

SKRIPSI

KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON RINGAN



Disusun Oleh :

**Brian Mardian
05. 21. 026**

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

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI

**KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT
KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON
RINGAN**

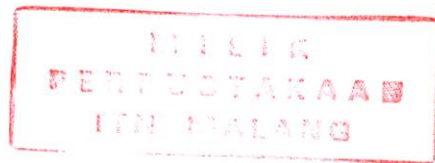
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

BRIAN MARDIAN

05. 21. 026



Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Pembimbing II

(Lila Ayu Ratna, ST., MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1




(Ir. H. Hirijanto, MT)

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

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON RINGAN

SKRIPSI

Dipertahankan Di hadapan 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 :

BRIAN MARDIAN

05. 21. 026

Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. H Hirijanto, MT)

Sekretaris



(Lilla Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Endro Yuwono, MT)

Dosen Penguji II



(Dr. Ir. Kustamar, 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 : **BRIAN MARDIAN**

Nim : **05. 21. 026**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

“KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON RINGAN”

Adalah tugas akhir saya sendiri, seluruhnya bukan duplikat serta tidak mengatup atau menyadur karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya.

Malang, 24 Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan



(BRIAN MARDIAN)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON RINGAN”**.

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

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

1. Bapak Ir. Agus A. Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Bapak Ir. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
3. Ibu Lila Ayu Ratna, ST., MT selaku Sekretaris Progran Studi Teknik Sipil S-1 sekaligus Pembimbing II.
4. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator bidang penelitian.
5. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Kepala Laboratorium Beton sekaligus Pembimbing I.
6. Orang Tua tercinta yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materi, serta doa hingga terselesainya laporan ini.

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

Brian Mardian, 2011, “KAJIAN AWAL PEMANFAATAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASAR DENGAN PARAMETER KUAT TARIK LENTUR PADA BETON RINGAN”.

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Lila Ayu Ratna , ST., MT

Kata Kunci : Batu Scoria, Kuat Tarik Lentur, Beton ringan

Dalam membuat sebuah bangunan konstruksi beton yang paling di utamakan 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 mempengaruhi oleh beberapa faktor seperti agregat kasar, bahan tambahan (*admixture atau additive*), kuat tarik lentur, dan lain-lain. Salah satunya yang penting adalah kuat tarik lentur. Kuat tarik lentur adalah untuk menaksirkan kekuatan beton yang menyebar sehingga semakin besar tingkat kepadatannya maka semakin besar nilai kuat tarik lentur pada beton. sebagai satu cara untuk meningkatkan nilai keekonomisan sebuah 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 kuat tarik lentur. 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 di perlukan.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan variasi mutu beton rencana berpengaruh terhadap kenaikan nilai kuat tarik lentur. Mutu beton rencana 17,5 MPa diperoleh sebesar 3,8495 MPa, mutu beton rencana 20 MPa diperoleh sebesar 3,8839 MPa, mutu beton rencana 22,5 diperoleh sebesar 4,0041 MPa, mutu beton rencana 25 MPa diperoleh sebesar 5,0868 MPa. Semakin besar nilai mutu beton rencana semakin besar nilai kuat tarik lenturnya. Nilai kuat tarik lentur terbesar pada hasil penelitian ini adalah 5,0868 MPa pada mutu beton rencana 25 Mpa. Ini dikarenakan semakin besar mutu beton rencana, semakin padat benda ujinya. Maka semakin besar nilai kuat tarik lenturnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

KATA PENGANTAR i

ABSTRAKSI iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GRAFIK xii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR NOTASI xv

BAB I PENDAHULUAN 1

 1.1. Latar Belakang.....1

 1.2. Rumusan Masalah 3

 1.3. Batasan Masalah 3

 1.4. Tujuan Penelitian 4

 1.5. Manfaat Penelitian 5

 1.6. Hipotesis 5

BAB II LANDASAN TEORI 6

 2.1. Penelitian sebelumnya 6

 2.2. Beton 7

2.3. Beton Ringan	9
2.4. Bahan-bahan Penyusun Beton	12
2.4.1 Agregat Halus	12
2.4.2 Agregat Kasar	13
2.4.3 Batu Scoria	15
2.4.4 Air	16
2.4.5 Semen	17
2.5. Sifat Mekanis Beton	18
2.5.1 Kuat Tarik Lentur	19
2.5.2 Nilai Karakteristik.....	21
2.6. Analisa Statistik	22
2.6.1 Analisa varian satu arah.....	22
2.6.2 Pengujian Interval Kepercayaan	22
2.6.3 Pengertian Hipotesis	23
2.6.4 Analisa regresi	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Tujuan Penelitian Secara Operasional	29
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3. Metode Penelitian	29
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	30
3.5. Bagan alir penelitian.....	33
3.6. Pemeriksaan bahan.....	34
3.6.1. Pemeriksaan berat isi	34

3.6.2.	Analisa saringan agregat kasar dan halus	40
3.6.3.	Pemeriksaan kotoran organik	49
3.6.4.	Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus.....	51
3.6.5.	Pemeriksaan kadar air agregat	52
3.6.6.	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar <u>batu scoria</u>	56
3.6.7.	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	59
3.6.8.	Pengujian keausan agregat kasar Batu Scoria dengan menggunakan alat <u>los angeles</u>	63
3.7.	Perhitungan kebutuhan bahan	67
3.8.	Kuat Tarik Lentur	68
BAB IV	PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN	71
4.1.	Perhitungan komposisi campuran beton	71
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	112
5.1.	Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton	112
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan	118
5.3.	Pengujian Hipotesis	121
5.4.	Analisa Regresi	125
5.5.	Hubungan Kuat Tarik Lentur Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana	128
5.6.	Analisa Dan Pembahasan Terhadap Mutu Beton Rencana	130

BAB VI	PENUTUP	217
6.1.	Kesimpulan	132
6.2.	Saran	133

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Tjokromuljono.....	11
Tabel 2.2. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Dobrowolski	11
Tabel 2.3. Pembagian penggunaan beton ringan menurut Neville & Brook	11
Tabel 3.1. Jumlah Benda Keseluruhan.....	32
Tabel 3.2. Pemeriksaan Berat isi Untuk Agregat Kasar	37
Tabel 3.3. Pemeriksaan Berat isi Untuk Agregat Halus	38
Tabel 3.4. Pemeriksaan Berat isi Untuk Semen.....	39
Tabel 3.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar.....	39
Tabel 3.4. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar.....	39
Tabel 3.4. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.....	46
Tabel 3.8. Warna Standart.....	50
Tabel 3.9. Ukuran Maksimum Agregat	54
Tabel 3.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Batu Scoria	55
Tabel 3.11. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	55
Tabel 3.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria.....	58
Tabel 3.13. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	62
Tabel 3.14. Berat dan Gradasi Benda Uji	64
Tabel 3.15. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	66
Tabel 4.1. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	72
Tabel 4.2. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	73
Tabel 4.3. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos.....	74

Tabel 5.3. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur beton.....	116
Tabel 5.4. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur beton.....	117
Tabel 5.5. Data pengujian Kuat Tarik Lentur pada mutu 17,5 MPa.....	118
Tabel 5.6. Interval kepercayaan Kuat Tarik Lentur	120
Tabel 5.7. Data pengujian Kuat Tarik Lentur setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan.....	120
Tabel 5.8. Data hasil pengujian nilai Kuat Tarik Lentur dengan umur 28 hari setelah dilakukan interval kepercayaan.....	122
Tabel 5.9. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur	124
Tabel 5.10. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Lentur Variasi umur 28 Hari.....	125
Tabel 5.11. Daftar Nilai Kuat Tarik Lentur Dan Berat Volume	128
Tabel 5.12. Daftar Nilai Sifat Mekanis Beton.....	130

Tabel 4.4. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	75
Tabel 4.5. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	81
Tabel 4.6. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	82
Tabel 4.7. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	83
Tabel 4.8. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos.....	84
Tabel 4.9. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	85
Tabel 4.10. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	91
Tabel 4.11. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	92
Tabel 4.12. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	93
Tabel 4.13. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos.....	94
Tabel 4.14. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	95
Tabel 4.15. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	101
Tabel 4.16. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	102
Tabel 4.17. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c).103	
Tabel 4.18. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos.....	104
Tabel 4.19. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	105
Tabel 4.20. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	111
Tabel 5.1. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur beton.....	114
Tabel 5.2. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur beton.....	115

Daftar Grafik

Grafik 3.1. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 - 9.6mm	44
Grafik 3.2. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 – 19mm.....	44
Grafik 3.3. Batas gradasi untuk agregat kasar f 4,8 – 38mm.....	45
Grafik 3.4. Batas gradasi 1 untuk agregat halus.....	47
Grafik 3.5. Batas gradasi 2 untuk agregat halus	47
Grafik 3.6. Batas gradasi 3 untuk agregat halus	48
Grafik 4.1. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	73
Grafik 4.2. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm	76
Grafik 4.3. Perkiraan berat jenis beton segar	78
Grafik 4.4. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	83
Grafik 4.5. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm	86
Grafik 4.6. Perkiraan berat jenis beton segar	88
Grafik 4.7. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	93
Grafik 4.8. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm	96
Grafik 4.9. Perkiraan berat jenis beton segar	98
Grafik 4.10. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	103
Grafik 4.11. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm	106
Grafik 4.12. Perkiraan berat jenis beton segar	108

Grafik 5.1. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur	114
Grafik 5.2. Hubungan Kuat Tarik Lentur Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana	128
Grafik 5.3. Hubungan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana ..	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Batu Scoria.....	15
Gambar 2.2. Kuat Tarik Lentur.....	20
Gambar 3.1. Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian.....	33
Gambar 3.2. Aparatus pemeriksaan Berat Volume Agregat	35
Gambar 3.3. Aparatus Untuk Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus.....	41
Gambar 3.4. Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat.....	53
Gambar 3.5. Aparatus Untuk Analisis Specific Gravity Dan Absorpsi Agregat Halus.....	60
Gambar 3.6. Uji Tarik Lentur	69

DAFTAR NOTASI

a	= Berat benda uji semula
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)
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 : 1ml = 1cm ³)
μ	= Nilai Rata-Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok Perlakuan
Pr	= Jumlah beban maksimal
L	= Panjang bentangan
b	= Lebar benda uji
d ₁	= Tinggi benda uji
v	= Isi wadah
W ₃	= Berat contoh uji
V ₁	= Tinggi pasir
V ₂	= Tinggi lumpur
SSD	= Saturated Surface Dry
W ₅	= Berat contoh kering

Bulk	= Berat jenis
Apparent	= Berat jenis semu
Absorpsi	= Penyerapan
b	= Berat benda uji tertahan di saringan no.12 (dan no.4) (gram)
P	= Beban maksimum
t	= Tinggi balok
w/c	= Faktor air semen
P	= Persentil
s	= Standart Deviasi
x	= Nilai rata-rata
$t_{0,975}$	= Nilai t pada persentil 0,975
y	= Data pengamatan
n	= Banyak pengamatan
J	= Jumlah dari data-data pengamatan
k	= Variasi perlakuan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini laju pertumbuhan penduduk Indonesia dari waktu-kewaktu semakin pesat. Hal ini akan berpengaruh pada peningkatan pemenuhan hunian. Dalam hal ini akan terjadi peningkatan sarana dan prasarana yang sangat besar seperti perumahan, apartemen dan masih banyak lagi sarana dan prasarana lainnya. Pada dasarnya dalam sebuah bangunan konstruksi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan material yang dibutuhkan. Apabila sebuah pembangunan proyek konstruksi tidak didukung oleh ketersediaan material, maka akan terjadi kegagalan proyek. Sementara ketersediaan material sangat dipengaruhi oleh kondisi alam dan letak geografis suatu daerah. Sebagai contoh kasus di daerah tertentu sangat melimpah material kerikil (agregat kasar) yang memenuhi syarat sebagai material bangunan.

Agregat kasar dalam beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alam dari batuan atau batuan pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan butiran lebih dari 5 mm. Untuk memilih agregat yang digunakan sebagai campuran beton ditentukan dari mutu, jenis konstruksi, dan ketersediaan bahan. Namun di daerah lain sangat susah ditemukan kerikil yang memenuhi syarat

sebagai material bangunan. Untuk itu perlu diadakan penelitian-penelitian yang mengarah pada usaha alternative material.

Dalam hal ini salah satu perusahaan penghasil semen di Jawa Timur yaitu PT. Semen Gresik menginformasikan kepada penulis bahwa diduga batu ringan berpori (Scoria) berpotensi sebagai pengganti agregat kasar (kerikil) dalam campuran beton ringan, maka penulis akan melakukan penelitian untuk membuktikan nilai kinerja batu scoria sebagai alternatif pengganti agregat kasar untuk campuran beton ringan.

Batu scoria adalah jenis batuan tekstur dan bukan batu yang diklasifikasikan oleh mineralogi atau kimia. Terbentuk dari lava yang kaya gas tetapi kurang kental dari lava membentuk batu apung. Meskipun ruang terbuka, di dapat batu Scoria besar umumnya lebih berat dari pada air tapi tidak seperti kebanyakan batu apung bisa mengapung di atas air. Scoria terbentuk dari lavas gunung berapi terbentuk batuan piroklastik lava yang keluar dari gunung berapi. Scoria yang juga dikenal sebagai abu, merupakan komponen utama cinder cone. Cinder cone juga telah disebut Scoria cones.

Batuan scoria, yang memiliki kenampakan warna yaitu merah kecoklatan, sifat batuan dari scoria yaitu basa, struktur batuan vesikuler, dan derajat kristalisasi holohyalin dimana komposisi mineral penyusunnya mayoritas adalah glass, dengan ukuran batuan ialah bomb ($d > 64$ mm). Sedangkan bentuk dari scoria ialah masa dasar glass. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Scoria>).

Kuat tarik lentur merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Sifat mekanis ini untuk menaksirkan kekuatan beton yang menyebar. Pengujian ini diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

Berdasarkan informasi tersebut diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang batu scoria, maka penulis mengambil judul “Kajian Awal Pemanfaatan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasar Dengan Parameter Kuat Tarik Lentur Pada Beton Ringan.”

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa nilai kinerja beton (kuat tarik lentur) pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari dgn mutu beton 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa?
2. Berapa nilai maksimum kinerja beton (kuat tarik lentur) yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Pengujian nilai kinerja beton (kuat tarik lentur) pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari dgn

mutu beton 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa? Ditegaskan bahwa struktur kimiawi dari bahan campuran beton ini diabaikan.

2. Tidak membahas nilai ekonomis dan penggunaan bahan Batu Scoria.
3. Bahan yang digunakan :

Material Penyusun :

- Semen : Semen Gresik Type 1 (40 kg).
- Agregat Halus (pasir) : Pasir Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Batu Scoria didapat di Pasrujambe
Kab. Lumajang
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai kinerja beton (kuat tarik lentur) pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari dgn mutu beton 17,5 MPa, 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa.
2. Untuk mengetahui nilai maksimum kinerja beton (kuat tarik lentur) 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 – pengaruh perbedaan agregat kasar terhadap nilai kinerja mutu beton pada parameter kuat tarik lentur”

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. *Studi Penelitian Pengaruh Penambahan Viscocrete-5 Terhadap Kepadatan Beton Ditinjau Sifat Mekanis Dan Fisik Beton (f_c' 20 Mpa) oleh Fredy Desatiawan , 2005*

Dari hasil penelitian secara umum menyatakan bahwa penambahan viscocrete-5 terhadap campuran beton dapat meningkatkan sifat mekanis serta sifat fisik pada beton, sehingga layak dipergunakan sebagai bahan tambahan pada campuran Self Compacting Concrete. Kemudian didapat hasil pengujian kuat tekan dengan nilai maksimum sebesar 24.949 Mpa, pengujian porositas dengan nilai minimum sebesar 5,577 %, pengujian kuat tarik lentur dengan nilai maksimum sebesar 3,707 Mpa. Untuk hasil pengujian workability didapat SF maks 0,5 % sebesar 67 cm, 1,0 % sebesar 71 cm, 1,5 % sebesar 74 cm, hasil pengujian flowability didapat FL maks 0,5 % sebesar 6 detik, 1,0 % sebesar 4 detik, 1,5 % sebesar 3 detik. Sedangkan kadar optimum bahan tambahan untuk semua pengujian mekanis adalah sebesar 0.878 %.

2. *Studi Penelitian Penggunaan Limestone sebagai alternative Agregat Kasar Pada Beton Ditinjau Dari Sifat Mekanis (f_c' 20 Mpa) Dengan Metode Doe oleh Celly CH Natalia, 2006*

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat :

- 1 Pemberian variasi limestone berpengaruh terhadap kuat tekan, porositas, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur.
- 2 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.

2.2 Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture atau additive*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton.

Perencanaan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas

yang disyaratkan oleh perencanaan dan memenuhi persyaratan *service ability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

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.(Mulyono,2004)

Struktur beton memiliki banyak keunggulan dibanding materi struktur yang lain, antara lain (Nugraha,2007).

- ❖ Ketersediaan (*availability*) material dasar,
- ❖ Kemudahan untuk digunakan (*versatility*); masing-masing bahan dapat diangkut secara terpisah dan bisa dipakai untuk berbagai struktur tergantung kepada kebutuhan penggunaannya,
- ❖ 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 (Nugraha,2007).

- ❖ Massa jenis beton sekitar 2400 kg/m^3 ,
- ❖ Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar,

- ❖ Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis,
- ❖ Kualitasnya sangat tergantung pada cara pelaksanaan dilapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama,
- ❖ 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 (Nugraha, 2007).

- ❖ Untuk elemen struktural membuat beton mutu tinggi, beton pratekan, atau keduanya, sedangkan untuk elemen non-struktural dapat memakai beton ringan,
- ❖ Melakukan perawatan (*curing*) yang baik untuk mencegah terjadinya retak, memakai beton pratekan atau memakai bahan tambahan yang mengembang(*expansive admixtures*),
- ❖ Mempelajari teknologi beton dan melakukan pengawasan dan kontrol kualitas yang baik,
- ❖ Memakai beton bertulang atau beton pratekan,
- ❖ 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 dari pada 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 mendefinisikan bahwa agregat ringan adalah agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton ringan, meliputi batu apung, scoria, vulkanik cinder, tuff, expanded, atau hasil pembakaran lempung, shale, slate, shale, perlit, atau slag atau hasil batubara dan hasil residu pembakarannya. (Mulyono, 2004).

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.

Beton Ringan (Lightweight Concrete), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut (Tjokrodimuljono, 1996).

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 aluminium ke dalam 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

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

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

(<http://helmutinfo.com>)

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain :

- ❖ Memiliki ketahanan panas (*thermal insulation*) yang baik,
- ❖ Memiliki tahanan suara (*peredaman*) yang baik,

- ❖ Tahan api (*fire resistant*),
- ❖ Transportasi mudah,
- ❖ Dapat mengurangi kebutuhan bekesting (*formwork*) dan perancah (*scaffolding*).

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

2.4 Bahan-bahan Penyusun Beton

2.4.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah semua agregat yang semua butirannya menembus ayakan 4.82 mm. sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton, maka agregat halus atau pasir beton harus memenuhi syarat-syarat berikut :

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 :
 - ❖ sisa ayakan minimum harus 2 %,
 - ❖ sisa diatas ayakan 0.5 mm harus minimum 10% berat,
 - ❖ 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.

Data hasil uji lab :

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 %
5. kadar air rata SSD : 2,05 %
6. berat jenis : 2,53

2.4.2 Agregat kasar

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pecahan batu. Pada umumnya yang di maksud dengan kerikil adalah butiran-butiran mineral yang harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 76 mm dan tertinggal atas ayakan berlubang persegi 5 mm. Sedangkan yang dimaksud dengan batu pecah adalah butiran-bitiran mineral dipecah dari batu alam, yang dapat melalui ayakan berlubang 76 mm dan tertinggal atas ayakan berlubang persegi 2 mm. sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat 1, maka agregat halus harus memenuhi satu dari beberapa atau semua ayat berikut ini :

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat kasar tidak boleh terdapat lumpur lebih dari 1% (ditentukan terdapat berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat—zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 t, dimana harus memenuhi syarat-syarat berikut :
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% atau dengan mesin pengaus Los Angelos, dimana tidak terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1, harus memenuhi syarat-syarat berikut :

- Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0% beratnya.
- Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98% berat.
- Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.

Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal plat atau $\frac{1}{4}$.

(Anonim, (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)).

2.4.3 Batu Scoria



Gambar 2.1. Batu Scoria

Scoria adalah berwarna gelap, vesikuler, extrusive batu beku. Vesikula adalah hasil dari gas yang terjebak dalam mencair pada saat solidifikasi. Sering bentuk sebagai berbusa kerak di atas aliran lahar atau sebagai material vulkanik yang dikeluarkan dari lubang angin dan memperkuat sementara udara. Spesimen yang ditunjukkan di atas adalah sekitar dua inci (lima sentimeter). Sebelum

dilakukan penelitian bahan, batu scoria ini kami pecah (diseleksi) untuk menghasilkan ukuran ketentuan yang sesuai dengan pelaksanaan/pengujian di laboratorium Teknik Sipil.

Data hasil uji lab :

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%

2.4.5 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 lekat 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 diragukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton. (R. sagel, 1997)

Air yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan organis, dan bahan yang lain yang tidak merusak beton atau baja tulangan dalam hal ini sebaiknya air yang dipakai adalah air minum.
- b. Jumlah air yang digunakan untuk membuat adukan-adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat yang ditentukan dengan benar.

Perawatan beton dilakukan dengan cara menyiram, merendam atau menutup permukaan beton dengan karung basah sehingga air yang terdapat dalam beton tidak menguap dengan cepat.

2.4.6. Semen

Semen merupakan bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air. Berdasarkan reaksinya semen dapat dibedakan menjadi:

1. Semen hidrolis, yaitu semen yang mengeras bila bereaksi dengan air tetapi akan tahan dan stabil di dalam air. Contoh : Semen Portland.
2. Semen Non Hidrolis, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tabil di dalam air. Contoh : gypsum.

Dalam pembuatan beton semen memegang peranan penting. Semen yang digunakan di sini adalah semen hidrolis dimana salah satunya yang sering digunakan adalah semen portland. Semen yang dicampur dengan air akan

membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat pada campuran beton. Oleh karena itu kualitas semen sangat mempengaruhi kualitas beton.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Type I (Semen Penggunaan Umum), digunakan untuk konstruksi pada umumnya dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
2. Type II (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi sedang), secara umum digunakan untuk beton masif yang besar. Misalnya untuk pekerjaan dasar bendungan dan jembatan besar.
3. Type III (Semen yang mempunyai kekuatan awal tinggi), biasanya diguna untuk mengganti semen type pada pekerjaan yang mendesak yang harus dilakukan pada musim dingin. Misalnya untuk pekerjaan konstruksi bangunan dan lain-lain.
4. Type IV (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi rendah), penggunaannya sama dengan type II.
5. Type V (semen bahan sulfat), dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah. Misalnya pelapisan saluran air dalam terowongan.

2.5 Sifat Mekanis Beton

Sifat kolom beton adalah parameter yang ada dalam beton ketika beton diberi perlakuan, seperti Kuat Tekan, Kuat Tarik Lentur, Kuat Tarik Belah,

Porositas, dan Modulus. Dalam penelitian ini hanya dibahas mengenai **Kuat Tarik Lentur**.

2.5.1. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur merupakan bagian yang terpenting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapanganm terbang. Cara lain menaksir kekuatan tarik beton yang menyebar adalah dengan cara terlentur. Benda uji balok beton berukuran 15 cm x15 cm x 60 cm. balok beton dirawat sesuai dengan pedoman dan uji kelenturannya pada segitiga muatan.

Cara lain menaksir kekuatan tarik beton yang menyebar adalah dengan cara test lentur (ASTM C 78). Benda uji adalah balok kayu berukuran 150 x150 600 mm. Cetakan diisi dengan dua lapisan yang sama, masing-masing mendapat 60 kali rojokan,satu tahap untuk a13 cm² pada permukaan atas. Campuran beton kaku dipadatkan melalui getaran, sebagaimana yang diisyaratkan pada silinder yang tertekan. Balok beton dirawat sesuai dengan pedoman yang diuji kelenturannya pada sepertiga muatan,seperti gambar di bawah. Pengujian ini bisa dilakukan juga pada balok yang digergaji dari beton yang keras.

Rumus tersebut berlaku bila balok retak diantara titik muatan (pada sepertiga bagian tengah balok). Bila balok beton pecah diluar titik tersebut, ujung-ujungnya dihitung dengan jarak tak lebih dari 5% bentangan, maka perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{3Pa}{bd} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana a adalah jarak tumpuan antara titik retak dan tumpuan terdekat.

2.5.2. Nilai karakteristik

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai Kuat Tarik Lentur (flexural) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balokdengan pembebanan tida titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal 3-5 MPa (30-50 Kg/cm²). Kuat Tarik Lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai Kuat Tarik Lentur 5-5,5 MPa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan Kuat Tarik Lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²).

Hubungan antara Kuat Tekan karakteristik dengan Kuat Tarik Lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$$F_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau} \dots\dots\dots (1)$$

$$F_{cf} = 3,13K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/c} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan pengertian :

$$f_c' \quad = \text{Kuat Tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm}^2\text{)}$$

F_{cf} = Kuat Tarik Lentur beton 28 hari (kg/cm^2)

K = Konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat **Batu Scoria**

2.6. Analisis Statistik

2.6.1. 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.

2.6.2. 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 α 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.

2.6.3. 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 $\frac{1}{2}$..(Ronald E. Walpole)

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.

2.6.3.1. 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 bahan tambahan tidak akan mempengaruhi sifat mekanis beton.
2. Hipotesis alternatif (H_a) : Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah dengan menggunakan bahan tambahan akan mempengaruhi sifat mekanis 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 statistic ada satu aturan umum yang dapat diikuti untuk membuktikan apakah suatu hipotesa dapat diterima atau ditolak. 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.

2.6.4. 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-variable.

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 sifat fisik mekanis dari beton dengan agregat kasar scoria dengan beton normal untuk pengetesan 28 hari.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi 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 variable 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 dalah 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 Kuat Tarik Lentur (15cmx15cmx60cm)
8. Perawatan benda uji (*curing system*)
9. Pengujian benda uji sesuai rencana.

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

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

a. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- Semen : Gresik
- Agregat Halus (pasir) : Pasir
- Agregat kasar (scoria) : **Baru scoria**
- Air : Air dari PDAM

b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Seperangkat saringan
- Peralatan Slump test
- Timbangan kapasitas 40 kg dengan ketelitian 0,01 kg

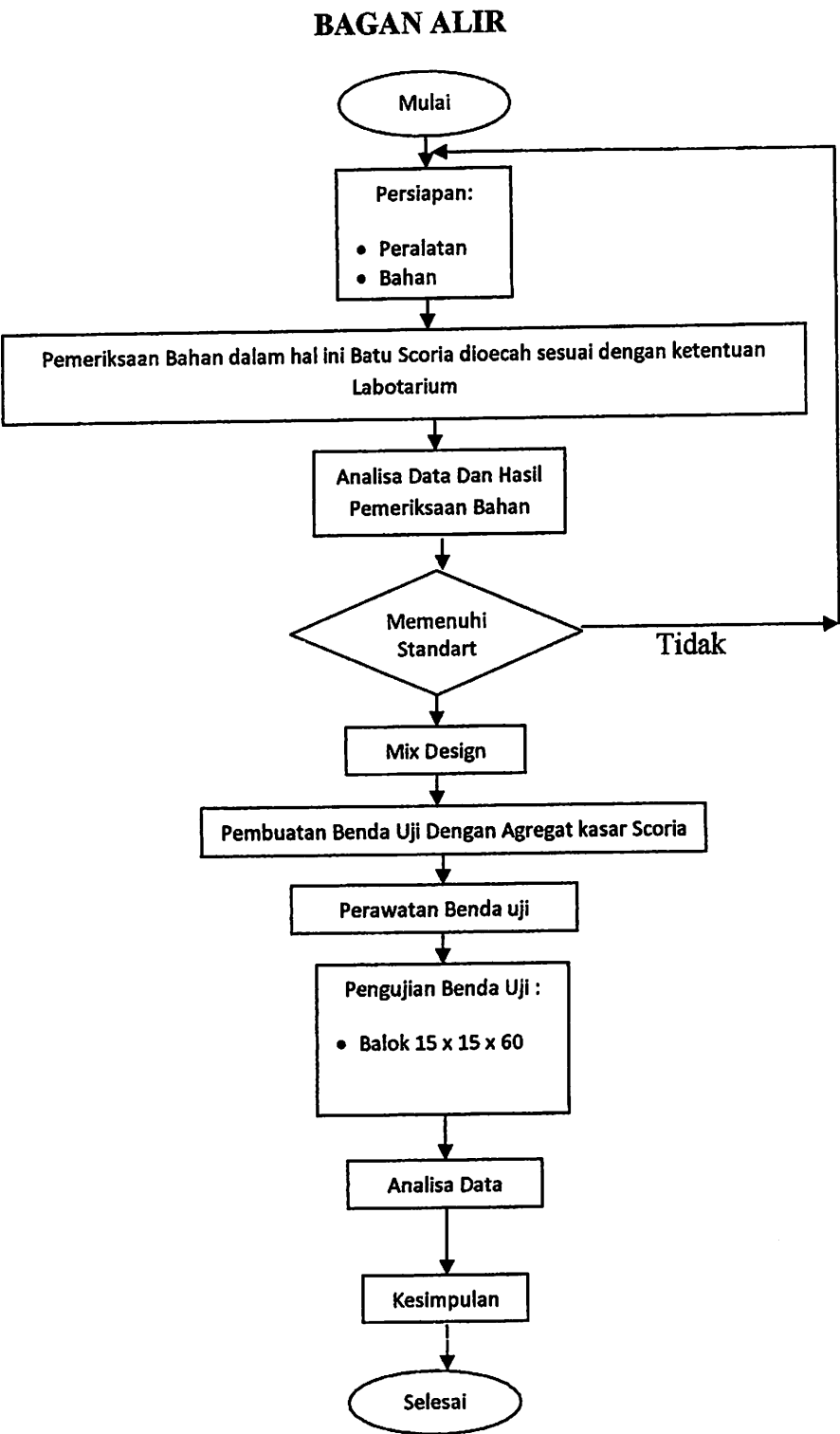
- Timbangan kapasitas 4100 gram dengan ketelitian 0,1 gram
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu
- Cetakan silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm
- Cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- Cetakan balok dengan ukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 60 cm
- Sekop
- Talam dan cawan logam
- Gelas ukuran 1000 mm
- Mesin abrasi Los Angeles
- Mesin pengaduk beton dengan kapasitas 0,05 m³
- Alat uji tekan beton dengan kapasitas 2000 KN (compression machine test)
- Mistar perata (Strainht edge)
- Piknometer kapasitas 500 ml
- Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)
- Sikat baja halus
- Termometer

Tabel 3.1 Jumlah Benda Keseluruhan

No	Umur Pengujian	Jenis Pengujian	Nilai f_c'	Jumlah Sample	Ukuran Sample
1	28	Kuat Tarik Lentur	17,5	5 Buah	Balok 15x15x60
2	28	Kuat Tarik Lentur	20	5 Buah	Balok 15x15x60
3	28	Kuat Tarik Lentur	22,5	5 Buah	Balok 15x15x60
4	28	Kuat Tarik Lentur	25	5 Buah	Balok 15x15x60

Pada umur 28 hari kami sebagai penguji melakukan test uji sepenuhnya(terlalu banyak benda uji),hal ini dikarenakan untuk mengetahui seberapa maksimal kinerja beton ringan yang memakai batu scoria sebagai agregat kasarnya.

3.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.6. 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.

3.6.1. Pemeriksaan Berat Isi

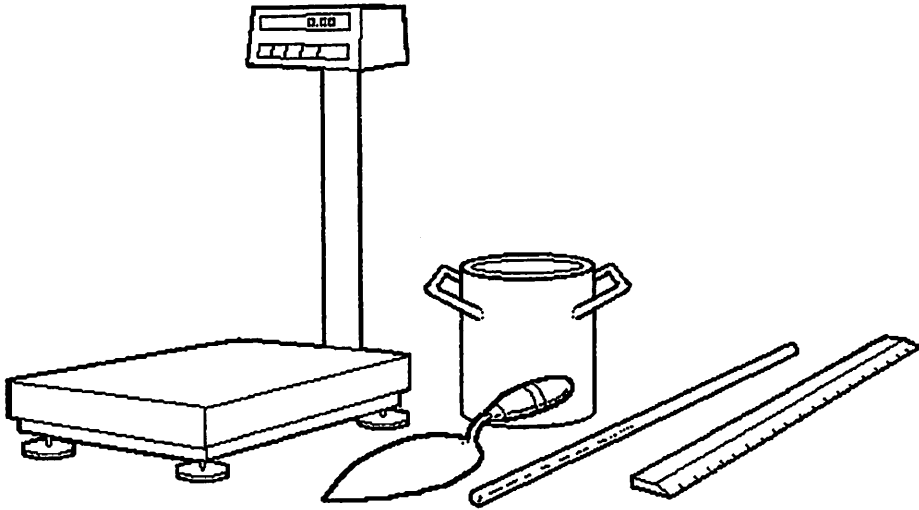
A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- c. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.
- d. Mistar perata.
- e. Sekop.

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



Gambar 3.2. : Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

C. Bahan

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar (**Batu Scoria**) 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.

a) Berat isi lepas :

- Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).

- 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.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W2).
 - Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- b) Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 1/2") dengan cara penusukan :
- Timbang dan catatlah berat wadah (W1)
 - Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W2).
 - Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

E. Perhitungan

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

Dimana : V = isi wadah (cm^3)

W_3 = Berat contoh uji (kg)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 3.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Batu Scoria

BATU SCORIA		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 3.3. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

PASIR		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 3.4. Pemeriksaan Berat Isi Semen

SEMEN		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 Scoria = 1,25 kg/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,35 kg/cm³
- c. Semen = 1,11 kg/cm³

2. Berat isi padat

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

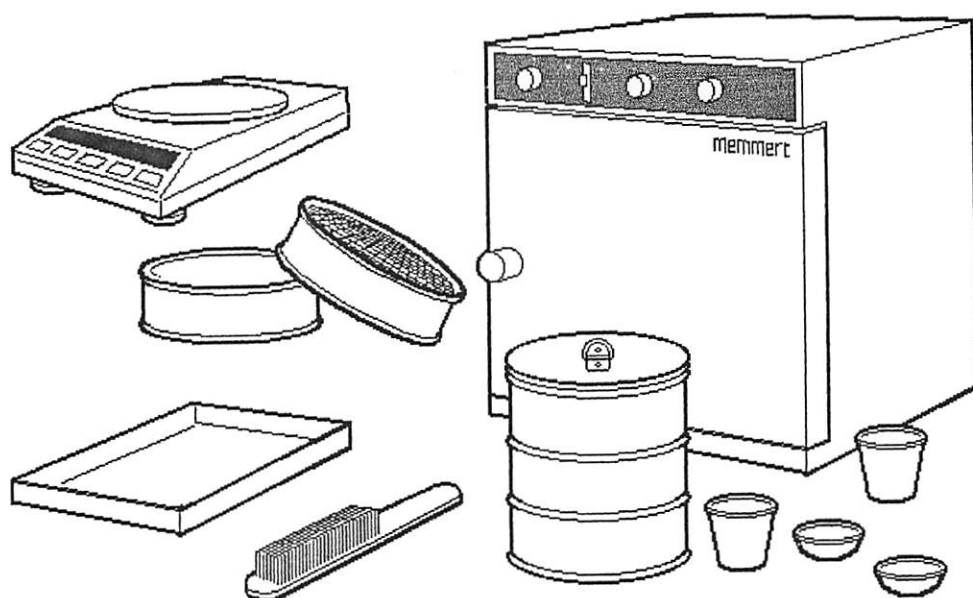
3.6.2. Analisa Saringan Agregat Kasar (Batu Scoria) dan Halus

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

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- c. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- d. Alat penggetar saringan (*shieve shaker*).
- e. Talam - talam.
- f. Kuas, sikat kuningan, sendok
- g. Seperangkat saringan dengan ukuran :



Gambar 3.3. : Aparatus untuk analisis saringan agregat kasar dan halus

Tabel 3.5. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar Batu Scoria

Nomor Saringan	Diameter Lubang Saringan (mm)
(3")	76,2
(1 ½")	38,1
(¾")	19,1
(⅜")	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

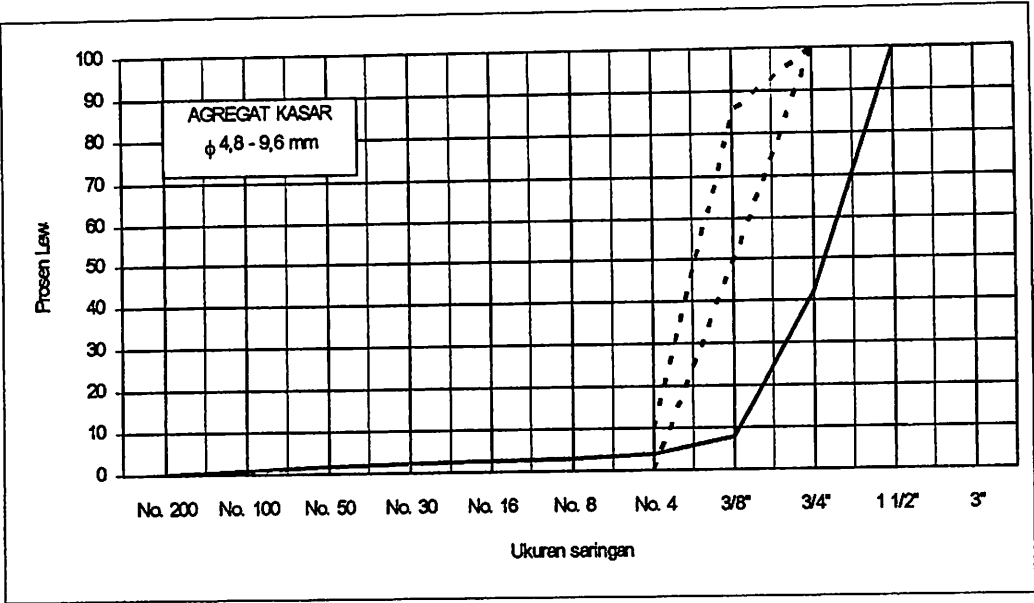
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 3.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Scoria

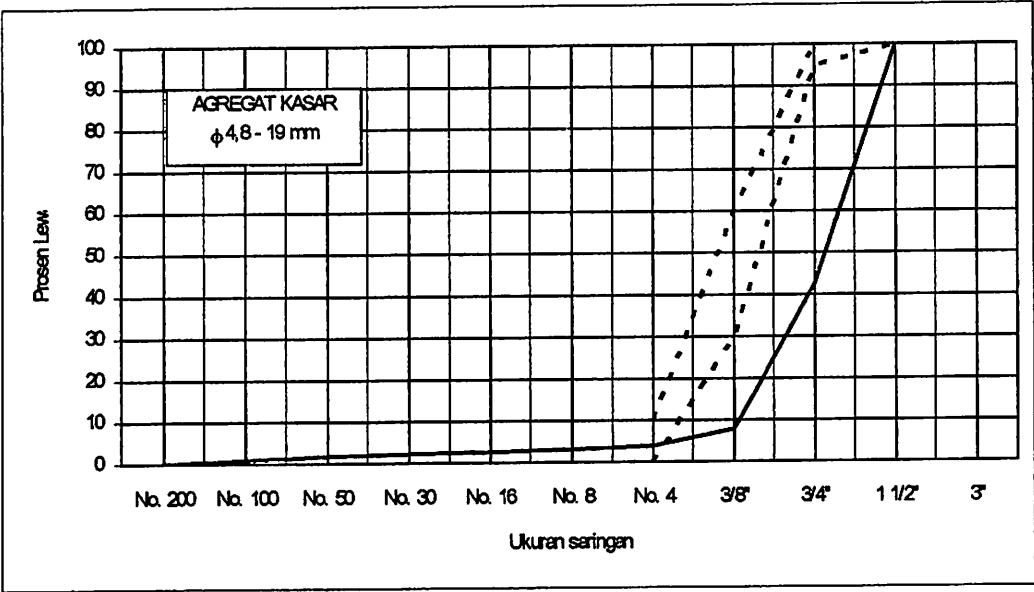
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 Mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38.1 Mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19.1 Mm (3/4")	11505,70	57,45	57,45	42,55
9.6 Mm (3/8")	6964,90	34,78	92,23	7,77
4.75 Mm (No. 4)	807,80	4,03	96,26	3,74
2.36 Mm (No. 8)	100,40	0,50	96,77	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



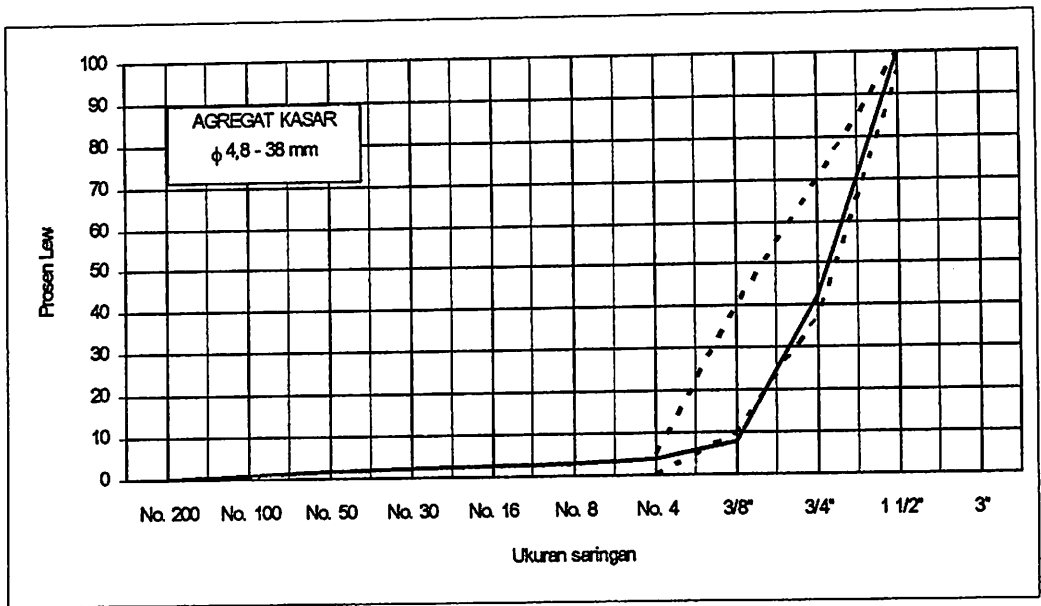
Grafik 3.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar Batu Scoria 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 3.2. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar Batu Scoria 4,8 – 19 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



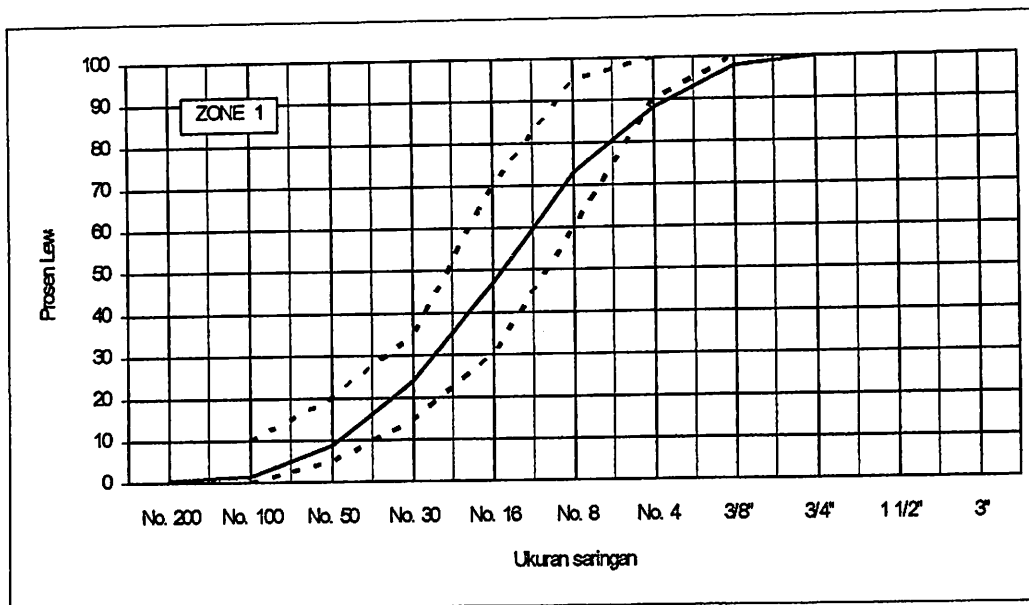
Grafik 3.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar Batu Scoria 4,8 – 38 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 3.7. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

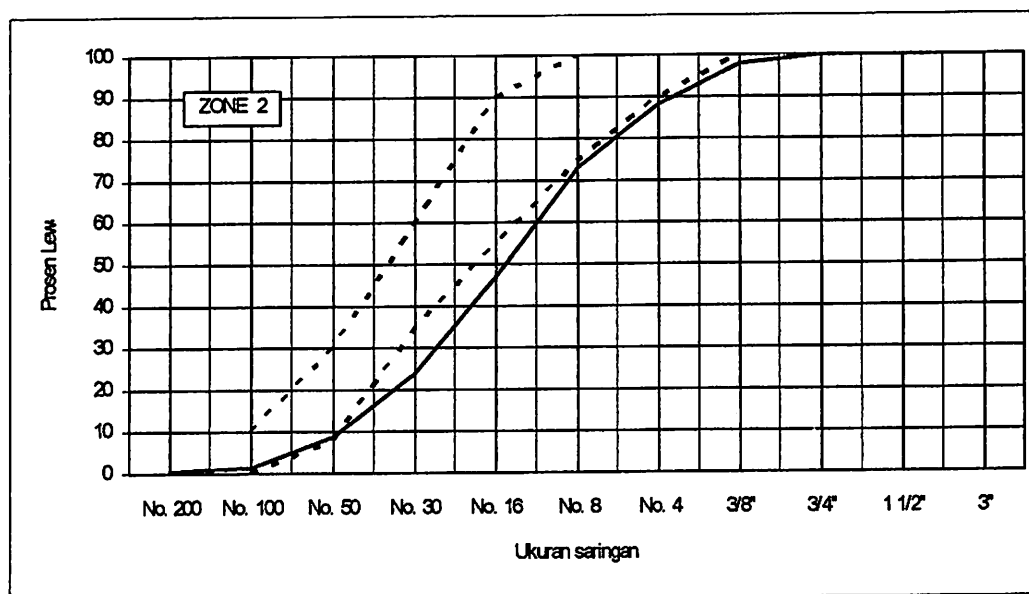
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen Tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38.1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19.1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9.6 mm (3/8")	46,70	2,34	2,34	97,67
4.75 mm (No. 4)	192,10	9,61	11,94	88,06
2.36 mm (No. 8)	298,00	14,90	26,84	73,16
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



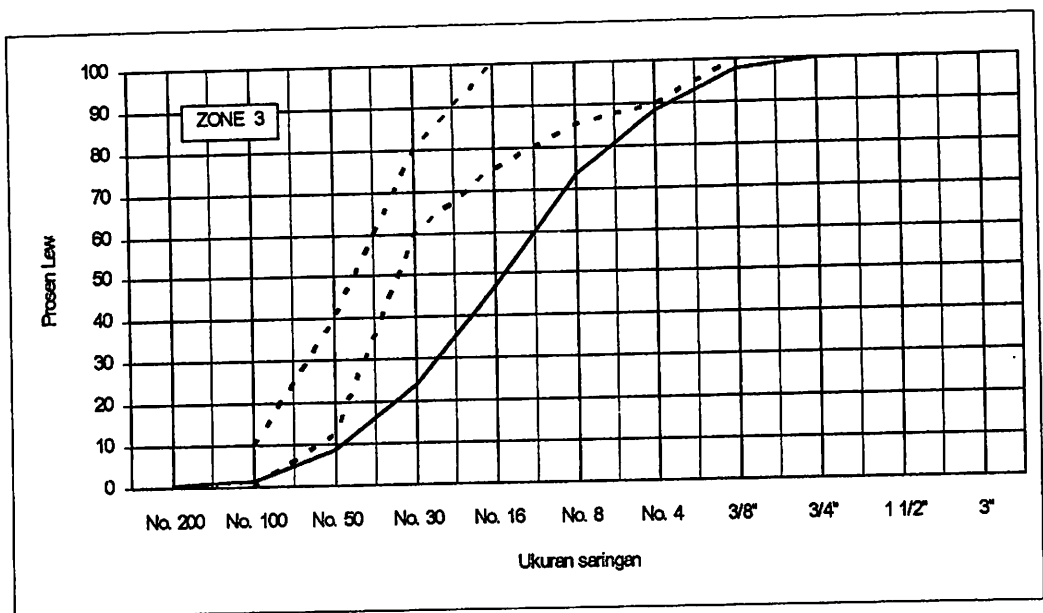
Grafik 3.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 3.5. : Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 3.6. : Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

- Agregat halus (pasir masuk zone 1)
- Modulus kehalusan Pasir agregat halus 2,18
- Agregat kasar (**Batu Scoria**) masuk ukuran 4,8 – 38 mm

3.6.3. 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

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

C. Bahan

Contoh pasir dengan volume 115 ml ($\frac{1}{3}$ 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 3.8. 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

- Larutan NaOH 3% diperoleh dari campuran 3 bagian larutan berat NaOH dalam 97 bagian berat air suling.
- 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.

3.6.4. 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

- a. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
- b. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
- c. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
- d. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
- e. 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 %).

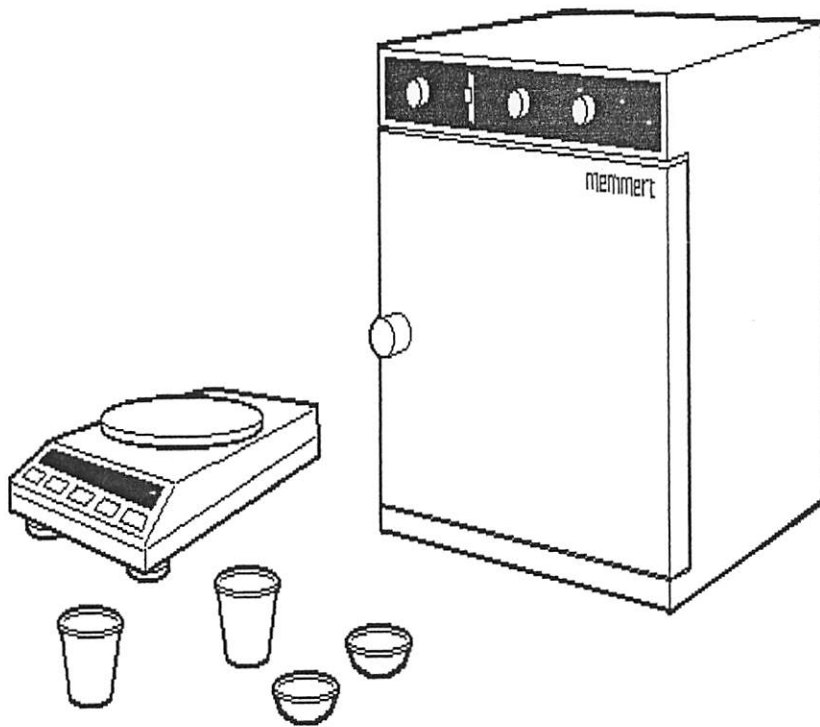
3.6.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

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

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



Gambar 3.4. : Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

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

Tabel 3.9. 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

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

W_5 = berat contoh kering (gram)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 3.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Batu Scoria

BATU SCORIA		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 3.11. 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

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

3.6.6. 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

- 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 “).
- Alat penggantung keranjang.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Handuk
- 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

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

E. Perhitungan

- Berat Jenis (*bulk*) $\frac{B_k}{B_j - B_a}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{B_j}{B_j - B_a}$
- Berat jenis semu (*apparent*) $\frac{B_k}{B_k - B_a}$

- 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 3.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

- a. Berat jenis (*bulk*) = 2,34
- b. Berat jenis SSD = 2,44
- c. Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,58
- d. Penyerapan (absorpsi) = 3,92 %

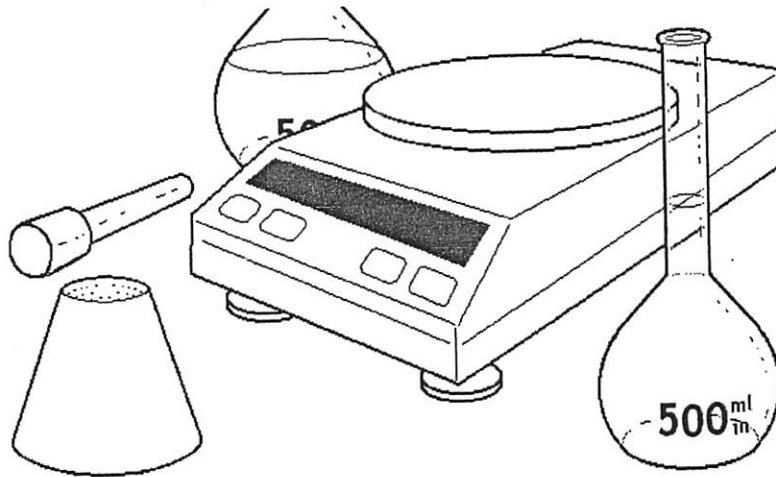
3.6.7. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

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

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dengan kapasitas minimum 1000 gram.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- c. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
- d. Cetakan kerucut pasir (metal sand cone) dan tongkat pemadat dari logam.



Gambar 3.5 : 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

- a. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- b. 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.
- c. 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.

- d. Pisahkan contoh benda uji dengan piknometer dan keringkan pada suhu $(213 \pm 230)^{\circ}$ Fahrenheit. Langkah ini harus diselesaikan dalam waktu 24 jam.
- e. 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

- Berat Jenis (*bulk*) $\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$
- Berat jenis semu (*apparent*) $\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$
- Penyerapan (absorpsi) $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$

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 3.13. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	487,70	489,00	488,35
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	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)	Bt	985,60	974,20	979,90
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2,52	2,54	2,53
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2,59	2,60	2,59
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2,69	2,69	2,69
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	2,52	2,25	2,39

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian Agregat halus (pasir)

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

3.6.8. 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*.

a. 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").

- b.** Bola-bola baja mempunyai diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram.
- c.** Saringan mulai ukuran 37,5 mm (1 1/2") sampai 2,38 mm (N0. 8).
- d.** Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
- e.** 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 3.14. 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

- Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dan mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm sebanyak 500 ± 1 putaran.
- Setelah selesai putaran, benda uji dikeluarkan, disaring dengan saringan 4,75 mm (No. 4) dan 1,7 mm (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 3.15. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Batu Scoria

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 %

3.7. Perhitungan Kebutuhan Bahan

3.7.1. 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 sebanyak 164 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 40 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 104 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 20 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran, pada hal ini saya selaku pembahas memakai balok dengan ukuran 15 x 15 x 60:

A. Perhitungan volume Balok p x l x t = 15 x 15 x 60

$$= (p \times l \times t) \times (n \times 1,2)$$

$$= (60 \times 15 \times 15) \times (20 \times 1,2)$$

$$= 0,324 \text{ m}^3$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai faktor kehilangan

n = jumlah benda uji.

3.8. Kuat Tarik Lentur :

- Ambilah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentris
- Jalankan mesin uji lentur.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.
- Lakukan langkah - langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.

Cara lain menaksir kekuatan tarik beton yang menyebar adalah dengan cara test lentur (ASTM C 78). Benda uji adalah balok kayu berukuran 150 x150 600 mm. Cetakan diisi dengan dua lapisan yang sama, masing-masing mendapat 60 kali rojokan,satu tahap untuk a13 cm² pada permukaan atas. Campuran beton kaku dipadatkan melalui getaran, sebagaimana yang diisyaratkan pada silinder yang tertekan. Balok beton dirawat sesuai dengan pedoman yang diuji kelenturannya pada sepertiga muatan,seperti gambar di bawah. Pengujian ini bisa dilakukan juga pada balok yang digergaji dari beton yang keras.

Rumus tersebut berlaku bila balok retak diantara titik muatan (pada sepertiga bagian tengah balok). Bila balok beton pecah diluar titik tersebut, ujung-ujungnya dihitung dengan jarak tak lebih dari 5% bentangan, maka perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{3Pa}{bd} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana a adalah jarak tumpuan antara titik retak dan tumpuan terdekat.

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.1.1. Perhitungan Mix Design Beton untuk Agregat Kasar Batu Pecah

Metode British Mengacu Pada *SNI 03-2847-2002*

- Data – data hasil test material

- Berat isi agregat halus = $1,52 \text{ gr/cm}^3$
- Berat isi agregat kasar = $1,35 \text{ gr/cm}^3$
- Berat jenis agregat kasar = 2,34
- Berat jenis agregat halus = 2,53
- Max agregat size = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 6,91 % kondisi asli & 2,05 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1,56 % kondisi asli & 3,55% kondisi SSD

- Untuk kuat tekan karakteristik (f_c 17,5 MPa)

1. Kekuatan tekan karakteristik $= 17,5 \text{ MPa} = 17,5 \text{ N/mm}^2$

$$= 17,5 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2$$
$$= 175 \text{ kg/cm}^2$$

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

Tabel 4.1. 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

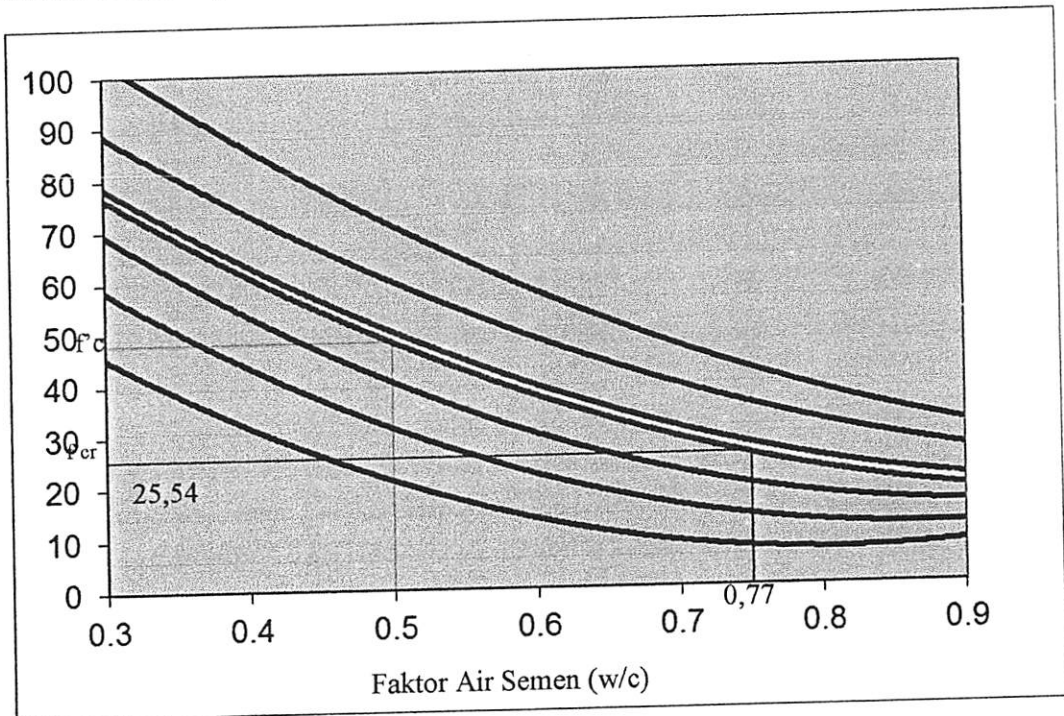
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.2. 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



Grafik 4.1. : 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.

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

Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0.77$$

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

7. *Faktor air semen maksimum :*

Tabel 4.3. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)								
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 4.4. 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

$$\begin{aligned}
 12. \quad \text{Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{215}{0.77} = 279,22 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

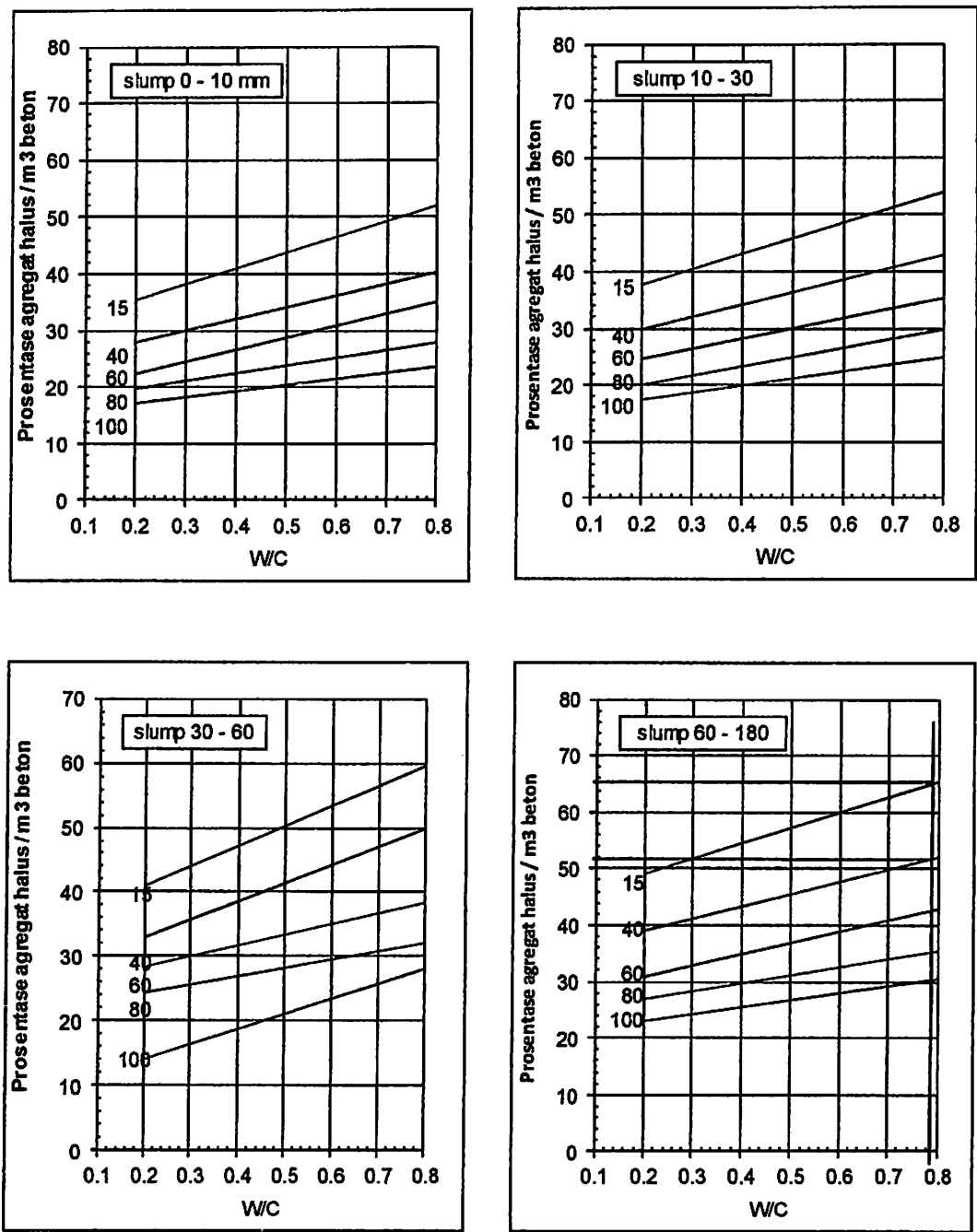
13. Jumlah semen minimum :

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.*



Grafik 4.2. Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

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

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

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

19. Berat jenis agregat gabungan :

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

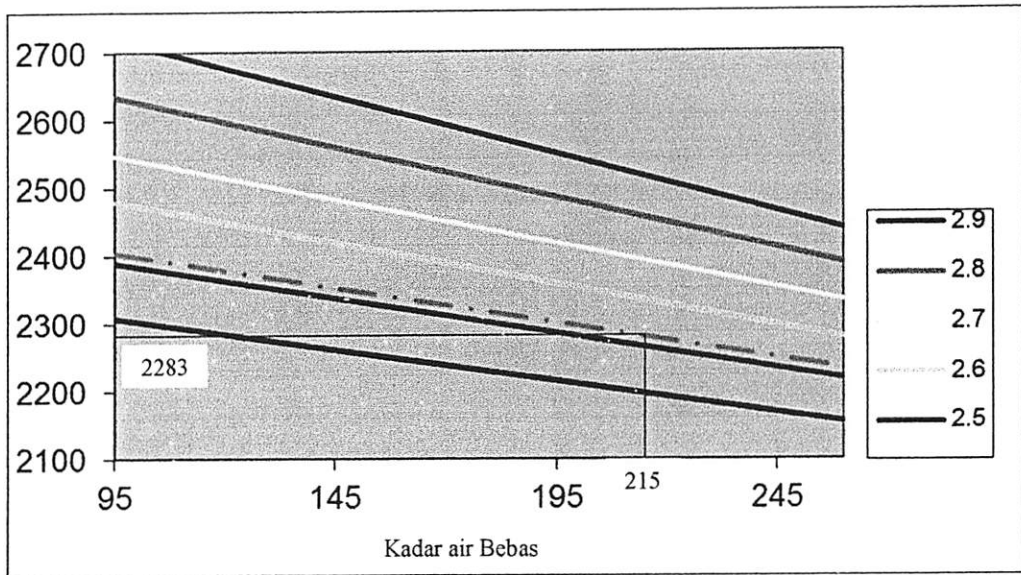
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)}$$

$$/100 \%$$

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

$$= 2,53$$

$$20. \text{ Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat } 2283\text{kg/m}^3$$



Grafik 4.3. 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

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

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 :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.24)}] / [100 + \text{Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no.22)}\} \\ &= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (1028,55)\} = 1077,48 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat kasar (no.23)}\} \\ &= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (760,23)\} = 745,66 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

32. *Jumlah air :*

$$\begin{aligned} &= \text{Kadar air bebas (no.11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ &\quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ &= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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 4.5. 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

• **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 4.6. 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*

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

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tekan Rencana} &= \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin} \\
 &= 20 + 8,04 = 28,04 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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)*

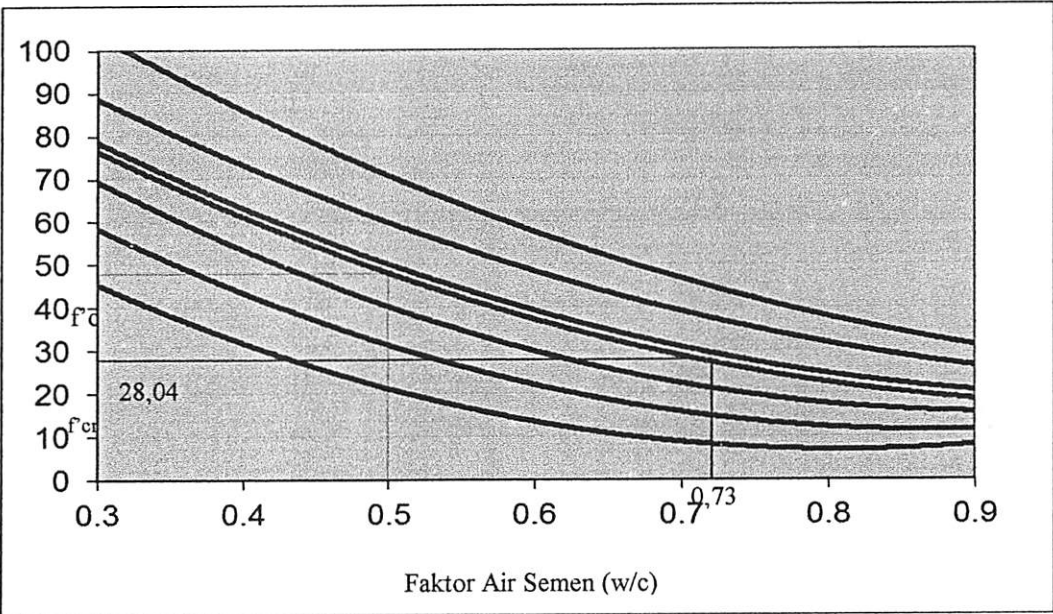
4. *Jenis semen yang digunakan* : Semen Gresik PPC 40 kg
5. *Jenis Agregat Kasar* : Dipecah
- Jenis Agregat halus* : Tidak dipecah

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.7. 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



Grafik 4.4. 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.

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

Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

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

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

7. *Faktor air semen maksimum :*

Tabel 4.8. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)							
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	0,75	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 4.9. 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

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

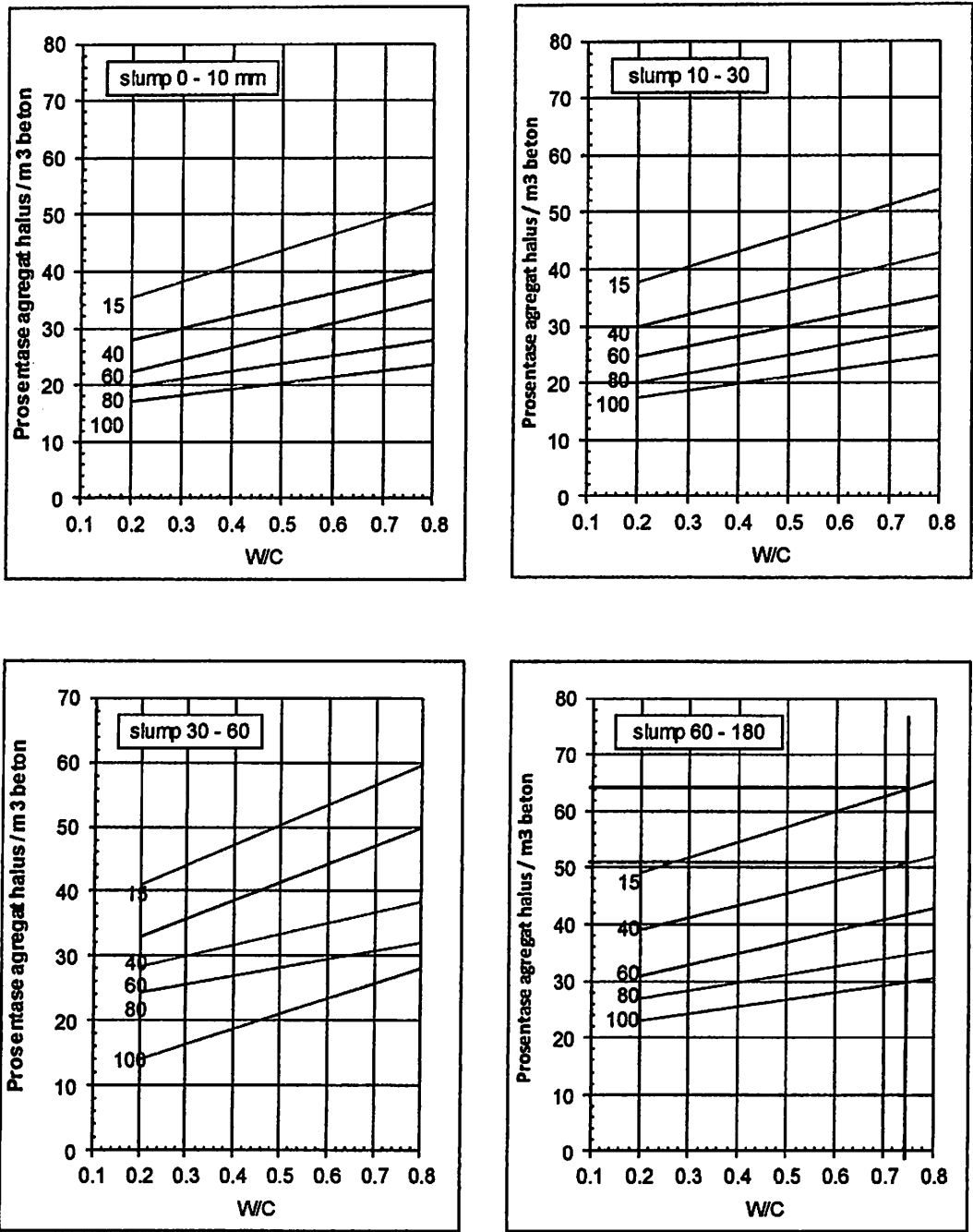
13. Jumlah semen minimum :

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.

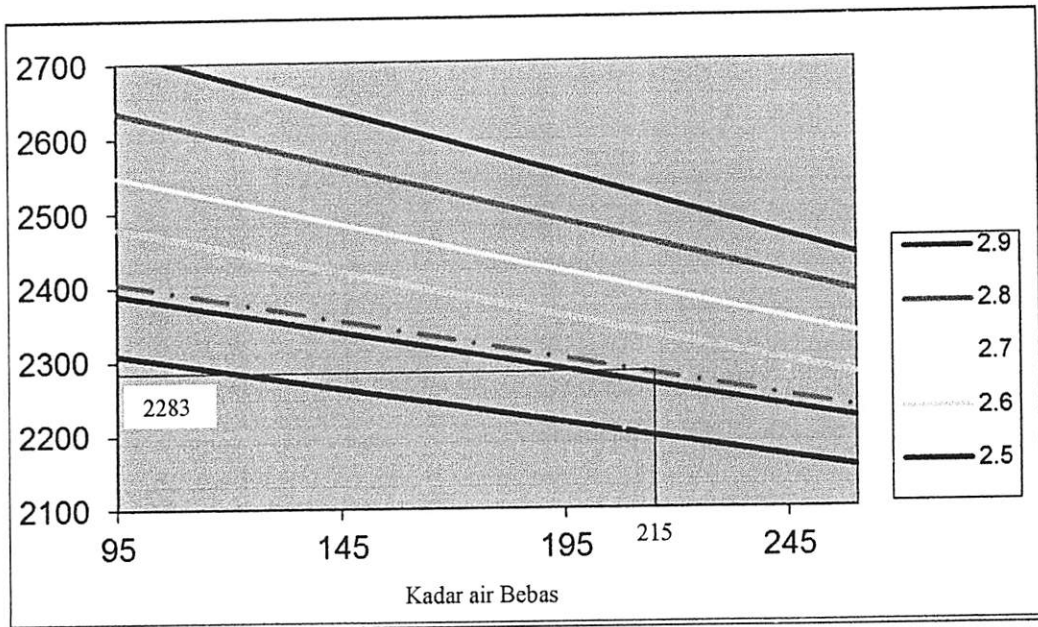


Grafik 4.5. Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

- 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 :*
 $= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)}$
 $+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)}$
 $/100 \%$
 $= ((57).(2,59) + (43).(2,44))/100$
 $= 2,52$
20. *Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 didapat 2283 kg/m^3*



Grafik 4.6. 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)

$$= (2283) - (215) - (294,92) = 1773,08 \text{ kg/m}^3$$

22. *Jumlah agregat halus :*

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

$$= \frac{57 \times 1773,08}{100}$$

$$= 1010,65 \text{ kg/m}^3$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

$$= \frac{43 \times 1773,08}{100}$$

$$= 762,42 \text{ kg/m}^3$$

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 :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.24)}] / [100 + \text{Kadar air agregat halus (SSD) (no.26)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no. 22)}\} \\ &= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (1010,65)\} = 1058,73 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat kasar (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat kasar (no. 23)}\} \\ &= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (762,42)\} = 747,81 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

32. *Jumlah air :*

$$\begin{aligned} &= \text{Kadar air bebas (no. 11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ &\quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ &= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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 4.10. 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

• Untuk kuat tekan karakteristik 22,5

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} &= 22,5 \text{ MPa} = 22,5 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 22,5 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2 \\
 &= 250 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.11. 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

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

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tekan Rencana} &= \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin} \\
 &= 22,5 + 8,04 = 30,54 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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.

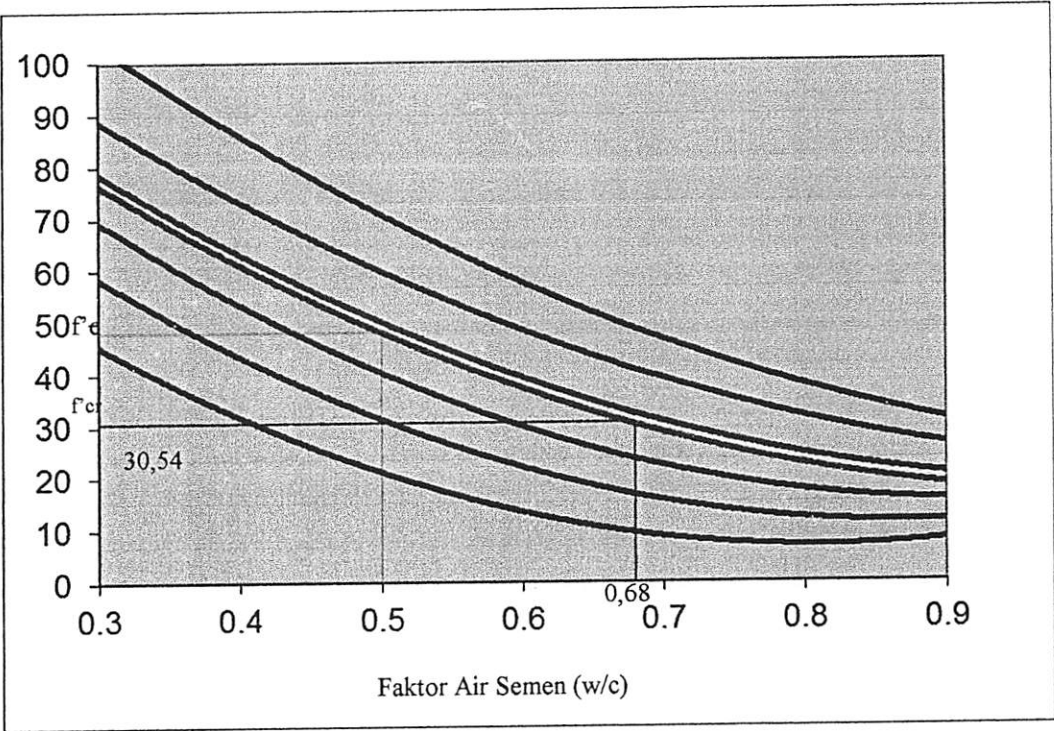
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah.

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.12. 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



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.

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

Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

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

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

7. *Faktor air semen maksimum :*

Tabel 4.13. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)						
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

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 0,68

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 m.

11. Kadar air bebas :

Tabel 4.14. 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 $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215 \text{ mm}$

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

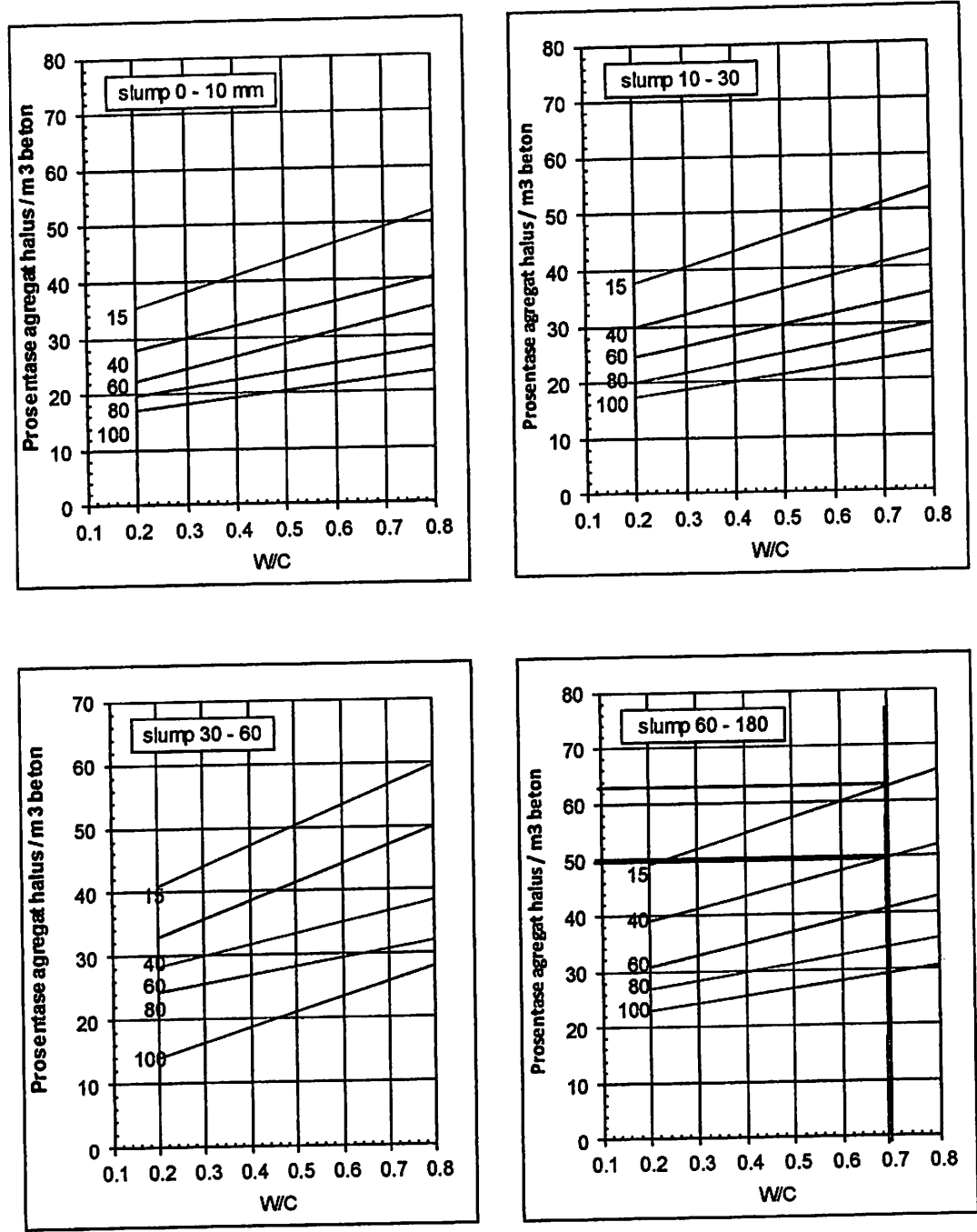
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0,73 diperoleh jumlah semen minimum 238 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 318,52 kg/m³.

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



Grafik 4.8. Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

$$16. \quad \text{Proporsi agregat kasar} = 100\% - 57,50\% = 44\%$$

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 :

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

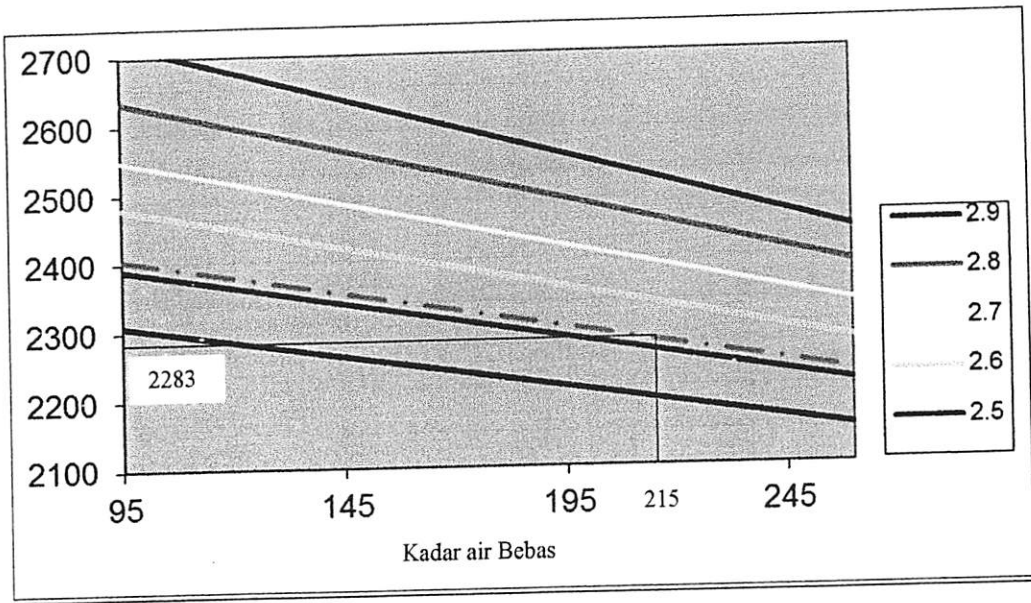
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)}$$

$$/100 \%$$

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

$$= 2,52$$

20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2283 kg/m^3



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)

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

22. *Jumlah agregat halus :*

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

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

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

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

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

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

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 :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.24)}] / [100 + \text{Kadar air agregat} \\ &\quad \text{halus (SSD) (no.26)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no.22)}\} \\ &= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (979,71)\} = 1026,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat} \\ &\quad \text{kasar (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat kasar (no.23)}\} \\ &= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (769,77)\} = 755,02 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

32. *Jumlah air :*

$$\begin{aligned} &= \text{Kadar air bebas (no.11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ &\quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ &= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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. 15. 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*

• **Untuk kuat tekan karakteristik 25 MPa**

1. *Kekuatan tekan karakteristik* = 25 MPa = 25 N/mm²

$$= 25 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

Tabel 4.16. 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. *Faktor margin* = 1,34 x Deviasi Standart

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

Kuat Tekan Rencana = Kuat tekan karakteristik + Faktor Margin

$$= 25 + 8,04 = 33,04 \text{ MPa}$$

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.

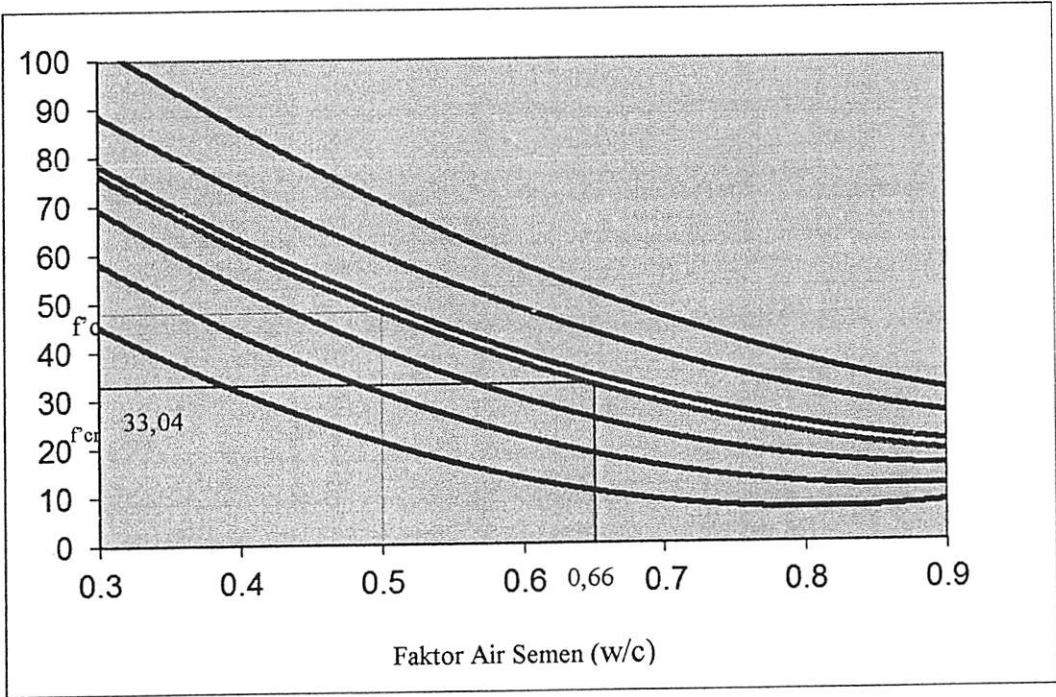
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah.

6. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.17. 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



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.

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

Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

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

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

7. *Faktor air semen maksimum :*

Tabel 4.18. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)					
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 4.19 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 $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215 \text{ mm}$

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

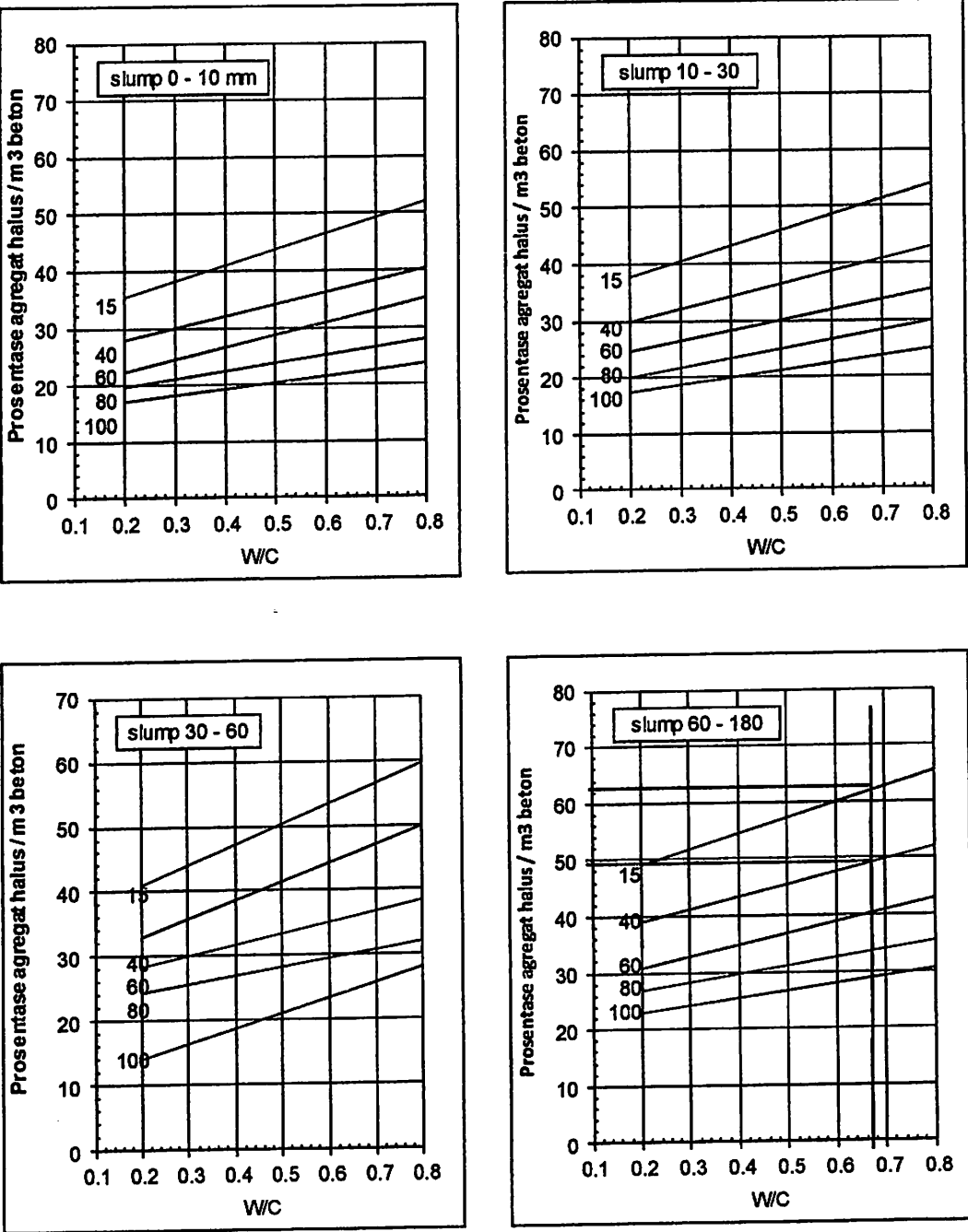
13. Jumlah semen minimum :

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 $326,25 \text{ kg/m}^3$.

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



Grafik 4.11. Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

$$16. \text{ Proporsi agregat kasar} = 100\% - 55\% = 45\%$$

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 :

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

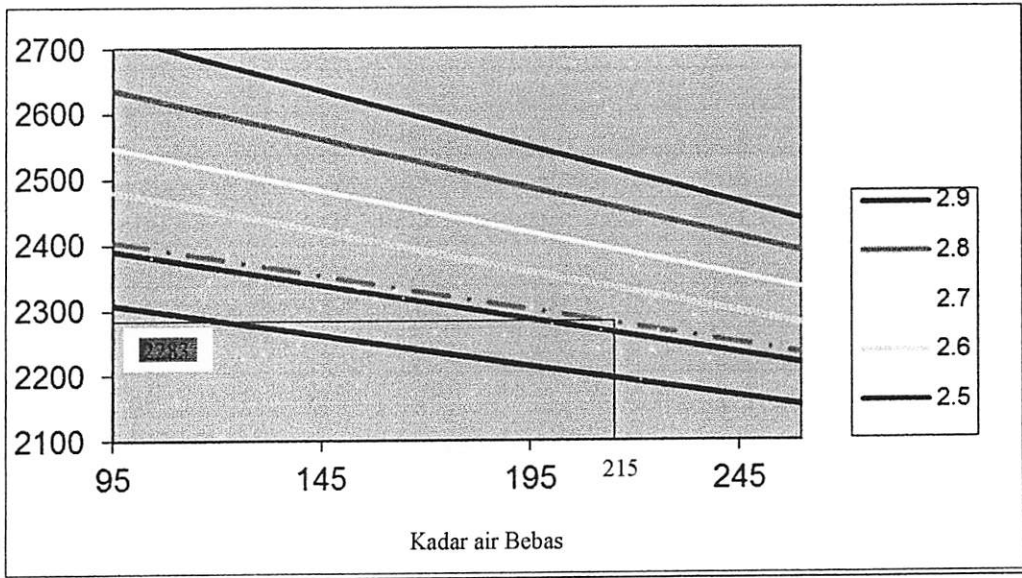
$$+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)}$$

$$/100 \%$$

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

$$= 2,52$$

20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2283 kg/m^3



Grafik 4.12. 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)

$$= (2283) - (215) - (326,25) = 1741,75 \text{ kg/m}^3$$

22. *Jumlah agregat halus :*

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

$$= \frac{55 \times 1741,75}{100}$$

$$= 957,96 \text{ kg/m}^3$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

$$= \frac{45 \times 1741,75}{100}$$

$$= 783,79 \text{ kg/m}^3$$

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 :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.24)}] / [100 + \text{Kadar air agregat} \\ &\quad \text{halus (SSD) (no.26)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no. 22)}\} \\ &= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (957,96)\} = 1003,54 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \{[100 + \text{Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat} \\ &\quad \text{kasar (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat kasar (no.23)}\} \\ &= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (783,79)\} = 768,77/\text{m}^3 \end{aligned}$$

32. *Jumlah air :*

$$\begin{aligned} &= \text{Kadar air bebas (no.11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ &\quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ &= 215 + (-4,86) + 1,98 = 212,13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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 4.20 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

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

Untuk pengujian tarik lentur beton ini dilakukan pada benda uji balok 150 x 150 x 600 mm pada umur 28 hari.

Metode untuk menguji tarik lentur beton ini disarankan aman subakti dalam buku teknologi beton yaitu ASTM C 78, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik lentur pada mutu 17,5 MPa sebagai penjelasan dari analisa tersebut didapat contoh perhitungan menggunakan data tarik lentur beton dengan menggunakan batu scoria sebagai agregat kasar sedangkan untuk keseluruhan tiap lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

5.1.1 Pengujian Tarik Lentur Beton Pada Mutu 17,5 MPa

Kuat Tarik Lentur

$$\begin{aligned} &= \frac{P.L}{b.t^2} \\ &= \frac{23000 \times 580}{150 \times 150^2} \\ &= 3,9526 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)

 L = Panjang benda uji (mm)

 b = Lebar balok (mm)

 t = Tinggi balok (mm)

Kekuatan tarik maksimum secara teoritis atau modulus Rupture R dihitung dengan tumus balok terlentur dengan beban tiga muatan :

$$R = \frac{P.L}{b.l^2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

Tabel 5.1. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton (Mutu Beton 11,6 MPa)

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Mutu Beton Rencana 17,5 Mpa	1	08/06/2011	08/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	32,890	23000	3,9526	3,8495
	2	08/06/2011	08/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	32,770	20000	3,4370	
	3	08/06/2011	08/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	32,020	23000	3,9526	
	4	08/06/2011	08/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,560	20000	3,4370	
	5	08/06/2011	08/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,230	26000	4,4681	

Pada Penelitian ini Untuk Mutu Beton Rencana 17,5 MPa Dihasilkan Beton Bermutu 11,6 MPa yang dilihat dari nilai rata-rata interval kuat tekan.

Tabel 5.2. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton (Mutu Beton 15,4 MPa)

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Mutu Beton Rencana 20 Mpa	1	09/06/2011	09/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,570	22000	3,7807	3,8839
	2	09/06/2011	09/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,870	21000	3,6089	
	3	09/06/2011	09/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	32,340	24000	4,1244	
	4	09/06/2011	09/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	31,390	26000	4,4681	
	5	09/06/2011	09/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	31,730	20000	3,4370	

Pada Penelitian ini Untuk Mutu Beton Rencana 20 MPa Dihasilkan Beton Bermutu 15,4 MPa yang dilihat dari nilai rata-rata interval kuat tekan.

Tabel 5.3. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton (Mutu Beton 19,5 MPa)

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Mutu Beton Rencana 22,5 Mpa	1	10/06/2011	10/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,470	19500	3,3511	4,0041
	2	10/06/2011	10/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,110	18000	3,0933	
	3	10/06/2011	10/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	32,100	24000	4,1244	
	4	10/06/2011	10/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,100	28000	4,8119	
	5	10/06/2011	10/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,350	27000	4,6400	

Pada Penelitian ini Untuk Mutu Beton Rencana 22,5 MPa Dihasilkan Beton Bermutu 19,5 MPa yang dilihat dari nilai rata-rata interval kuat tekan.

Tabel 5.4. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton (Mutu Beton 19,9 MPa)

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Mutu Beton Rencana 25 Mpa	1	11/06/2011	11/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	35,080	27000	4,6400	5,0868
	2	11/06/2011	11/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	33,240	27000	4,6400	
	3	11/06/2011	11/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	36,290	34000	5,8430	
	4	11/06/2011	11/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	35,140	28000	4,8119	
	5	11/06/2011	11/07/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	35,560	32000	5,4993	

Pada Penelitian ini Untuk Mutu Beton Rencana 25 MPa Dihasilkan Beton Bermutu 19,9 MPa yang dilihat dari nilai rata-rata interval kuat tekan.

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 (Sudjana, 1982).

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 Kuat Tarik Lentur

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur pada mutu 17,5 MPa :

Tabel 5.5. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Pada Mutu 17,5 MPa

No	Kuat Tarik Lentur (MPa)
Variasi	17,5
1	3,9526
2	3,4370
3	3,9526
4	3,4370
5	4,4681

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$
 $= \frac{3,9526 + 3,4370 + 3,9526 + 3,4370 + 4,4681}{5}$
 $= 3,8495 \text{ MPa}$
- $s =$

$$\sqrt{\frac{((3,9526 - 3,8495)^2 + (3,4370 - 3,8495)^2 + (3,9526 - 3,8495)^2 + (3,4370 - 3,8495)^2 + (4,4681 - 3,8495)^2)}{5 - 1}}$$

$$= 0,5004$$

- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

$$= 3,8495 - \left(4.303 \times \frac{0,5004}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 3,8495 + \left(4.303 \times \frac{0,5004}{\sqrt{5}} \right)$$

$$= 2,6064 < \mu < 5,0925$$

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

Tabel 5.6. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
17,5	3,8495	0,5004	0,975	4	4,303	2,6064	$< \mu <$	5,0925
20	3,8839	0,4801	0,975	4	4,303	2,6911	$< \mu <$	5,0766
22,5	4,0041	0,8848	0,975	4	4,303	1,8060	$< \mu <$	6,2023
25	5,0868	0,6398	0,975	4	4,303	3,4974	$< \mu <$	6,6762

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi mutu semua memenuhi syarat berjumlah 5 buah. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.7. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur

Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

No variasi (MPa)	Kuat Tarik Lentur			
	17,5	20	22,5	25
1	3,9526	3,7807	3,3511	4,6400
2	3,4370	3,6089	3,0933	4,6400
3	3,9526	4,1244	4,1244	5,8430
4	3,4370	4,4681	4,8119	4,8119
5	4,4681	3,4370	4,6400	5,4993

5.3. Pengujian Hipotesis

5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab II, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi mutu beton.

**Tabel 5.8. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Umur 28 Hari
Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Mutu Beton								Jumlah
	17,5		20		22,5		25		
	Y	Y²	Y	Y²	Y	Y²	Y	Y²	
1	3,9526	15,6230	3,7807	14,2940	3,3511	11,2299	4,6400	21,5296	
2	3,4370	11,8132	3,6089	13,0241	3,0933	9,5687	4,6400	21,5296	
3	3,9526	15,6230	4,1244	17,0110	4,1244	17,0110	5,8430	34,1402	
4	3,4370	11,8132	4,4681	19,9643	4,8119	23,1539	4,8119	23,1539	
5	4,4681	19,9643	3,4370	11,8132	4,6400	21,5296	5,4993	30,2419	
SY	19,2474		19,4193		20,0207		25,4341		84,1215
SY²	74,8368		76,1067		82,4932		130,5952		364,0319
n	5		5		5		5		20

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 74.8368 + 76.1067 + 82.4932 + 130.5952 \\ &= 364.0319\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{84,1215^2}{20} \\ &= 353,8213\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{19,2474^2}{5} + \frac{19,4193^2}{5} + \frac{20,0207^2}{5} + \frac{25,4341^2}{5} \right) - 353,821 \\ &= 5,237\end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 364,032 - 353,821 - 5,237 \\ &= 4,973\end{aligned}$$

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 5.9. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	364,032	353,821	5,6164
Antar perlakuan	1	5,237	1,746	
Dalam perlakuan	18	4,973	0,311	
Jumlah	20			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{1,746}{0,311} = 5,6164$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 6) = 3,23887$ Jadi nilai $F_{hitung} = 5,61639 > F_{tabel} = 3,23887$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh variasi mutu terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

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 terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik (*Sudjana,2002; 338*) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $\hat{Y} = a + bX + cX^2$. Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

5.4.1 Analisa Regresi

Tabel 5.10. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat

Tarik Lentur Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	17,5	3,849	306,250	5359,375	93789,063	67,366	1178,904	14,819
2	20	3,884	400,000	8000,000	160000,000	77,677	1553,541	15,084
3	22,5	4,004	506,250	11390,625	256289,063	90,093	2027,100	16,033
4	25	5,087	625,000	15625,000	390625,000	127,170	3179,259	25,876
Jmlh	85	16,824	1837,500	40375,000	900703,125	362,307	7938,804	71,812

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.77. maka didapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 16,824 & = & 4a & + & 85b & + & 40375,0c \\ 7807,015 & = & 4a & + & 85b & + & 40375,0c \\ 71,812 & = & 85a & + & 40375,0b & + & 900703,125c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 19,55$$

$$b = 1,628$$

$$c = 0,041$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 0,041x^2 - 1,628x + 19,55$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(1,628 \left\{ 362,307 - \frac{85 \times 16,824}{4} \right\} \right) + \left(0,041 \left\{ 7938,804 - \frac{1837,5 \times 16,824}{4} \right\} \right) \\ &= 16,4146 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 71,812 - \frac{(16,824)^2}{4} \\ &= 1,0475 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{16,4146}{1,0475} \\ &= 0,963 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tarik lentur menghasilkan persamaan $y = 0,041x^2 + 1,628x + 19,55$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,963

Hal ini berarti bahwa 98% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh variasi mutu sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.

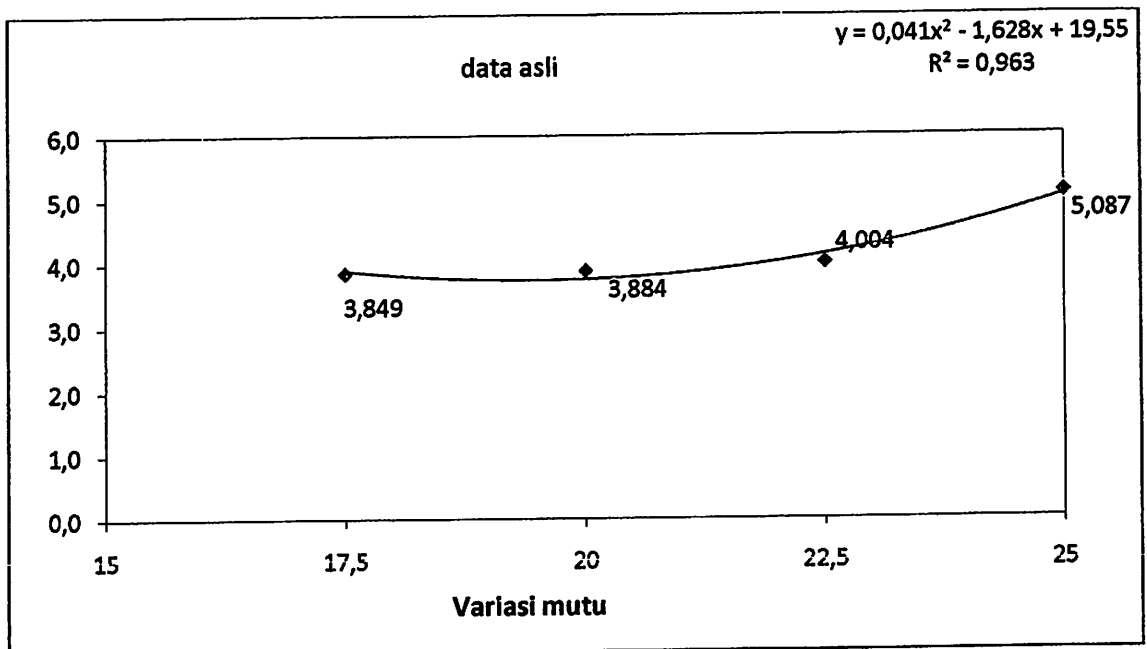
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 0,041x^2 + 1,628x + 19,55$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,963$$

Grafik 5.1. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur



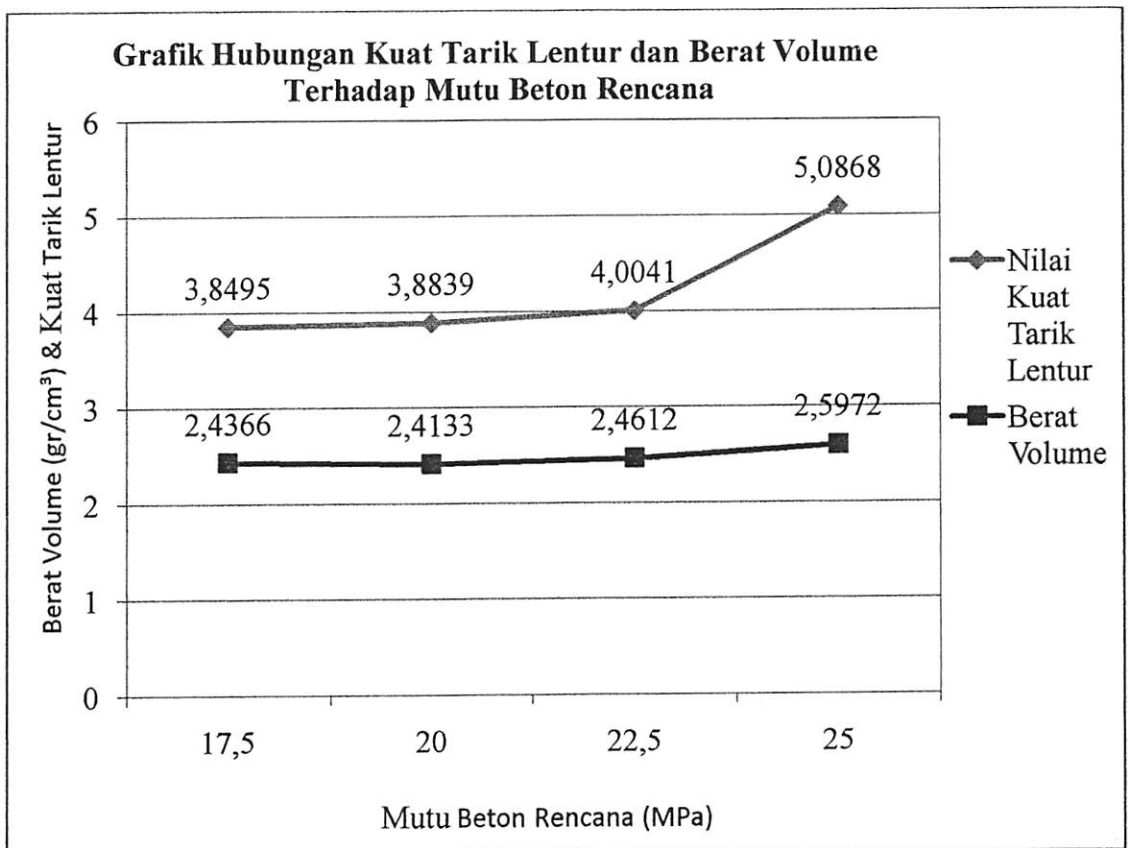
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5 Hubungan Kuat Tarik Lentur Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana

Tabel 5.11. Daftar Nilai Porositas Dan Berat Volume

Rencana Mutu Beton (MPa)	Nilai Kuat Tarik Lentur	Berat Volume
17,5	3,8495	2,4366
20	3,8839	2,4133
22,5	4,0041	2,4612
25	5,0868	2,5972

Sumber : Analisa Data Penelitian



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

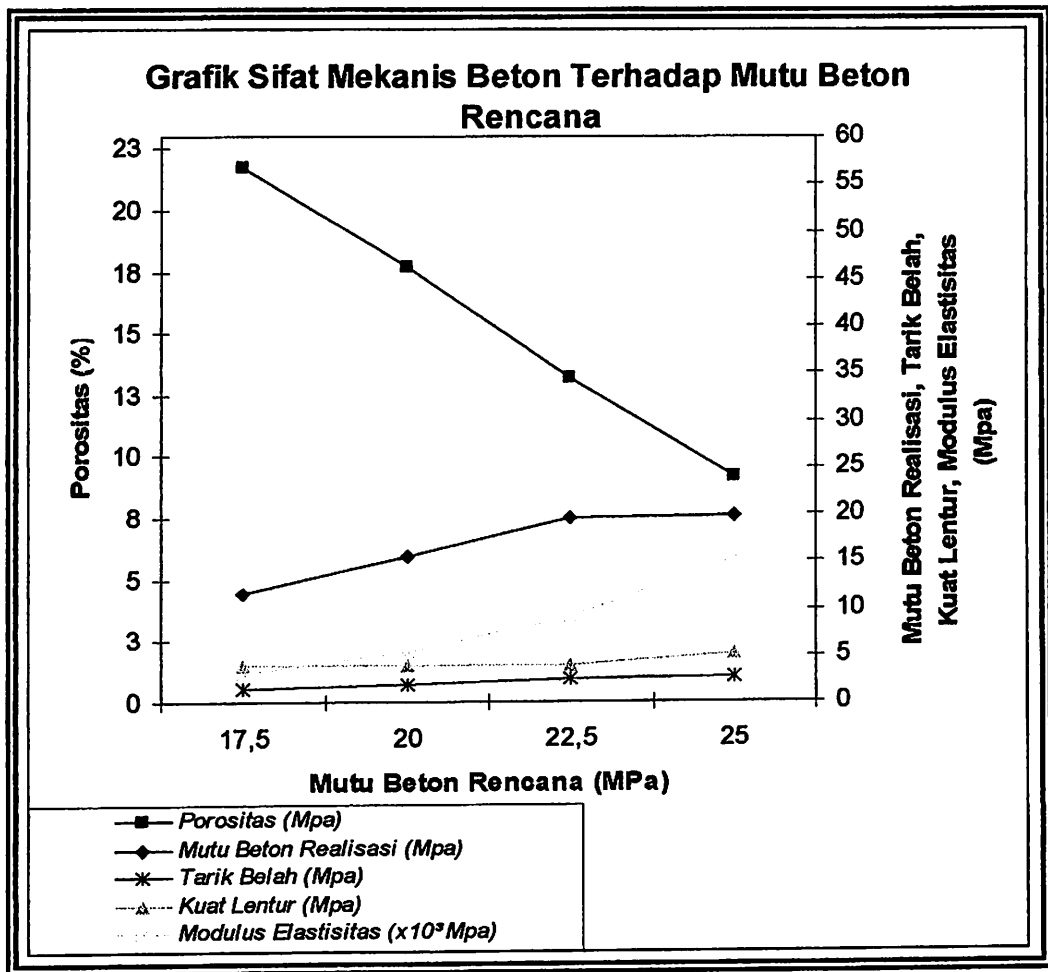
Pada grafik 5.2. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik lentur akibat Penambahan Mutu Beton. Peningkatan kuat tarik lentur ini dikarenakan disain campuran dalam membuat beton. Semakin besar kuat tekan yang didisain semakin besar pula agregat halus dan semen yang dicampurkan dari pada agregat kasarnya dalam membuat beton, semakin padat beton itu sehingga berat volume meningkat dan nilai kuat tarik lentur semakin besar.

5.6 Analisis Dan Pembahasan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana

Untuk melihat pengaruh variasi mutu beton rencana pada sifat mekanis beton maka kita menyadur data dari Al Haris Kardana (03.21.025) untuk kuat tarik belah, Kiki Setyo Siswantoro (03.21.032) untuk mutu beton realisasi, Sulistianto (03.21.014) untuk porositas, Yudha Yogi Prasetiawan (03.21.051) untuk modulus elastisitas.

Tabel 5.12. Daftar Nilai Sifat Mekanis Beton

<i>Mutu Beton Rencana (Mpa)</i>	<i>Porositas (Mpa)</i>	<i>Mutu Beton Realisasi (Mpa)</i>	<i>Tarik Belah (Mpa)</i>	<i>Kuat Lentur (Mpa)</i>	<i>Modulus Elastisitas ($\times 10^3$ Mpa)</i>
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



Grafik 5.3. Hubungan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana

Pada grafik 5.3. 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, nilai tarik belah, nilai kuat lentur, dan nilai modulus elastisitas akan meningkat

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. Didapat nilai kinerja beton (Kuat Tarik Lentur) pada beton ringan yang menggunakan **Batu Scoria** sebagai agregat kasarnya pada umur 28 hari :

Mutu Beton Rencana 17,5 MPa = 3,580	Mutu Realisasi = 11,6 MPa
-------------------------------------	---------------------------

Mutu Beton Rencana 20 MPa = 3,884	Mutu Realisasi = 15,4 MPa
-----------------------------------	---------------------------

Mutu Beton Rencana 22,5 MPa = 4,0	Mutu Realisasi = 19,5 MPa
-----------------------------------	---------------------------

Mutu Beton Rencana 25 MPa = 5,082	Mutu Realisasi = 19,9 MPa
-----------------------------------	---------------------------

2. Didapat nilai maksimum kinerja beton (Kuat Tarik Lentur) yang menggunakan **Batu Scoria** sebagai agregat kasarnya :

Mutu Beton Rencana 25 MPa = 5,082	Mutu Realisasi = 19,9 MPa
-----------------------------------	---------------------------

6.2. Saran

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

1. Ide awal dari penelitian ini adalah mencoba menggunakan alternative bahan batu scoria yang jumlahnya berlimpah di daerah Lumajang. Sesuai dengan hasil penelitian, bahwa mutu hasil penelitian tidak memenuhi mutu rencana, maka sebaiknya dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut :
 - a. Menyesuaikan muu kuat tekan hasil dengan rencana yang di ijinan. Semisal dibutuhkan beton mutu 17,5 MPa, maka digunakan formula rencana 22,5 MPa jika menggunakan batu scoria 100%.
 - b. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk meneliti perbandingan antara beton menggunakan agregat kasar batu pecah biasa dengan beton yang menggunakan campuran batu scoria.
 - c. Hendaknya dicoba mengguknakan bahan-bahan tambahan untuk menambah kekuatan tekan beton, seperti Superplasticizer, silica fume, atau fly ash.

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

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman Dan Prasarana Wilayah, *SNI*

03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan

Gedung, Bandung.

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

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.

Subakti, Aman (1994), *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Surabaya : Divisi

Percetakan, Jurusan Teknik Sipil FTSP, Institut Teknologi Sepuluh November

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





PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

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- 1506.04/21/B/TA/I/Gnp 2011
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

15 Juni 2011

Kepada Yth : Bpk./ Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST., 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 : Brian Mardian
Nim : 05.21.026
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Kajian Awal Pemanfaatn Batu Scoria Sebagai Agregat Kasar Dengan Parameter "Kuat Tarik Lentur" Pada Beton Ringan".

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



Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



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- 1506.04/21/B/TA/II/Gnp 2011
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

15 Juni 2011

Kepada Yth : **Bpk./ Ibu Ir. Bambang Wedyantadji, 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 : **Brian Mardian**
Nim : **05.21.026**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

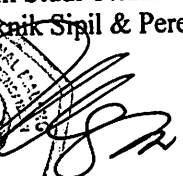
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Kajian Awal Pemanfaatn Batu Scoria Sebagai Agregat Kasar Dengan Parameter "Kuat Tarik Lentur" Pada Beton Ringan".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
15 Juni 2011 ³/_d 14 Desember 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

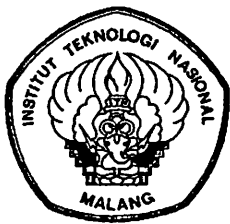
Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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


Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. 101 88 00182

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

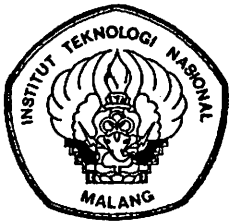
LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

BRIAN MARDIAN (05.21.026)

Dosen Pembimbing : Lyla Ayu Ratna, ST., MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	- Tuzan peserta bisa dilihat tga - Tabel 2 dan bab II lebih judd. (diatas) - Hal 2.1 ... - dan bisa ada plot dan menjelaskan - bab II gambar lebih ket gambar - (di bawah) - Gambar 2.1 ... - Bab II → must analisis statistik - dan → cara di bab bab. - Analisis varian dit.	
04/11	Daftar III - penguji gresat kasar Garis senar → dijelaskan di - gresat yang grafis - garis senar - Gant krippler	
01/08	Abstrak pabak single sensor	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

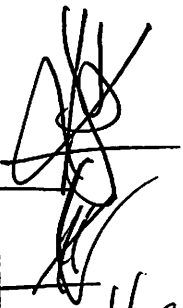
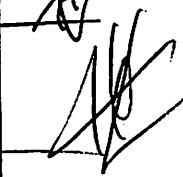
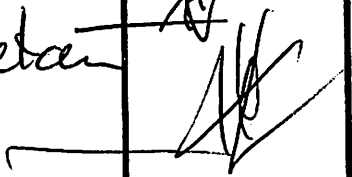
Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

LEMBAR ASISTENSI

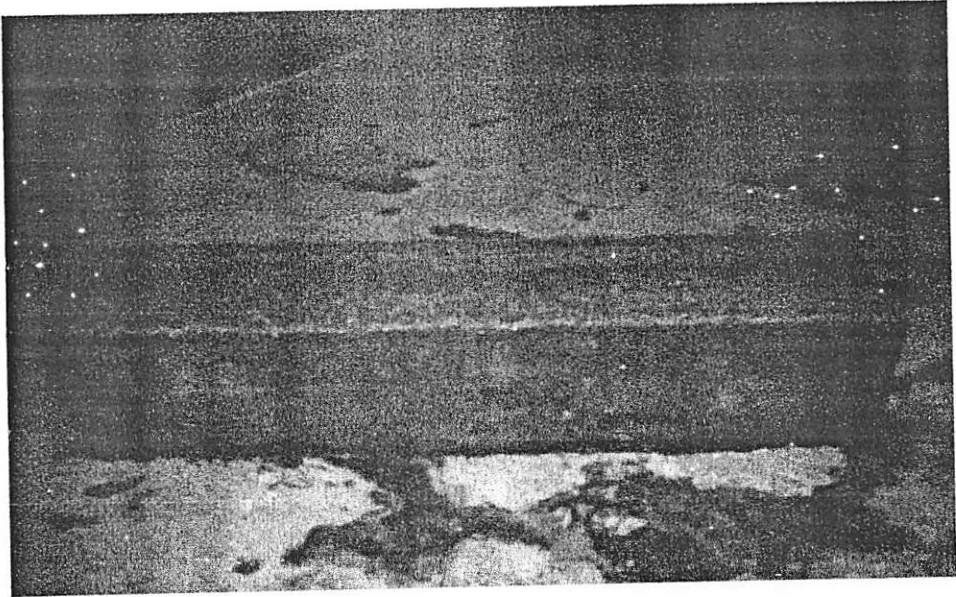
BIMBINGAN SKRIPSI

BRIAN MARDIAN (05.21.026)

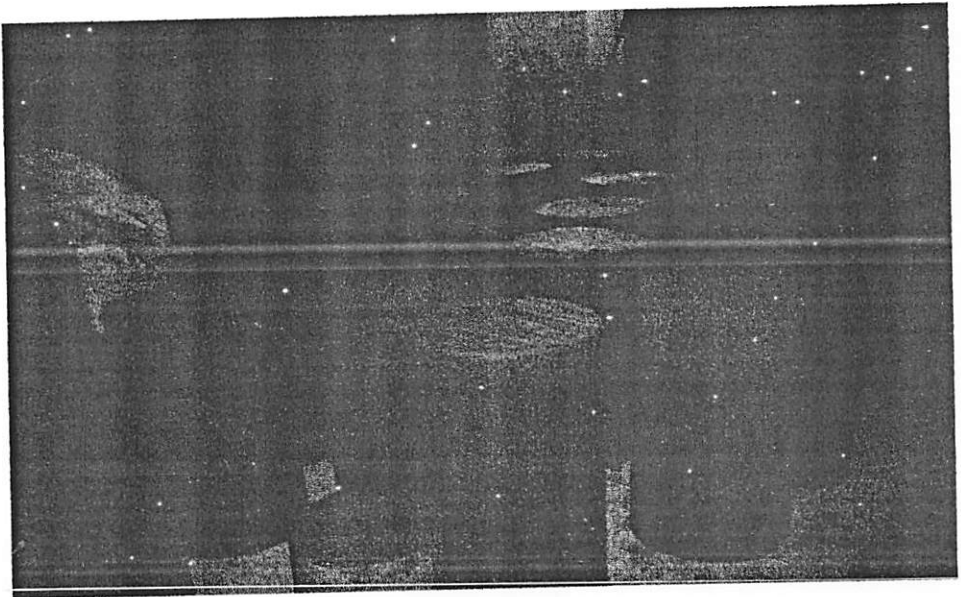
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
16-7-2011	- Uji Skump masukan semua - yg dibahas hanya uji Taruh bentuk saja, yg lain tdk. - Masukan cara pengujian di Bab. III	
22-7-2011	- Uji kenter ada 2 kumpasan. - Beri keterangan hasil uji	
27-7-2011	Masukan/tuliskan mutu beton yg sebenarnya	

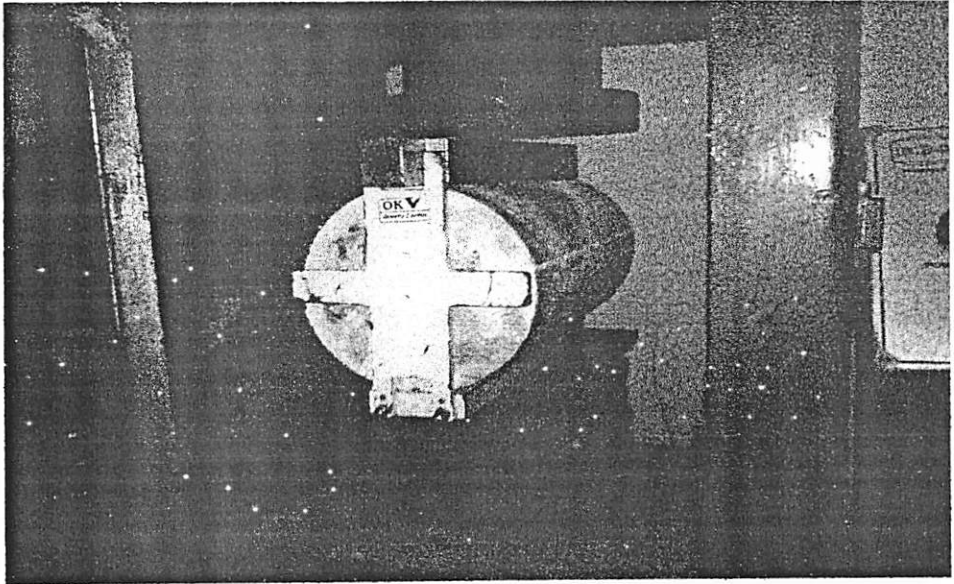
GAMBAR DOKUMENTASI



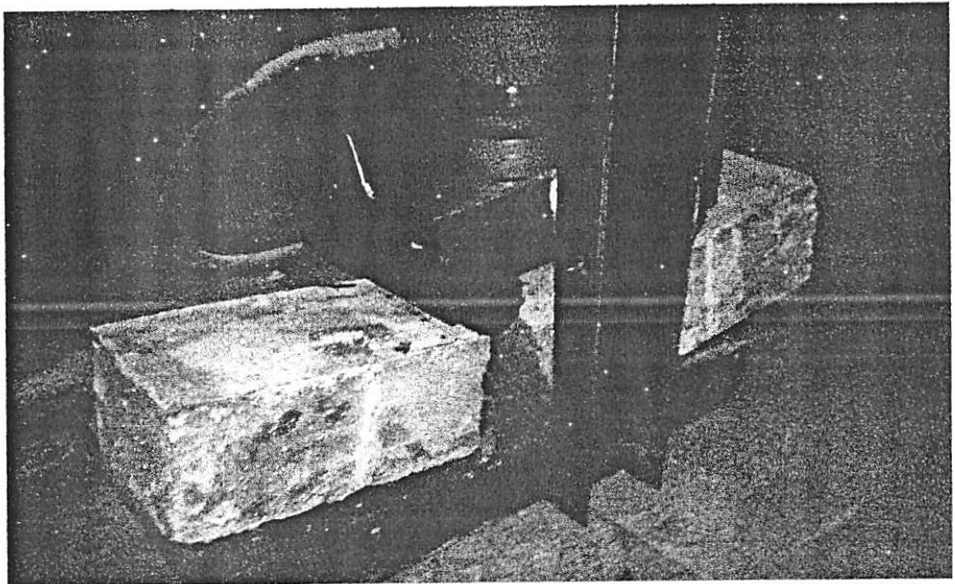
Gambar benda uji balok 15cm x 15cm x 60cm



Gambar benda uji silinder besar 15cm x 30cm



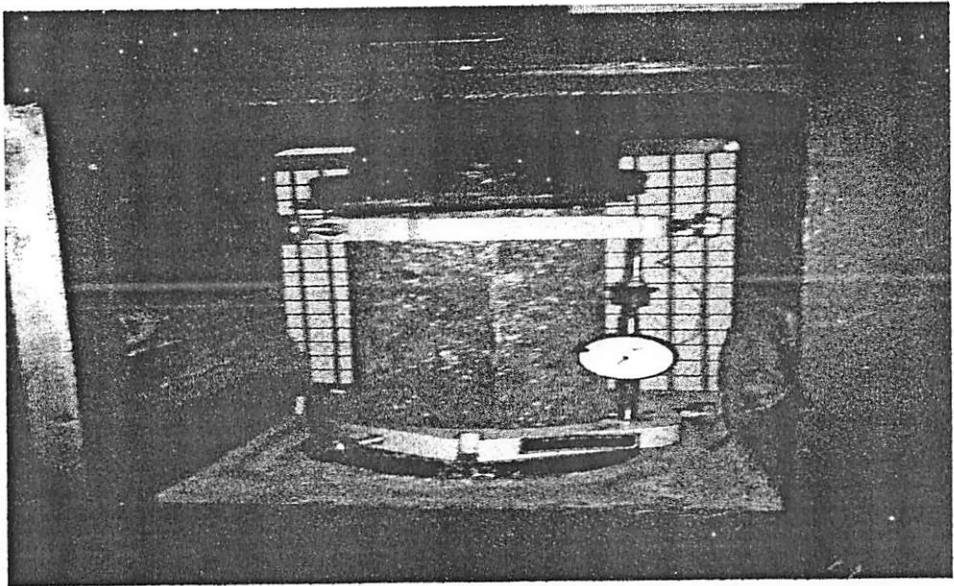
Gambar pengujian kuat tarik belah



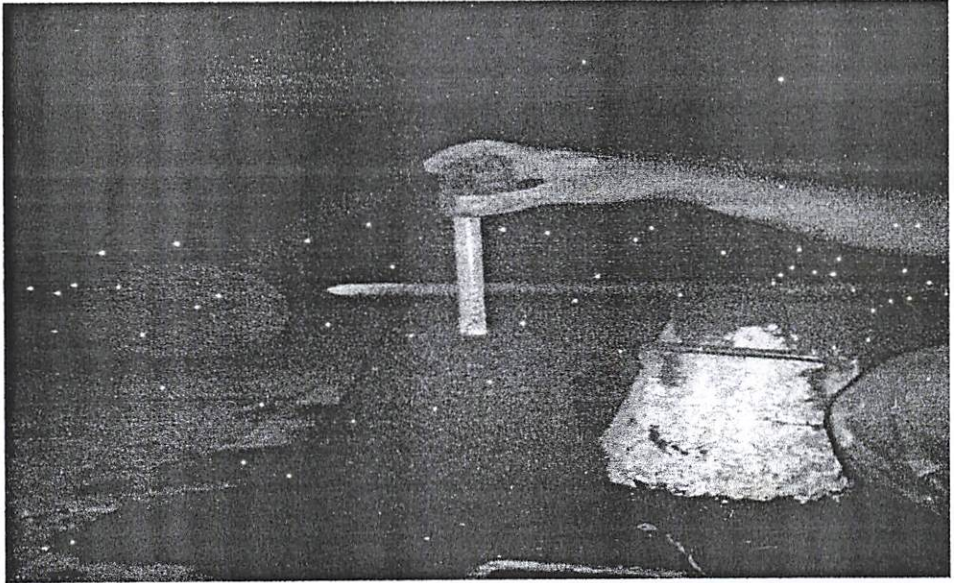
Gambar pengujian kuat tarik lentur



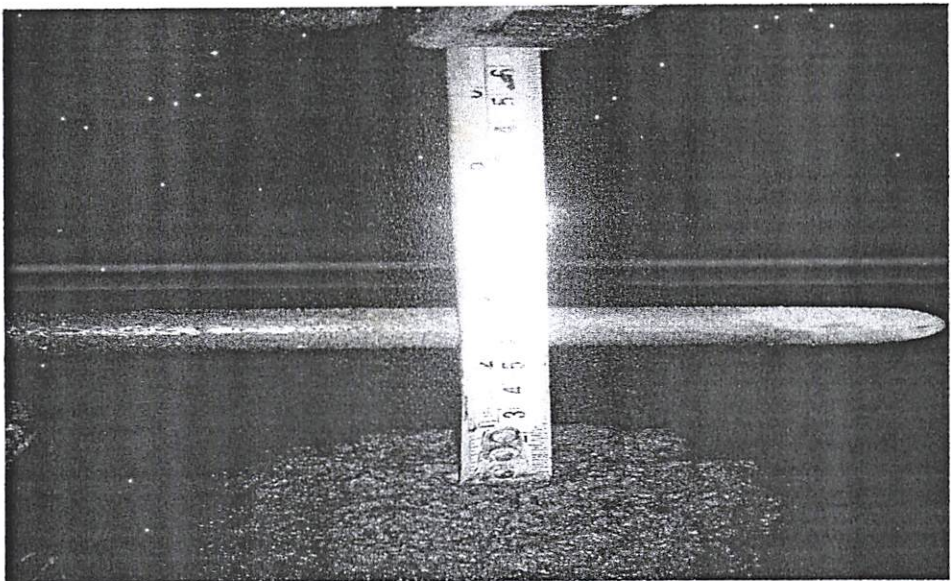
Gambar pengecoran pembuatan benda uji



Gambar pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas



Gambar uji slump



Gambar uji slump