ sampai 2 jam untuk yang besar.
4. CARA MELAKUKAN :
- a. Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air yang kecil tersebut dalam bak perendam yang telah berada pada suhu yang ditentukan. Diamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1 ½ jam untuk benda uji kecil dan 1 ½ sampai 2 jam untuk benda uji besar.
- b. Periksa pemegang jarum agar dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain kemudian keringkan jarum tersebut dengan lap bersih dan pasanglah jarum pada pemegang jarum.
- c. Letakkan pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar $(100 \pm 0,1)$ gr.
- d. Pindahkan tempat air dari bak perendam kebawah alat penetrasi.

- e. Turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji. Kemudian aturlah angka nol di arloji penetrometer, sehingga jarum penunjuk berimpit dengannya.
- f. Lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan stopwatch selama jangka waktu ($5 \pm 0,1$) detik.
- g. Putarlah arloji penetrometer dan bacalah angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk, bulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat.
- h. Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
- i. Lakukan pekerjaan a sampai g diatas tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.
- j. Bacalah harga putaran jarum penetrasi selama waktu tersebut.
 Satu divisi pada pembacaan putaran jarum adalah sama dengan 0,1 mm. Jadi kalau harga penetrasi aspal tersebut 68, artinya selama 5 detik jarum tersebut bergerak menembus aspal sedalam $68 \times 0,1 \text{ mm} = 6,8 \text{ mm}$.

5. PERHITUNGAN :

6. PELAPORAN :

Laporkan angka penetrasi rata-rata dalam bilangan bulat sekurang-kurangnya dari 3 pembacaan dengan ketentuan bahwa hasil-hasil pembacaan tidak melampaui ketentuan dibawah ini :

| | | | | |
|-----------------|--------|----------|-----------|-----|
| Hasil penetrasi | 0 – 49 | 50 – 149 | 150 – 249 | 250 |
| Toleransi | 2 | 4 | 6 | 0 |

Apabila perbedaan antara masing-masing pembacaan melebihi toleransi pemeriksaan harus diulangi.

7. CATATAN :

- a. Termometer bak perendam harus ditera teratur dan sesuai dengan daftar No.1.
- b. Bitumen dan penetrasi kurang dari 150 dapat diuji dengan alat-alat dan cara pemeriksaan ini, sedangkan bitumen dengan penetrasi antara 350 dan 500 perlu dilakukan dengan alat-alat lain.
- c. Apabila pembacaan stopwatch lebih dari $(5 \pm 0,1)$ detik, hasil tersebut tidak
- d. berlaku (diabaikan).

**Pemeriksaan
P E N E T R A S I
(.....)
(.....)**

Percobaan no. :
Contoh dari :
Jenis bahan :
Terima tanggal :
Dikerjakan tanggal :
Selesai tanggal :

| | | | |
|---------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| | <u>Contoh dipanaskan</u> | Pembacaan waktu | Pembacaan Suhu Oven |
| Pembukaan | Mulai jam : | | Temp : |
| Contoh | Selesai jam : | | |
| Mendinginkan | <u>Dibiarkan pada</u> | | |
| Contoh | Suhu ruang | | |
| | Mulai jam : | | |
| | Selesai jam : | | |
| Mencapai suhu | <u>Direndam</u> pd 25°C | | Pembacaan Waterbath |
| Pemeriksaan | Mulai jam : | | Temp : |
| Pemeriksaan | Selesai jam : | | |
| | <u>Penetrasi</u> pd 25°C | | Pembacaan Suhu |
| | Mulai jam : | | Penetrometer |
| | Selesai jam : | | Temp : |

Hasil Percobaan :

| | | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Penetrasi pada :°C,..... gr,.....detik | | | | | | | |
| Pengamatan : | 1 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| | 2 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| | 3 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| | 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| | 5 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| | 6 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

Penetrasi rata-rata =.....(0,1 mm)

Disetujui, Surabaya,20.....
Diperiksa/Di Uji,

(.....) (.....)

**Pemeriksaan
DAKTILITAS BAHAN-BAHAN BITUMEN
PA-0306-76
(AASHTO T-51-74)
(ASTM D-113-65)**

1. MAKSUD :

Maksud pemeriksaan ini adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

2. PERALATAN :

- a Termometer sesuai daftar no. 1, gambar no. 1.
- b Cetakan daktilitas kuning, gambar no. 2
- c Bak perendam isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian 0,1°C, dan benda uji dapat direndam sekurang-kurangnya 10 cm dibawah permukaan air.
Bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
- d Mesin uji dengan ketentuan sebagai berikut :
 - i. Dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap
 - ii. Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
- e Methyl alkohol teknik dan sodium klorida teknik.

3. BENDA UJI :

- a Lapisi semua bagian dalam cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glycerin dan dextrin atau glycerin dan talk atau glycerin dan kaolin atau amalgam.
Kemudian pasanglah cetakan daktilitas di atas pelat dasar.
- b Panaskan contoh aspal kira-kira 100 gram sehingga cair dan dapat dituang. Untuk menghindari pemanasan setempat, lakukan dengan hati-hati. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C sampai 100°C di atas titik leleh. Kemudian
 - c contoh disaring dengan saringan no. 50 dan setelah diaduk, tuangkan dalam cetakan.
 - d Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan.

-
- e Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit, lalu pindahkan seluruhnya kedalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan (sesuai dengan spesifikasi) selama 30 menit, kemudian ratakan contoh yang berlebihan dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.
4. CARA MELAKUKAN :
- a Benda uji didiamkan pada suhu 25°C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit. Kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakannya.
- b Pasanglah benda uji pada alat mesin uji dan tariklah benda uji secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus. Perbedaan kecepatan lebih kurang 5% masih diijinkan. Bacalah jarak antara pemegang cetakan, pada saat benda uji putus (dalam cm). Selama percobaan berlangsung benda uji harus terendam sekurang-kurangnya 2,5 centimeter dari air, dan suhu harus dipertahankan tetap $(25 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$
5. PERHITUNGAN :
6. PELAPORAN :
- Laporkan hasil rata-rata dari tiga benda uji normal sebagai harga daktilitas contoh tersebut.
7. CATATAN :
- Apabila benda uji menyentuh dasar mesin uji atau terapung pada permukaan air, maka pengujian dianggap tidak normal. Untuk menghindari hal semacam ini maka BJ air harus disesuaikan dengan B.J. benda uji dengan menambah methyl alcohol atau sodium klarida. Apabila pemeriksaan normal tidak berhasil setelah dilakukan 3 kali maka dilaporkan bahwa pengujian daktilitas bitumen tersebut gagal.

Prt.no. :
 Contoh dari :
 Jenis contoh :
 Terima tanggal :
 Dikerjakan tanggal :
 Selesai tanggal :

**Pemeriksaan
DAKTILITAS**
 (.....)
 (.....)

| | Contoh <u>dipanaskan</u> | Pembacaan waktu | Pembacaan suhu oven |
|---------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| Pembukaan | Mulai jam | : | Temp : |
| Contoh | Selesai jam | : | |
| Mendinginkan | <u>Dibiarkan</u> pada | | |
| Contoh | Suhu ruang | | |
| | Mulai jam | : | |
| | Selesai jam | : | |
| Mencapai suhu | <u>Direndam</u> pd 25°C | | Pembac.Suhu Waterbath |
| Pemeriksaan | Mulai jam | : | Temp : |
| Pemeriksaan | Selesai jam | : | |
| | Daktilitas pd 25°C | | Pembacaan Suhu alat |
| | Mulai jam | : | Temp : |
| | Selesai jam | : | |

| Daktilitas pada .....°C.....cm permenit | Pembacaan pengukur pada alat | keterangan |
|---|---------------------------------|------------|
| Pengamatan | I | ..... |
| | II | ..... |
| Daktilitas rata-rata | ..... |  |

Disetujui, Surabaya,20.....
 Diperiksa/Di Uji,

(.....)

(.....)

**Pemeriksaan
TITIK LEMBEK ASPAL DAN TER
PA-0302-76
(AASHTO T-53-74)
(ASTM D-36-70)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal dan ter yang berkisar antara 30°C sampai 200°C.

Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan aspal atau ter yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal atau ter tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

2. PERALATAN :

- a Termometer sesuai daftar no. 1
- b Cincin kuningan, gambar no. 2
- c Bola baja, diameter 9,53 mm, berat 3,45 mm sampai 3,55 gram.
- d Alat pengarah bola, gambar no. 2c
- e Bejana gelas tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 8,5 cm dengan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm.
- f Dudukan benda uji, gambar no. 2b.
- g Penjepit

3. BENDA UJI :

- a Panaskan contoh perlahan-lahan sambil diaduk terus-menerus hingga cair merata. Pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelembung-gelembung udara tidak masuk. Setelah cair merata tuanglah contoh kedalam dua buah cincin.

Suhu pemanasan ter tidak melebihi 56°C diatas titik lembeknya dan untuk aspal tidak melebihi 111°C diatas titik lembeknya. Waktu untuk pemanasan ter, tidak melebihi 30 menit, sedangkan untuk aspal tidak melebihi 2 jam.

- b Panaskan dua buah cincin sampai mencapai suhu tuang contoh, dan letakkan kedua cincin diatas pelat kuningan yang telah diberi lapisan dari campuran talk dan sabun.
- c Tuangkan contoh kedalam 2 buah cincin, diamkan pada suhu sekurang-kurangnya 8 °C dibawah titik lembeknya, sekurang-kurangnya selama 30 menit.
- d Setelah dingin, ratakan permukaan contoh dalam cincin dengan pisau yang telah dipanaskan.

4. CARA MELAKUKAN :

- a Pasang dan aturlah kedua benda uji di atas dudukannya dan letakkan pengarah bola di atasnya. Kemudian masukkan semua peralatan tersebut kedalam bejana gelas. Isilah bejana dengan air suling baru, dengan suhu $(5 \pm 1)^\circ\text{C}$ sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 mm sampai 108 mm. Letakkan termometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji (kurang lebih 12,7 mm) dari tiap cincin. Periksa dan aturlah jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.
- b Letakkan bola-bola baja yang bersuhu 5°C di atas dan di tengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu 5°C menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
- c Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C per menit.
Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari awal dan akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit yang pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melebihi $0,5^\circ\text{C}$.

5. PERHITUNGAN :

6. PELAPORAN :

Laporkan suhu pada saat bola menyentuh pelat dasar. Laporkan suhu titik lembek bahan bersangkutan dari hasil pengamatan rata-rata dan bulatkan sampai $0,5^\circ\text{C}$ terdekat untuk tiap percobaan ganda (duplo).

7. CATATAN :

- a Apabila kecepatan pemanasan melebihi ketentuan dalam 4.c. maka pekerjaan diulangi.
- b Apabila dari suatu pekerjaan duplo perbedaan suhu dalam item no.6 (yaitu pengamatan suhu) melebihi 1°C , maka pekerjaan diulangi.

Pemeriksaan TITIK LEMBEK

Prt.no. :
 Contoh dari :
 Jenis bahan :
 Terima tanggal :
 Dikerjakan tanggal :
 Selesai tanggal :

| | | | |
|---------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| Pembukaan | Contoh <u>dipanaskan</u> | Pembacaan waktu | Pembacaan suhu oven |
| Contoh | Mulai jam : | | Temp : °C |
| | Selesai jam : | | |
| Mendinginkan | <u>Dibiarkan</u> pada | | |
| Contoh | Suhu ruang | | |
| | Mulai jam : | | |
| | Selesai jam : | | |
| Mencapai suhu | <u>Direndam</u> pd suhu | | Pembac.Suhu lemari es |
| | 5°C | | |
| Pemeriksaan | Mulai jam : | | Temp : °C |
| | Selesai jam : | | |
| Pemeriksaan | Titik lembek | | |
| | Mulai jam : | | |
| | Selesai jam : | | |

| No | Suhu yang diamati | | Waktu detik | | Titik Lembek °C | |
|----|-------------------|------|-------------|----|-----------------|----|
| | °C | °F | I | II | I | II |
| 1 | 5 | 41 | | | | |
| 2 | 10 | 50 | | | | |
| 3 | 15 | 59 | | | | |
| 4 | 20 | 68 | | | | |
| 5 | 25 | 77 | | | | |
| 6 | 30 | 86,6 | | | | |
| 7 | 35 | 95 | | | | |
| 8 | 40 | 104 | | | | |
| 9 | 45 | 113 | | | | |
| 10 | 50 | 122 | | | | |
| 11 | 55 | 131 | | | | |

Titik lembek rata-rata = °C

Surabaya,20.....

Disetujui,

Diperiksa/Di Uji,

(.....)

(.....)

**Pemeriksaan
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR
DENGAN CLEVELAND OPEN CUP
PA-0303-76
(AASHTO T – 48 – 74)
(ASTM D – 92 – 52)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C.

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal.

2. PERALATAN :

- a Termometer, sesuai daftar No. 1, gambar No. 1
- b Cleveland Open Cup adalah cawan kuningan dengan bentuk dan ukuran seperti gambar no. 2.
- c Pelat pemanas
Terdiri dari logam, untuk melekatkan cawan cleveland gambar no. 3. Dan bagian atas dilengkapi seluruhnya oleh asbes setebal 0,6 cm (¼”)
- d Sumber pemanas
Pembakaran gas atau tungku listrik, atau pembakar alkohol yang tidak menimbulkan asap atau nyala disekitar bagian atas cawan.
- e Penahan angin, alat yang menahan angin apabila digunakan nyala sebagai pemanas.
- f Nyala penguji
Yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 mm sampai 4,8 mm dengan panjang tabung 7 ½ cm seperti gambar No. 4.

3. BENDA UJI :

- a Panaskan contoh aspal antara 148,9°C dan 176 °C sampai cukup cair.

-
- b Kemudian isilah cawan cleveland sampai garis, dan hilangkan (pecahkan) gelembung udara yang ada pada permukaan cairan.

4. CARA MELAKUKAN :

- a Letakkan cawan diatas pelat pemanas dan aturlah sumber pemanas sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.
- b Letakkan nyala penguji dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
- c Tempatkan termometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas dasar dasar cawan, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros dari pada nyala penguji. Kemudian aturlah sehingga poros termometer terletak pada jarak $1/4$ diameter cawan dari tepi.
- d Tempatkan panahan angin di depan nyala penguji.
- e Nyalakan sumber pemanas dan aturlah pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi $(15 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ per menit sampai benda uji mencapai suhu 56°C dibawah titik nyala perkiraan.
- f Kemudian aturlah kecepatan pemanasan 5°C sampai 6°C per menit pada suhu antara 56°C dan 28°C dibawah titik nyala perkiraan.
- g Nyalakan nyala penguji dan aturlah agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 sampai 4,8 mm.
- h Putarlah nyala penguji sehingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam waktu satu detik. Ulangi pekerjaan tersebut setiap kenaikan 2°C .
- i Lanjutkan pekerjaan f dan h sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan benda uji.
Bacalah suhu pada termometer dan catat.
- j Lanjutkan pekerjaan ini sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji.
Bacalah suhu pada termometer dan catat.

5. PERHITUNGAN :

6. PELAPORAN :

Laporan hasil rata-rata pemeriksaan ganda (duplo) sebagai titik nyala benda uji, dengan toleransi sebagai berikut :

| Titik nyala dan Titik Bakar | Ulangan oleh satu orang dengan satu alat | Ulangan oleh beberapa orang dengan satu alat |
|--|---|---|
| <u>Titik Nyala</u> 175°C sampai 550°F | 5°F (2°C) | 10°F (5,5°C) |
| <u>Titik Bakar</u> Lebih dari | 10°F (5,5°C) | 15°F (8°C) |

7. CATATAN :

**Pemeriksaan
TITIK NYALA**

Prt.no. :
Contoh dari :
Jenis bahan :
Terima tanggal :
Dikerjakan tanggal :
Selesai tanggal :

| | | | |
|-------------------|--------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Pembukaan | Contoh <u>dipanaskan</u> | Pembacaan waktu | Pembacaan suhu oven |
| Contoh | Mulai jam | : | Temp : |
| | Selesai jam | : | |
| | Penuangan contoh | ..... | Suhu tinggi : |
| Proses pengujian | Mulai jam | : ..... | ..... |
| Titik nyala/bakar | Selesai jam | : | |
| Kenaikan suhu | Sampai 56°C | Cth : Cth : | |
| 2 contoh | dibawah titik nyala | | |
| | Mulai jam | : | °C/menit |
| | Selesai jam | : | |
| | Antara 56°C s/d | | °C s/d °C /menit |
| | 28°C dibawah | | |
| | Titik nyala | | |
| | Mulai jam | : | Titik nyala perkiraan |
| | Selesai jam | : | : °C |

| °C dibawah titik nyala | waktu | °C | Titik Nyala/Bakar |
|------------------------|-------|---------|-------------------|
| 56 | |°C | ..... |
| 51 | |°C | ..... |
| 46 | |°C | ..... |
| 41 | |°C | ..... |
| 36 | |°C | ..... |
| 31 | |°C | ..... |
| 26 | |°C | ..... |
| 21 | |°C | ..... |
| 16 | |°C | ..... |
| 11 | |°C | ..... |
| 6 | |°C | ..... |
| 1 | |°C | ..... |

Disetujui,

(.....)

Surabaya,20.....
Diperiksa/Di Uji,

(.....)

**Pemeriksaan
KELEKATAN ASPAL PADA BATUAN
PA-0312-76
(KVBB – V – 19)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menetapkan kelekatan aspal pada batuan tertentu dalam air.

2. PERALATAN :

- a. Batu-batu putih (silicat) dengan ukuran tertahan saringan 19 mm dan lewat saringan 32 mm.
- b. Air suling pH 6 sampai 7, kira-kira 2000 cm³
- c. Botol bermulut besar dengan isi 1000 cm³
- d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

3. BENDA UJI :

- a. Batu-batu kira-kira 1000 gram dicuci dengan air suling, kemudian dikeringkan pada suhu 125°C selama 5 jam, dan didiamkan 24 jam pada suhu ruang, kemudian batu-batu tersebut disimpan dalam tempat tertutup.

Ambilah 500 gram batuan tersebut dan panaskan sampai 40°C.

- b. Batu-batu tersebut dicampur selama 5 menit atau lebih, dengan 25 gram aspal cair, atau 30 gram ter, pada suhu 70°C.

4. CARA MELAKUKAN :

- a. Letakkan benda uji ini dalam botol yang tersedia dan tutuplah botol tanpa tekanan.
- b. Setelah 30 menit, isilah botol dengan air suling pada suhu ruang sehingga benda uji terendam seluruhnya.

Kemudian letakkan botol ini dalam oven pada suhu 40°C

- c. Setelah 3 jam, ambillah botol tersebut dari oven dan kemudian perkirakan luas batu-batu yang masih diseliputi aspal/ter.

5. PERHITUNGAN :

6. PELAPORAN :

Laporkan bagian batu-batu yang masih diseliputi aspal, dengan ketelitian $\pm 10\%$

7. CATATAN :

**BAB III
PEMERIKSAAN CAMPURAN ASPAL
Pemeriksaan
CAMPURAN ASPAL DENGAN ALAT MARSHALL
PC-0201-76
(AASHTO T-245-74)
(ASTM D-1550-E27)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal.

Ketahanan (stabilitas) ialah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau pound.

Kelelahan plastis ialah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01”.

2. PERALATAN :

- a. 3 buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”), lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
- b. Alat pengukur benda uji.
Untuk benda uji yang sudah didapatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ejector.
- c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18”)
- d. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran kira-kira 20 x 20 x 45 cm (8” x 8” x 18”) yang dilapis dengan pelat baja berukuran 30 x 30 x 2,5 cm (12” x 12” x 1”) dan diikat pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
- e. Silinder cetakan benda uji
- f. Mesin tekan lengkap dengan :
 - i. Kepala penekan berbentuk lengkung (Breaking Head)
 - ii. Cincin penguji yang berkapasitas 25000 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,10001”).
 - iii. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”) dengan perlengkapannya.
- g. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$
- h. Bak perendam (water bath) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C
- i. Perlengkapan lain :

- i. Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
- ii. Pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas.
- iii. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- iv. Kompor
- v. Sarung asbes dan karet
- vi. Sendok pengaduk dan perlengkapan lain.

3. BENDA UJI

- a. Persiapan benda uji :

Keringkan agregat, sampai beratnya tetap pada suhu $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Pisahkan agregat dengan cara penyaringan kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki atau seperti berikut ini :

| | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 | sampai 3/4 |
| 3/4 | sampai 3/8" |
| 3/8 | sampai no. 4 (4,76 mm) |
| No. 4 (4,76 mm) | sampai no. 8 (2,38 mm) |
| Lewat No. 8 (2,38 mm) | |

- b. Penentuan suhu pencampuran dan pematatan.

Suhu pencampuran dan pematatan harus ditentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan viscositas seperti daftar no. 1

DAFTAR No. 1 : Viscositas penentu suhu : TITIK LEMBЕК

| Bahan pengikat | Campuran | | | Pematat | | |
|----------------|--------------|---------------|------------|--------------|---------------|------------|
| | Kinematik | Saybolt Furol | Engler | Kinematik | Saybolt Furol | Engler |
| | C,St | Det,S.F | | C,St | Det,S.F | |
| Aspal panas | 170 ± 20 | 85 ± 10 | | 280 ± 30 | 140 ± 15 | |
| Aspal dingin | 170 ± 20 | 85 ± 10 | | 280 ± 30 | 140 ± 15 | |
| Tar | | | 25 ± 3 | | | 40 ± 5 |

- c. Persiapan Campuran :

Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$ ($2,5 \pm 0,05''$)

Panaskan panci percampur beserta agregat kira-kira 28°C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan tar dan aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14°C di atas suhu pencampuran. Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran. Tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai 3.b. sampai agregat terlapis merata.

d. Pematatan benda uji

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara $93,3$ dan $148,9^\circ\text{C}$. Letakkan selembar kertas sering atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan kedalam dasar cetakan, kemudian masukkanlah seluruh campuran kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalamnya. Lepaskan lehernya, dan ratakanlah permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Waktu akan dipadatkan suhu campuran harus dalam batas-batas suhu pematatan seperti disebut pada 3.b. Letakkan cetakan di atas landasan pematat, dalam pemegang cetakan lakukan pematatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50 atau 35 sesuai kebutuhan, dengan tinggi jatuh 45 cm ($18''$). Selama pematatan tahanlah agar sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan. Lepaskan keping alas dan lehernya, balikkan alas cetak berisi benda uji dan pasanglah kembali perlengkapannya. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini, tumbuklah dengan jumlah tumbukkan yang sama. Sesudah pematatan lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini. Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji diatas permukaan rata yang halus. Biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

4. CARA MELAKUKAN

- a. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
- b. Berikan tanda pengenal pada masing-masing benda uji
- c. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm
- d. Timbang benda uji
- e. Rendam dalam air kira-kira 24 jam pada ruang
- f. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi
- g. Timbang benda uji dalam kondisi kering-permukaan jenuh (SSD)
- h. Rendamlah benda uji aspal panas atau benda uji Tar dalam bak perendam selama 30 sampai 40 menit atau dipanaskan didalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ untuk benda uji aspal panas dan $(38 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ untuk benda uji tar.

Untuk benda uji aspal dingin masukkan benda uji kedalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap $(25 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Sebelum melakukan pengujian, bersihkan batang penuntun (guide rod) dan permukaan dalam dari kepala penekan (test heads). Lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara 21 sampai 38°C . Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven atau dari pemangas udara dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Pasang arloji kelelahan (flow meter) pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (breaking head). Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

- a. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- b. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang dicapai.

Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (sleeve) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan jarum arloji kelelahan . Waktu yang diperlukan dan

saat diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

5. PERHITUNGAN :

6. PELAPORAN :

Kadar aspal dilaporkan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma. Berat isi dilaporkan dalam ton/m³ dua angka dibelakang koma.

Persen rongga terhadap batuan dilaporkan dalam bilangan bulat . Persen rongga dalam campuran dilaporkan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma. Persen rongga terisi aspal dilaporkan dalam bilangan bulat. Stabilitas dilaporkan dalam bilangan bulat.

Untuk setiap benda uji yang diperiksa, laporan harus meliputi keterangan berikut :

- a. Tinggi benda uji percobaan
- b. Beban maksimum dalam pound bila perlu dikoreksi
- c. Nilai kelelahan, dalam perseratusan inci
- d. Suhu pencampuran
- e. Suhu pemadatan
- f. Suhu percobaan

5. CATATAN :

Untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 2,5 inci, koreksilah bebannya dengan mempergunakan factor perkalian yang bersangkutan dari daftar no. 2. Umumnya benda uji harus didinginkan seperti yang ditentukan diatas. Bila diperlukan pendinginan yang lebih cepat dapat dipergunakan kipas angin meja.

Campuran-campuran yang daya kohesinya kurang sehingga pada waktu dikeluarkan dari cetakan segera sesudah pemadatan tidak dapat menghasilkan bentuk silinder yang diperlukan, bisa didinginkan bersama-sama cetakkannya diudara, sampai terjadi cukup kohesi untuk menghasilkan bentuk silinder yang semestinya.

Pemeriksaan

**KADAR BITUMEN
DALAM ASPAL BUTON DAN ASPAL BETON**

MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen dalam butas atau asbuton atau aspal buton dan kadar bitumen aspal beton dengan cara Ekstraksi.

PERALATAN :

1. Soklet yang terdiri dari labu berkapasitas 1 – 2 liter, tabung reflux dan tabung pendingin.
2. Neraca teknis, kapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram
3. Oven
4. Pemanas berbentuk kompor LPG/Hot Plate
5. Kertas saring whatman 40, ukuran 60 x 60 cm
6. Tali rami
7. Batu didih
8. Pelarut CCL 4.
9. Gelas ukur 1 liter
10. Silicon fat.

BENDA UJI :

- a. Timbang kertas saring (A gram)
- b. Masukkan contoh butas yang akan diperiksa kedalam kertas saring sebanyak $\pm \frac{1}{2}$ isi tabung reflux, atau kira-kira 250-300 gram (B gram).
- c. Ambil benda uji secukupnya dan lakukan pemeriksaan berat air contoh (D gram)

CARA MELAKUKAN :

- c. Pasang labu yang telah terisi pelarut ($\frac{1}{2}$ bagian dari kapasitas) pada kawat kasa diatas kaki tiga kompor, diletakkan dibawah labu.
- d. Masukkan benda uji kedalam kertas saring dan masukkan kedalam tabung reflux.
- e. Pasang tabung reflux yang berisi benda uji kedalam labu dan masukkan tabung pendingin kedalam tabung reflux dalam kedudukan vertical.

-
- f. Pasang selang untuk mengalirkan air pendingin kedalam dan keluar tabung pendingin. Selang tersebut terhubung dengan sumber air (kran), dan pastikan bahwa air mengalir terus menerus selama pengujian berlangsung.
 - g. Masukkan batu didih secukupnya kedalam labu yang berisi pelarut, dan panasi labu yang berisi pelarut dan batu didih dengan pemanasan yang cukup. Jaga jangan sampai panas berlebihan sehingga menyebabkan cairan pelarut naik dan masuk kedalam tabung reflux.
 - h. Ambil benda uji secukupnya untuk dilakukan pemeriksaan kandungan air atau kadar air benda uji (D)
 - i. Timbang berat mineral termasuk kertas saring yang sudah bersih dari aspal dalam keadaan kering setelah proses ekstraksi dilaksanakan.

PERHITUNGAN :

PELAPORAN :

Laporkan hasil pemeriksaan kadar aspal dalam butas atau kadar aspal dalam aspal beton dalam persen :

$$\text{Kadar Aspal (Bitumen content)} = 1 - \frac{C - A}{B - D} \times 100 \%$$

Periksaan

EKSTRAKSI / KADAR BITUMEN

Percobaan no. :
 Contoh dari :
 Jenis bahan :
 Terima tanggal :
 Dikerjakan tanggal :
 Selesai tanggal :

DATA PEMERIKSAAN :

- Berat kertas saring wattman :gram (A)
- Berat benda uji :gram (B)
- Berat mineral dan kertas saring :gram (C)
- Berat air dari contoh :gram (D)

PERHITUNGAN :

Kadar bitumen yang terkandung dalam contoh :

$$= \left(1 - \frac{C - A}{B - D} \right) \times 100\%$$

$$= \dots\dots\dots\%$$

Surabaya, 20

Disetujui,

Diperiksa/Di Uji,

(.....)

(.....)

BAB IV

PEMERIKSAAN TANAH / SIRTU

**Pemeriksaan
C B R LABORATORIUM
PB – 0113 – 76
(AASHTO T-191- 74*)
(ASTM D – 1883 0- 73*)**

1. MAKSUD :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (California Bearing Ratio) tanah dan campuran tanah agregate yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR (California Bearing Ratio) ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

2. PERALATAN :

- a. Mesin penetrasi (loading machine) berkapasitas sekurang-kurangnya 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05") per menit.
- b. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam $152,4 \pm 0,6609$ mm ($6'' \pm 0,0026''$) dengan tinggi $177,8 \pm 0,13$ mm ($7'' \pm 0,005''$). Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi 50,8 (2,0") dan keping alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 mm ($3/8''$) dan diameter lubang tidak lebih dari 1,59 mm ($1/16''$).
- c. Piringan pemisah dari logam (spacer disk) dengan diameter 150,8 mm ($5 \frac{15}{16}''$) dan tebal 61,4 mm ($2,416''$).
- d. Alat penumbuk sesuai dengan Cara Pemeriksaan Pemadatan PB – 0111 – 76 atau PB – 0112 – 76.
- e. Alat pengukur pengembangan (swelling) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripod logam, dan arloji penunjuk
- f. Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 pound), diameter 194,2 mm ($5 \frac{7}{8}''$) dengan lubang tengah diameter 54,0 mm ($2 \frac{1}{8}''$).
- g. Torak penetrasi dari logam berdiameter 49,5 mm (1,95"), luas 1935 mm^2 (3 inch^2) dan panjang tidak kurang dari 101,6 mm (4").
- h. Satu buah arloji beban dan satu buah arloji pengukur penetrasi. Peralatan lain seperti talam, alat perata, tempat untuk merendam.

-
- i. Alat timbang sesuai PB-0111-76 atau PB- 0112-76.

3. BENDA UJI :

Benda uji harus dipersiapkan menurut cara pemeriksaan pemadatan PB-0111-76 atau PB-0112-76.

- a. Ambil contoh kira-kira seberat 5 kg atau lebih untuk tanah dan 5,5 kg untuk campuran tanah agregate.
- b. Kemudian campur bahan tersebut dengan air sampai pada kadar air optimum atau kadar air lain yang dikehendaki
- c. Pasang cetakan pada keping alas dan timbang. Masukkan piringan pemisah (spacer disk) diatas keping alas dan pasang kertas saring diatasnya.
- d. Padatkan bahan tersebut didalam cetakan sesuai dengan cara B atau D dari pemeriksaan pemadatan PB-0111-76 atau PB-0112-76. Bila benda uji akan direndam periksa kadar airnya sebelum dipadatkan. Bila benda uji tersebut tidak direndam, pemeriksaan kadar air dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan.
- e. Buka leher sambung dan ratakan dengan alat perata. Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Keluarkan piringan pemisah, balikkan dan pasang kembali cetakan berisi benda uji pada keping alas dan timbang.
- f. Untuk pemeriksaan CBR langsung, benda uji ini telah siap untuk diperiksa. Bila dikehendaki CBR yang direndam (soaked CBR) harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :
 - i. Pasang keping pengembangan diatas permukaan benda uji dan kemudian pasang keping pemberat yang dikehendaki seberat 4 ½ kg (10 lb) atau sesuai dengan keadaan beban perkerasan.
Rendam cetakan beserta beban didalam air sehingga air dapat meresap dari atas maupun dari bawah. Pasang tripod beserta arloji pengukur pengembangan.
Catat pembacaan pertama dan biarkan benda uji selama 96 jam.

Permukaan air selama perendaman harus tetap (kira-kira 2,5 cm diatas permukaan benda uji). Tanah berbutir halus atau berbutir kasar yang dapat melalukan air lebih cepat dapat direndam dalam waktu yang lebih singkat sampai pembacaan arloji tetap. Pada akhir perendaman catat pembacaan arloji pengembangan.

- ii. Keluarkan cetakan dari bak air dan miringkan selama 15 menit sehingga air bebas mengalir habis. Jagalah agar selama pengeluaran air (ditiris) permukaan benda uji tidak terganggu.
- iii. Ambil beban dari keping alas, kemudian cetakan beserta isinya ditimbang.

Benda uji CBR yang direndam telah siap untuk diperiksa.

5. CARA PELAKUKAN :

- a. Letakkan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 pound) atau sesuai dengan beban perkerasan.
- b. Untuk benda uji yang direndam, beban harus sama dengan beban yang dipergunakan waktu perendaman
Letakkan pertama-tama keping pemberat 2,27 kg (5 pound) untuk mencegah mengembangnya permukaan benda uji pada bagian lubang keping pemberat. Pemberat selanjutnya dipasang setelah torak disentuhkan pada permukaan benda uji.
- c. Kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 4,5 kg (10 pound). Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi di-nol-kan.
- d. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05") / menit. Catat pembacaan pembebanan pada penetrasi 0,312 mm (0,0125"), 0,62 mm (0,025"), 1,25 mm (0,05"), 0.187 mm (0,075"), 2,5 mm (0,10"), 3,75 mm (0,15"), 5 mm (0,20"), 7,5 mm (0,30"), 10 mm (0,40") dan 12,5 mm (0,50").
- e. Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,50 mm (0,50").
- f. Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm.

-
- g. Pengambilan benda uji untuk kadar air dapat diambil dari seluruh kedalaman bila diperlukan kadar air rata-rata. Benda uji untuk pemeriksaan kadar air sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutir halus atau sekurang-kurangnya 500 gram untuk tanah berbutir kasar.

5. PERHITUNGAN :

- a. Pengembangan (swell) ialah perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam persen.
- b. Hitung pembebanan dalam kg (lb), dan gambarkan grafik beban terhadap penetrasi. Pada beberapa keadaan permulaan dari kurva beban cekung akibat dari ketidak teraturan permukaan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini tidak nol-nya harus dikoreksi seperti Gambar no.1.
- c. Dengan menggunakan harga-harga beban yang sudah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,1") dan 5,08 mm (0,2") hitung harga CBR dengan cara membagi beban standard masing-masing $70,31 \text{ kg/cm}^2$ (1000 psi) dan $105,47 \text{ kg/cm}^2$ (1500 psi) dan kalikan dengan 100 harga CBR diambil harga pada penetrasi 2,54 mm (0,1"). Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 0,1". Bila harga yang didapat pada penetrasi 5,08 mm (0,2") ternyata lebih besar dari harga CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,1"), maka percobaan tersebut diulang. Apabila percobaan ulangan ini masih tetap menghasilkan nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,1") maka harga CBR diambil harga pada penetrasi 5,08 mm (0,2"). Bila beban maksimum dicapai pada penetrasi sebelum 5,08 mm (0,2") maka harga CBR diambil dari beban maksimum dengan beban standard yang sesuai.

6. PELAPORAN :

Laporan harus mencantumkan hal-hal seperti berikut :

- a. Cara yang dipakai untuk mempersiapkan dan memadatkan benda uji. Cara B atau D menurut pemadatan PB-0111-76 atau PB-0112-76.
- b. Keadaan benda uji (direndam atau tidak direndam)
- c. Berat isi kering benda uji sebelum direndam
- d. Berat isi kering benda uji setelah direndam
- e. Kadar air benda uji (%) sebelum dan sesudah pemadatan

-
- f. Kadar air setelah perendaman yang diambil dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm (1") atau rata-rata.
 - g. Pengembangan (swelling) dalam persen
 - h. Harga CBR (direndam atau tidak direndam) dalam persen

7. CATATAN :

- a. Bila dikehendaki harga CBR dapat diperiksa pada kadar air atau berat isi kering yang berlainan
- b. Untuk menentukan CBR rencana ada beberapa cara diantaranya :
 - i. Cara menurut Buku Penetapan Tebal Perkerasan Bina Marga O/PD/BM
 - ii. Cara AASHTO T-193-74
- c. Berat isi kering dihitung dengan kadar air pada waktu perendaman
- d. Bila dikehendaki nilai CBR pada penetrasi 7,5 mm (0,3"), 10,0 mm (0,4") dan 12,5 mm (0,5") bagi besarnya beban pada penetrasi yang bersangkutan masing-masing dengan 5700; 6900; 7800 pound dan kalikan dengan 100 (lihat gambar nomer 1).