

SKRIPSI

**KAJIAN AWAL POROSITAS PADA BETON RINGAN
DENGAN PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT
KASARNYA**



Disusun Oleh :

**Sulistianto
03. 21. 014**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2011**

1991

KEMENTERIAN AGAMA RI
DIREKTORAT JENDERAL URUSAN HUKUM
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA RI
JALAN KH. YUSUF KALYAN
NO. 100
JAKARTA 10110

Ditujukan Kepada :

Yayasan

01. 21. 014

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BINA SARASWATI
JALAN KH. YUSUF KALYAN
NO. 100
JAKARTA 10110

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**KAJIAN AWAL POROSITAS PADA BETON RINGAN DENGAN
PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

**Sulistianto
03. 21. 014**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Kustamar, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. Hirijanto, MT)

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN AWAL POROSITAS PADA BETON RINGAN DENGAN
PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA

SKRIPSI

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada hari : Rabu
Tanggal : 24 Agustus 2011
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :
SULISTIANTO
03. 21. 014

Disahkan Oleh:


Ketua


(Ir. Hirijanto, MT)

Sekretaris

(Lila Ayu Ratna, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

(Ir. Endro Yuwono, MT)

Dosen Penguji II

(Lila Ayu Ratna, ST, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2011**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **SULISTIANTO**
Nim : **03. 21. 014**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“KAJIAN AWAL POROSITAS PADA BETON RINGAN DENGAN
PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA”**

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip
atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 8 September 2011

Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL
PAJAK MENYERAHKAN KEPADA
TGL



F5152AAF87736108Z
ENAM RIBU RUPIAH

6000

DJP

Sulistianto
(SULISTIANTO)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat meyusun tugas akhir dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam penyelesaian gelar Strata Satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Agus A. Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
3. Bapak Ir.Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
4. Ibu Lila Ayu Ratna, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1
5. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Kepala Laboratorium Beton sekaligus Pembimbing I.
7. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Pembimbing II.

Penyusun menyadari bahwa pada Skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahannya. Oleh karena itu, penyusun selalu

mengharapkan saran, petunjuk, kritikan dan bimbingan yang bersifat membangun,
demi kemajuan kami selanjutnya.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

Sulistianto, 2011, “KAJIAN AWAL POROSITAS PADA BETON RINGAN DENGAN PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA”. Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Kustamar, MT

Kata Kunci : Batu scoria, porositas, beton ringan.

Dalam membuat sebuah bangunan konstruksi beton yang paling diutamakan adalah tingkat keamanan dan ekonomis. Tingkat keamanan dalam artian konstruksi beton mempunyai mutu beton sesuai yang direncanakan. Ekonomis dalam artian efisien dalam pengeluaran biaya. Mutu beton dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis agregat kasar, bahan tambahan (*admixture atau additive*), porositas, dan lain – lain. Salah satunya yang penting adalah porositas. Porositas adalah prosentase rongga udara dalam beton. Sehingga semakin kecil porositas maka semakin besar tingkat kepadatan beton. Semakin besar tingkat kepadatan beton maka semakin besar juga mutu betonnya . Salah satu cara untuk meningkatkan keekonomisan sebuah bangunan konstruksi beton. Kita bisa mengganti beton biasa menggunakan beton ringan dengan mutu yang sama. Dengan cara mengganti agregat kasarnya dengan batu yang lebih ringan seperti batu scoria.

Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif baru tentang penggunaan batu scoria sebagai pengganti agregat kasar dan untuk mengetahui pengaruh agregat kasar batu scoria terhadap porositas. Dengan mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti serta mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian dan melakukan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan variasi mutu beton rencana berpengaruh terhadap penurunan nilai porositas. mutu beton rencana 17,5 MPa diperoleh sebesar 21,720 %, mutu beton rencana 20 MPa diperoleh sebesar 17,707 %, mutu beton rencana 22,5 MPa diperoleh sebesar 13,213 %, dan mutu beton rencana 25 MPa diperoleh sebesar 9,172 %. Semakin besar nilai mutu beton rencana semakin kecil nilai porositasnya. Nilai porositas terkecil pada hasil penelitian adalah 9,172 % pada mutu beton rencana 25 Mpa. Ini dikarenakan semakin besar mutu beton rencana, semakin padat benda ujinya. Maka semakin kecil rongga udaranya atau porositasnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAKSI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Hipotesis.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Penelitian sebelumnya.....	5
2.2. Beton	6
2.3. Beton Ringan Beton	8

2.4.	Bahan-bahan Penyusun Beton.....	11
2.4.1	Agregat Halus	11
2.4.1.1	Spesifikasi Agregat Halus	11
2.4.1.2	Data Hasil Uji Laboratorium	11
2.4.2	Agregat Kasar	12
2.4.3	Batu Scoria	12
2.4.3.1	Spesifikasi Batu Scoria	14
2.4.3.2	Data Hasil Uji Laboratorium	14
2.4.4	Air	14
2.4.5	Semen	15
2.5.	Sifat Mekanis Beton	16
2.6.	Analisa Varian Satu Arah.....	17
2.7.	Pengujian Interval Kepercayaan.....	17
2.8.	Pengertian Hipotesis.....	18
2.9.	Analisa Regresi	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1.	Tujuan Penelitian Secara Operasional	23
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3.	Metode Penelitian	23
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	24
3.5.	Pelaksanaan Campuran Beton.....	25
3.5.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran Beton.....	25
3.5.2.	Uji Slump	27

3.5.3.	Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji	29
3.5.4.	Pengujian Porositas	31
3.6.	Bagan Alir	33
BAB IV	PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN	35
4.1.	Pemeriksaan Bahan	35
4.1.1.	Pemeriksaan Berat Isi	35
4.1.2.	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	39
4.1.3.	Pemeriksaan Kotoran Organik	45
4.1.4.	Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus	47
4.1.5.	Pemeriksaan Kadar Air Agregat	48
4.1.6.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Batu Scoria	52
4.1.7.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	55
4.1.8.	Pengujian Keausan Agregat Kasar Batu Pecah dengan Menggunakan Alat Los Angeles	58
4.2.	Perhitungan Komposisi Campuran Beton	61
4.2.1.	Perhitungan Mix Design Beton Untuk Agregat Kasar Batu Scoria Metode British Mengacu pada SNI	61
4.3.	Perhitungan Kebutuhan Bahan	97
4.3.1.	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan .	97
4.4.	Hasil Uji Slump	98
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	99

5.1. Data Hasil Pengujian Porositas Beton	99
5.2. Pengujian Interval Kepercayaan	104
5.3. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Agregat Kasar Batu Scoria.....	107
5.4. Analisa Regresi	110
5.5. Hubungan Porositas Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana.....	113
5.6. Analisa Dan Pembahasan Terhadap Mutu Beton Rencana	115
5.7. Perbandingan Porositas Beton Normal Dengan Porositas Beton Menggunakan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya.....	117
BAB VI PENUTUP	118
6.1. Kesimpulan	118
6.2. Saran	118

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Tjokromuljono (1996)	9
Tabel 2.2. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Dobrowolski (1998)	10
Tabel 2.3. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Neville dan Brook (1998)10	
Tabel 3.1. Jumlah Benda Keseluruhan	25
Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	38
Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	38
Tabel 4.3. Pemeriksaan Berat Isi Semen	38
Tabel 4.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar	40
Tabel 4.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Scoria	41
Tabel 4.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	43
Tabel 4.7. Warna Standart	46
Tabel 4.8. Ukuran Maksimum Agregat	50
Tabel 4.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Batu Scoria	51
Tabel 4.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	51
Tabel 4.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria	54
Tabel 4.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	57
Tabel 4.13. Berat dan Gradasi Benda Uji	59
Tabel 4.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	60
Tabel 4.15. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	62
Tabel 4.16. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	63
Tabel 4.17. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	64

Tabel 4.18. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	65
Tabel 4.19. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	70
Tabel 4.20. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan.....	71
Tabel 4.21. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	71
Tabel 4.22. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	73
Tabel 4.23. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	74
Tabel 4.24. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	79
Tabel 4.25. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan.....	80
Tabel 4.26. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	80
Tabel 4.27. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	82
Tabel 4.28. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	83
Tabel 4.29. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	88
Tabel 4.30. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan.....	89
Tabel 4.31. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	89
Tabel 4.32. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	91
Tabel 4.33. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	92
Tabel 4.34. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	97
Tabel 4.35. Hasil Uji Slump	98
Tabel 5.1. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 17,5 MPa.....	100

Tabel 5.2. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 20 MPa.....	101
Tabel 5.3. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 22,5 MPa.....	102
Tabel 5.4. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 25 MPa.....	103
Tabel 5.5. Data Pengujian Porositas	104
Tabel 5.6. Hasil Perhitungan $(X_i - \bar{X})^2$	106
Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Porositas	106
Tabel 5.8. Data Pengujian Pada Porositas Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	107
Tabel 5.9. Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Variasi Mutu Beton Setelah Diuji Interval Kepercayaan.....	108
Tabel 5.10. Analisa Varian Untuk Porositas	110
Tabel 5.11. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Dengan Agregat Kasar Batu Scoria.....	111
Tabel 5.12. Daftar Nilai Porositas Dan Berat Volume.....	113
Tabel 5.13. Daftar Nilai Sifat Mekanis Beton.....	115

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 - 9.6mm.....	42
Grafik 4.2. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 – 19mm	42
Grafik 4.3. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 – 38mm	43
Grafik 4.4. Batas gradasi 1 untuk agregat halus	44
Grafik 4.5. Batas gradasi 2 untuk agregat halus.....	44
Grafik 4.6. Batas gradasi 3 untuk agregat halus.....	45
Grafik 4.7. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c.....	63
Grafik 4.8. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	66
Grafik 4.9. Perkiraan berat jenis beton segar	67
Grafik 4.10. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c.....	72
Grafik 4.11. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	75
Grafik 4.12. Perkiraan berat jenis beton segar	76
Grafik 4.13. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c.....	81
Grafik 4.14. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	84
Grafik 4.15. Perkiraan berat jenis beton segar	85
Grafik 4.16. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c.....	90
Grafik 4.14. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	93
Grafik 4.15. Perkiraan berat jenis beton segar	94

Grafik 5.1.	Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 17,5 MPa.....	100
Grafik 5.2.	Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 20 MPa.....	101
Grafik 5.3.	Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 22,5 MPa.....	102
Grafik 5.4.	Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 25 MPa.....	103
Grafik 5.5.	Analisa Regresi Porositas Dengan Agregat Kasar Batu Scoria	113
Grafik 5.6.	Hubungan Porositas Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana	114
Grafik 5.7.	Hubungan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana .	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Batu Scoria	12
Gambar 3.1. Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	33
Gambar 4.1. Aparatus pemeriksaan Berat Volume Agregat	36
Gambar 4.2. Aparatus Untuk Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus	40
Gambar 4.3. Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat	49
Gambar 4.4. Aparatus Untuk Analisis Specific Gravity Dan Absorpsi Agregat Halus	55

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
B	= Berat Piknometer diisi Air pada 25°C
Ba	= Berat Contoh di Dalam Air
Bj air	= Berat Jenis Air 1 gr / ml
Bj	= Berat Contoh Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Contoh Kering Oven
Bt	= Berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)
d	= Diameter silinder benda uji (mm)
H_0	= Hipotesis nol, menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan
H_a	= Hipotesis alternatif, menyatakan ada perbedaan antar perlakuan
V benda uji	= Volume benda uji (cm^3 , dimana : $1\text{ml} = 1\text{cm}^3$)
Wa	= Berat Benda Uji Keadaan Kering oven
Wssd	= Berat Benda Uji Keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau Jenuh Permukaan kering (gr)
μ	= Nilai Rata-Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok Perlakuan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam membuat sebuah bangunan konstruksi beton yang paling diutamakan adalah tingkat keamanan dan ekonomis. Tingkat keamanan dalam artian konstruksi beton mempunyai mutu beton sesuai yang direncanakan. Ekonomis dalam artian efisien dalam pengeluaran biaya.

Mutu beton dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis agregat kasar, bahan tambahan (*admixture atau additive*), porositas, dan lain – lain. Salah satunya yang penting adalah porositas. Porositas adalah prosentase rongga udara dalam beton. Sehingga semakin kecil porositas maka semakin besar tingkat kepadatan beton. Semakin besar tingkat kepadatan beton maka semakin besar juga mutu betonnya .

Salah satu cara untuk meningkatkan keekonomisan sebuah bangunan konstruksi beton. Kita bisa mengganti beton biasa struktur menggunakan beton ringan struktur dengan mutu yang sama. karena semakin ringan beton maka semakin kecil beban yang ditanggung struktur itu. Semakin kecil beban yang ditanggung struktur maka semakin kecil juga dimensi struktur itu. sehingga kita dapat menghemat biaya material beton.

Salah satu cara untuk membuat beton ringan struktur adalah mengganti batu koral biasa (agregat kasar) dengan batu yang lebih ringan berat jenisnya. Salah satu batu yang lebih ringan berat jenisnya dari batu koral biasa adalah batu scoria.

Batu scoria adalah jenis batuan tekstur dan bukan batu yang diklasifikasikan oleh mineralogi atau kimia. Terbentuk dari lava yang kaya volatiles atau gas tetapi kurang kental dari lava membentuk batu apung. Ketika batuan cair meningkat dalam pipa vulkanik, gas mulai terbentuk dan mengumpulkan dan gas-gas yang membentuk gelembung besar dalam lava. Batu dipadatkan yang dihasilkan adalah Scoria. Meskipun ruang terbuka, di dapat Scoria batu besar umumnya lebih berat daripada air yang tidak seperti kebanyakan batu apung bisa mengapung di atas air. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Scoria>).

Berdasarkan alasan tersebut diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang porositas beton ringan struktur dengan menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya. Maka penulis mengambil judul “ Kajian Awal Porositas Pada Beton Ringan Dengan Pemanfaatan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis dapat merumuskan masalah yang akan diteliti maupun dibahas yaitu :

1. Berapa nilai porositas pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari dengan mutu beton rencana 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa?
2. Berapa nilai minimum porositas pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya ?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari permasalahan pokok maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Untuk pengujian nilai porositas pada masing – masing benda uji beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya.
2. Untuk memperkirakan nilai minimum porositas pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai porositas pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari dengan mutu beton rencana 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa?
2. Untuk mengetahui nilai minimum porositas pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya ?.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti
Merupakan kesempatan yang baik untuk menerapkan teori yang ada khususnya mengenai beton, selain itu juga bertujuan untuk menambah referensi mengenai agregat kasar selain jenis yang sudah ada.
2. Bagi lembaga pendidikan

Laporan hasil penelitian ini dapat menambah perbendaharaan kepustakaan, khususnya mengenai masalah beton, sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses akademik.

3. Bagi perencana dan pelaksana proyek

Memberikan sumbangan informasi tentang penggunaan batu scoria sebagai agregat kasar, sehingga dapat membantu perencana dan pelaksana proyek untuk alternatif agregat kasar pada daerah yang tersedia batu scoria.

1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini diduga bahwa “terdapat pengaruh perbedaan mutu beton ringan menggunakan batu scoria sebagai agregat kasar terhadap nilai porositas”

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Penelitian Penggunaan Limestone sebagai alternative Agregat Kasar Pada Beton Ditinjau Dari Sifat Mekanis ($f_c' 20 \text{ Mpa}$) Dengan Metode Doe (Celly CH Natalia, 2006)

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat :

- a. Variasi limestone mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan, porositas, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur.
- b. Bila dibandingkan beton normal, pengaruh pemberian variasi limestone akan menghasilkan penurunan angka pada setiap parameter kecuali porositas. Pengaruh penurunan yang paling besar adalah sebesar 30,18 % pada variasi limestone 100 %, dengan kuat tekan sebesar 16,66 Mpa. 3 variasi limestone optimum pada metode doe adalah sebesar 48,72 % untuk menghasilkan kuat tekan pada 20 MPa. Prosentase ini didapat dari variasi limestone yang menghasilkan kuat tekan 20 Mpa sebagai parameter pokok dalam pengujian beton.

2. Pemanfaatan Batu Apung Dalam Pembuatan Beton Ringan Dengan Sikament – NN Dan Sika Fume (Prawito Eri, 2002)

Dari hasil penelitian yang dilakukan di dapat :

Bahwa beton ringan dengan variasi komposisi terbaik terjadi mulai dari campuran 60 % (volume) kerikil dan 40 % (volume) batu apung.

Jumlah semen pada kondisi tetap ($562,5 \text{ cm}^3$) dan waktu perawatan 28 hari. Pada komposisi tersebut, beton ringan yang dihasilkan memiliki karakteristik : densitas 1.856 gr/cm^3 , penyerapan air 2,17 %, kuat tekan 15 MPa dan permeabilitas -0,21

2.2 Beton

Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir, koral, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan (*Winter & Nilson, 1993*).

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana mutu beton dihitung pada umur 28 hari.

Selain itu, perawatan beton juga perlu dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan tidak hanya dimaksud untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40%, dan agregat (agregat halus dan agregat

kasar) sekitar 60%-75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing - masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari.

Struktur beton memiliki banyak keunggulan dibanding materi struktur yang lain, antara lain :

1. Ketersediaan (*availability*) material dasar.
2. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*); masing-masing bahan dapat diangkut secara terpisah dan bisa dipakai untuk berbagai struktur tergantung kepada kebutuhan penggunaannya.
3. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*); beton bersifat *monolit* sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja, dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun serta dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar.

Disamping segala keunggulan diatas, beton sebagai struktur juga mempunyai beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan antara lain :

1. Massa jenis beton sekitar 2400 kg/m^3 .
2. Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar.
3. Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis.
4. Kualitasnya sangat tergantung pada cara pelaksanaan dilapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuranyang sama.
5. Struktur beton sulit untuk dipindahkan, pemakaian kembali (daur ulang) sulit dan tidak ekonomis.

Meskipun demikian beberapa kelemahan beton tersebut diatas dapat diatasi dengan berbagai cara, antara lain :

1. Untuk elemen struktural membuat beton mutu tinggi, beton pratekan, atau keduanya, sedangkan untuk elemen non-struktural dapat memakai beton ringan.
2. Melakukan perawatan (*curing*) yang baik untuk mencegah terjadinya retak, memakai beton pratekan atau memakai bahan tambahan yang mengembang (*expansive admixtures*).
3. Mempelajari teknologi beton dan melakukan pengawasan dan kontrol kualitas yang baik.
4. Memakai beton beertulang atau beton pratekan.
5. Beberapa elemen struktural dibuat pracetak sehingga dapat dilepas per elemen seperti baja.

2.3 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, batu apung, dll), campuran antara semen, silika, pozolan, dll atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara.

Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Terminolog ASTM C.125 mendefenisikan bahwa agregat ringan adalah agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton ringan, meliputi

batu apung, scoria, vulkanik cinder, tuff, expanded, atau hasil pembakaran lempung, perlit, atau slag atau hasil batubara dan hasil residu pembakarannya.

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk alumunium kedalam campuran adukan beton.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

Tabel 2.1 Pembagian penggunaan beton ringan menurut Tjokromuljono (1996)

Beton Ringan	Kerapatan	Kekuatan Tekan
Struktur	1440 –1800 kg/m ³	>17 MPa
Struktur ringan	800 –1400 kg/m ³	7 –17 MPa
Non struktur	240 -800 kg/m ³	0,35 –7 MPa

Sumber : <http://helmutinfo.com>

Tabel 2.2 Pembagian penggunaan beton ringan menurut Dobrowolski (1998)

Beton Ringan	Kerapatan	Kekuatan Tekan
Struktur	1440 –1900 kg/m ³	>17,3 MPa
Struktur ringan	500 –800 kg/m ³	6,9 –17,3 MPa
Non struktur	<800 kg/m ³	0,35 –7 MPa

Sumber : <http://helmutinfo.com>

Tabel 2.3 Pembagian penggunaan beton ringan menurut Neville dan Brook (1998)

Beton Ringan	Kerapatan	Kekuatan Tekan
Struktur	1400 –1800 kg/m ³	>17 MPa
Struktur ringan	500 –800 kg/m ³	7 –17MPa
Non struktur	<800 kg/m ³	<7 MPa

Sumber : <http://helmutinfo.com>

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain:

1. Memiliki ketahanan panas (*thermal insulation*) yang baik
2. Memiliki tahanan suara (peredaman) yang baik
3. Tahan api (*fire resistant*)
4. Transportasi mudah
5. Dapat mengurangi kebutuhan bekisting (*formwok*) dan perancah (*scaffolding*)

Kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (*compressive strength*) terbatas, sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (structural)

(<http://www.itb.ac.id/news/2765.xhtml>)

2.4 Bahan-bahan Penyusun Beton

2.4.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah semua agregat yang semua butirannya menembus ayakan 4.82 mm.

2.4.1.1 Spesifikasi Agregat Halus

1. pasir harus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras. Butir-butir harus bersifat kekal.
 2. pasir tidak boleh mengandung Lumpur 5%, apabila kadar Lumpur melebihi 5 % harus dicuci.
 3. pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
 4. pasir harus terdiri dari butiran beraneka ragam dan apabila diayak dengan susunan dibawah ini, harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - a. sisa ayakan minimum harus 2 %
 - b. sisa diatas ayakan 0.5 mm harus minimum 10% berat
 - c. sisa ayakan 0.252 mm harus berkisar antara 80% -95 % berat
 5. tidak boleh mengandung zat-zat kimia yang merusak beton dan tulangan
- sedangkan fungsi dari agregat halus pada campuran beton adalah mengisi ruang antara butiran agregat kasar.

2.4.1.2 Data Hasil Uji Laboratorium :

1. berat isi lepas rata-rata : 1,35 gr/cm³
2. berat isi padat rata-rata : 1,52 gr/cm³
3. kadar Lumpur : 1,010 %

4. kadar air rata asli	: 6,91 %
6. kadar air rata SSD	: 2,05 %
7. berat jenis	: 2,53

2.4.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran lebih besar dari 5 mm. Agregat dapat diambil dari batuan alam ukuran kecil ataupun batu alam besar yang dipecah. SNI mensyaratkan modulus kehalusan agregat kasar antara 6,0 – 7,1. Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik. Karena variasi sulit diantisipasi, sering lebih ekonomis untuk mempertahankan keseragaman penanganan daripada menyesuaikan proporsi untuk variasi gradasi.

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek – efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen.

2.4.3 Batu Scoria



Gambar 2.1 Batu Scoria

Batu scoria adalah jenis batuan tekstur dan bukan batu yang diklasifikasikan oleh mineralogi atau kimia. Terbentuk dari lava yang kaya volatiles atau gas tetapi kurang kental dari lava membentuk batu apung. Ketika batuan cair meningkat dalam pipa vulkanik, gas mulai terbentuk dan mengumpulkan dan gas-gas yang membentuk gelembung besar dalam lava. Batu dipadatkan yang dihasilkan adalah Scoria. Meskipun ruang terbuka, di dapat Scoria batu besar umumnya lebih berat daripada air yang tidak seperti kebanyakan batu apung bisa mengapung di atas air.

Beberapa bentuk dari Scoria lavas yang mengalir keluar dari gunung berapi terbentuk dari batuan piroklastik lava yang dikeluarkan dari gunung berapi. Scoria yang juga dikenal sebagai abu, merupakan komponen utama cinder cone. Sebuah kerucut cinder adalah kecil tetapi tipe gunung berapi yang sangat umum. Cinder cone juga telah disebut Scoria cones. Cinder cone jarang tumbuh sangat besar, tetapi kadang-kadang bentuk yang sangat simetris bukit-bukit berbentuk kerucut.

Berdasarkan sumber dari laporan petrologi batuan piroklastik, Batuan scoria memiliki kenampakan warna yaitu merah kecokelatan, sifat batuan dari scoria yaitu basa, struktur batumannya vesikuler, dan derajat kristalisasinya holohyalin dimana komposisi mineral penyusunnya mayoritas adalah glass, tekstur pada scoria ialah glassy dengan ukuran batumannya ialah bomb ($d > 64$ mm). Sedangkan bentuk dari scoria ialah masa dasar glass.

(<http://www.scribd.com//Rock/Scoria.htm>)

2.4.3.1. Spesifikasi Batu Scoria :

1. Warna : Merah kecoklatan.
2. Sifat Batuan : Basa.
3. Tekstur : Glass.
4. Ukuran : Bomb ($d > 64$ mm).
5. Pembentukan : Terbentuk dari batuan piroklastik lava yang dikeluarkan dari gunung berapi.
6. Perlakuan khusus : Setelah didapat dari desa pasrujambe masih harus di pecah dengan alat selep untuk ukuran batu maksimum 20 mm

2.4.3.2. Data Hasil Uji Laboratorium :

1. berat isi lepas rata-rata : $1,25 \text{ gr/cm}^3$
2. berat isi padat rata-rata : $1,33 \text{ gr/cm}^3$
3. kadar air rata asli : 1,56 %
4. kadar air rata SSD : 3,55 %
5. berat jenis : 2,35
6. pengujian keausan agregat : 32,771%

2.4.4 Air.

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton, beton tidak akan terbentuk tanpa adanya air sebagai campurannya. Karena semen tidak akan bereaksi dan

menjadi pasta apabila tidak ada air. Air selalu diperlukan dalam campuran beton, tidak saja untuk proses hidrasi semen, tapi juga mengubah semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecah dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan.

Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diagukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton.

Syarat umum air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan – bahan kimia yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan – bahan lainnya yang merugikan terhadap beton.

2.4.5 Semen

Material semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup (*Winter & Nilson, 1993*).

Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku : batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), dan lempung / tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung senyawa: Siliki Oksida (SiO_2), Alumunium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO) atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan

air. Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan *gypsum* dalam jumlah yang sesuai. (<http://digilib.gunadarma.ac.id/go>)

2.5 Sifat Mekanis Beton

2.5.1 Porositas

Tujuan dari pengujian porositas adalah untuk mengetahui banyaknya rongga udara dalam benda uji. Benda uji direndam dalam keadaan bersih pada suhu ruangan, selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dan sisa air dibiarkan menetes ± 1 jam, kemudian benda uji diseka permukaannya dengan kain basah, untuk menyeka kelebihan air yang masih tertinggal benda uji kemudian ditimbang dan dikeringkan didalam dapur pengering. Pemeriksaan penyerapan dapat dilakukan setelah benda uji berumur sedikitnya 10 hari

$$\% \text{ porositas} = ((W_{\text{ssd}} - W_0) / (V \times B_{\text{ji air}})) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

W_{ssd} = berat benda uji pada keadaan jenuh permukaan kering (kg)

W_0 = berat uji setelah di open (kg)

V = volume benda uji (m^3)

$B_{\text{ji air}}$ = berat jenis air rendaman (kg/m^3)

2.6 Analisa Varian Satu Arah

Teknik analisa data statistik yang digunakan ketika kelompok-kelompok variabel bebas lebih dari dua. Pada anova kita asumsikan bahwa distribusi dari

masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal. Dari hasil pengujian, data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa varian satu arah, yang merupakan nilai pengamatan ulang dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa pengamatan dari i sampai ke n dianggap mempunyai nilai yang heterogen. Uji yang dipergunakan dalam anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian dari 2 sampel.

2.7 Pengujian Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan adalah suatu estimasi terhadap parameter populasi dengan memakai range (interval nilai). Estimasi interval merupakan sekumpulan angka, yang kita duga salah satunya adalah nilai yang diduga. Dengan melakukan estimasi interval maka hasil pendugaan kita akan lebih objektif. Kita juga dapat menyatakan berapa besar tingkat kepercayaan kita. bahwa interval yang terbentuk memang mengandung nilai parameter yang kita duga. Dalam ilmu sosial, interval kepercayaan yang sering digunakan adalah 90 %, 95 % atau 99 %. Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan. Pertimbangannya adalah dengan semakin besar tingkat kepercayaan yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan bahwa parameter populasi yang diestimasi terletak dalam interval yang terbentuk, namun penelitian itu menjadi semakin tidak teliti. Apabila kita menetapkan interval kepercayaan sebesar 95% maka dengan kata lain kita menetapkan alpha sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan.

Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai parameter di tingkat populasi akan berada pada interval $\pm Z$ standard error dari rata-rata populasi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan. Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji secara statistik.

2.8 Pengertian Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap pernyataan yang diajukan pada rumusan masalah penelitian. Hipotesis akan ditolak jika salah satu palsu dan akan diterima fakta fakta membenarkan. Penolakan dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil-hasil penyelidikan terhadap fakta fakta empirik yang dikumpulkan.

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

- a. Memberikan tujuan yang tegas bagi peneliti.
- b. Membantu dalam penentuan arah kegiatan yang harus ditempuh, Dalam pembatasan ruang lingkup, memilih fakta dan menentukan relevansi pelaksanaan kegiatan.
- c. Menghindari peneliti dari suatu kegiatan pelaksanaan penelitian yang tidak terarah dan tidak bertujuan.

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

1. Hipotesis nihil (H_0) : yaitu hipotesis yang menyatakan suatu kesamaan atau tidak adanya perbedaan anantara dua kelompok atau lebih permasalahan yang dihadapi.

Secara operasional dapat ditulis : $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

2. Hipotesis alternatif (H_a): yaitu hipotesis yang menyatakan kebalikan dari hipotesis nihil.

Secara operasional dapat ditulis : $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

Dalam merumuskan suatu hipotesa penelitian, ada beberapa macam cara yang dapat digunakan, antara lain:

- a. Distribusi Binomial

Distribusi Binomial adalah suatu distribusi probabilitas yang dapat digunakan bilamana suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses Bernoulli. Misalnya, dalam perlemparan sekeping uang logam sebanyak 5 kali, hasil setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar atau sisi angka. Begitu pula, bila kartu diambil berturut-turut, kita dapat memberi label “berhasil” bila kartu yang terambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama, yaitu sebesar $\frac{1}{2}$.

- b. Distribusi Poison (σ^2)

Distribusi Poison ialah banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau suatu daerah tertentu, tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah.

Peluang terjadinya satu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang kecil, sebanding dengan panjang selang waktu tersebut atau besarnya daerah tersebut, dan tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi di luar selang waktu atau daerah tersebut. Peluang bahwa lebih dari satu hasil percobaan akan terjadi dalam selang waktu yang singkat tersebut atau dalam daerah kecil tersebut, dapat diabaikan

c. Distribusi Normal (Z)

Disebut pula distribusi Gauss, adalah distribusi probabilitas yang paling banyak digunakan dalam berbagai analisis statistika. Distribusi normal baku adalah distribusi normal yang memiliki rata-rata nol dan simpangan baku satu. Distribusi ini juga dijuluki *kurva lonceng (bell curve)* karena grafik fungsi kepekatan probabilitasnya mirip dengan bentuk lonceng.

d. Distribusi Student (t)

Sama dengan distribusi normal, hanya sampel yang digunakan sedikit (umumnya kurang dari 33)

e. Distribusi Chi Kuadrat (X^2)

Teknik uji Chi Kuadrat pertama kali diperkenalkan oleh Karl Pearson untuk menguji keselarasan. Pengujian ini dipergunakan apakah 2 atau lebih proporsi sama. Pengujian beda proporsi hanya untuk 2 populasi namun chi square dapat digunakan untuk populasi yang tidak terbatas. Chi Kuadrat juga dapat digunakan untuk menguji apakah dua atribut independen satu sama lain. Dapat juga dilakukan untuk memeriksa ketergantungan dan homogenitas kedua prosedur

tersebut meliputi perbandingan frekuensi yang teramati dengan frekuensi yang diharapkan bila hipotesis nol yang ditetapkan benar.

f. Distribusi Fisher (F)

Memperbandingkan dua varian, uji harga rata-rata tidak mencukupi (deviasinya sangat besar, sehingga nilai rata-rata sulit dijadikan ukuran) oleh karena itu digunakan uji variance yang mengikuti distribusi f.

Pada penelitian ini digunakan distribusi F, karena uji F banyak digunakan untuk uji hipotesa yang berdasarkan hasil pengamatan lebih dari 2 buah sampel. Uji F ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan.

2.8.1 Hipotesis Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa yang dihasilkan dari rumusan penelitian, hipotesis tersebut adalah :

1. Hipotesis nihil (H_0) : Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah dengan menggunakan variasi mutu beton tidak akan mempengaruhi porositas beton.
2. Hipotesis alternatif (H_a) : Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah dengan menggunakan variasi mutu beton akan mempengaruhi sifat porositas beton.

Dari semua cara di atas semua dapat digunakan untuk merumuskan suatu hipotesa tertentu pada suatu penelitian. Dimana prinsip dari hipotesa tersebut

adalah setiap percobaan hanya mempunyai hasil sukses atau gagal dan probabilitas pada setiap percobaan harus sama (konstant).

Didalam suatu penelitian, pada pengujian hipotesa statistik ada satu aturan umum yang dapat diikuti untuk membuktikan apakah suatu hipotesa dapat diterima atau di tolak. Pada prinsipnya tergantung pada hipotesa yang dibuat oleh peneliti serta jumlah sampel dan distribusi populasi yang akan digunakan.

Pada penelitian ini digunakan distribusi F, karena uji F banyak digunakan untuk uji hipotesa yang berdasarkan hasil pengamatan lebih dari 2 buah sampel. Uji F ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan.

2.9 Analisa Regresi

Analisa regresi adalah analisa dimana mempelajari hubungan data yang terdiri atas dua buah atau lebih variable. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variable-variabel.

Analisis regresi merupakan salah satu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut Independent Variable (variabel bebas) dan variabel yang dipengaruhi disebut Dependent Variable (variabel terikat). Jika dalam persamaan regresi hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka disebut sebagai persamaan regresi sederhana, sedangkan jika variabel bebasnya lebih dari satu, maka disebut sebagai persamaan regresi berganda.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian Secara Operasional

Secara operasional tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana perbedaan porositas beton dengan agregat kasar scoria terhadap mutu beton rencana untuk pengetesan 28 hari.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang mulai dari percobaan bahan dasar sampai pada pelaksanaan pengecoran, pembuatan benda uji, perawatan dan pengetesan.

3.3 Metode Penelitian

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Studi pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori - teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian.
2. Studi eksperimen dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data - data yang diberlakukan. Data tersebut dianalisa secara statistik untuk menguji hipotesis sehingga didapat kesimpulan akhir.

Adapun langkah-langkah penelitian pada studi eksperimen secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Mengukur nilai kadar air (*water content*) dari agregat.

2. Mengukur berat jenis dari agregat halus dan agregat kasar.
3. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar.
4. Pemeriksaan kadar organik agregat halus.
5. Mengukur berat volume isi agregat halus dan agregat kasar.
6. Perencanaan campuran (*mix design*)
7. Pembuatan benda uji
8. Perawatan benda uji (*curing system*)
9. Pengujian porositas terhadap benda uji

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

Untuk keperluan penelitian baik analisa pendahuluan maupun percobaan secara keseluruhan diperlukan peralatan dan bahan.

1. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Semen : PPC Gresik
 - b. Agregat Halus (pasir) : Pasir
 - c. Agregat kasar (scoria) : Baru scoria
 - d. Air : Air dari PDAM
2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Seperangkat saringan
 - b. Peralatan Slump test
 - c. Timbangan kapasitas 40 kg dengan ketelitian 0,01 kg
 - d. Timbangan kapasitas 4100 gram dengan ketelitian 0,1 gram
 - e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu

- f. Cetakan silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm
- g. Sekop
- h. Talam dan cawan logam
- i. Gelas ukuran 1000 mm
- j. Mesin abrasi Los Angeles
- k. Mesin pengaduk beton dengan kapasitas 0,05 m³)
- l. Mistar perata (Strainht edge)
- m. Piknometer kapasitas 500 ml
- n. Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)
- o. Sikat baja halus
- p. Termometer

Tabel 3.1 Jumlah Benda Keseluruhan

No	Mutu Beton Rencana	Jenis Pengujian	Umur Pengujian	Jumlah Sample	Ukuran Sample
1	17.5	Porositas	28 Hari	10 Buah	Silinder 10x20
2	20	Porositas	28 Hari	10 Buah	Silinder 10x20
3	22.5	Porositas	28 Hari	10 Buah	Silinder 10x20
4	25	Porositas	28 Hari	10 Buah	Silinder 10x20
5	27.5	Porositas	28 Hari	10 Buah	Silinder 10x20

3.5.Pelaksanaan Campuran Beton

3.5.1. Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

Prosedur untuk pelaksanaan campuran, setelah ditetapkan unsur-unsur campuran sebagai berikut :

1. **Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.**
2. **Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.**
3. **Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam wadah.**
4. **Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk, lakukan pencampuran agregat.**
5. **Tambahkan semen pada agregat campuran, dan ulangi proses pencampuran sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.**
6. **Tuangkan sebanyak $\frac{1}{3}$ jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.**
7. **Tambahkan $\frac{1}{3}$ jumlah air ke dalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.**
8. **Lakukan pemeriksaan slump.**
9. **Apabila nilai slump sudah mencapai nilai rencana, lakukan pembuatan benda uji silinder beton.**
10. **Buatlah benda uji silinder sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.**
11. **Lakukan pencatatan hal - hal yang menyimpang dari perencanaan terutama jumlah pemakaian air dan nilai slump**

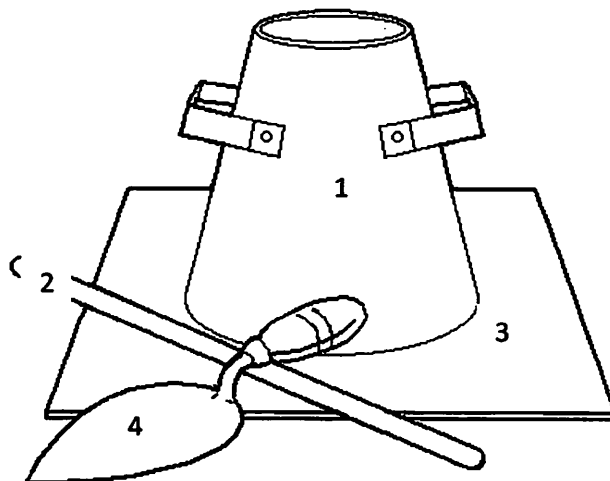
3.5.2. Uji Slump Beton

A. Tujuan

Tujuan uji Slump beton adalah untuk menentukan ukuran derajat kemudahan (workability) pengecoran adukan beton segar.

B. Peralatan

1. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
3. Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
4. Sendok cekung.



Gambar 4.5. : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan di atas pelat.
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai bagian bawah tiap - tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.
4. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama setengah menit, dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar di sekitar cetakan harus dibersihkan.
5. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
6. Balikkan cetakan dan letakkan di samping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.

3.5.3. Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji beton dengan pemanfaatan Limbah Marmer

sebagai pengganti agregat kasar untuk diperiksa pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

1. Cetakan silinder, diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (digunakan untuk pengujian porositas).
2. Tongkat pemadat baja tahan karat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibulatkan.
3. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk (molen / mixer).
4. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh.
5. Satu set alat pelapis (capping).
6. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok perata dan talam.

C. Prosedur Pelaksanaan

1. Benda uji (silinder) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin/lemak/minyak agar mudah nanti dilepaskan dari beton hasil cetakan.
2. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.
3. Padatkan adukan dalam cetakan, sampai permukaan adukan beton mengkilap.

4. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga pemadat boleh masuk antara 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran.
5. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

1. Setelah pelepasan benda uji, benda uji didiamkan selama 24 jam pada tempat yang terlindung. Ini bertujuan agar pada benda uji tidak terjadi penguapan yang berlebihan akibat sinar matahari maupun penambahan air akibat hujan. Kemudian benda uji diberi tanda sesuai dengan kelompok identitas masing-masing.
2. Benda uji diletakkan dalam bak peredaman atau ditutupi dengan karung yang basah hingga mencapai umur pengetesan.

E. Persiapan Pengujian

1. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
2. Timbang berat benda uji..
3. Penimbangan berat benda uji dilakukan pada umur 28 hari.

3.5.4. Pengujian Porositas

A. Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak rongga kosong didalam beton (porositas).

B. Peralatan

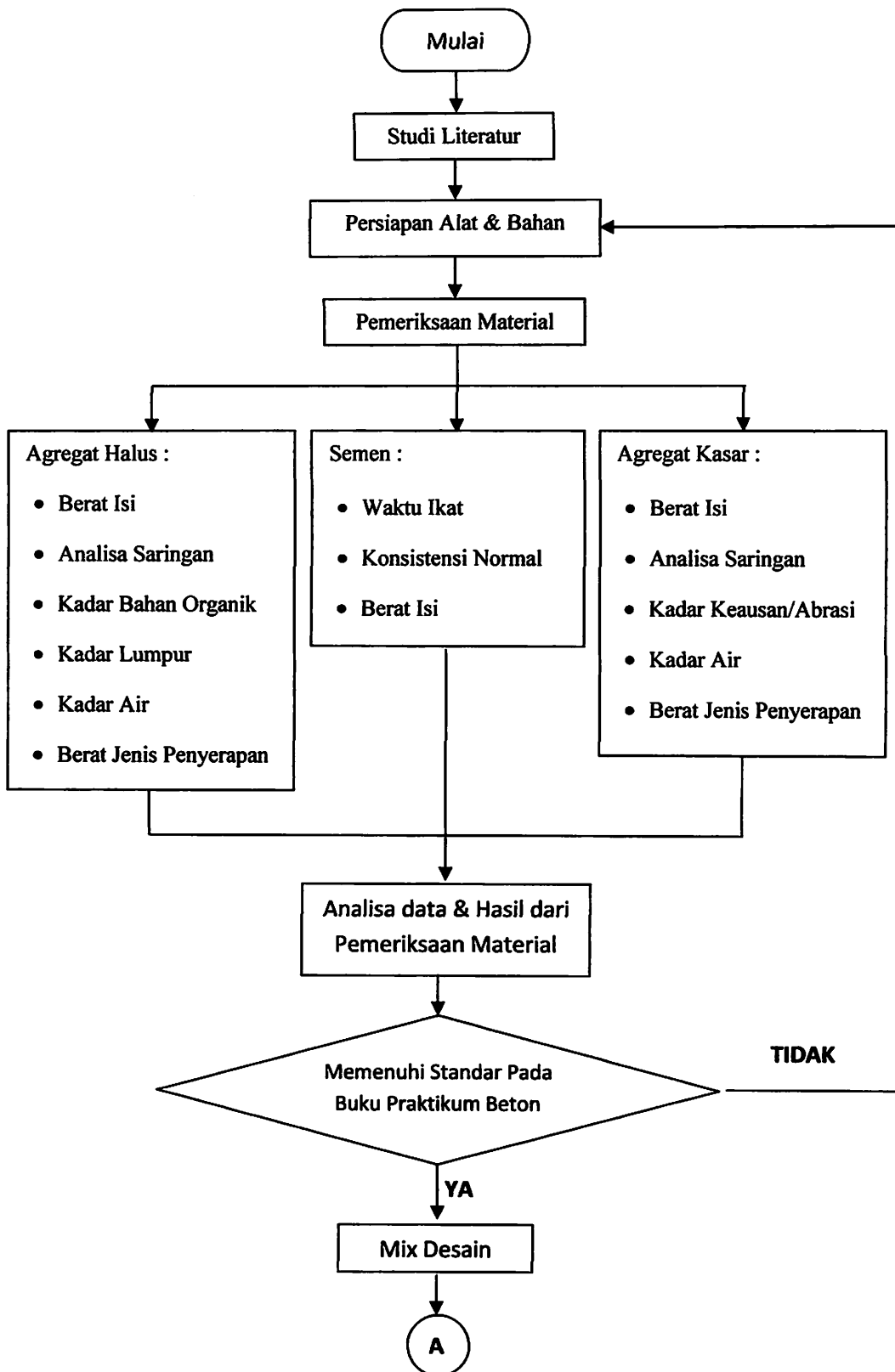
1. Alat timbang dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C
3. Bak air peredam

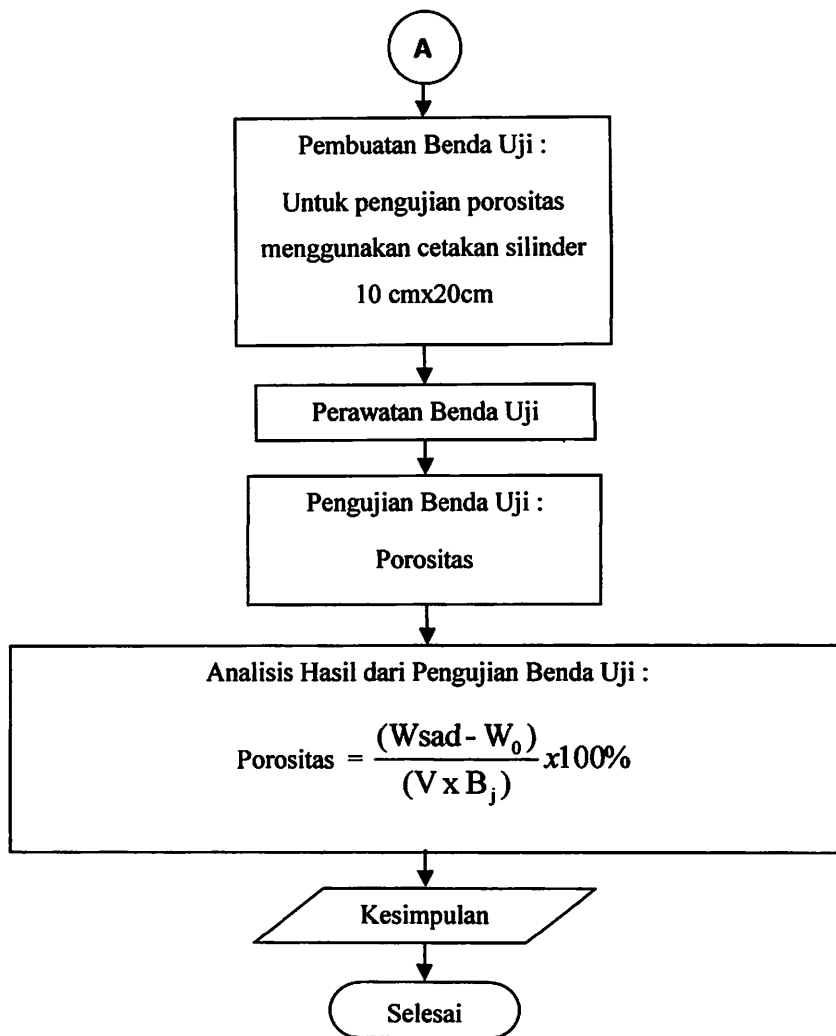
C. Pelaksanaan

1. Benda uji yang telah mencapai umur 28 hari, diredam dalam bak peredam selama 24 jam.
2. Benda uji diambil dari peredaman kemudian dilab dengan kain dan ditimbang serta dicatat beratnya.
3. Gunakan nilai berat benda uji itu sebagai berat benda uji ssd (Wssd)
4. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven dengan suhu 110 ± 5 °C selama 24 jam.

5. Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya.
6. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven lagi dengan suhu 110 ± 5 °C selama 24 jam.
7. Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya lagi.
8. Lakukan berulang – ulang sampai minimal 3 kali penimbangan tidak ada perubahan berat benda uji.
9. Gunakan nilai berat benda uji itu sebagai berat benda uji kering (W_a)

3.6. Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Pemeriksaan Bahan

Sebelum diadakan pencampuran bahan - bahan pembentuk campuran beton sebaiknya terlebih dahulu dilakukan penelitian terhadap agregat kasar dan agregat halus. Percobaan yang dilakukan meliputi : pemeriksaan berat isi, analisa saringan agregat kasar dan halus, pemeriksaan kotoran organik dan kadar lumpur untuk agregat halus, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian keausan agregat kasar (*Abrasi Test*) dengan alat Los Angeles.

Di bawah ini adalah cara perhitungan dan hasil-hasil dari pekerjaan pemeriksaan bahan. Untuk hasil selengkapnya, dapat dilihat pada lampiran.

4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi

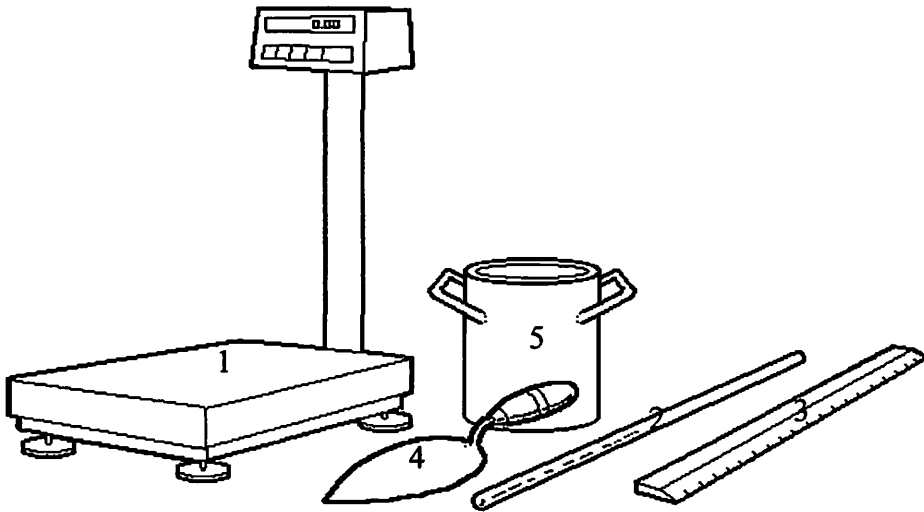
A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan berat isi agregat yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
2. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.
3. Mistar perata.
4. Cetok

5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas sebagai berikut



Gambar 4.1. : Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

C. Bahan

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

D. Prosedur Pelaksanaan

Masukkan agregat ke dalam talam sekurang - kurangnya sebanyak kapasitas wadah, keringkan dengan oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat menjadi tetap, untuk digunakan sebagai benda uji.

1. Berat isi lepas :

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).

- b. Masukkan benda uji dengan hati - hati agar tidak terjadi pemisahan butir - butir, dari ketinggian 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
 - c. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W2).
 - e. Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
2. Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 ½") dengan cara penusukan :
- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1)
 - b. Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.
 - c. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W2).
 - e. Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

E. Perhitungan

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

$$\text{Dimana : } V = \text{isi wadah (cm}^3\text{)}$$

$$W_3 = \text{Berat contoh uji (kg)}$$

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	20660	20740	19930	21070	21240	21200
B.	Berat tempat (gr)	7910	7910	7910	7910	7910	7910
C.	Berat benda uji (gr)	12750	12830	12020	13160	13330	13290
D.	Isi tempat (cm ³)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1,28	1,28	1,20	1,32	1,33	1,33
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)	1,25			1,33		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	7620	7520	7650	8070	8080	8170
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	4060	3960	4090	4510	4520	4610
D.	Isi tempat (cm ³)	3000	3000	3000	4510	3000	3000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1,35	1,32	1,36	1,5	1,51	1,54
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)	1,35			1,52		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.3. Pemeriksaan Berat Isi Semen

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	7060	6860	6760	7140	7260	7290
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	3500	3300	3200	3580	3700	3730
D.	Isi tempat (cm ³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1,17	1,10	1,07	1,19	1,23	1,74
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)	1,11			1,22		

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil Penelitian

1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

- a. Agregat Kasar Batu Pecah = 1,25 gr/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,35 gr/cm³
- c. Semen = 1,11 gr/cm³

2. Berat isi padat

- a. Agregat kasar Batu pecah = 1,33 gr/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,52 gr/cm³
- c. Semen = 1,22 gr/cm³

4.1.2. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

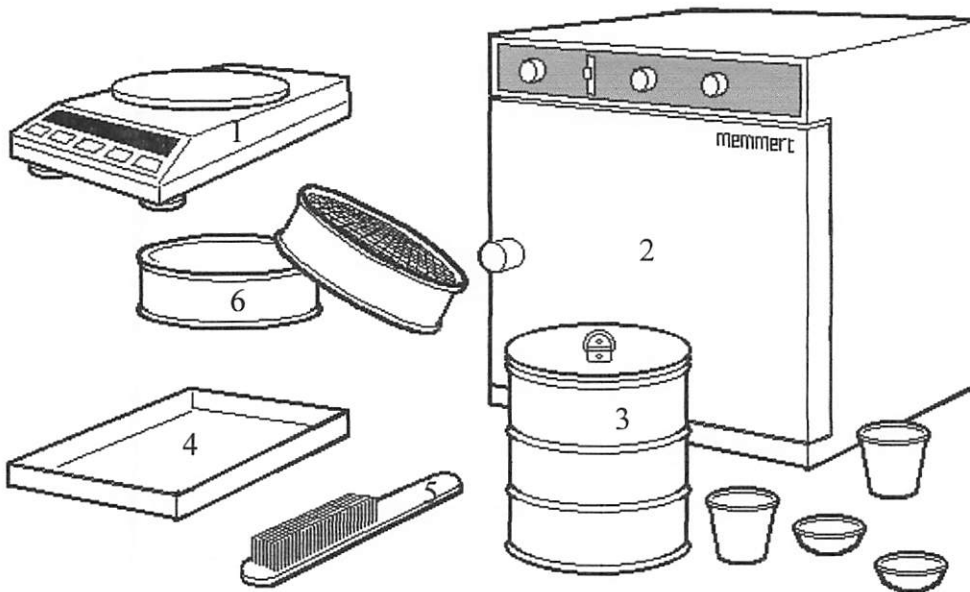
A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran lubang (jaring-jaring) tertentu.

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
3. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).

4. Talam - talam.
5. Kuas, sikat kuningan, sendok
6. Seperangkat saringan



Gambar 4.2. : Aparatus untuk analisis saringan agregat kasar dan halus

Tabel 4.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar

Nomor Saringan	Diameter Lubang Saringan (mm)
(3")	76,2
(1 1/2")	38,1
(3/4")	19,1
(3/8")	9,6
(No. 4)	4,75
(No. 8)	2,36
(No. 16)	1,18
(No. 30)	0,6
(No. 50)	0,3
(No. 100)	0,15
(No. 200)	0,075

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

C. Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempatan. Berat dari contoh disesuaikan dengan ukuran maksimum diameter agregat kasar yang digunakan, seperti diuraikan pada tabel perangkat saringan.

D. Prosedur Pelaksanaan

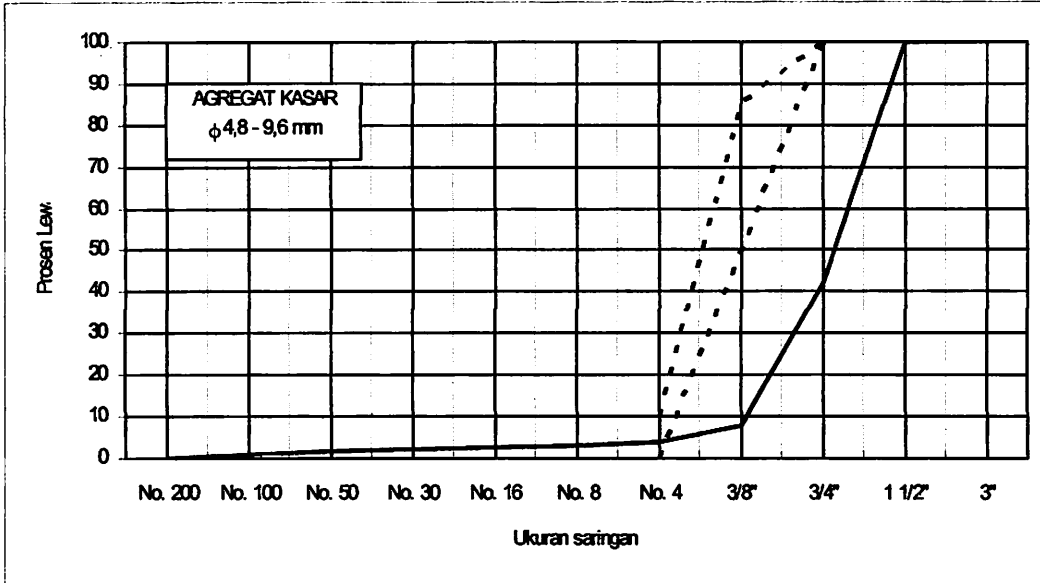
1. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
2. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama 15 menit.

E. Tabel Perhitungan

Tabel 4.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Scoria

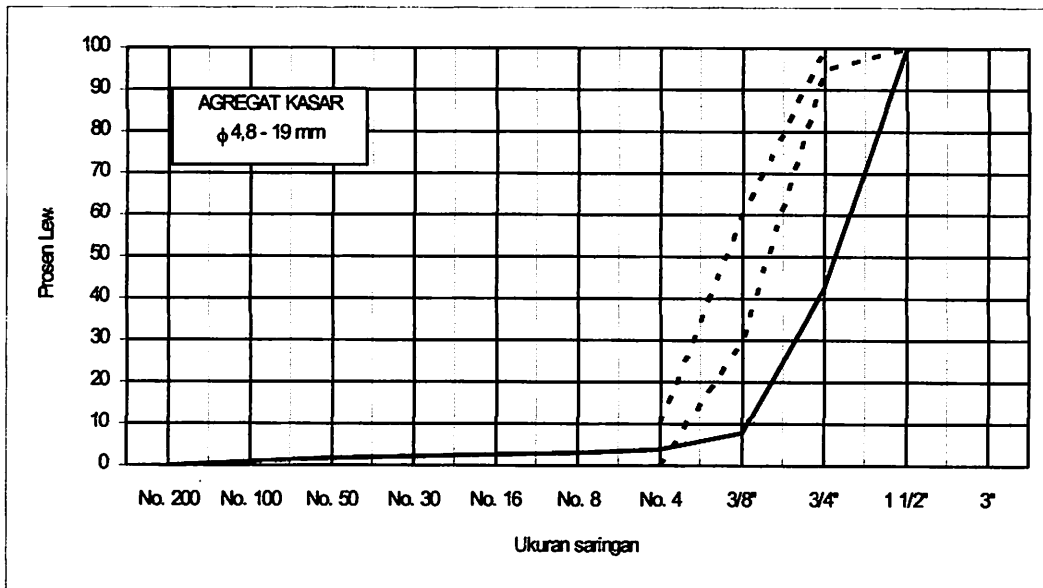
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0,00	0,00	0,00P	100,00
38.1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19.1 mm (3/4")	11505,70	57,45	57,45	42,55
9.6 mm (3/8")	6964,90	34,78	92,23	7,77
4.75 mm (No. 4)	807,80	4,03	96,26	3,74
2.36 mm (No. 8)	100,40	0,50	96,77	3,23
1.18 mm (No. 16)	94,30	0,47	97,24	2,76
0.6 mm (No. 30)	114,70	0,57	97,81	2,19
0.3 mm (No. 50)	122,60	0,61	98,42	1,58
0.15 mm (No. 100)	113,50	0,57	98,99	1,01
0.075 mm (No. 200)	182,20	0,91	99,90	0,10
Pan	20.30	0.10	100,00	0,00

Sumber : Data Hasil Penelitian



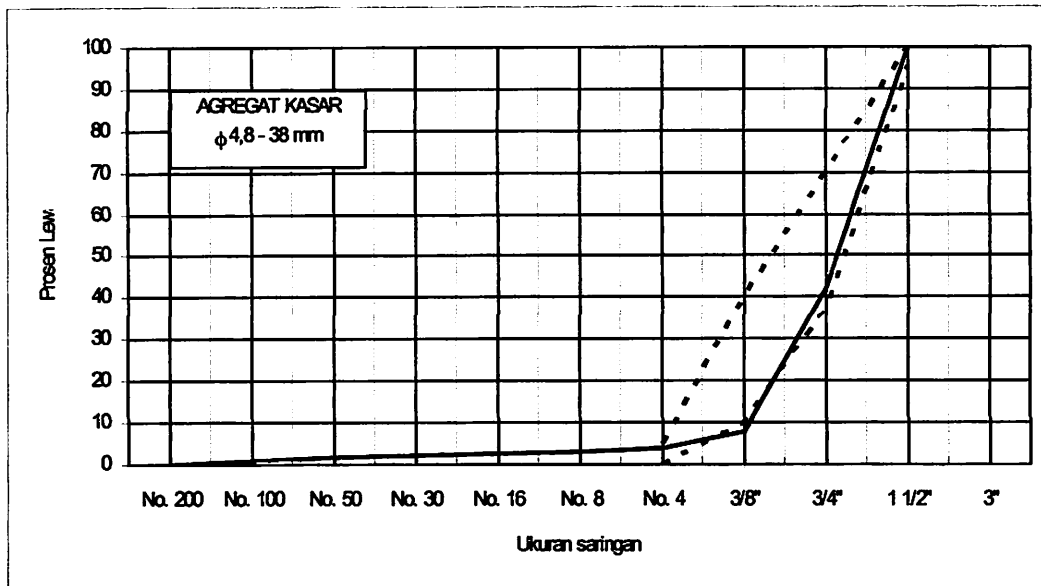
Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.2. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 19 mm



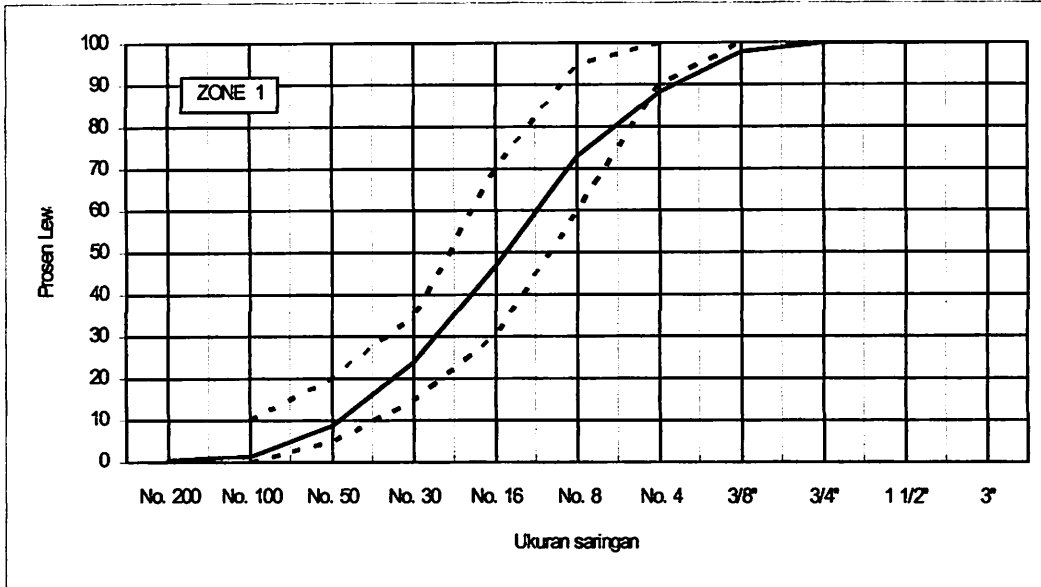
Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Tabel 4.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

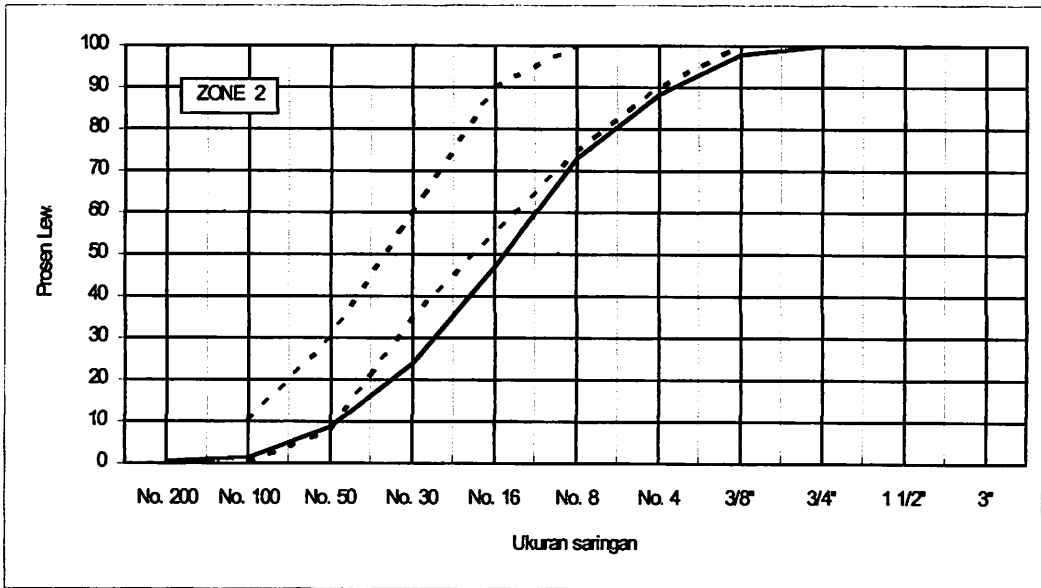
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38.1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19.1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9.6 mm (3/8")	46,70	2,34	2,34	97,67
4.75 mm (No. 4)	192,10	9,61	11,94	88,06
2.36 mm (No. 8)	298,00	14,90	26,84	73,16
1.18 mm (No. 16)	521,90	26,10	52,94	47,07
0.6 mm (No. 30)	460,20	23,01	75,95	24,06
0.3 mm (No. 50)	304,50	15,23	91,17	8,83
0.15 mm (No. 100)	151,20	7,56	98,73	1,27
0.075 mm (No. 200)	18,50	0,93	99,66	0,34
Pan	1,90	0,10	99,75	0,25

Sumber : Data Hasil Penelitian



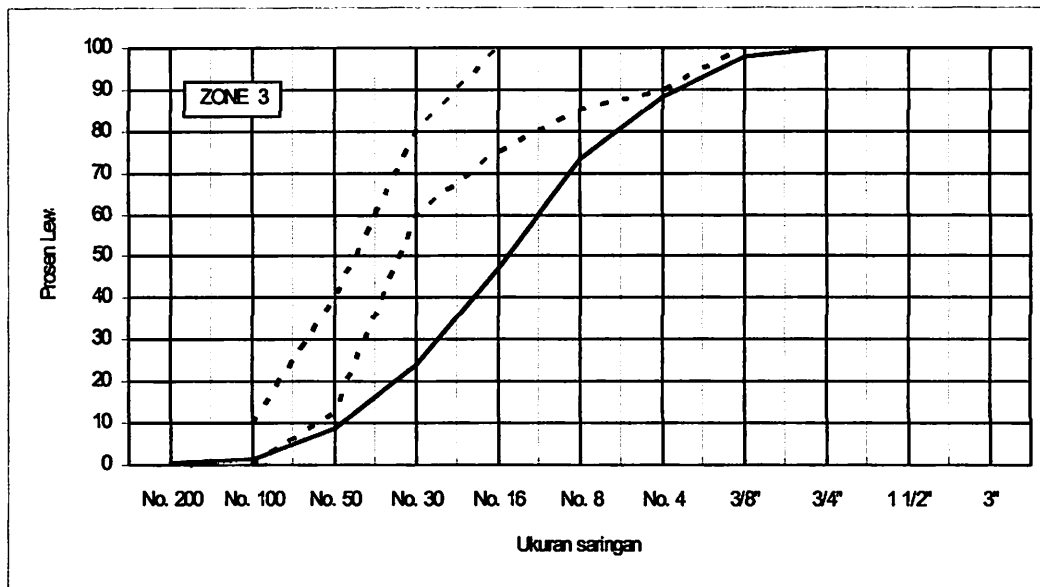
Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.5. : Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 4.6. : Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus

F. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

- a. Agregat halus (pasir masuk zone 1)
- b. Agregat kasar masuk ukuran 4,8 – 38 mm

4.1.3. Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan adanya kandungan bahan organik dalam agregat halus. Kandungan bahan organik yang berlebihan dapat mempengaruhi kualitas penggunaan pasir untuk campuran beton.

B. Peralatan

1. Botol gelas tembus pandang dengan penutup karet atau gabus atau bahan lainnya yang tidak bereaksi terhadap NaOH. Volume gelas = 350 ml.
2. Standar warna (organics plate).
3. Larutan NaOH 3%.

C. Bahan

Contoh pasir dengan volume 115 ml (1/3 volume botol)

D. Prosedur Pelaksanaan

1. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam botol.
2. Tambahkan senyawa NaOH 3%. Setelah dikocok, total volume menjadi kira-kira $\frac{3}{4}$ volume botol.
3. Botol ditutup erat-erat, dan botol dikocok kembali. Diamkan botol selama 24 jam.
4. Setelah 24 jam, bandingkan warna cairan yang terlihat dengan warna standar No. 3 (apakah lebih tua atau lebih muda).

Tabel 4.7. Warna Standart

Warna Larutan	Penurunan Kekuatan
Putih	0
Kuning Muda	5 - 10
Kuning Merah	15 - 30
Coklat Muda	30 - 40
Coklat Tua	40 - 60

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

E. Catatan

- a. Larutan NaOH 3% diperoleh dari campuran 3 bagian larutan berat NaOH dalam 97 bagian berat air suling.
- b. Bila warna cairan contoh lebih tua dari warna standar No. 3, berarti kandungan bahan organik melebihi toleransi (pasir terlalu kotor).

F. Hasil Penelitian

Warna cairan NaOH 3 % yang didiamkan selama 24 jam untuk pasir berwarna **Bening**. Artinya, tidak ada kotoran organik dalam pasir.

4.1.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan prosentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur < 5% merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

B. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

C. Bahan

Contoh pasir secukupnya (kondisi lapangan) dengan bahan pelarut air biasa.

D. Prosedur Pelaksanaan

1. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
2. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
3. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
4. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
5. Ukur tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2).

E. Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% = \frac{5}{490 + 5} \times 100\% = 1,010\%$$

(Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton)

Dimana :

V_1 = tinggi pasir

V_2 = tinggi lumpur

F. Hasil penelitian

Kadar lumpur untuk pasir sebesar 1,010 %, berarti pasir yang diperiksa memenuhi syarat untuk digunakan untuk campuran beton (< 5 %).

4.1.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

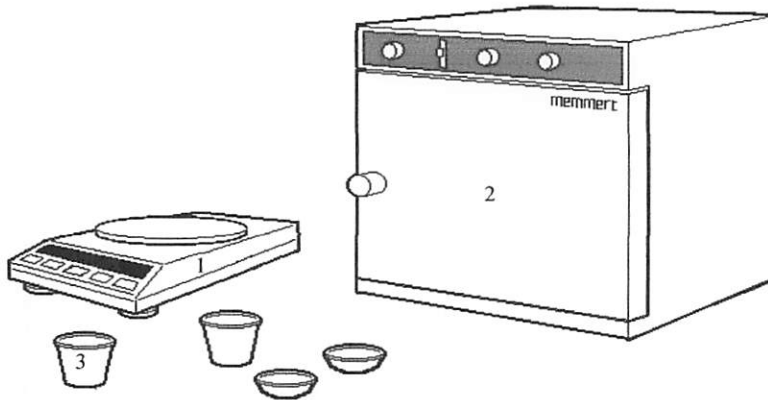
A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air

yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering permukaan atau SSD (*saturated surface dry*).

B. Peralatan

1. Timbangan.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
3. Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar bagi tempat pengeringan contoh benda uji.



Gambar 4.3 : Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

Berat minimum contoh agregat tergantung pada ukuran maksimum, dengan batasan sebagai berikut :

Tabel 4.8. Ukuran Maksimum Agregat

Ukuran maksimum	Berat minimum	Ukuran maksimum	Berat minimum
6,30 mm (1/4 “)	0,50 kg	50,80 mm (2 “)	8,00 kg
9,50 mm (3/8 “)	1,50 kg	63,50 mm (2 ½ “)	10,00 kg
12,70 mm (1/2 “)	2,00 kg	76,20 mm (3 “)	13,00 kg
19,10 mm (3/4 “)	3,00 kg	88,90 mm (3 ½ “)	16,00 kg
25,40 mm (1 “)	4,00 kg	101,60 mm (4 “)	25,00 kg
38,00 mm (1 ½ “)	6,00 kg	152,40 mm (6 “)	50,00 kg

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Timbang dan catatlah berat talam (W_1).
- b. Masukkan benda uji ke dalam talam, kemudian timbang dan catatlah berat talam + benda uji (W_2).
- c. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Keringkan benda uji bersama talam dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
5. Setelah kering, timbang dan catatlah berat talam + benda uji kering (W_4).
6. Hitung berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

E. Perhitungan

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

Dimana :

$$W_3 = \text{berat contoh semula (gram)}$$

$$W_5 = \text{berat contoh kering (gram)}$$

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

BATU PECAH		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2550	2610	171,5	167,5
B.	Berat tempat + contoh (gr)	22230	21890	2171,7	2167,5
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	21940	21580	2100,9	2101,2
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	1,50	1,63	3,67	3,43
F.	Kadar air rata-rata (%)	1,56		3,55	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

AGREGAT HALUS		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	3310	2720	179,4	168,6
B.	Berat tempat + contoh (gr)	21760	19990	679,4	668,6
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	20530	18910	668,20	659,70
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	7,14	6,67	2,29	1,81
F.	Kadar air rata-rata (%)	6,91		2,05	

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

1. Kadar air Agregat halus (pasir) SSD = 2,05 %, Asli = 6,91%
2. Kadar air Agregat kasar Batu Pecah SSD = 3,55 %, Asli = 1,56 %

4.1.6. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Scoria

A. Tujuan Penelitian

Menentukan “*bulk* dan *apparent*” *specific gravity* dan penyerapan (absorpsi) agregat kasar menurut prosedur ASTM C-127. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas 5 kg.
Keranjang besi diameter 203,2 mm (8”) dan tinggi 63,5 mm (2,5 “).
2. Alat penggantung keranjang.
3. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
4. Handuk
5. Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorpsi

C. Bahan

Berat contoh agregat disiapkan sebanyak 11 liter dalam keadaan kering muka (*SSD = Saturated Surface Dry*). Contoh diperoleh dari bahan yang diproses melalui alat pemisah atau cara perempatan. Butiran agregat yang lolos saringan No. 4 tidak dapat digunakan sebagai benda uji.

D. Prosedur Pelaksanaan

1. Benda uji direndam selama 24 jam.
2. Benda uji dikeringkan permukaannya (kondisi SSD) dengan menggulungkan handuk pada butiran agregat.
3. Timbang contoh. Hitung berat contoh kondisi SSD (B_j).
4. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam keranjang dan direndam kembali di dalam air. Tempertur air dijaga ($73,4 \pm 3$)° Fahrenheit, dan kemudian ditimbang setelah keranjang digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap. Hitung berat contoh kondisi jenuh (B_a).
5. Contoh dikeringkan pada temperatur (212 ± 130)° Fahrenheit. Setelah didinginkan, contoh ditimbang. Hitung berat contoh kondisi kering (B_k).

E. Perhitungan

1. Berat Jenis (*bulk*)
$$\frac{B_k}{B_j - B_a}$$
2. Berat jenis kering permukaan jenuh
$$\frac{B_j}{B_j - B_a}$$
3. Berat jenis semu (*apparent*)
$$\frac{B_k}{B_k - B_a}$$
4. Penyerapan (absorpsi)
$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

B_k = berat contoh kering oven

B_a = berat contoh di dalam air

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria

Analisa	Rumus	I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	4805,4	4817,5	4811,45
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	Ba	2949,9	2946,1	2948
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,34	2,35	2,34
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,44	2,43	2,44
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,59	2,57	2,58
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	4,05	3,79	3,92

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

1. Berat jenis (*bulk*) = **2,34**
2. Berat jenis SSD = **2,44**
3. Berat Jenis semu (*apparent*) = **2,58**
4. Penyerapan (absorpsi) = **3,92 %**

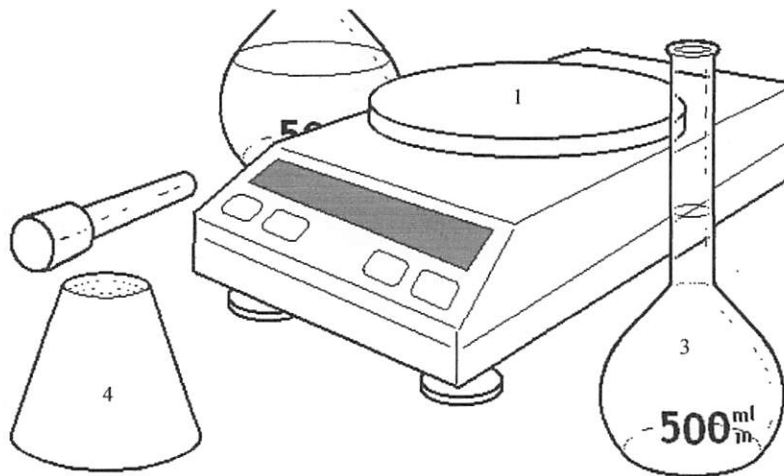
4.1.7. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah menentukan “*bulk dan apparent*” *specific gravity* dan penyerapan agregat halus menurut prosedur ASTM C-128.

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dengan kapasitas minimum 1000 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
3. Cetakan kerucut pasir (metal sand cone) dan tongkat pemadat dari logam.



Gambar 4.4. Aparatus untuk analisis specific gravity dan absorpsi agregat halus

C. Bahan

Berat contoh agregat disiapkan sebanyak 1000 gram. Contoh diperoleh dari bahan yang diproses melalui alat pemisah atau cara perempatan.

D. Prosedur Pelaksanaan

1. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
2. Sebagian dari contoh dimasukkan pada “metal sand cone mold”. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (tamper). Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Kondisi SSD (Saturated Surface Dry) contoh diperoleh jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir longsor/runtuh.
3. Contoh agregat halus seberat 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer. Isilah piknometer tadi dengan air sampai 90% penuh. Bebaskan gelembung-gelembung udara dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer tadi. Rendamlah piknometer dengan suhu air $(73,4 \pm 3)^\circ$ Fahrenheit selama 24 jam.
4. Pisahkan contoh benda uji dengan piknometer dan keringkan pada suhu $(213 \pm 230)^\circ$ Fahrenheit. Langkah ini harus diselesaikan dalam waktu 24 jam.
5. Timbanglah berat piknometer yang berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur $(73,4 \pm 4)^\circ$ Fahrenheit, dengan ketelitian 0,1 gram.

E. Perhitungan

1. Berat Jenis (*bulk*)
$$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$$
2. Berat jenis kering permukaan jenuh
$$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$$
3. Berat jenis semu (*apparent*)
$$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$$

4. Penyerapan (absorpsi) $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \%$

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

B_k = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

B_t = berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Analisa	Rumus	I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	B_k	487,70	489,00	488,35
Berat contoh kering permukaan jenuh	B_j	500,00	500,00	500,00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	678,90	666,80	672,85
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	B_t	985,60	974,20	979,90
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{(B + B_j - B_t)}$	2,52	2,54	2,53
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{(B + B_j - B_t)}$	2,59	2,60	2,59
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,69	2,69	2,69
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$	2,52	2,25	2,39

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian Agregat halus (pasir)

1. Berat jenis (*bulk*) = **2,53**
2. Berat jenis SSD = **2,59**
3. Berat Jenis semu (*apparent*) = **2,69**
4. Penyerapan (absorpsi) = **2,39 %**

4.1.8. Pengujian Keausan Agregat Kasar Batu Scoria dengan Menggunakan Alat *Los Angeles*

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan (abrasi) menggunakan alat *Los Angeles*.

1. Peralatan

Mesin Abrasi Los Angeles, yaitu mesin yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") dan panjang 50 cm (20"). Silinder ini bertumpu pada dua poros pendek tidak menerus yang berputar pada poros mendatar. Silinder mempunyai lubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

2. Bola-bola baja mempunyai diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram.
3. Saringan mulai ukuran 37,5 mm (1 1/2") sampai 2,38 mm (N0. 8).
4. Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, memanasi sampai (110 ±5) °C.

B. Bahan

Benda uji harus bersih. Bila benda uji masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimuti oleh bahan lain, maka benda uji harus dicuci

dahulu sampai bersih kemudian dikeringkan dalam suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Pisahkan benda uji ke dalam masing-masing fraksi kemudian digabungkan sesuai dengan daftar berikut.

Tabel 4.13. Berat dan Gradasi benda uji

Ukuran saringan		Berat dan gradasi benda uji (gram)			
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D
37,5 (1 ½")	25,0 (1")	1250 ± 25	-	-	-
25,0 (1")	19,0 (¾")	1250 ± 25	-	-	-
19,0 (¾")	12,5 (½")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
12,5 (½")	9,5 (¾")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
9,5 (¾")	6,3 (¼")	-	-	2500 ± 25	-
6,3 (¼")	4,75 (No.4)	-	-	2500 ± 25	-
4,75 (No.4)	2,36 (No. 8)	-	-	-	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Jumlah bola		12	11	8	6
Berat bola (gram)		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 25	2500 ± 25

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

C. Prosedur Praktikum

1. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dan mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm sebanyak 500 ± 1 putaran.
2. Setelah selesai putaran, benda uji dikeluarkan, disaring dengan saringan 4,75 mm (No. 4) dan 1,7 (No. 12). Butiran yang lebih besar dari 1,7 mm (tertahan di kedua saringan tersebut) dicuci bersih, dikeringkan dalam

oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat menjadi tetap. Kemudian timbang dengan ketelitian 5 gram.

D. Perhitungan

$$\text{Nilai keausan Los Angeles} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

b = Berat benda uji tertahan di saringan No. 12 (dan No. 4) (gram)

E. Tabel Perhitungan

Tabel 4.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)	
Saringan		I	
Lolos	Tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah
76,20 mm (3")	63,50 Mm (2,5")		
63,50 mm (2,5")	50,80 Mm (2")		
50,80 mm (2")	37,50 Mm (1,5")		
37,50 mm (1,5")	25,40 Mm (1")		
25,40 mm (1")	19,00 Mm (3/4")		
19,00 mm (3/4")	12,50 Mm (1/2")	2500	580,7
12,50 mm (1/2")	9,50 Mm (3/8")	2500	852,6
9,50 mm (3/8")	6,30 Mm (1/4")		667
6,30 mm (1/4")	4,75 Mm (No. 4)		402,2
4,75 mm (No. 4)	2,38 Mm (No. 8)		576,6
Berat tertahan saringan no 12			282,3
Jumlah berat		5000	3361,4
a	Berat benda uji semula		5000
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)		3361,4
	Keausan : $\frac{(a-b)}{a} \times 100\%$		32,77

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil penelitian

Nilai keausan = 32,77 %, menurut Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi, nilai keausan maksimum adalah 40 %

4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.2.1. Perhitungan Mix Design Beton untuk Agregat Kasar Batu Scoria

Metode British Mengacu Pada SNI 03-2847-2002

A. Data – data hasil test material

1. Berat isi agregat halus = 1,52 gr/cm³
2. Berat isi agregat kasar = 1,35 gr/cm³
3. Berat jenis agregat kasar = 2,34
4. Berat jenis agregat halus = 2,53
5. Max agregat size = 20 mm
6. Kadar air agregat halus = 6,91 % kondisi asli & 2,05 % kondisi SSD
7. Kadar air agregat kasar = 1,56 % kondisi asli & 3,55% kondisi SSD

B. Untuk kuat tekan karakteristik (f_c 17,5 MPa)

1. Kekuatan tekan karakteristik = 17,5 MPa = 17,5 N/mm²
= $17,5 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}}$ Kg/cm²
= 175 kg/cm²

2. *Deviasi Standart* = diambil yang baik antara 5,5 < S < 6,5

Tabel 4.15. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (Mpa)		
Sebutan	Jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 6,5	6,5 < S < 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < S < 3,5	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 6,5

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Faktor margin} &= 1,34 \times \text{Deviasi Standart} \\
 &= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tekan Rencana} &= \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin} \\
 &= 17,5 + 8,04 = 25,54 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Untuk kuat tekan rencana dipakai nilai 25,54 MPa.

Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847 2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

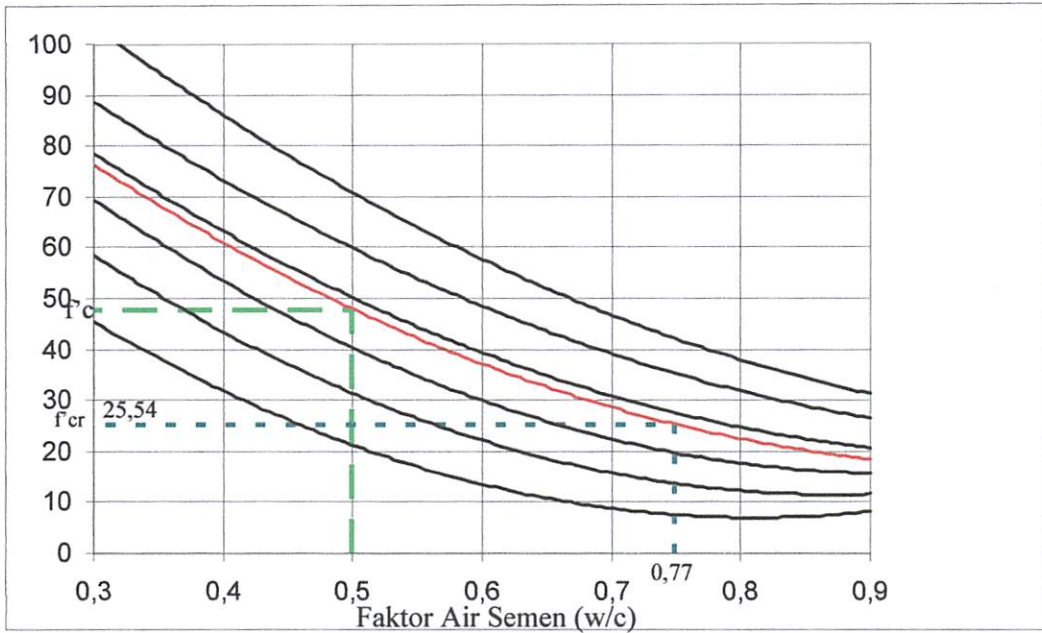
4. *Jenis semen yang digunakan* : Semen Gresik PPC 40 kg
5. *Jenis Agregat Kasar* : Dipecah
- Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.16. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Type I	Tidak dipecah	22	31	43	50
Type V	Dipecah	27	36	48	55
Type III	Tidak dipecah	29	37	49	55
	Dipecah	34	43	54	60

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

Grafik 4.7. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Garis merah = kurva bentukan dari 0,5 , 48 (tergantung dari bahan yang digunakan)

Garis Hitam = garis bantu hubungan W/C dengan kekuatan beton

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0,77$$

Dari pembacaan table diatas didapat W/C = 0,77

7. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.17. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)								
	-	-	-	-	25	20	20	20	20
Ringan	-	-	-	-	25	20	20	20	20
Sedang	-	-	-	-	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	-	-	-	-	40	30	25
Sangat buruk	-	-	-	-	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	-	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,78	0,75	0,73	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	213	225	238	250	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	17,5	20	22,5	25	30	35	40	45	50

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang di tentukan 17,5 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c minimum pada tabel yaitu = 0,78

8. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan :

terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.6) dan Faktor air semen maksimum (no.7) adalah 0,77

9. Slump rencana = 60 – 180 mm

10. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan

no : $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

11. Kadar air bebas :

Tabel 4.18. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Jumlah air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Dipecah	150	180	205	225
	Tidak dipecah	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipecah	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipecah	155	175	190	205

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 11 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215$ mm

$$\begin{aligned}
 12. \quad \text{Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{215}{0,77} = 279,22 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

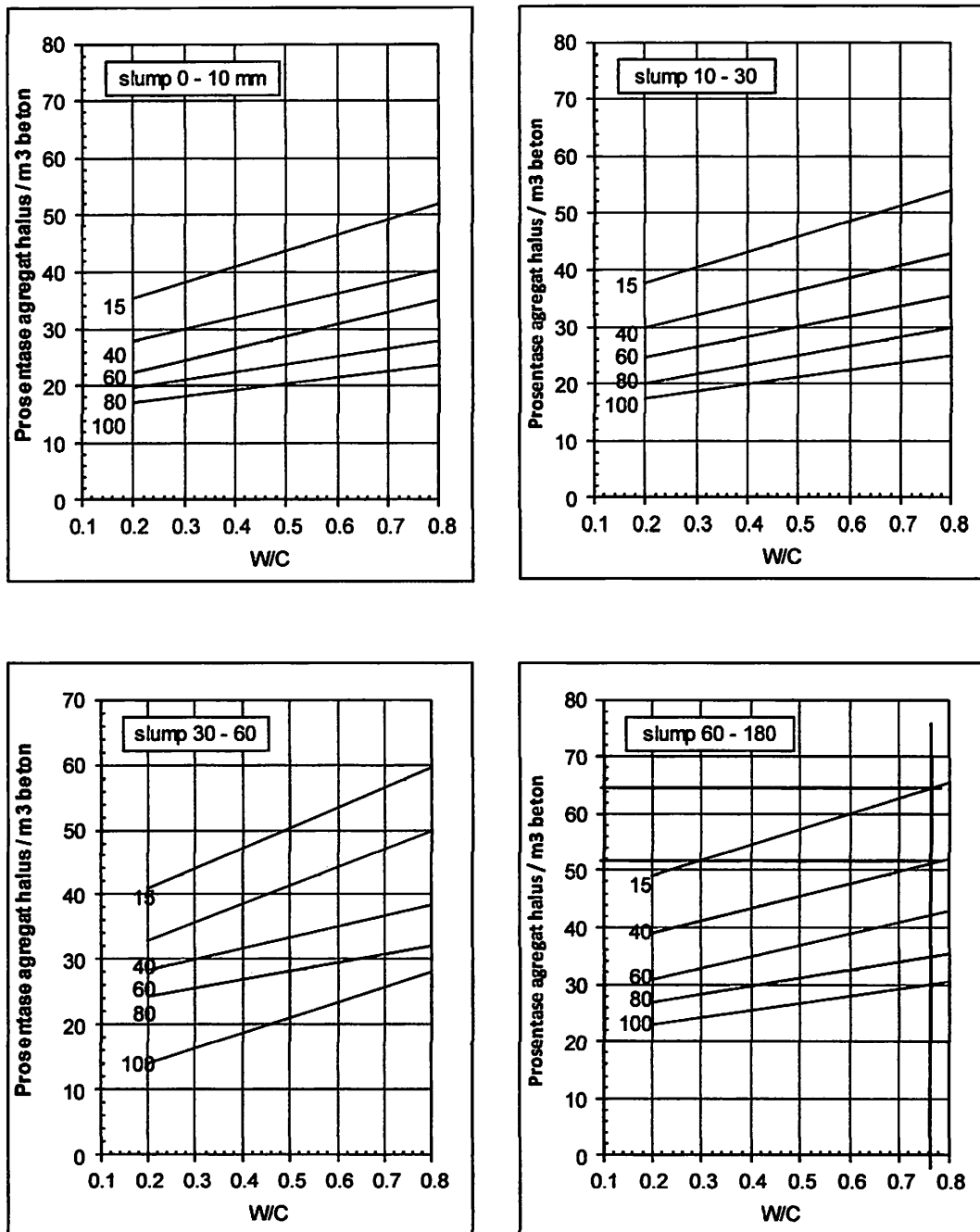
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0,78 diperoleh jumlah semen minimum 213 mm

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan :

adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.12) dengan jumlah semen minimum (no.13), yaitu 279,22 kg/m³.

15. Proporsi agregat Halus dengan slump 60 - 180 mm.



Sumber : SNI 03-2847-2002

Grafik 4.8. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{51\% + 64\%}{2} = 57,50\%$$

$$16. \text{ Proporsi agregat kasar} = 100\% - 57,50\% = 42,50\%$$

17. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) = 2,59

18. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,44

19. Berat jenis agregat gabungan :

$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)}$$

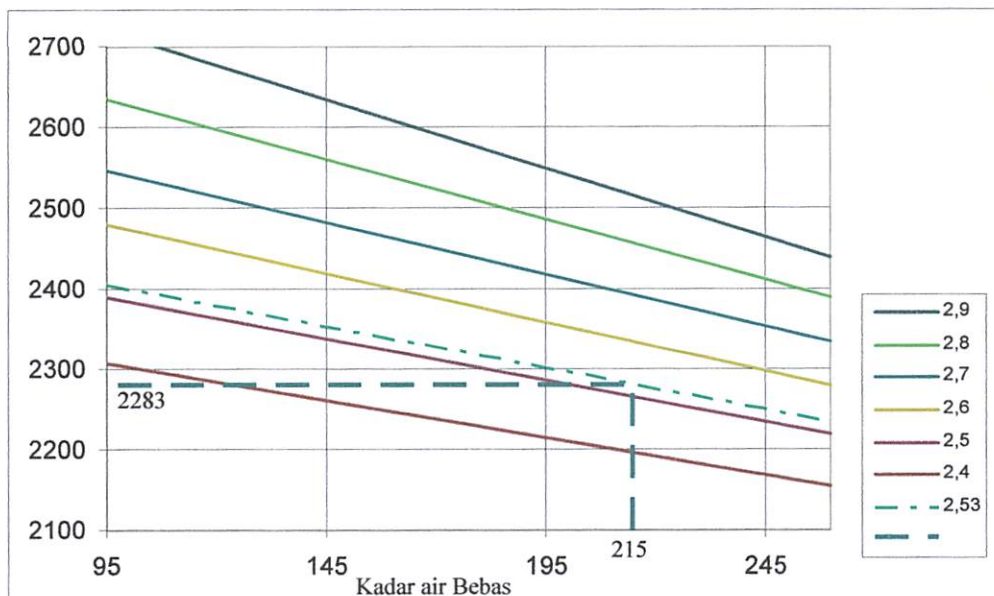
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)}$$

$$/ 100 \%$$

$$= ((57,50) \cdot (2,59) + (42,50) \cdot (2,44)) / 100$$

$$= 2,53$$

20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.9. di dapat 2283kg/m³



Grafik 4.9. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

= Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – Jumlah semen yang di rencanakan (no.14)

$$= (2283) - (215) - (279,22) = 1788,78 \text{ kg/m}^3$$

22. *Jumlah agregat halus :*

$$= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no 21)}}{100}$$

$$= \frac{57,50 \times 1788,78}{100}$$

$$= 1028,55 \text{ kg/m}^3$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

$$= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:16) x jumlah total agregat (no.21)}}{100}$$

$$= \frac{42,50 \times 1788,78}{100}$$

$$= 760,23 \text{ kg/m}^3$$

24. *Kadar air agregat halus (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

25. *Kadar air agregat kasar (asli):*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

26. *Kadar air agregat halus (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

27. *Kadar air Agregat kasar (SSD) :*
sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %
28. *Kelebihan air dalam agregat halus :*
= Kadar air SSD agregat halus – Kadar air agregat halus asli
= 2,05 – 6,91 = - 4,86 kg/m³
29. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*
= Kadar air SSD agregat kasar – Kadar air agregat kasar asli
= 3,55 – 1,56 = 1,98 kg/m³
30. *Jumlah agregat halus :*
= {[100 + Kadar air agregat halus (asli) (no.24)] / [100 + Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)] x Jumlah agregat halus (no.22)}
= {[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] x (1028,55)} = 1077,48 kg/m³
31. *Jumlah agregat kasar :*
= {[100 + Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)] / [100 + Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)] x Jumlah agregat kasar (no.23)}
= {[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] x (760,23)} = 745,66 kg/m³
32. *Jumlah air :*
= Kadar air bebas (no.11) + Kelebihan air dalam agregat halus (no.28) +
Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)
= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 kg/m³

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 279,22 kg/m³ untuk jumlah semen (no.14)
- 1077,48 kg/m³ untuk jumlah agregat halus (no.30)
- 745,66 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no.31)
- 212,13 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no.32)

Tabel 4. 19 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan				
Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
Per m ³	279,22	1077,48	745,66	212,13
Perbandingan berat	1	3,86	2,67	0,76

Sumber : Data Hasil Penelitian

C. Untuk kuat tekan karakteristik (f_c 20 MPa)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} &= 20 \text{ MPa} = 20 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 20 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2 \\
 &= 200 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. *Deviasi Standart* = diambil yang baik antara $5,5 < S < 6,5$

Tabel 4.20. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (Mpa)		
Sebutan	Jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 6,5	6,5 < S < 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < S < 3,5	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 6,5

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

$$3. \text{ Faktor margin} = 1,34 \times \text{Deviasi Standart}$$

$$= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat Tekan Rencana} = \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin}$$

$$= 20 + 8,04 = 28,04 \text{ MPa}$$

Untuk kuat tekan rencana dipakai nilai yang terbesar yaitu 28,04 MPa.

Sumber : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847 2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*

4. *Jenis semen yang digunakan* : Semen Gresik PPC 40 kg

5. *Jenis Agregat Kasar* : Dipecah

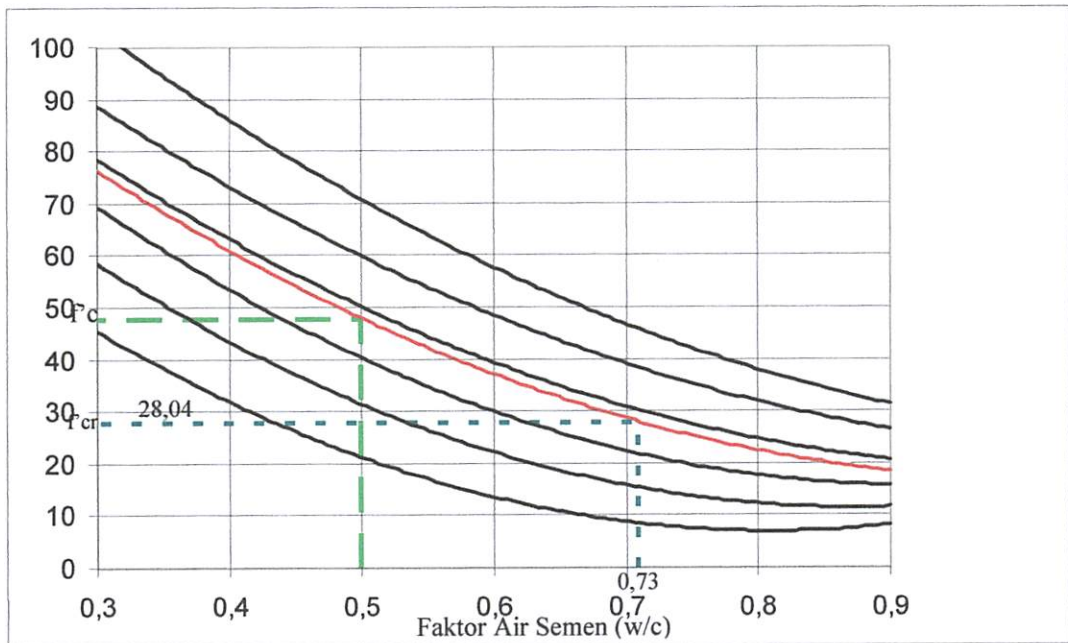
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

6. *Faktor air semen (W/C)* :

Tabel 4.21. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I	Tidak dipecah	22	31	43	50
Tipe V	Dipecah	27	36	48	55
Tipe III	Tidak dipecah	29	37	49	55
	Dipecah	34	43	54	60

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*



Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

Grafik 4.10. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Garis merah = kurva bentukan dari 0,5 , 48 (tergantung dari bahan yang digunakan)

Garis Hitam = garis bantu hubungan W/C dengan kekuatan beton

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0,73$$

Dari pembacaan table diatas didapat $W/C = 0,73$

7. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.22. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)							
				25	20	20	20	20
Ringan				-	35	30	25	20
Sedang				-	-	40	30	25
Buruk				-	-	50	40	30
Sangat buruk				-	-	-	60	50
Ekstrim				-	-	-	-	-
W/C maksimum	0,75	0,73	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	225	232	250	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	20	22,5	25	30	35	40	45	50

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c minimum pada tabel yaitu = 0,75

8. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan :

terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.6) dan Faktor air semen maksimum (no.7) adalah 0,73

9. Slump rencana = 60 – 180 mm

10. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no

: $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

11. Kadar air bebas :

Tabel 4. 23. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Jumlah air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Dipecah	150	180	205	225
	Tidak dipecah	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipecah	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipecah	155	175	190	205

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 11 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215$ mm

$$\begin{aligned}
 12. \text{ Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{215}{0.73} = 294,92 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

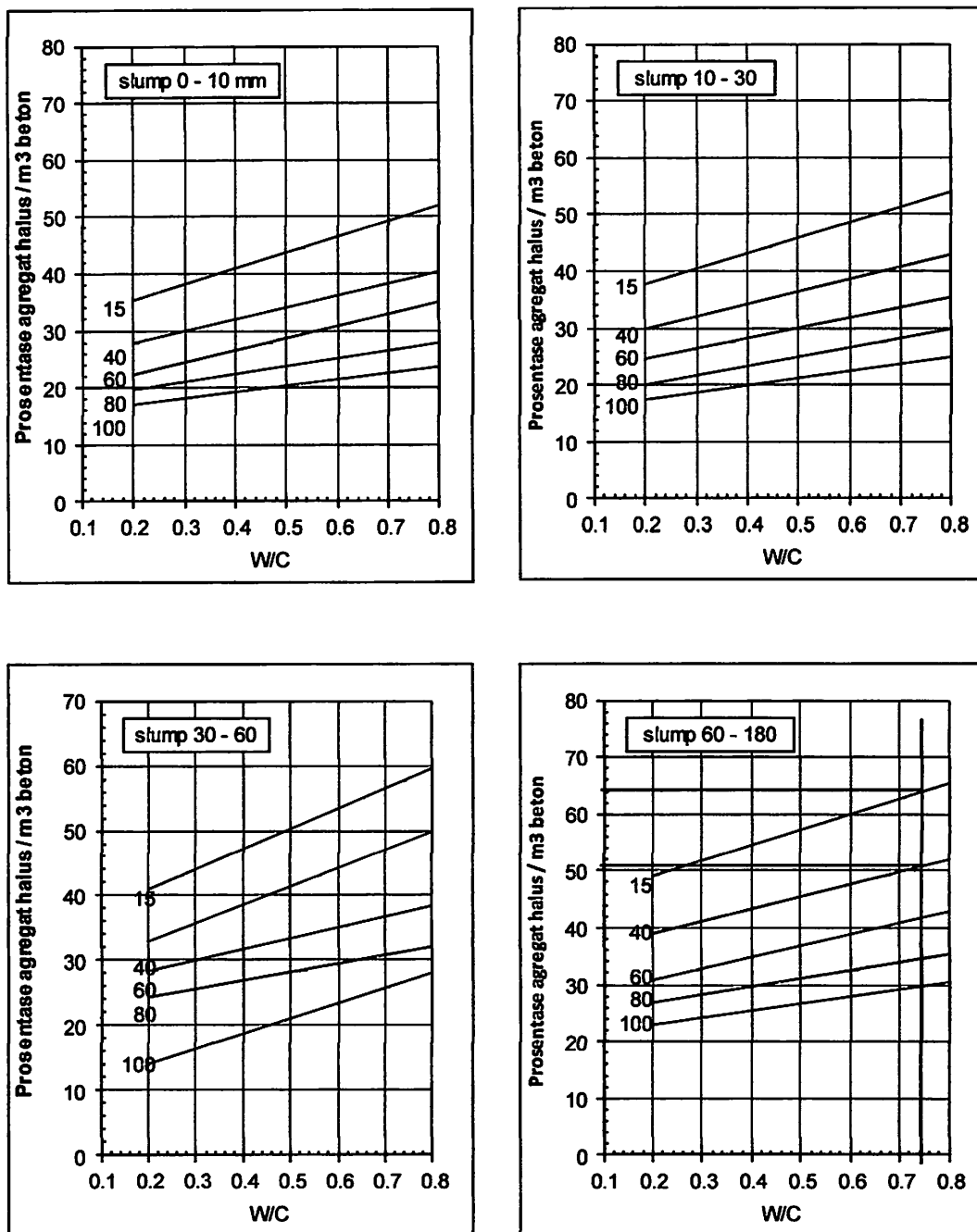
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0.73 diperoleh jumlah semen minimum 232 mm.

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan :

adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.12) dengan jumlah semen minimum (no.13), yaitu 294,92 kg/m³.

15. Proporsi agregat Halus dengan slump 60 - 180 mm.

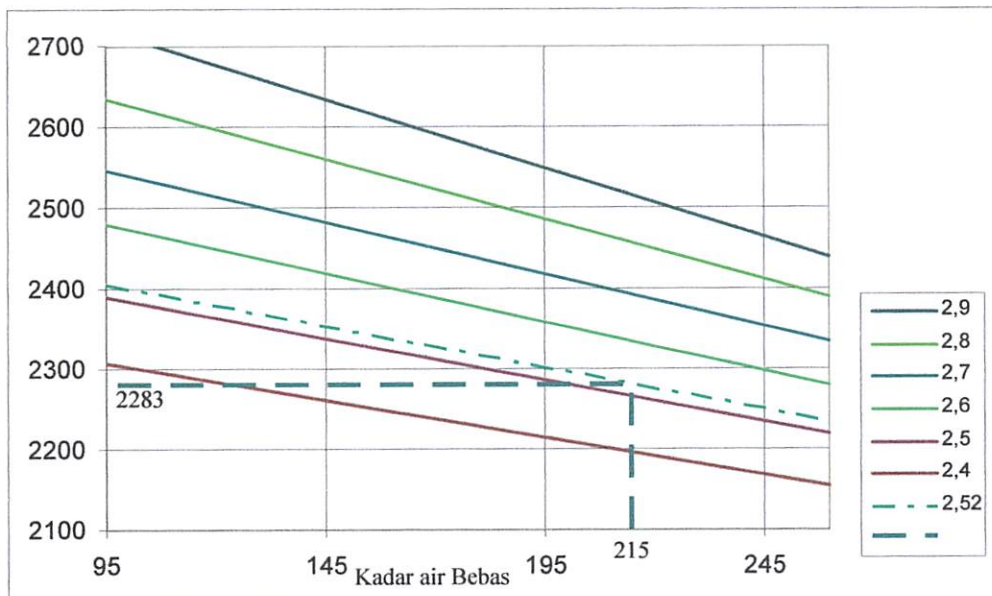


Sumber : SNI 03-2847-2002

Grafik 4.11. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

- Jumlah Proporsi agregat halus $= \frac{52\% + 62\%}{2} = 57\%$
16. Proporsi agregat kasar $= 100\% - 57,50\% = 43\%$
17. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) : 2,59
18. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) : 2.44
19. Berat jenis agregat gabungan :
- $=$ Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)
 $+$ Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)
 $/100 \%$
- $= ((57).(2,59) + (43).(2,44))/100$
- $= 2,52$
20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.12. didapat 2283 kg/m^3



Grafik 4.12. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

$$\begin{aligned} &= \text{Berat jenis beton basah (no.20)} - \text{Kadar air bebas (no.11)} - \text{jumlah} \\ &\quad \text{semen yang di rencanakan (no.14)} \\ &= (2283) - (215) - (294,92) = 1773,08 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. *Jumlah agregat halus :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no 21)}}{100} \\ &= \frac{57 \times 1773,08}{100} \\ &= 1010,65 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:16) x jumlah total agregat (no.21)}}{100} \\ &= \frac{43 \times 1773,08}{100} \\ &= 762,42 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. *Kadar air agregat halus (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

25. *Kadar air agregat kasar (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

26. *Kadar air agregat halus (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

27. *Kadar air Agregat kasar (SSD) :*
sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %
28. *Kelebihan air dalam agregat halus :*
= Kadar air SSD agregat halus – Kadar air agregat halus asli
= 2,05 – 6,91 = - 4,86 kg/m³
29. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*
= Kadar air SSD agregat kasar – Kadar air agregat kasar asli
= 3,55 – 1,56 = 1,98 kg/m³
30. *Jumlah agregat halus :*
= {[100 + Kadar air agregat halus (asli) (no.24)] / [100 + Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)] x Jumlah agregat halus (no. 22)}
= {[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] x (1010,65)} = 1058,73 kg/m³
31. *Jumlah agregat kasar :*
= {[100 + Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)] / [100 + Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)] x Jumlah agregat kasar (no. 23)}
= {[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] x (762,42)} = 747,81 kg/m³
32. *Jumlah air :*
= Kadar air bebas (no. 11) + Kelebihan air dalam agregat halus (no.28) +
Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)
= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 kg/m³

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 294,92 kg/m³ untuk semen (no:14)

- 1058,73 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 747,81kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 212,13 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4. 24. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan				
Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
Per m ³	294,92	1058,73	747,81	212,13
Perbandingan berat	1	3,59	2,54	0,72

Sumber : Data Hasil Penelitian

D. Untuk kuat tekan karakteristik 22,5

1. *Kekuatan tekan karakteristik* = 22,5 MPa = 22,5 N/mm²

$$= 22,5 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 250 \text{ kg/cm}^2$$

2. *Deviasi Standart* = diambil yang baik antara 5,5 < S < 6,5

Tabel 4.25. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (Mpa)		
Sebutan	Jumlah beton (m³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 6,5	6,5 < S < 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < S < 3,5	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 6,5

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

$$3. \text{ Faktor margin} = 1,34 \times \text{Deviasi Standart}$$

$$= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat Tekan Rencana} = \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin}$$

$$= 22,5 + 8,04 = 30,54 \text{ MPa}$$

Untuk kuat tekan rencana dipakai nilai yang terbesar yaitu 30,54 MPa.

*Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847 2002)
Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*

4. Jenis semen yang digunakan : Semen Gresik PPC 40 kg.

5. Jenis Agregat Kasar : Dipecah.

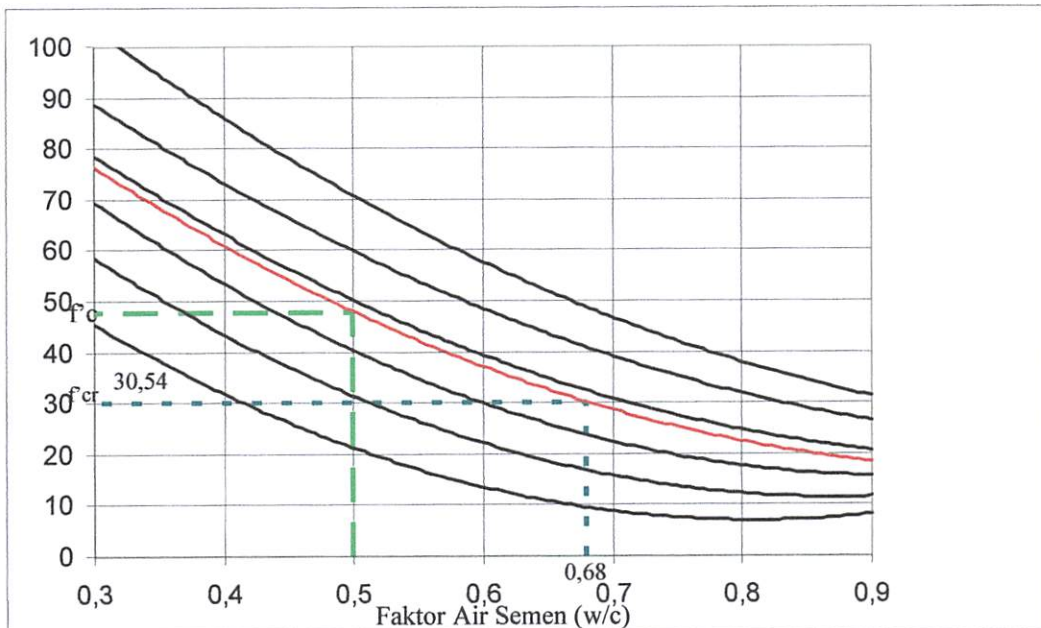
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah.

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.26. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I Tipe V	Tidak dipecah	22	31	43	50
	Dipecah	27	36	48	55
Tipe III	Tidak dipecah	29	37	49	55
	Dipecah	34	43	54	60

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

Grafik 4.13. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Garis merah = kurva bentukan dari 0,5 , 48 (tergantung dari bahan yang digunakan)

Garis Hitam = garis bantu hubungan W/C dengan kekuatan beton

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0,68$$

Dari pembacaan table diatas didapat W/C = 0,68

Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.27. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)						
	-	-	25	20	20	20	20
Ringan	-	-	25	20	20	20	20
Sedang	-	-	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	-	-	40	30	25
Sangat buruk	-	-	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,73	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	238	250	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	22,5	25	30	35	40	45	50

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang di tentukan 22,5 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c minimum pada tabel yaitu = 0,73

7. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan :

terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.6) dan Faktor air semen maksimum (no.7) adalah 0,68

8. Slump rencana = 60 – 180 mm.

9. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no

: $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 m.

10. Kadar air bebas :

Tabel 4. 28. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Jumlah air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 – 60	60 – 180
10	Dipecah	150	180	205	225
	Tidak dipecah	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipecah	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipecah	155	175	190	205

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 11 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215$ mm

$$\begin{aligned}
 11. \text{ Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{215}{0,68} = 318,52 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

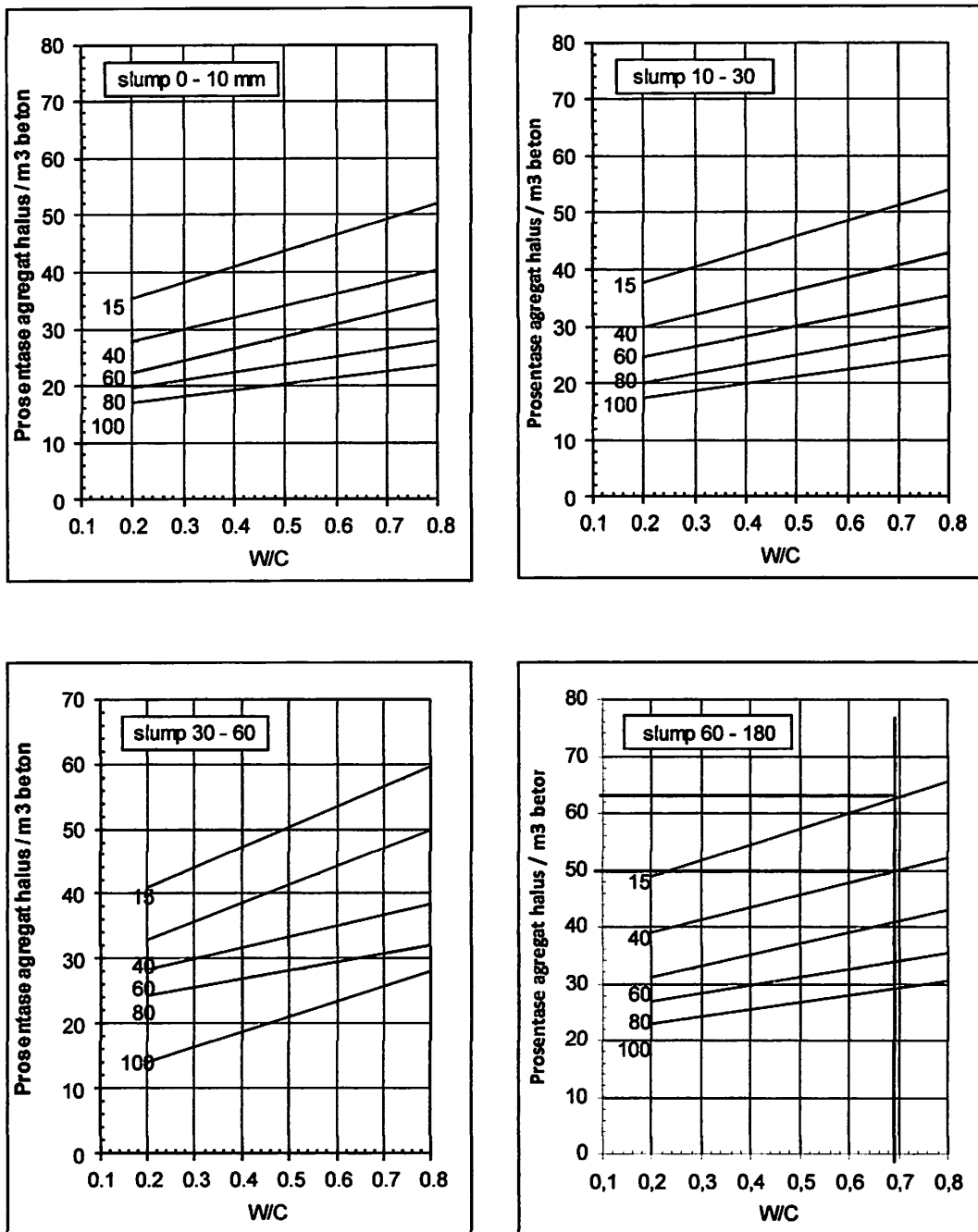
12. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0,73 diperoleh jumlah semen minimum 238 mm.

13. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan :

adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.12) dengan jumlah semen minimum (no.13), yaitu 318,52 kg/m³.

14. Proporsi agregat Halus dengan slump 60 - 180 mm.



Sumber : SNI 03-2847-2002

Grafik 4.14. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{49\% + 63\%}{2} = 56\%$$

15. *Proporsi agregat kasar* = 100% - 57,50% = 44%

16. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) : 2,59*

17. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) : 2,44*

18. *Berat jenis agregat gabungan :*

$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)}$$

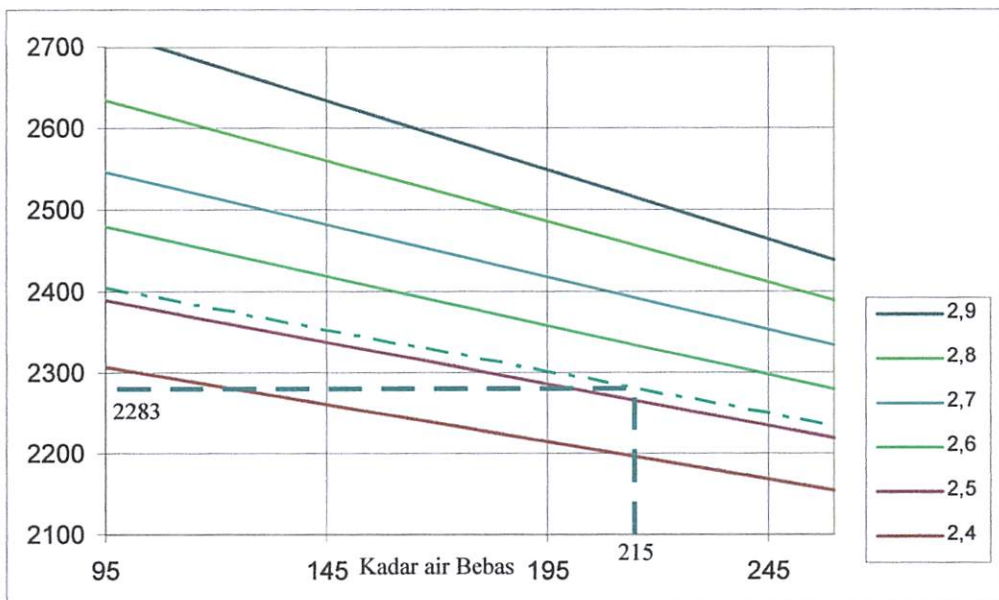
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)}$$

$$/100 \%$$

$$= ((56).(2,59) + (44).(2,44))/100$$

$$= 2,52$$

19. *Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.15. di dapat 2283 kg/m³*



Grafik 4.15. : Perkiraan berat jenis beton segar

20. *Total jumlah agregat :*

= Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – jumlah semen yang di rencanakan (no.14)

$$= (2283) - (215) - (318,52) = 1749,48 \text{ kg/m}^3$$

21. *Jumlah agregat halus :*

$$= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no.21)}}{100}$$

$$= \frac{56 \times 1749,48}{100}$$

$$= 979,71 \text{ kg/m}^3$$

22. *Jumlah agregat kasar :*

$$= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:16) x jumlah total agregat (no.21)}}{100}$$

$$= \frac{44 \times 1749,48}{100}$$

$$= 769,77 \text{ kg/m}^3$$

23. *Kadar air agregat halus (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

24. *Kadar air agregat kasar (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

25. *Kadar air agregat halus (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

26. *Kadar air Agregat kasar (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %

27. *Kelebihan air dalam agregat halus :*

= Kadar air SSD agregat halus – Kadar air agregat halus asli

= 2,05 – 6,91 = - 4,86 kg/m³

28. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*

= Kadar air SSD agregat kasar – Kadar air agregat kasar asli

= 3,55 – 1,56 = 1,98 kg/m³

29. *Jumlah agregat halus :*

= {[100 + Kadar air agregat halus (asli) (no.24)] / [100 + Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)] x Jumlah agregat halus (no.22)}

= {[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] x (979,71)} = 1026,32kg/m³

30. *Jumlah agregat kasar :*

= {[100 + Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)] / [100 + Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)] x Jumlah agregat kasar (no.23)}

= {[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] x (769,77)} = 755,02kg/m³

31. *Jumlah air :*

= Kadar air bebas (no.11) + Kelebihan air dalam agregat halus (no.28) +
Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)

= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 kg/m³

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 318,52 kg/m³ untuk semen (no:14)
- 1026,32 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 755,32 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 212,13 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4. 29. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan				
Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
Per m ³	318,52	1026,32	755,32	212,13
Perbandingan berat	1	3,22	2,37	0,67

Sumber : Data Hasil Penelitian

E. Untuk kuat tekan karakteristik 25

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} &= 25 \text{ MPa} = 25 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 25 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2 \\
 &= 250 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. *Deviasi Standart* = diambil yang baik antara $5,5 < S < 6,5$

Tabel 4.30. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (Mpa)		
Sebutan	Jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 6,5	6,5 < S < 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 5,5	5,5 < S < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < S < 3,5	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 6,5

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Faktor margin} &= 1,34 \times \text{Deviasi Standart} \\
 &= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tekan Rencana} &= \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin} \\
 &= 25 + 8,04 = 33,04 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Untuk kuat tekan rencana dipakai nilai yang terbesar yaitu 33,04 MPa.

Sumber : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847 2002)*

Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

4. *Jenis semen yang digunakan* : Semen Gresik PPC 40 kg

5. *Jenis Agregat Kasar* : Dipecah.

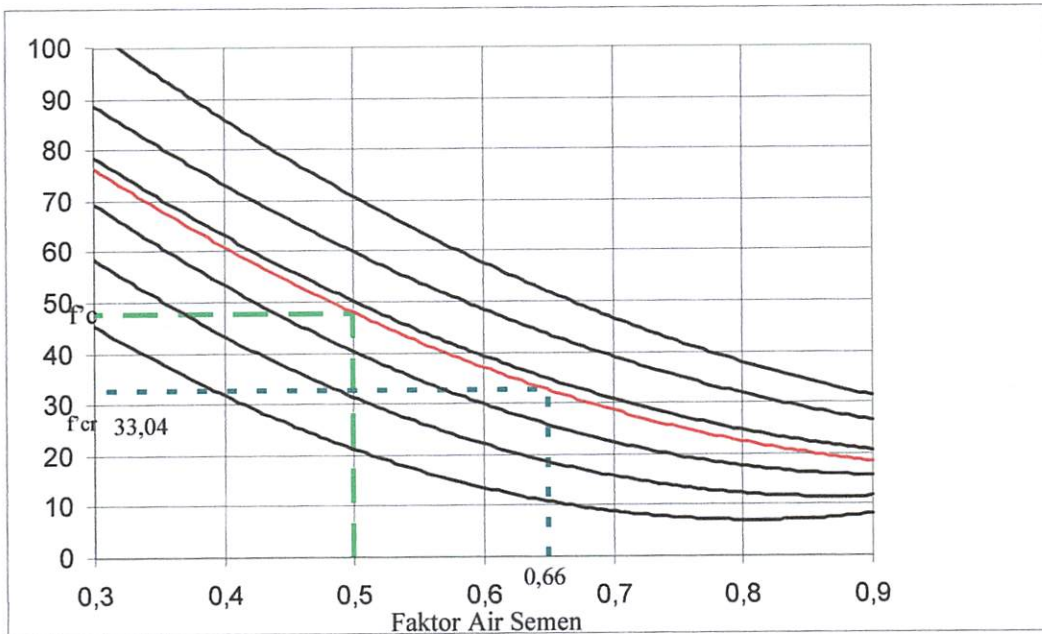
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah.

6. *Faktor air semen (W/C)* :

Tabel 4.31. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I Tipe V	Tidak dipecah	22	31	43	50
	Dipecah	27	36	48	55
Tipe III	Tidak dipecah	29	37	49	55
	Dipecah	34	43	54	60

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*



Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

Grafik 4.16. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Garis merah = kurva bentukan dari 0,5 , 48 (tergantung dari bahan yang digunakan)

Garis Hitam = garis bantu hubungan W/C dengan kekuatan beton

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0,66$$

Dari pembacaan table diatas didapat W/C = 0,66

7. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.32. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)					
	-	25	20	20	20	20
Ringan	-	25	20	20	20	20
Sedang	-	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	-	40	30	25
Sangat buruk	-	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	250	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	25	30	35	40	45	50

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang di tentukan 25 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c minimum pada tabel yaitu = 0,70

8. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan :

terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.7) dan Faktor air semen maksimum (no.8) adalah 0,66

9. Slump rencana = 60 – 180 mm.

10. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no

: $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

11. Kadar air bebas :

Tabel 4. 33. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Jumlah air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Dipecah	150	180	205	225
	Tidak dipecah	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipecah	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipecah	155	175	190	205

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 11 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215$ mm

$$\begin{aligned}
 12. \text{ Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Airbebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{215}{0.66} = 326,25 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

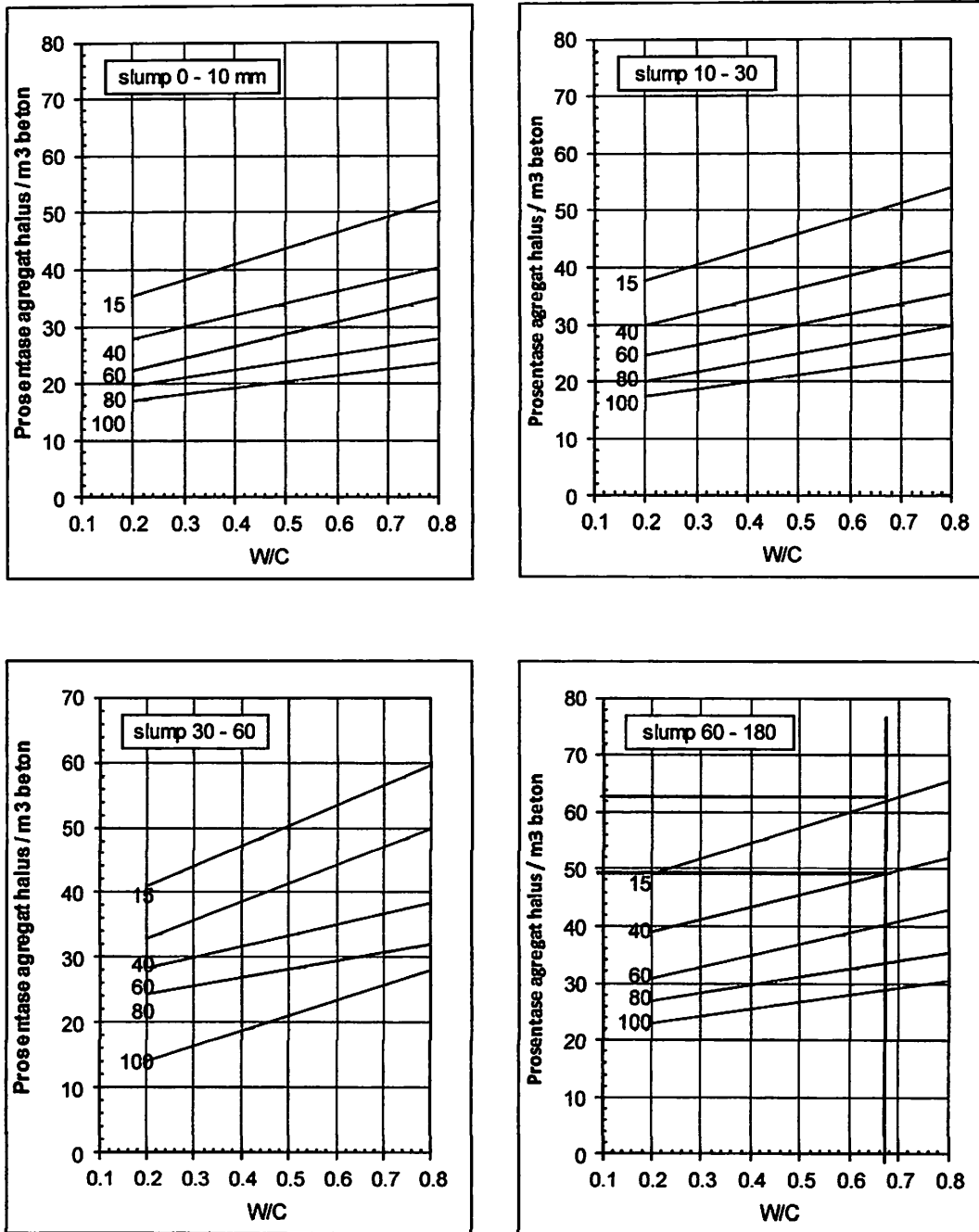
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0.70 diperoleh jumlah semen minimum 250 mm.

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan :

adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.12) dengan jumlah semen minimum (no.13), yaitu 326,25 kg/m³.

15. Proporsi agregat Halus dengan slump 60 - 180 mm.



Sumber : SNI 03-2847-2002

Grafik 4.17. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{48\% + 62\%}{2} = 55\%$$

16. *Proporsi agregat kasar* = 100% - 57,50% = 45%

17. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) : 2,59*

18. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) : 2,44*

19. *Berat jenis agregat gabungan :*

$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)}$$

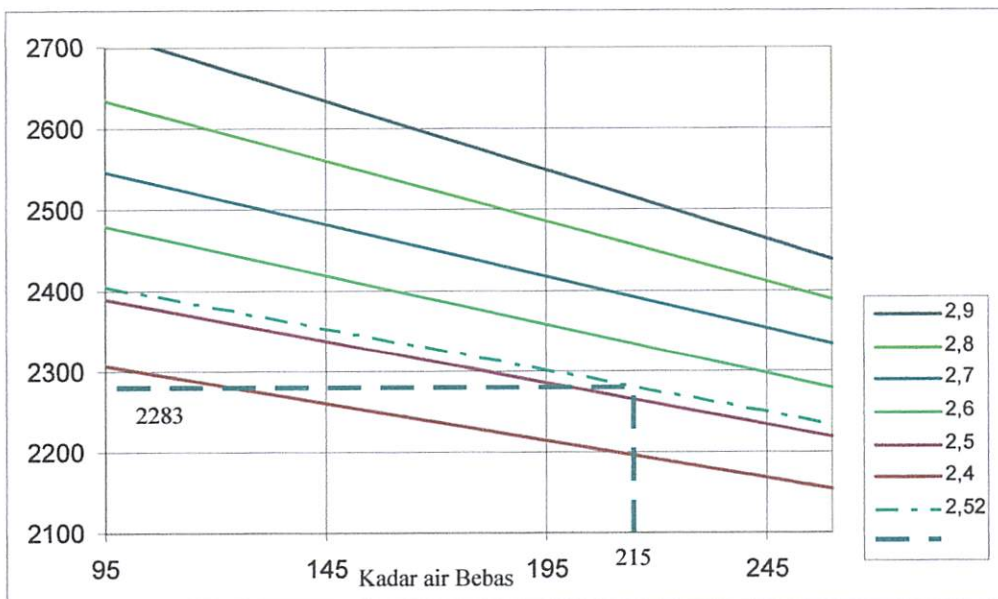
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)}$$

$$/100 \%$$

$$= ((55).(2,59) + (45).(2,44))/100$$

$$= 2,52$$

20. *Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.18 di dapat 2283 kg/m³*



Grafik 4.18. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

$$\begin{aligned} &= \text{Berat jenis beton basah (no.20)} - \text{Kadar air bebas (no.11)} - \text{jumlah} \\ &\quad \text{semen yang di rencanakan (no.14)} \\ &= (2283) - (215) - (326,25) = 1741,75 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. *Jumlah agregat halus :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no 21)}}{100} \\ &= \frac{55 \times 1741,75}{100} \\ &= 957,96 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:16) x jumlah total agregat (no. 21)}}{100} \\ &= \frac{45 \times 1741,75}{100} \\ &= 783,79 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. *Kadar air agregat halus (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

25. *Kadar air agregat kasar (asli) :*

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

26. *Kadar air agregat halus (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

27. *Kadar air Agregat kasar (SSD) :*

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %

28. *Kelebihan air dalam agregat halus :*

= Kadar air SSD agregat halus – Kadar air agregat halus asli

$$= 2,05 - 6,91 = - 4,86 \text{ kg/m}^3$$

29. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*

= Kadar air SSD agregat kasar – Kadar air agregat kasar asli

$$= 3,55 - 1,56 = 1,98 \text{ kg/m}^3$$

30. *Jumlah agregat halus :*

= {[100 + Kadar air agregat halus (asli) (no.24)] / [100 + Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)] x Jumlah agregat halus (no. 22)}

$$= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (957,96)\} = 1003,54 \text{ kg/m}^3$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

= {[100 + Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)] / [100 + Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)] x Jumlah agregat kasar (no.23)}

$$= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (783,79)\} = 768,77/\text{m}^3$$

32. *Jumlah air :*

= Kadar air bebas (no.11) + Kelebihan air dalam agregat halus (no.28) +
Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)

$$= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 \text{ kg/m}^3$$

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 326,25 kg/m³ untuk semen (no:14)
- 1003,54 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 768,77 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 212,13 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4.34 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan				
Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
Per m ³	326,25	1003,54	768,77	212,13
Perbandingan berat	1	3,08	2,36	0,65

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.3. Perhitungan kebutuhan bahan

4.3.1. Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan/m³.

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu 0,03 m³, maka untuk membuat benda uji silinder 10 x 20 sebanyak 40 buah.

Perhitungan volume Silinder d x t = 10 x 20

$$\begin{aligned}
 &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\
 &= (3,14 \times 5^2 \times 20) \times (40 \times 1,2) \\
 &= 0,07536 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

4.4 Hasil Uji Slump

Tabel 4. 35. : Hasil Uji Slump

No	Mutu Beton (Mpa)	Slump Rencana (cm)	Slump Realisasi (cm)
1	17,5	5 - 10	7
2	20	5 - 10	6
3	22,5	5 - 10	7
4	25	5 - 10	7

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Hasil Pengujian Porositas Beton

Pengujian Porositas beton ini dilakukan pada 10 benda uji silinder 10 x 20 cm pada umur 28 hari.

Metode untuk menguji Porositas beton ini didasarkan pada teori volume pori terbuka, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data Porositas beton batu scoria.

- **Perhitungan Porositas**

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{(W_{\text{sd}} - W_0)}{(V \times B_j)} \times 100\% \\ &= \frac{(3,60 - 3,27)}{3,14 \times 0,5^2 \times 0,2 \times 1000} \times 100\% \\ &= 21,019 \% \end{aligned}$$

Dimana :

W_{sd} = berat benda uji keadaan jenuh permukaan kering (Kg)

W_0 = berat benda uji keadaan kering oven (Kg)

B_j air = berat jenis air 1000 kg/m³

V benda uji = Volume benda uji (m³)

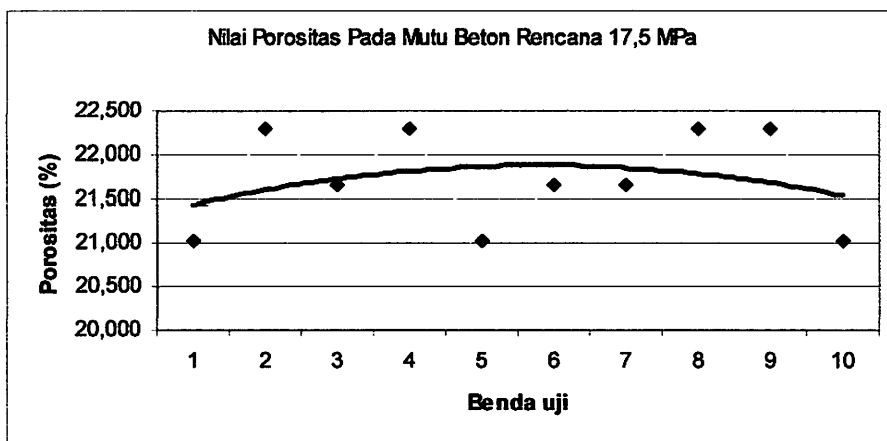
Selanjutnya hasil perhitungan porositas untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 5.1. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 17,5 Mpa

Tanggal Buat : 8 juni 2011
 Tanggal Tes : 5 juli 2011
 Umur : 28 hari
 Bentuk Benda Uji : Silinder 10 x 20

No	Wssd (Kg)	Wa (Kg)	V. Benda Uji (m3)	Bj. Air (kg/m3)	Berat Volume ssd (kg/m3)	Berat Volume kering (kg/m3)	Porositas (%)	Rata – Rata Berat Volume ssd (kg/m3)	Rata – Rata Berat Volume kering (kg/m3)	Rata – Rata Porositas (%)
1	3,6	3,27	0,00157	1000	2292,99363	2082,80255	21,019	2270,701	2053,503	21,720
2	3,53	3,18	0,00157	1000	2248,40764	2025,47771	22,293			
3	3,59	3,25	0,00157	1000	2286,62420	2070,06369	21,656			
4	3,55	3,2	0,00157	1000	2261,14650	2038,21656	22,293			
5	3,56	3,23	0,00157	1000	2267,51592	2057,32484	21,019			
6	3,49	3,15	0,00157	1000	2222,92994	2006,36943	21,656			
7	3,61	3,27	0,00157	1000	2299,36306	2082,80255	21,656			
8	3,74	3,39	0,00157	1000	2382,16561	2159,23567	22,293			
9	3,5	3,15	0,00157	1000	2229,29936	2006,36943	22,293			
10	3,48	3,15	0,00157	1000	2216,56051	2006,369427	21,019			

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.1. Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 17,5 MPa

Tabel 5.2. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 20 Mpa

Tanggal Buat : 9 juni 2011

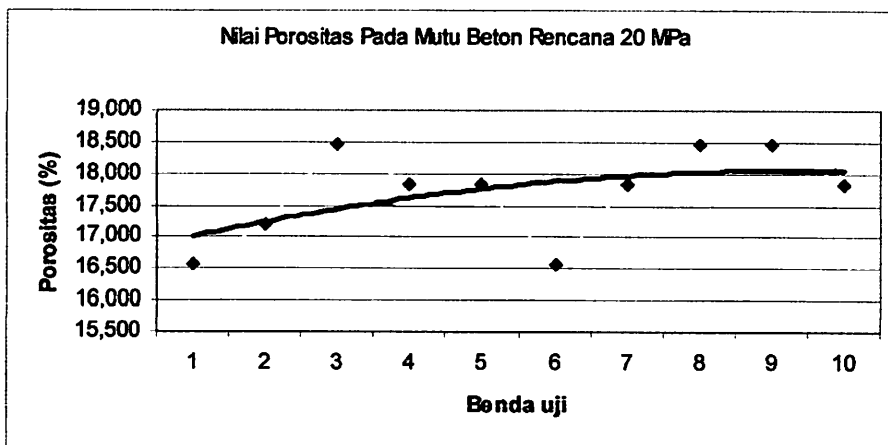
Tanggal Tes : 6 juli 2011

Umur : 28 hari

Bentuk Benda Uji : Silinder 10 x 20

No	Wssd (Kg)	Wa (Kg)	V. Benda Uji (m3)	Bj. Air (kg/m3)	Berat Volume ssd (kg/m3)	Berat Volume kering (kg/m3)	Porositas (%)	Rata – Rata Berat Volume ssd (kg/m3)	Rata – Rata Berat Volume kering (kg/m3)	Rata – Rata Porositas (%)
1	3,65	3,39	0,00157	1000	2324,84076	2159,23567	16,561	2313,376	2136,306	17,707
2	3,61	3,34	0,00157	1000	2299,36306	2127,38854	17,197			
3	3,63	3,34	0,00157	1000	2312,10191	2127,38854	18,471			
4	3,68	3,40	0,00157	1000	2343,94904	2165,60510	17,834			
5	3,55	3,27	0,00157	1000	2261,14650	2082,80255	17,834			
6	3,62	3,36	0,00157	1000	2305,73248	2140,12739	16,561			
7	3,62	3,34	0,00157	1000	2305,73248	2127,38854	17,834			
8	3,74	3,45	0,00157	1000	2382,16561	2197,45223	18,471			
9	3,67	3,38	0,00157	1000	2337,57962	2152,86624	18,471			
10	3,55	3,27	0,00157	1000	2261,146497	2082,802548	17,834			

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.2. Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 20 MPa

Tabel 5.3. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 22,5 Mpa

Tanggal Buat : 10 juni 2011

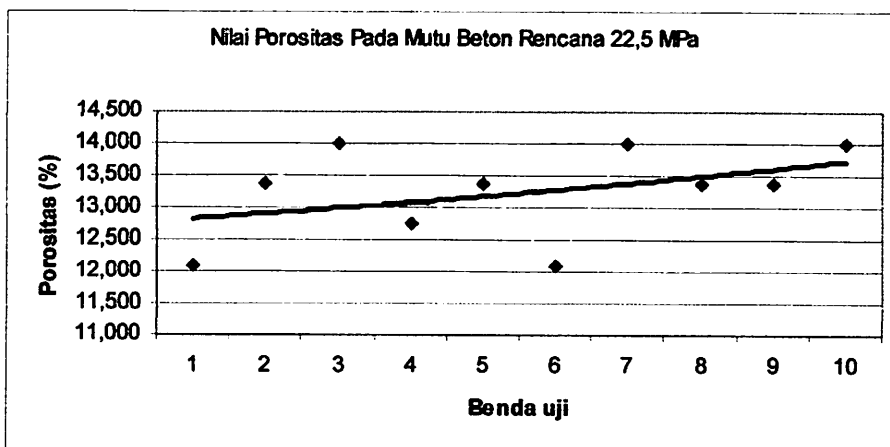
Tanggal Tes : 7 juli 2011

Umur : 28 hari

Bentuk Benda Uji : Silinder 10 x 20

No	Wssd (Kg)	Wa (Kg)	V. Benda Uji (m3)	Bj. Air (kg/m3)	Berat Volume ssd (kg/m3)	Berat Volume kering (kg/m3)	Porositas (%)	Rata - Rata Berat Volume ssd (kg/m3)	Rata - Rata Berat Volume kering (kg/m3)	Rata - Rata Porositas (%)
1	3,63	3,44	0,00157	1000	2312,10191	2191,08280	12,102	2357,962	2225,478	13,213
2	3,7	3,49	0,00157	1000	2356,68790	2222,92994	13,376			
3	3,66	3,44	0,00157	1000	2331,21019	2191,08280	14,013			
4	3,69	3,49	0,00157	1000	2350,31847	2222,92994	12,739			
5	3,7	3,49	0,00157	1000	2356,68790	2222,92994	13,376			
6	3,66	3,47	0,00157	1000	2331,21019	2210,19108	12,102			
7	3,67	3,45	0,00157	1000	2337,57962	2197,45223	14,013			
8	3,94	3,73	0,00157	1000	2509,55414	2375,79618	13,376			
9	3,71	3,5	0,00157	1000	2363,05732	2229,29936	13,376			
10	3,66	3,44	0,00157	1000	2331,210191	2191,082803	14,013			

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.3. Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 22,5 MPa

Tabel 5.4. Porositas Untuk Mutu Beton Rencana 25 Mpa

Tanggal Buat : 11 juni 2011

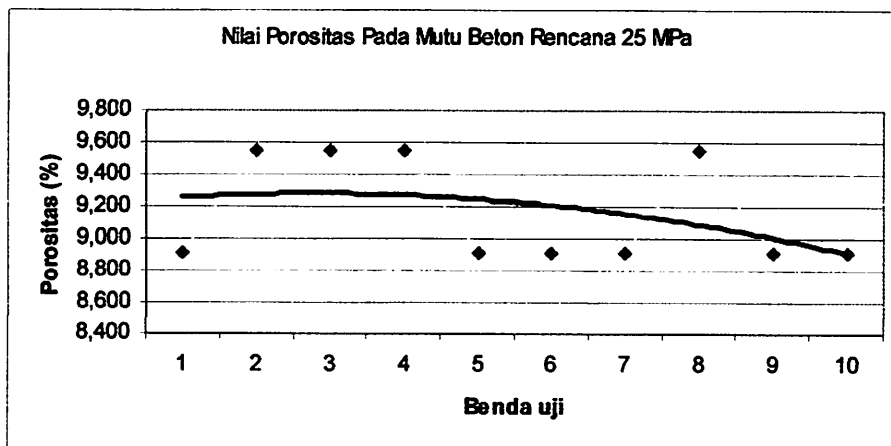
Tanggal Tes : 8 juli 2011

Umur : 28 hari

Bentuk Benda Uji : Silinder 10 x 20

No	Wssd (Kg)	Wa (Kg)	V. Benda Uji (m3)	Bj. Air (kg/m3)	Berat Volume ssd (kg/m3)	Berat Volume kering (kg/m3)	Porositas (%)	Rata – Rata Berat Volume ssd (kg/m3)	Rata – Rata Berat Volume kering (kg/m3)	Rata – Rata Porositas (%)
1	3,61	3,47	0,00157	1000	2299,36306	2210,19108	8,917	2313,376	2221,656	9,172
2	3,61	3,46	0,00157	1000	2299,36306	2203,82166	9,554			
3	3,6	3,45	0,00157	1000	2292,99363	2197,45223	9,554			
4	3,66	3,51	0,00157	1000	2331,21019	2235,66879	9,554			
5	3,52	3,38	0,00157	1000	2242,03822	2152,86624	8,917			
6	3,63	3,49	0,00157	1000	2312,10191	2222,92994	8,917			
7	3,63	3,49	0,00157	1000	2312,10191	2222,92994	8,917			
8	3,92	3,77	0,00157	1000	2496,81529	2401,27389	9,554			
9	3,59	3,45	0,00157	1000	2286,62420	2197,45223	8,917			
10	3,55	3,41	0,00157	1000	2261,146497	2171,974522	8,917			

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.4. Nilai Porositas Pada Mutu Beton Rencana 25 MPa

5.2 Pengujian Interval Kepercayaan

Data-data penelitian yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan pengujian interval kepercayaan, dimana tujuannya adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan

Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data valid yang siap untuk diuji secara statistik

5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Porositas:

Tabel 5.5. Data Pengujian Porositas

No.	Porositas (%)			
	Mutu Beton Rencana	Mutu Beton Rencana	Mutu Beton Rencana	Mutu Beton Rencana
	17,5 MPa	20 MPa	22,5 MPa	25 MPa
1	21,019	16,561	12,102	8,917
2	22,293	17,197	13,376	9,554
3	21,656	18,471	14,013	9,554
4	22,293	17,834	12,739	9,554
5	21,019	17,834	13,376	8,917
6	21,656	16,561	12,102	8,917
7	21,656	17,834	14,013	8,917
8	22,293	18,471	13,376	9,554
9	22,293	18,471	13,376	8,917
10	21,019	17,834	14,013	8,917
ΣX_i	217,197	177,070	132,484	91,720

Sumber : *Analisa Data Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

1. $X = \frac{\text{Jumlah Porositas}}{n}$
 $= \frac{217,197}{10}$
 $= 21,720 \%$
2. $(X_i - X)^2 = (21,019 - 21,720)^2 = 0,491$

Selanjutnya hasil perhitungan $(X_i - X)^2$ lainnya disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 5.6. Hasil Perhitungan $(X_i - X)^2$

No.	Mutu Beton Rencana			
	17,5 MPa	20 MPa	22,5 MPa	25 MPa
	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$
1	0,491	1,314	1,314	0,065
2	0,329	0,260	0,016	0,146
3	0,004	0,584	0,584	0,146
4	0,329	0,016	0,260	0,146
5	0,491	0,016	0,016	0,065
6	0,004	1,314	1,314	0,065
7	0,004	0,016	0,584	0,065
8	0,329	0,584	0,016	0,146
9	0,329	0,584	0,016	0,065
10	0,491	0,016	0,584	0,065
$\Sigma (X_i - X)^2$	2,799	4,706	4,706	0,974

Sumber : Analisa Data Penelitian

$$\begin{aligned}
 3. S &= \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - X)^2}{(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{2,799}{(10-1)}} \\
 &= 0,558
 \end{aligned}$$

$$4. P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$

$$5. dk = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$6. t_{0,975} = 4.303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

S = Standar deviasi

P = Persentil

$t_{0,975}$ = nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned} &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 21,720 - \left(4,303 x \frac{0,558}{\sqrt{10}} \right) < \mu < 21,720 + \left(4,303 x \frac{0,558}{\sqrt{10}} \right) \\ &= 20,961 < \mu < 22,479 \end{aligned}$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk semua parameter dengan variasi yang sudah ditentukan. Di bawah ini adalah tabel interval kepercayaan untuk semua perhitungan.

Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Porositas

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Kuat Tekan Disain 17,5 Mpa	21,720	0,558	0,975	9	4,303	20,961	< μ <	22,479
Kuat Tekan Disain 20 Mpa	17,707	0,723	0,975	9	4,303	16,723	< μ <	18,691
Kuat Tekan Disain 22,5 Mpa	13,213	0,758	0,975	9	4,303	12,181	< μ <	14,245
Kuat Tekan Disain 25 Mpa	9,172	0,329	0,975	9	4,303	8,724	< μ <	9,619

Sumber : Analisa Data Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data porositas yang tidak memenuhi syarat akan di buang. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.8. Data Pengujian Pada Porositas Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Porositas (%)			
	Mutu Beton Rencana 17,5 Mpa	Mutu Beton Rencana 20 Mpa	Mutu Beton Rencana 22,5 Mpa	Mutu Beton Rencana 25 Mpa
1	21,019	-	-	8,917
2	22,293	17,197	13,375	9,554
3	21,656	18,471	14,013	9,554
4	22,293	17,834	12,379	9,554
5	21,019	17,834	13,375	8,917
6	21,656	-	-	8,917
7	21,656	17,834	14,013	8,917
8	22,293	18,471	13,375	9,554
9	22,293	18,471	13,375	8,917
10	21,019	17,834	14,013	8,917

Sumber : Analisa Data Penelitian

5.3. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Agregat Kasar Batu Scoria

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi mutu beton rencana

Tabel 5.9. Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Variasi Mutu Beton

Setelah Diuji Interval Kepercayaan

No	Porositas Pada Mutu Beton Rencana 17,5 MPa		Porositas Pada Mutu Beton Rencana 20 MPa		Porositas Pada Mutu Beton Rencana 22,5 MPa		Porositas Pada Mutu Beton Rencana 25 MPa		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	21,019	441,798	-	-	-	-	8,917	79,513	
2	22,293	496,978	17,197	295,737	13,375	178,891	9,554	91,279	
3	21,656	468,982	18,471	341,178	14,013	196,364	9,554	91,279	
4	22,293	496,978	17,834	318,052	12,379	153,240	9,554	91,279	
5	21,019	441,798	17,834	318,052	13,375	178,891	8,917	79,513	
6	21,656	468,982	-	-	-	-	8,917	79,513	
7	21,656	468,982	17,834	318,052	14,013	196,364	8,917	79,513	
8	22,293	496,978	18,471	341,178	13,375	178,891	9,554	91,279	
9	22,293	496,978	18,471	341,178	13,375	178,891	8,917	79,513	
10	21,019	441,798	17,834	318,052	14,013	196,364	8,917	79,513	
ΣY	217,197		143,946		107,918		91,718		560,779
ΣY^2	4720,253		2591,477		1457,895		842,193		9611,818
n	10		8		8		10		36

Sumber : Analisa Data Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

1. Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan :

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 4720,253 + 2591,477 + 1457,895 + 842,193 \\ &= 9611,818 \end{aligned}$$

2. Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata :

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{560,779^2}{36} \\ &= 8735,364 \end{aligned}$$

3. Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned} P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{217,197^2}{10} + \frac{143,946^2}{8} + \frac{107,918^2}{8} + \frac{91,718^2}{10} \right) - \\ &\quad 8735,364 \\ &= 869,153 \end{aligned}$$

4. Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned} E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 9611,818 - 8735,364 - 869,153 \\ &= 7,302 \end{aligned}$$

keterangan :

Y	=	Data-data pengamatan
n	=	Banyak pengamatan
J	=	Jumlah dari data-data pengamatan
k	=	Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai di atas diperoleh maka disusunlah tabel analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.10. Analisa Varian Untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	8735,364	8735,364	1269,707
Antar perlakuan	3	869,153	289,718	
Dalam Perlakuan	32	7,302	0,228	
Jumlah	36			

Sumber : *Analisa Data Penelitian*

Nilai F dapat dicari dengan rumus : $F = \frac{KT(\text{antar perlakuan})}{KT(\text{kekeliruan})}$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{289,718}{0,228} = 1269,707$$

Dalam tabel I pada buku *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi ke 6 Jilid 2* (J. Supranto, 2001), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 36) = 8,602$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 1269,707 > F_{\text{tabel}} = 8,602$.

Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi mutu beton terhadap nilai Porositas Beton.

5.4 Analisa Regresi

Data yang telah mengalami penyortiran pada pengujian interval kepercayaan, kemudian dicari hubungan dari parameter yang diuji dan variasi penambahan bahan tambahan yang telah diberikan.

Untuk menganalisis variasi mutu beton rencana terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadrat sebagai regresi,

dengan bentuk persamaan $\hat{Y} = a + bX + cX^2$. Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

$$\Sigma Y = na + b\Sigma X + c\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2 Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4$$

5.4.1. Analisa Regresi Porositas Dengan Agregat Kasar Batu Scoria

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data porositas untuk diuji dengan regresi.

Tabel 5.11. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Dengan Agregat Kasar Batu Scoria

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	17,5	21,720	306,250	5359,375	93789,063	380,100	6651,750	471,758
2	20	17,707	400	8000	160000	354,140	7082,800	313,538
3	22,5	13,213	506,250	11390,625	256289,063	297,293	6689,081	174,583
4	25	9,172	625	15625	390265	229,300	5732,5	84,126
Total	85	61,812	1837,500	40375	900703,125	1260,8325	26156,131	1044,005

Sumber : Analisa Data Penelitian

Dari tabel 5.67. maka didapat persamaan :

$$61,812 = 4a + 85b + 1837,5c$$

$$1260,833 = 85a + 1837,5b + 40375c$$

$$26156,131 = 1838a + 40375b + 900703c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 50,7733$$

$$b = -1,6379$$

$$c = -0,0011$$

Maka persamaannya adalah :

$$Y' = -0,0011x^2 - 1,6379x + 50,7733$$

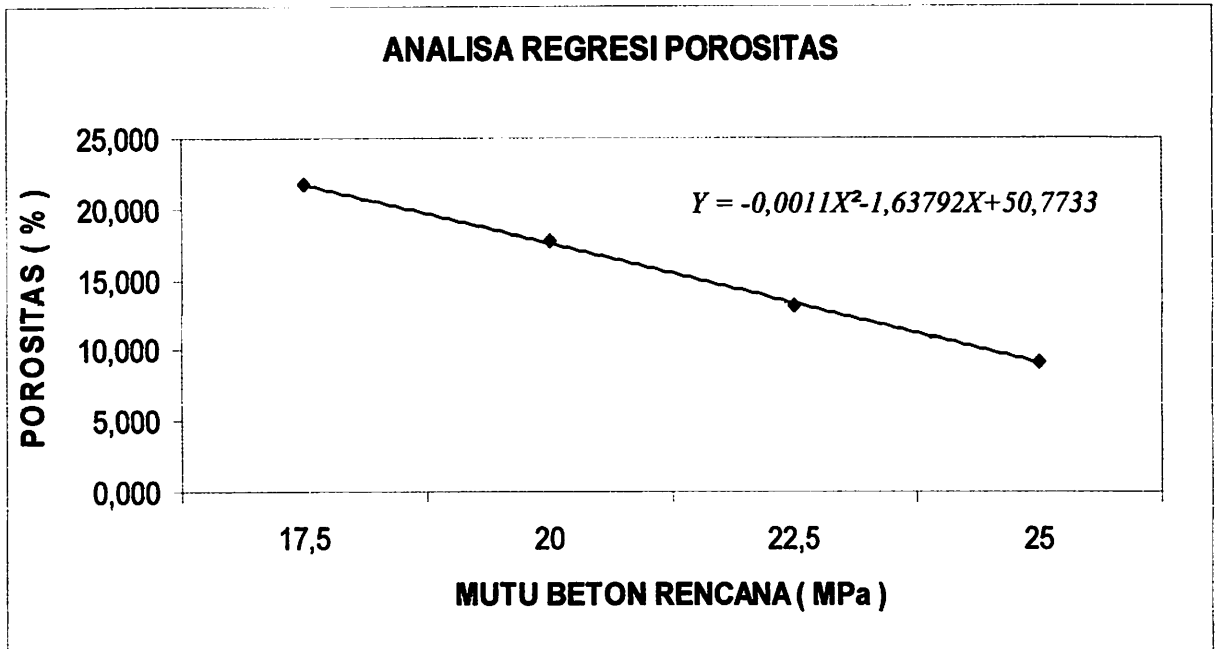
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(-1,6379 \left\{ 1260,8325 - \frac{85 \times 61,812}{4} \right\} \right) + \left(-0,001 \left\{ 26156131 - \frac{1837500 \times 61,812}{4} \right\} \right) \\ &= 88,78075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 20297,3338 - \frac{(348,9189)^2}{6} \\ &= 88,82437 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{88,78075}{88,82437} \\ &= 0,99951 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan variasi mutu beton rencana menghasilkan persamaan $Y' = -0,0011x^2 - 1,6379x + 50,7733$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,99951. Hal ini berarti bahwa 99,95% perubahan nilai porositas dipengaruhi oleh variasi mutu beton rencana sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.



Sumber : Analisa Data Penelitian

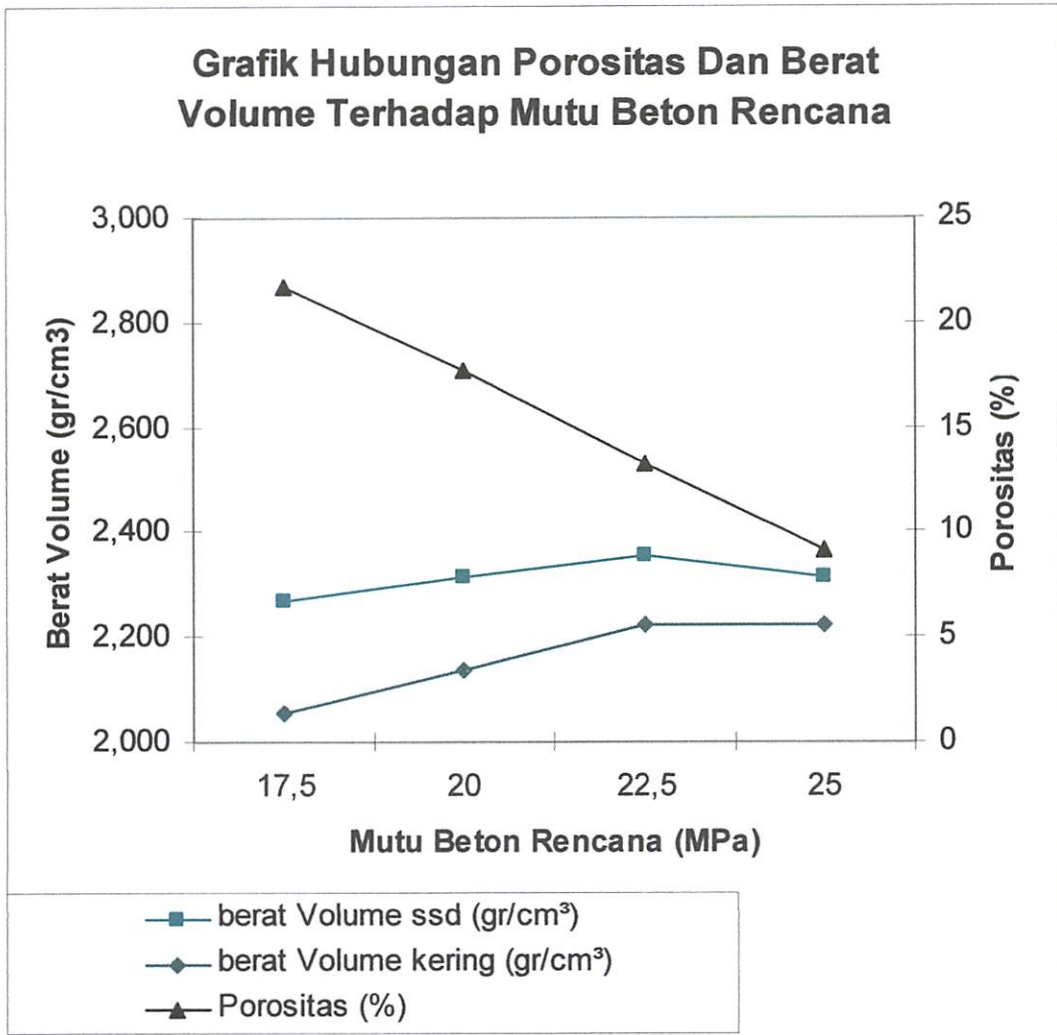
Grafik 5.1. : Analisa Regresi Porositas Dengan Agregat Kasar Batu Scoria

5.5 Hubungan Porositas Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana

Tabel 5.12. Daftar Nilai Porositas Dan Berat Volume

Mutu Beton Rencana (Mpa)	Porositas (%)	berat Volume ssd	berat Volume kering
17,5	21,720	2270,700637 kg/m ³ = 2,271 g/cm ³	2053,503185 kg/m ³ = 2,054 g/cm ³
20	17,707	2313,375796 kg/m ³ = 2,313 g/cm ³	2136,305732kg/m ³ = 2,136 g/cm ³
22,5	13,213	2357,961783 kg/m ³ = 2,358 g/cm ³	2225,477707 kg/m ³ = 2,225 g/cm ³
25	9,172	2313,375796 kg/m ³ = 2,313 g/cm ³	2221,656051 kg/m ³ = 2,222 g/cm ³

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.2. : Hubungan Porositas Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana

Pada grafik 5.2. di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat Penambahan Mutu Beton. Penurunan porositas ini dikarenakan disain campuran dalam membuat beton. Semakin besar kuat tekan yang didisain semakin besar pula agregat halus dan semen yang dicampurkan daripada agregat

kasarnya dalam membuat beton, semakin padat beton itu sehingga berat volume meningkat dan rongga udaranya (porositas) semakin kecil.

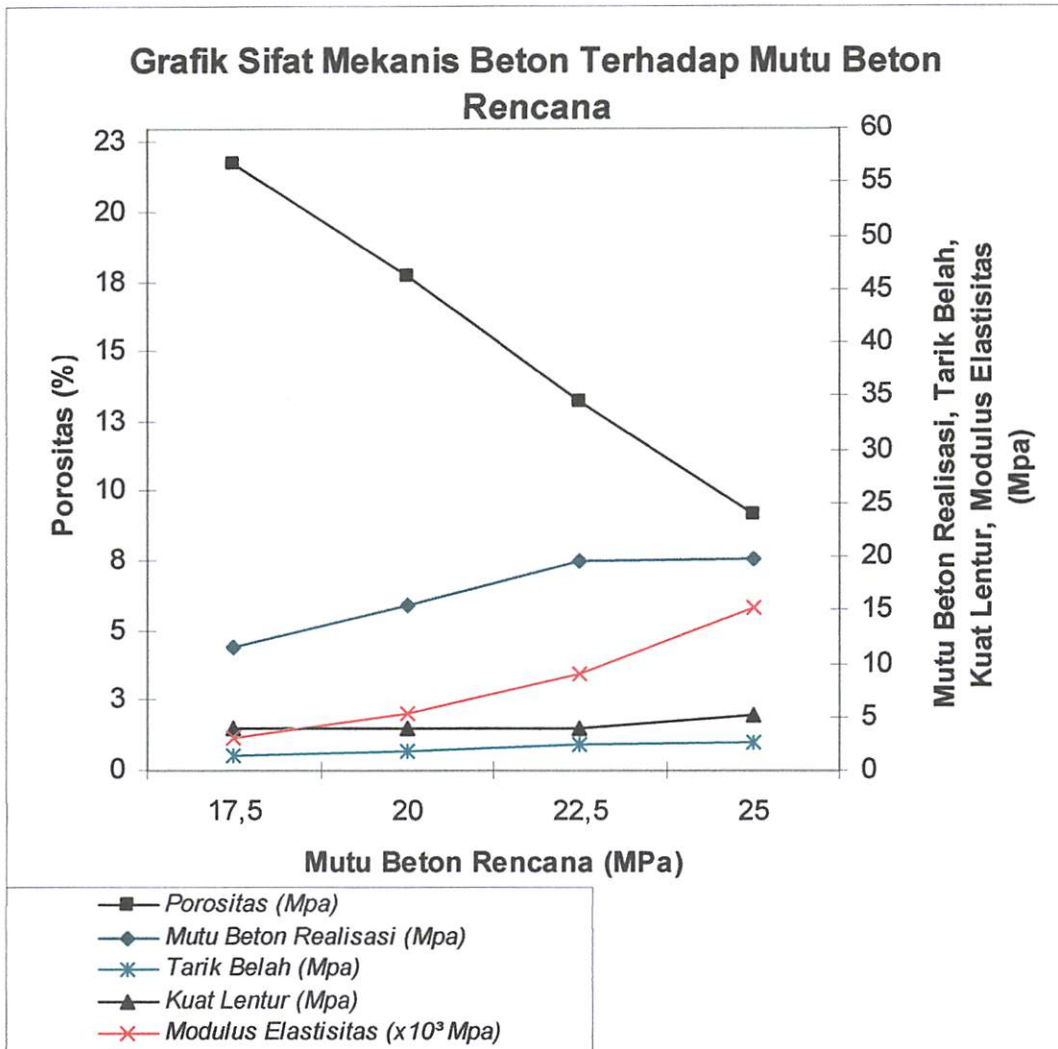
5.6 Analisis Dan Pembahasan Terhadap Mutu Beton Rencana

Untuk melihat pengaruh variasi mutu beton rencana pada sifat mekanis beton maka kita menyadur data dari Brian Mardian (05.21.026) untuk kuat lentur, Kiki Setyo Siswantoro (03.21.032) untuk mutu beton realisasi, Al Afsa Haris Kardana (03.21.025) untuk kuat tarik belah, Yudha Yogi Prasetiawan (03.21.051) untuk modulus elastisitas.

Tabel 5.13. Daftar Nilai Sifat Mekanis Beton

Mutu Beton Rencana (Mpa)	Porositas (Mpa)	Mutu Beton Realisasi (Mpa)	Tarik Belah (Mpa)	Kuat Lentur (Mpa)	Modulus Elastisitas ($\times 10^3$ Mpa)
17,5	21,720	11,584	1,508	3,850	3,119
20	17,707	15,392	1,876	3,884	5,324
22,5	13,213	19,525	2,372	4,000	8,996
25	9,172	19,854	2,703	5,087	15,296

Sumber : Analisa Data Penelitian



Sumber : Analisa Data Penelitian

Grafik 5.7. : Hubungan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana

Pada grafik 5.7. di atas dapat dilihat adanya pengaruh variasi mutu beton rencana terhadap sifat mekanis beton . Jika nilai mutu beton rencana ditingkatkan. Maka nilai porositas akan menurun, nilai mutu beton realisasi atau nilai kuat tekan, nilai tarik belah, nilai kuat lentur, dan nilai modulus elastisitas akan meningkat.

5.7. Perbandingan Porositas Beton Normal Dengan Porositas Beton Menggunakan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya

Data porositas beton normal dengan mutu beton rencana 20 Mpa diambil dari laporan tugas akhir Riska Prayoga (96.21.182) dari ITN Malang diperoleh nilai porositas sebesar 12,53 %, sedangkan porositas dengan menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya diperoleh 17,707 %. Maka dapat disimpulkan bahwa porositas dengan menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya lebih besar dari porositas beton normal. Dikarenakan batu scoria mempunyai pori-pori lebih besar dari pada batu pecah biasa.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan nilai porositas dengan mutu beton rencana 17,5 MPa diperoleh sebesar 21,720 %, mutu beton rencana 20 MPa diperoleh sebesar 17,707 %, mutu beton rencana 22,5 MPa diperoleh sebesar 13,213 %, dan mutu beton rencana 25 MPa diperoleh sebesar 9,172 %.
2. Dari pengujian dilakukan dengan menggunakan mutu beton rencana 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa. Didapatkan nilai minimum porositas sebesar 9,172 % dengan mutu beton rencana sebesar 25 MPa.

6.2. Saran

Karena keterbatasan waktu penelitian, maka untuk penelitian selanjutnya penulis dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Dikarenakan pada penelitian ini mutu beton realisasi lebih kecil dari mutu beton rencana maka penulis menyarankan untuk membuat penelitian selanjutnya tentang batu scoria sebagai agregat kasar dengan menggunakan bahan tambahan untuk menambah kekuatan beton seperti fly ash, superplasticizer, dan lain - lain.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan faktor cuaca karena berpengaruh terhadap kadar air pada material.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*, Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang.

Anonim, *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Bandung.

Natalia, Celly, Ch (2006), *Studi Penelitian Penggunaan Limestone Sebagai Alternatif Agregat kasar Pada Beton Ditinjau Dari sifat Mekanis ($f_c' 20 \text{ MPa}$) Dengan Metode Doe*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Nasional Malang.

Prawito, Eri, (2002), *Pemanfaatan Batu Apung Dalam Pembuatan Beton Ringan Dengan Sikament – NN dan Sika Fume*, Tugas Akhir, Universitas Sumatra Utara.

Supranto, J. (2001), *Statistik Teori Dan Aplikasi*, Erlangga, Surabaya.

Winter, George & Nilson, Arthur H. (1993), *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, Pradnya paramita, Jakarta.

Website : <http://digilib.gunadarma.ac.id/go>

<http://en.wikipedia.org/wiki/scoria>

<http://www.itb.ac.id/news/2765.xhtml>

<http://www.scribd.com/rock/scoria.htm>

<http://Wijoseno.wordpress.com/betonringan>

Lampiran

Standart pengujian yang digunakan :

No.	Jenis	Pengujian	Standard
1.	Agregat Halus (Pasir)	Analisa Ayak/Saringan	SNI 03-1969-1990/ASTM C 136
2.	Agregat Halus (Pasir)	Kadar Lumpur	SNI 03-1754-1990/ASTM C 117
3.	Agregat Halus (Pasir)	Kadar Zat Organik	SNI 03-1755-1990/ASTM C 40
4.	Agregat Halus (Pasir)	Berat Jenis & Penyerapan Air	SNI 03-1970-1990/ASTM C 128
5.	Agregat Halus (Pasir)	Bobot Isi	ASTM C 29
6.	Agregat Halus (Pasir)	Kadar air	ASTM C 566-97
7.	Agregat Kasar	Analisa Ayak	SNI 03-1969-1990/ASTM C 136
8.	Agregat Kasar	Bobot Isi	ASTM C 29
9.	Agregat Kasar	Berat Jenis & Penyerapan Air	SNI 03-1970-1990/ASTM C 128
10.	Agregat Kasar	Abrasi	SNI 03-3795-1995/ASTM C 131
11.	Agregat Halus (Pasir)	Kadar air	ASTM C 566-97
12.	Kubus dan Silinder Beton	Kuat Tekan Beton	SNI 03-1974-1990/ASTM C 39
13.	Kubus dan Silinder Beton	Kuat Lentur Beton	ASTM C 293 / ASTM C 78
14.	Silinder Beton	Porositas	SNI 03-09-2774-1992
15.	Kubus dan Silinder Beton	Kuat Tarik Belah	SNI 03-2491-1991/ASTM C 496
16.	Kubus dan Silinder Beton	Modulus Elastisitas	ASTM C 469
17.	Kubus dan Silinder Beton	Berat Jenis	SNI 03-1973-1990
18.	Kubus dan Silinder Beton	Perawatan Laboratorium	SNI 03-2493-199/ASTM C 113



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN- 1506.08/21/B/TA/I/Gnp 2011
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

15 Juni 2011

Kepada Yth : **Bpk./ Ibu Dr. Ir. Kustamar, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Sulistianto**
Nim : **03.21.014**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Kajian Awal Porositas Pada Beton Ringan Dengan Pemanfaatan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
15 Juni 2011 s/d 14 Desember 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

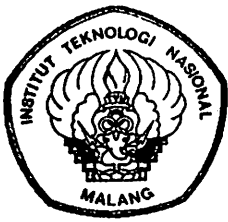
Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



Te

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415




Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

SULISTIANTO (03.21.014)

Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
16-7-2011	- uji slump masalah semua - yg dibahas hanya pengujian porositas saja, yg lain tal. - masalah cara pengujian di bab. III	
20-7-2011	Metodologi, relaks. pengujian gejalanya	
30-7-2011	Buat pembahasan / deskripsi dan kesimpulan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

SULISTIANTO (03.21.014)

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
2/8'11	pebeli. Seri J disk'2 <u>Catatan</u>	6
7/8'11	pebeli. rekam & pener. Sub: gambar / grafik line desain untuk regus; tampilkan fis. & v (bny regus koreksi) but rencana ppran	6
2/8'11	bab II ditamleh. laporan & simpulan but rencana ppran	6



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : Sulistianto

NIM : 0321014

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

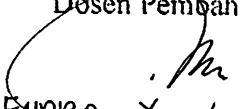
Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan men sertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 19 - 08 2011
Dosen Pembahas

( Endro)

Malang, 18 . 8 2011
Dosen Pembahas

( Endro)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : Sulistianto

NIM : 0321014

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi

- Presentasi pd lebih normal bag? → slo gias
- daftar isi Kandungan dan perbaikan gugat
bagi suara
- grafis kat best gi

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2011

Dosen Pembahas

(Signature)

(Signature)

(_____)

Malang, _____ 2011

Dosen Pembahas

(Signature)

(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : Sulistiono

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

✓ Grafik perlinaam & beton ringan ?

✓ Kurva hub kekuatan tekan w/c ?


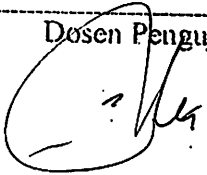
✓ Mku beton renc & Mku beton realisasi ?

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :


Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Malang, 24-08- 2010

Dosen Penguji


 ENDRO YUWONO



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Dendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Kadunglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : SULSTIANTO
 NIM : 03-A.014
 Hari / tanggal : RABU / 24 - 08 - 2011.

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

lengkap perbaiki dan sesuai lagi.
cek ulang penulisan

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ **2011**
 Dosen Penguji

Malang, _____ **2011**
 Dosen Penguji