

SKRIPSI

**KAJIAN AWAL NILAI KUAT TARIK BELAH PADA BETON RINGAN DENGAN
BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA**



Disusun Oleh :

Al Afsa Haris Kardana

03.21.025

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

ଶ୍ରୀ
ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ
ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି ପରିଷଦ
ମୁଖ୍ୟ ମନ୍ତ୍ରୀ ପାତ୍ର ପରିଷଦ
ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି

ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ
ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି
ମୁଖ୍ୟ ମନ୍ତ୍ରୀ ପାତ୍ର ପରିଷଦ
ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି

ଏହା ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି ପରିଷଦ
ମୁଖ୍ୟ ମନ୍ତ୍ରୀ ପାତ୍ର ପରିଷଦ
ବ୍ୟାକୁଳ ଜ୍ଞାନପଦ୍ଧତି ମୁଖ୍ୟ ମନ୍ତ୍ରୀ ପାତ୍ର ପରିଷଦ

ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**KAJIAN AWAL NILAI KUAT TARIK BELAH PADA BETON RINGAN
DENGAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA.**

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

Disusun Oleh :

AL AFSA HARIS KARDANA

03. 21. 025



Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bambang Wedyantadji".

(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)

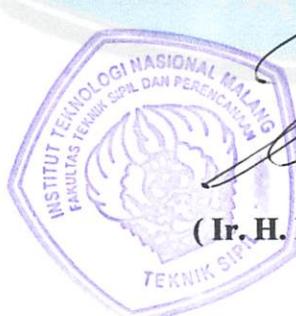
Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hirijanto".

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. H. Hirijanto, MT)

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN AWAL NILAI KUAT TARIK BELAH PADA BETON RINGAN
DENGAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA.

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

AL AFSA HARIS KARDANA

03.21.025

Disahkan Oleh:

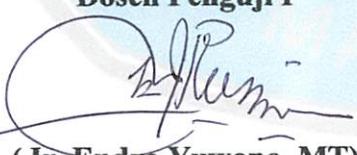
Ketua

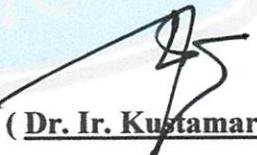
(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

(Lila 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 : **AL AFSA HARIS KARDANA**
Nim : **03. 21. 025**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“KAJIAN AWAL NILAI KUAT TARIK BELAH PADA BETON RINGAN
DENGAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA.”**

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

Malang, September 2011

Yang Membuat Pernyataan



(AL AFSA HARIS KARDANA)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyusun tugas akhir dengan baik.

Skripsi ini kami lakukan untuk memenuhi syarat menempuh jenjang S-1 disamping sebagai pelengkap dari teori-teori yang kami dapat selama perkuliahan.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam Penyelesaian ini, yakni :

1. Bapak Ir. Soeparno Djivo, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Hirijanto, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
4. Ibu Lila Ayu Ratna W. ST,MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1.
5. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT selaku Dosen Pembimbing I.

Lepas dari itu semua kami menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan laporan

selanjutnya. Akhir kata semoga laporan ini bermanfaat bagi Akademika Teknik

Sipil S-1 ITN Malang.

Wassalamualaikum wr. wb

Malang, April 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

Al Afsa Haris Kardana, (0321025), “**KAJIAN AWAL NILAI KUAT TARIK BELAH PADA BETON RINGAN DENGAN BATU SCORIA SEBAGAI AGREGAT KASARNYA**”, Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT. Pembimbing II : Ir. H. Hirijanto, MT.

Kata Kunci : Batu scoria, kuat tarik belah, beton ringan.

Dewasa ini kata “Beton” sudah tidak asing lagi di kalangan para Engineer. Karena sudah hampir sebagian besar gedung - gedung dan sarana infrastruktur di seluruh daerah menggunakan beton sebagai bahan dasar dari bangunan. Contoh penggunaan beton dalam konstruksi yaitu sebagai kolom, balok, plat lantai kerja, dan lain sebagainya. Rasa tertarik pada penggunaan beton ini, akhirnya menimbulkan banyaknya jenis dari beton itu sendiri. Salah satu yang kita kenal adalah Beton Ringan (lightweight concrete) atau yang lebih dikenal dengan sebutan Hebel.

Di dalam rangkaian sebuah konstruksi bangunan, tembok atau dinding penyekat ruangan rentan dengan keretakan. Untuk menjamin suatu estetika keindahan pada konstruksi bangunan, maka kita harus menghindari atau menjaga agar tembok atau dinding penyekat tidak mengalami keretakan. Dalam hal ini salah satu cara pengujian kekuatan beton terhadap kemungkinan retak, dapat dilakukan atau dipakai yaitu pengujian kuat tarik belah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tarik belah pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya dengan variasi mutu beton rencana 17,5 MPa; 20 MPa; 22,5 MPa; dan 25 MPa dan untuk mengetahui nilai realisasi mutu beton. Selain itu juga, salah satu manfaat dari 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 belah. 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.

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian, serta pembahasan penelitian didapatkan nilai kuat tarik belah rata - rata sebesar $15,080 \text{ Kg/cm}^2$ untuk variasi mutu beton rencana 17,5 Mpa, sedangkan untuk variasi mutu beton rencana 20 Mpa, didapatkan nilai tarik belah rata - rata sebesar $18,760 \text{ Kg/cm}^2$, lalu untuk variasi mutu beton rencana 22,5 Mpa, didapatkan nilai tarik belah rata - rata sebesar $23,720 \text{ Kg/cm}^2$, dan untuk variasi mutu beton rencana 25 Mpa, didapatkan nilai tarik belah rata - rata sebesar $27,030 \text{ Kg/cm}^2$. Nilai Tarik belah terbesar pada hasil penelitian adalah $27,030 \text{ Kg/cm}^2$ pada mutu beton rencana 25 Mpa. Hal ini dikarenakan penggunaan variasi mutu beton rencana berpengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tarik belah. Semakin besar nilai mutu beton rencana maka semakin besar nilai tarik belahnya

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAKSI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Parameter Penelitian.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
1.7. Hipotesis.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
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	13
2.4.4	Air	16
2.4.5	Semen	16
2.5.	Sifat Mekanis Beton	17
2.6.	Pengujian Interval Kepercayaan.....	19
2.7.	Pengertian Hipotesis.....	20
2.7.1	Hipotesis Penelitian	23
2.8.	Analisa Regresi	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Tujuan Penelitian Secara Operasional	25
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3.	Metode Penelitian	25
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.5.	Cara Pengujian Tarik Belah dan Slump Beton.....	27
3.5.1.	Pengujian Kuat Tarik Belah	27
3.5.2.	Uji Slump Beton.....	29
3.6.	Pelaksanaan Campuran Beton	32
3.6.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran	32

3.6.2. Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	33
3.7. Bagan Alir Penelitian	37
BAB IV PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN	
4.1. Pemeriksaan Bahan	39
4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi	39
4.1.2. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	43
4.1.3. Pemeriksaan Kotoran Organik	49
4.1.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus	51
4.1.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat	52
4.1.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Batu Scoria	56
4.1.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	59
4.1.8. Pengujian Keausan Agregat Kasar Batu Pecah dengan Menggunakan Alat Los Angeles.....	62
4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Beton	65
4.3. Perhitungan Kebutuhan Bahan	101
4.3.1. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan (per m ³).....	101
4.3.2. Perhitungan Volume Benda Uji Silinder D x t = 15 x 30.....	102
4.4. Hasil Uji Slump	102

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1.	Data Hasil Pengujian Tarik Belah Beton	103
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan Tarik Belah	112
5.3.	Pengujian Hipotesis Tarik Belah Beton Dengan Agregat Kasar Batu Scoria.....	115
5.4.	Analisa Regresi	118
5.4.1	Analisa Regresi Batu Pecah	119
5.5.	Hubungan Nilai Tarik Belah Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana.....	122
5.6.	Analisa Dan Pembahasan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana	123

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1.	Kesimpulan.....	125
6.2.	Saran.....	125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pembagian Penggunaan Beton Ringan Menurut Tjokromuljono (1996)	11
Tabel 2.2. Pembagian Penggunaan Beton Ringan Menurut Dodrowolski (1998)	11
Tabel 2.3. Pembagian Penggunaan Beton Ringan Menurut Neville dan Brook (1998).....	11
Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji Tarik Belah	36
Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.....	42
Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	42
Tabel 4.3 Pemeriksaan Berat Isi Semen	42
Tabel 4.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar	44
Tabel 4.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Scoria	45
Tabel 4.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.....	47
Tabel 4.7. Warna Standart	50
Tabel 4.8. Ukuran Maksimum Agregat	54
Tabel 4.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Agregat Kasar	55
Tabel 4.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	55
Tabel 4.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria	58
Tabel 4.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	61
Tabel 4.13. Berat dan Gradasi Benda Uji.....	63
Tabel 4.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.....	64
Tabel 4.15. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan.....	66

Tabel 4.16 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5.....	67
Tabel 4.17. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos (Mutu 17,5 MPa).....	68
Tabel 4.18. Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	69
Tabel 4.19. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan (Mutu 17,5 MPa)	74
Tabel 4.20. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos (Mutu 20 MPa).....	77
Tabel 4.21. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan (Mutu 20 MPa)	83
Tabel 4.22. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos (Mutu 22,5 MPa).....	86
Tabel 4.23. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan (Mutu 22,5 MPa)	92
Tabel 4.24. Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos (Mutu 25 MPa).....	95
Tabel 4.25. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan (Mutu 25 MPa)	101
Tabel 4.26. Hasil Uji Slump Untuk Benda Uji Beton Silinder 15 cm x 30 cm	102

Tabel 5.1. Tabel Perhitungan Tarik Belah Mutu 17,5 MPa	107
Tabel 5.2. Tabel Perhitungan Tarik Belah Mutu 20 MPa	108
Tabel 5.3. Tabel Perhitungan Tarik Belah Mutu 22,5 MPa	109
Tabel 5.4. Tabel Perhitungan Tarik Belah Mutu 25 MPa	110
Tabel 5.5. Data Pengujian Kuat Tarik Belah.....	112
Tabel 5.6. Hasil Perhitungan $(X_i - \bar{X})^2$	113
Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Tarik Belah.....	114
Tabel 5.8. Data Pengujian Pada Tarik Belah Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	115
Tabel 5.9. Pengujian Hipotesis Tarik Belah	116
Tabel 5.10. Analisa Varian Untuk Tarik Belah.....	118
Tabel 5.11. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Tarik Belah.....	119
Tabel 5.12. Daftar Hasil Regresi	121
Tabel 5.13. Daftar Hubungan Nilai Tarik Belah dan Berat Volume.....	122
Tabel 5.14. Daftar Nilai Sifat Mekanis Beton.....	123

Daftar Grafik

Grafik 4.1. Batas gradasi untuk agregat kasar 4,8 – 9,6 mm	46
Grafik 4.2. Batas gradasi untuk agregat kasar 4,8 – 19 mm	46
Grafik 4.3. Batas gradasi untuk agregat kasar 4,8 – 38 mm	47
Grafik 4.4. Batas gradasi zona 1 untuk agregat halus.....	48
Grafik 4.5. Batas gradasi zona 2 untuk agregat halus.....	48
Grafik 4.6. Batas gradasi zona 3 untuk agregat halus	49
Grafik 4.7. Kurva hubungan kekuatan tekan w/c.....	67
Grafik 4.8. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm.....	70
Grafik 4.9. Perkiraan berat jenis beton segar	71
Grafik 5.1. . Benda uji kuat tarik belah (Mutu Rencana 17,5 MPa).....	108
Grafik 5.2. Benda uji kuat tarik belah (Mutu Rencana 20 MPa).....	109
Grafik 5.3. . Benda uji kuat tarik belah (Mutu Rencana 22,5 MPa).....	110
Grafik 5.4. Benda uji kuat tarik belah (Mutu Rencana 25 MPa).....	111
Grafik 5.5. ... Analisa regresi kuat tarik belah.....	121
Grafik 5.6. Hubungan tarik belah dan berat volume terhadap mutu beton renana.....	122
Grafik 5.7. Hubungan sifat mekanis beton terhadap mutu beton rencana.....	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Batu Scoria.....	15
Gambar 2.2. Uji Tarik Belah Silinder.....	18
Gambar 3.1. Alat Uji Kuat Tarik Belah.....	28
Gambar 3.2. Uji Tarik Belah Silinder.....	29
Gambar 3.3. Aparatus Slump Test.....	30
Gambar 3.4. Uji Slump.....	31
Gambar 4.1. Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat	40
Gambar 4.2. Aparatus Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus	44
Gambar 4.3. Aparatus Pemeriksaan Kadr Air Agregat	53
Gambar 4.4. Aparatus Analisis Specific Gravity dan Absorbsi Agregat Halus.....	59
Gambar 5.1. Benda Uji Kuat Tarik Belah Silinder 15cm x 30cm	103
Gambar 5.2. Pengujian Kuat Tarik Belah.....	104

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
B	= Berat Piknometer diisi Air pada 25°C
Ba	= Berat Contoh di Dalam Air
Bj air	= Berat Jenis Air 1 gr / ml
Bj	= Berat Contoh Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Contoh Kering Oven
Bt	= Berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)
d	= Diameter silinder benda uji (mm)
H₀	= Hipotesis nol, menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan
Ha	= Hipotesis alternatif, menyatakan ada perbedaan antar perlakuan
L	= Panjang benda uji (mm)
P	= Beban maksimum (N)
V	= Isi Wadah (cm^3)
σ_t	= Kuat tarik belah beton (MPa)
V benda uji	= Volume benda uji (cm^3 , dimana : $1\text{ml} = 1\text{cm}^3$)
μ	= Nilai Rata - Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok Perlakuan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini kata “Beton” sudah tidak asing lagi di kalangan para Engineer. Karena sudah hampir sebagian besar gedung - gedung dan sarana infrastruktur di seluruh daerah menggunakan beton sebagai bahan dasar dari bangunan. Contoh penggunaan beton dalam konstruksi yaitu sebagai kolom, balok, plat lantai kerja, dan lain sebagainya. Penggunaan beton pada gedung dilakukan dalam rangka menghemat pengeluaran pada suatu proses konstruksi. Selain harganya yang terjangkau beton juga memiliki kuat tekan yang tinggi.

Rasa tertarik pada penggunaan beton ini, akhirnya menimbulkan banyaknya jenis dari beton itu sendiri. Salah satu yang kita kenal adalah Beton Ringan (lightweight concrete) atau yang lebih dikenal dengan sebutan Hebel. Salah satu contoh penerapan beton ringan pada sebuah konstruksi bangunan yaitu sebagai tembok atau dinding penyekat ruangan yang tidak terlalu menerima beban terlalu berat.

Di dalam rangkaian sebuah konstruksi bangunan, tembok atau dinding penyekat ruangan rentan dengan keretakan. Untuk menjamin suatu estetika keindahan pada konstruksi bangunan, maka kita harus menghindari atau menjaga agar tembok atau dinding penyekat tidak mengalami keretakan. Dalam hal ini salah satu cara pengujian kekuatan beton terhadap kemungkinan retak, dapat dilakukan atau dipakai yaitu pengujian kuat tarik belah.

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada benda uji berbentuk silinder yang berukuran 15 x 30 cm dengan cara meletakkan silinder pada posisi berbaring (horizontal) dan pada bagian atas dan bawah dilapisi papan bantalan yang berguna menyebarluaskan gaya sepanjang bentang silinder, kemudian diberi beban tegak lurus bentang silinder.

Pada pembuatan beton ringan diperlukan adanya material – material bahan penyusun beton, salah satunya yaitu agregat kasar. Untuk mewujudkan beton dengan kualitas yang baik dan ringan, dicoba dengan mengganti agregat kasarnya yaitu mengganti batu korai biasa dengan batu ringan berpori Scoria.

Batu scoria adalah jenis batuan tekstur dan bukan batu yang diklasifikasikan oleh mineralogi atau kimia. Terbentuk dari lava yang kaya volatiles atau gas tetapi kurang kental dari lava membentuk batu apung. Ketika batuan cair meningkat dalam pipa vulkanik, gas mulai terbentuk dan mengumpulkan dan gas - gas yang membentuk gelembung besar dalam lava. Batu dipadatkan yang dihasilkan adalah Scoria.

Meskipun ruang terbuka, dapat Scoria batu besar umumnya lebih berat daripada air yang tidak seperti kebanyakan batu apung bisa mengapung di atas air. Batuan scoria, yang memiliki kenampakan warna yaitu merah kecokelatan, sifat batuan dari scoria yaitu basa, struktur batuannya vesikuler, dan derajat kristalisasinya holohyalin dimana komposisi mineral penyusunnya mayoritas adalah glass, tekstur pada scoria ialah glassy dengan ukuran batuannya ialah bomb ($d > 64$ mm). Sumber : (<http://en.wikipedia.org/wiki/Scoria>)

Oleh karena hal tersebut di atas, maka dalam tugas akhir ini penulis memilih kegiatan penelitian yang diberi judul “Kajian Awal Nilai Kuat Tarik Belah Pada Beton Ringan Dengan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya”

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Berapa nilai kuat tarik belah pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya dengan mutu beton rencana 17,5 MPa; 20 MPa; 22,5 MPa; 25 MPa?
2. Berapa nilai mutu beton realisasi pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Untuk pengujian nilai kuat tarik belah pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya
2. Untuk memperkirakan nilai mutu beton realisasi pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya.

1.4. Parameter Penelitian

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang.

2. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air PDAM Kota Malang.
3. Semen yang digunakan adalah semen PPC Gresik 40 kg.
4. Material agregat kasar yang digunakan adalah batu scoria yang diambil dari daerah Pasrujambe Kabupaten Lumajang, dan tidak menggunakan batu pecah yang ada di pasaran.
5. Material agregat kasar yang digunakan yaitu 100% batu scoria, dan tanpa menggunakan campuran agregat kasar yang lain.
6. Material agregat halus yang digunakan adalah agregat halus dari Besuksat Kabupaten Lumajang

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya dengan mutu beton rencana 17,5 MPa; 20 MPa; 22,5 MPa; 25 MPa.
2. Untuk mengetahui nilai mutu beton realisasi pada beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. 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. Laporan hasil penelitian ini dapat menambah perbendaharaan kepustakaan, khususnya mengenai masalah beton, sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses akademik.
3. 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.

1.7. Hipotesis

Pada penelitian ini diduga bahwa “terdapat pengaruh pada perbedaan mutu beton ringan yang menggunakan batu scoria sebagai agregat kasarnya terhadap nilai kuat tarik belah”

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut :

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

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat :

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

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

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat :

Bawa beton ringan dengan variasi komposisi terbaik terjadi mulai dari campuran 60 % (volume) kerikil dan 40 % (volume) batu apung, jumlah semen pada kondisi tetap (562,5 cm³) dan waktu perawatan selama 28 hari. Pada komposisi tersebut, beton ringan yang dihasilkan memiliki karakteristik : densitas 1.856 gr/cm³, penyerapan air 2,17 %, kuat tekan 15,0 Mpa dan permeabilitas -0,21.

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.

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

Selain itu, perawatan beton juga perlu dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, maka beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air begitu cepat. Perawatan tidak hanya dimaksud untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kekedapan air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3. Beton Ringan

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

Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Terminologi 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, shele, perlit, atau slag atau hasil batubara dan hasil residu pembakarannya.

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara $600 - 1600 \text{ kg/m}^3$. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

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

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

**Tabel 2.1 Pembagian penggunaan beton ringan
menurut Tjokromuljono (1996)**

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

**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 –17 MPa
Non struktur	<800 kg/m ³	<7 MPa

Sumber : (<http://helmutinfo.com>)

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain:

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

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

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

2.4. Bahan-bahan Penyusun Beton

2.4.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah semua agregat yang semua butirannya menembus ayakan 4.82 mm. 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.
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 %
6. Kadar air rata SSD : 2,05 %
7. Berat jenis : 2,53

2.4.2. Agregat kasar

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

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

2.4.3. Batu Scoria

Batu scoria adalah jenis batuan tekstur dan bukan batu yang diklasifikasikan oleh mineralogi atau kimia. Terbentuk dari lava yang kaya

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

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

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

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



Gambar 2.1 Batu Scoria

❖ Spesifikasi Batu Scoria :

- Warna : Merah kecoklatan.
- Sifat Batuan : Basa.
- Struktur : Vesikuler.
- Derajat Kristalisasi : Holohyalin.
- Tekstur : Glass.
- Ukuran : Bomb ($d > 64$ mm).
- Bentuk : Masa dasar glass.
- Pembentukan : Terbentuk dari batuan piroklastik lava yang dikeluarkan dari gunung berapi.

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%

2.4.4. Air.

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton, beton tidak akan terbentuk tanpa adanya air sebagai campurannya. karena semen tidak akan bereaksi dan menjadi pasta apabila tidak ada air. Air selalu diperlukan dalam campuran beton, tidak saja untuk proses hidrasi semen, tapi juga mengubah semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecak dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan.

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

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

2.4.5. Semen

Material semen adalah material yang mempunyai sifat - sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup.

Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku: batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), dan lempung / tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung

senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Alumunium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO) atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai. **Sumber :** (<http://digilib.gunadarma.ac.id/go>)

Data hasil uji lab :

1. berat isi lepas rata-rata : 1,11 gr/cm³
2. berat isi padat rata-rata : 1,22 gr/cm³

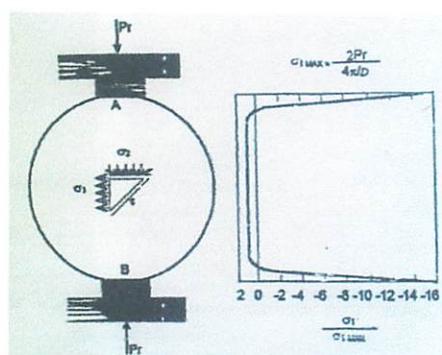
2.5. Sifat Mekanis Beton

2.5.1 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah benda uji silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder, yang diperoleh dari hasil pembebanan. Pengujian kuat tarik belah dilaksanakan pada umur 28 hari. Alat yang digunakan adalah mesin Desak merk Controls dengan kapasitas 2000 KN untuk pengujian kuat tarik belah. Langkah-langkah pegujian kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut: sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai slump, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan meletakkan benda uji secara mendatar (horisontal) di atas mesin dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji. Lapisilah permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji

berada dalam keadaan sentris. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing - masing benda uji.

Pengujian kuat tarik belah pada umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. kekuatan tarik belah dapat dilihat gambar berikut ini :



Gambar 2.2 Uji tarik belah silinder

Rumus :

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dimana : P = Gaya tekan yang bekerja
 L = Panjang/tinggi silinder
 D = Diameter silinder

\

2.6. Pengujian Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan adalah suatu estimasi terhadap parameter populasi dengan memakai range (interval nilai). Estimasi interval merupakan sekumpulan angka, yang kita duga salah satunya adalah nilai yang diduga. Dengan melakukan estimasi interval maka hasil pendugaan kita akan lebih objektif. Kita juga dapat menyatakan berapa besar tingkat kepercayaan kita. bahwa interval yang terbentuk memang mengandung nilai parameter yang kita duga. Dalam ilmu sosial, interval kepercayaan yang sering digunakan adalah 90 %, 95 % atau 99 %. Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan.

Pertimbangannya adalah dengan semakin besar tingkat kepercayaan yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan bahwa parameter populasi yang diestimasi terletak dalam interval yang terbentuk, namun penelitian itu menjadi semakin tidak teliti. Apabila kita menetapkan interval kepercayaan sebesar 95% maka dengan kata lain kita menetapkan alpha sebesar 5% (100 - 95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan.

Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai parameter di tingkat populasi akan berada pada interval $\pm Z$ standard error dari rata-rata populasi.Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan. Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya.

Data - data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji secara statistik.

2.7. 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 rung 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 antara 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: $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

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.

b. Distribusi Poisson (σ^2)

Distribusi Poisson 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 (χ^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 teramat 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.

2.7.1 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.

2.8. 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 variabel - variabel.

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian Secara Operasional

Secara operasional tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana perbedaan sifat fisik mekanis dari beton dengan agregat kasar scoria pada beton ringan 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 benda uji, dan pengetesan benda uji.

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 adalah sebagai berikut:

1. Mencari nilai kadar air (*water content*) dari agregat.
2. Mencari berat jenis dari agregat halus dan agregat kasar.
3. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar.
4. Pemeriksaan kadar organik agregat halus.
5. Mencari berat volume isi agregat halus dan agregat kasar.
6. Perencanaan campuran (*mix design*)
7. Pembuatan benda uji silinder 15cm x 30cm (40 buah)
8. Perawatan benda uji (*curing system*)
9. Pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji.

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 PPC 40 Kg
- 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 15 cm dan tinggi 30 cm
- Sekop
- Talam dan cawan logam
- Gelas ukuran 1000 mm
- Mesin abrasi Los Angeles
- Mesin pengaduk beton dengan kapasitas 0,05 m³
- Alat uji kuat tarik beton dengan kapasitas 2000 KN (compression machine test)
- Mistar perata (Strainht edge)
- Piknometer kapasitas 500 ml
- Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist cutting)
- Sikat baja halus
- Termometer

3.5. Cara Pengujian Kuat Tarik Belah dan Uji Slump Beton

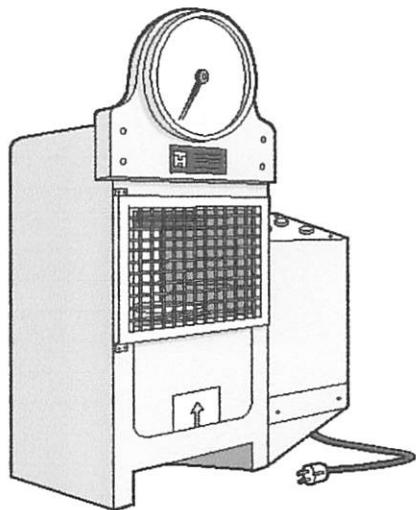
3.5.1 Pengujian Kuat Tarik Belah

A. Tujuan

Tujuan Pelaksanaan pengujian ini adalah untuk menentukan kekuatan tarik belah beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

B. Peralatan

- a. Mesin pengujி tekan hidrolis dengan kapasitas sesuai kebutuhan
- b. Mesin uji lentur beton balok

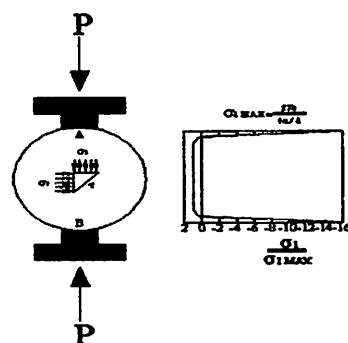


Gambar 3.1. : Alat Uji Kuat Tarik Belah

C. Prosedur Pelaksanaan Pengujian Kekuatan Tarik Belah :

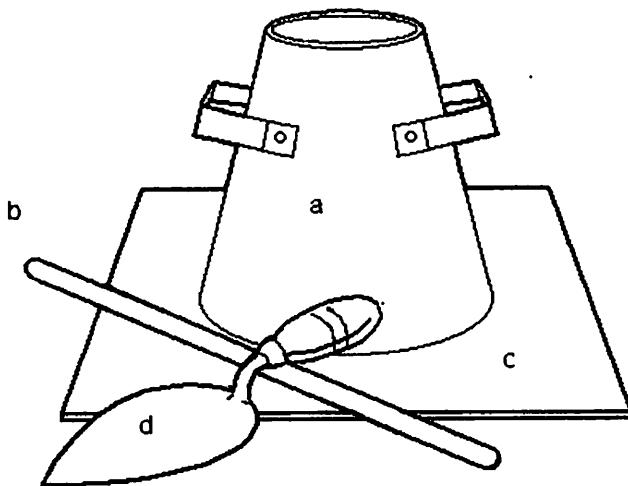
- Ambilah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Pasang benda uji pada pemegang benda uji belah secara sentris, kemudian letakkan benda uji beserta pemegangnya pada mesin tekan secara sentris.
- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm^2 s/d 6 kg/cm^2 per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji terbelah.

- Lakukan langkah - langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.



B. Peralatan

- a. Cetakan berupa kerucut terpanggung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
- b. Tongkat pemedat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- c. Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- d. Sendok cekung.



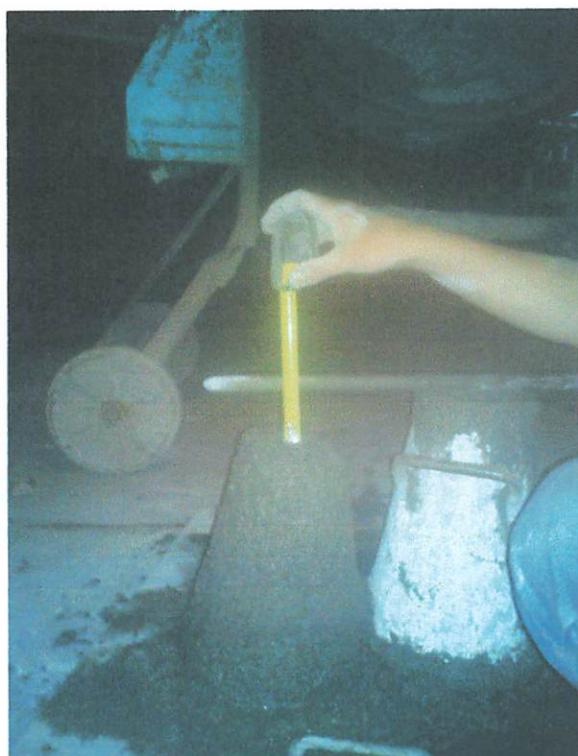
Gambar 3.3. : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
- b. Letakan cetakan di atas pelat.
- c. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemedat sebanyak 25 kali tumbukan secara merata. Tongkat pemedat

harus masuk tepat sampai bagian bawah tiap - tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.

- d. Setelah selesai pemanasan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama setengah menit, dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar di sekitar cetakan harus dibersihkan.
- e. Cetakan diangkat perlahan - lahan tegak lurus ke atas.
- f. Balikan cetakan dan letakkan di samping benda uji.
- g. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata - rata dari benda uji.



Gambar 3.4 : Uji Slump

3.6. Pelaksanaan Campuran Beton

3.6.1 Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

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

- a. Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- b. Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
- c. Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam wadah.
- d. Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk, lakukan pencampuran agregat.
- e. Tambahkan semen pada agregat campuran, dan ulangi proses pencampuran sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
- f. Tuangkan sebanyak 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- g. Tambahkan 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
- h. Lakukan pemeriksaan slump.
- i. Apabila nilai slump sudah mencapai nilai rencana, lakukan pembuatan benda uji silinder beton.
- j. Buatlah benda uji silinder atau kubus sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.

- k. Lakukan pencatatan hal - hal yang menyimpang dari perencanaan terutama jumlah pemakaian air dan nilai slum.

3.6.2 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji beton dengan pemanfaatan Batu Scoria sebagai pengganti agregat kasar untuk diperiksa pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

- a. Cetakan silinder, diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (digunakan untuk pengujian porositas).
- b. Cetakan silinder, diameter 15 cm dan tinggi 30 cm (digunakan untuk pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan).
- c. Cetakan balok (15 x 15 x 60) cm (digunakan untuk pengujian kuat tarik lentur)
- d. Tongkat pemedat baja tahan karat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibulatkan.
- e. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk (molen / mixer).
- f. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh.
- g. Mesin uji tekan dengan kapasitas sesuai kebutuhan.
- h. Mesin uji lentur balok beton.
- i. Satu set alat pelapis (*capping*).

j. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok perata dan talam.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Benda uji (silinder atau balok) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin/lemak/minyak agar mudah nanti dilepaskan dari beton hasil cetakan.
- b. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.
- c. Padatkan adukan dalam cetakan, sampai permukaan adukan beton mengkilap.
- d. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap - tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pematat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga pematat boleh masuk antara 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan - lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran.
- e. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji :

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

E. Persiapan Pengujian

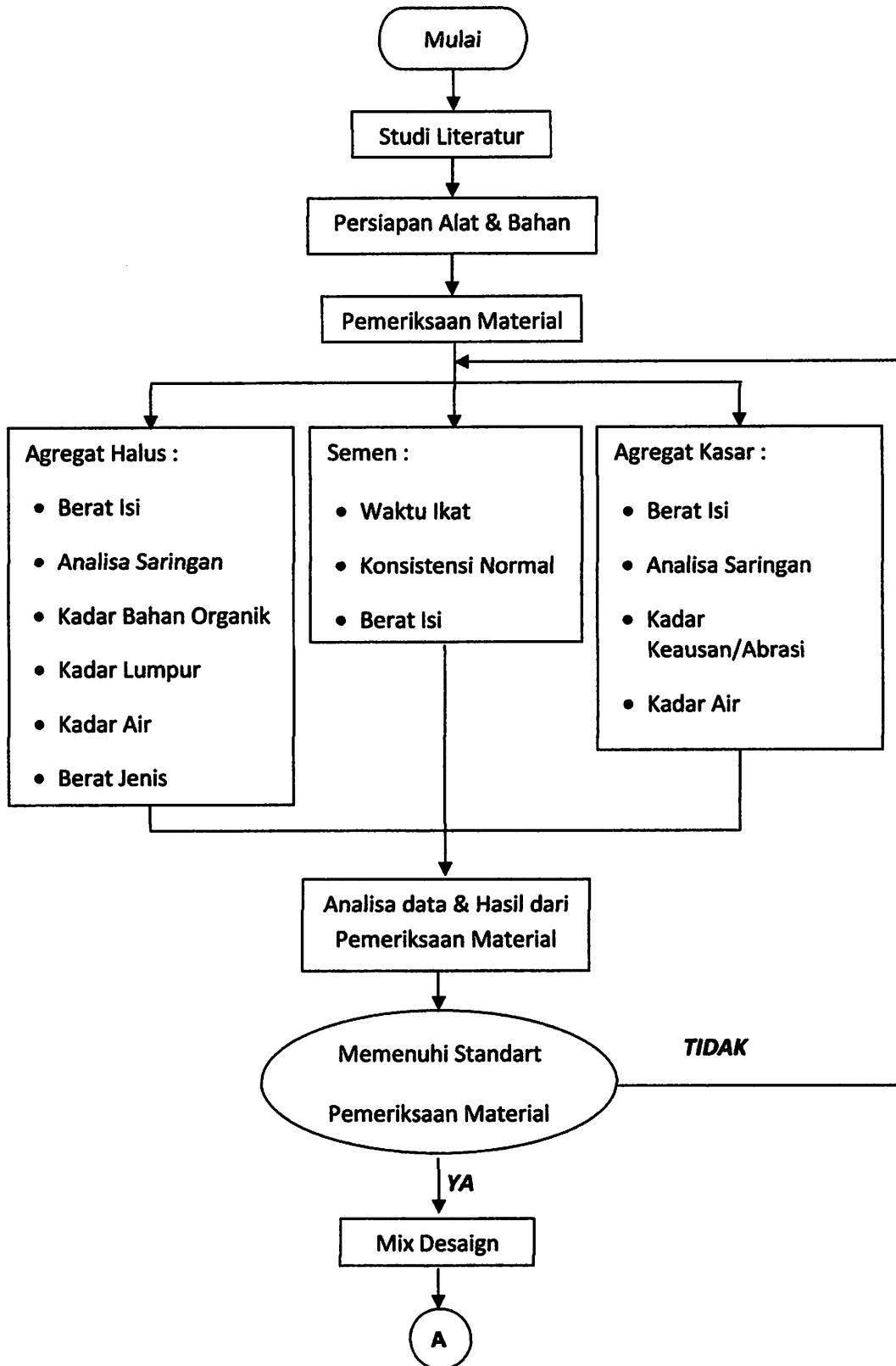
- a. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
- b. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
- c. Untuk benda uji silinder, lapislah permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang dengan cara sebagai berikut :
 - Lelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh (melting pot) sampai suhu kira - kira 130°C.
 - Tuangkan belerang cair ke dalam cetakan pelapis (capping plate) yang dinding dalamnya telah dilapisi gemuk tipis - tipis. Diamkan sampai mortar belerang mengeras.

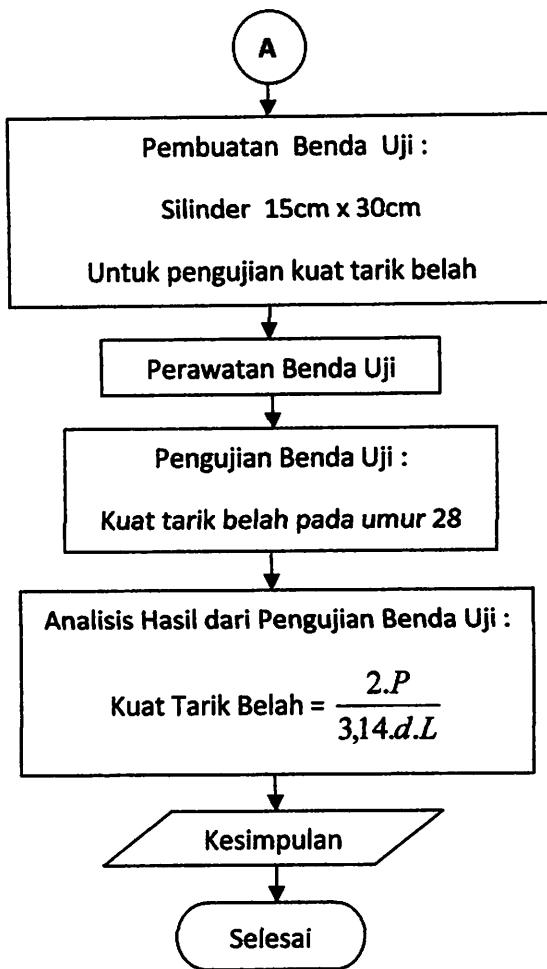
- Dengan cara yang sama lakukan pelapisan pada permukaan yang lainnya.
- d. Pemeriksaan kekuatan beton biasanya dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Tarik belah

No	Nilai Fc	Jenis Pengujian	Umur Pengujian	Jumlah Sample	Ukuran Sample
1.	17.5	Kuat Tarik Belah	28 Hari	10 Buah	Silinder 15cm x 30cm
2.	20	Kuat Tarik Belah	28 Hari	10 Buah	Silinder 15cm x 30cm
3.	22.5	Kuat Tarik Belah	28 Hari	10 Buah	Silinder 15cm x 30cm
4.	25	Kuat Tarik Belah	28 Hari	10 Buah	Silinder 15cm x 30cm

3.7. Bagan Alir Penelitian





BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Pemeriksaan Bahan

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

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

4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi

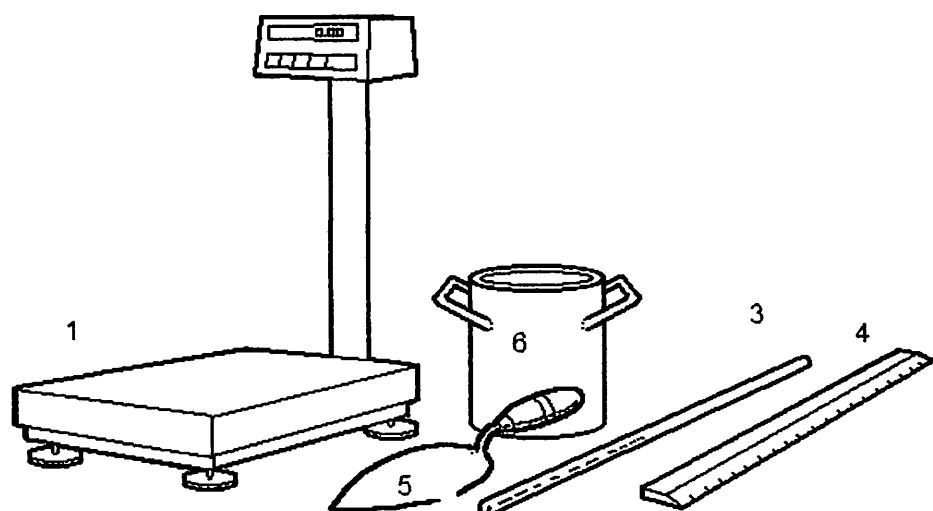
A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
3. Tongkat pemedat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.

4. Mistar perata.
5. Sekop.
6. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas sebagai berikut



Gambar 4.1. : Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

C. Bahan

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

D. Prosedur Pelaksanaan

Masukkan agregat ke dalam wadah 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 ($1 \frac{1}{2}$ ") 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 4.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.3. Pemeriksaan Berat Isi Semen

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil Penelitian

1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

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

2. Berat isi padat

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

4.1.2. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

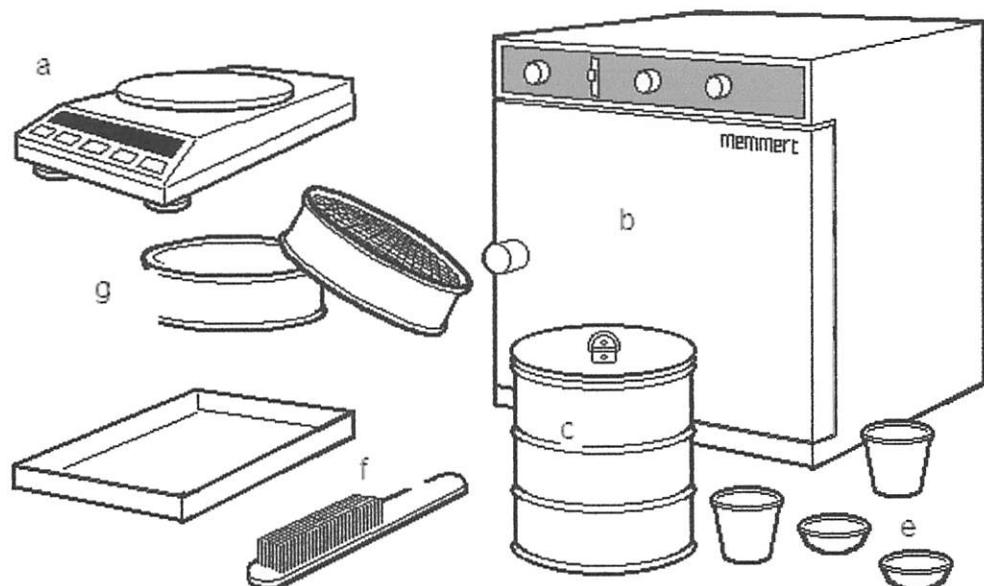
A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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

- d. Alat penggetar saringan (*shieve shaker*).
- e. Talam - talam.
- f. Kuas, sikat kuningan, sendok
- g. Seperangkat saringan



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

Tabel 4.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar

Nomor Saringan	Diameter Lubang Saringan (mm)
(3")	76,2
(1 ½")	38,1
(3/4")	19,1
(3/8")	9,6
(No. 4)	4,75
(No. 8)	2,36
(No. 16)	1,18
(No. 30)	0,6
(No. 50)	0,3
(No. 100)	0,15
(No. 200)	0,075

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

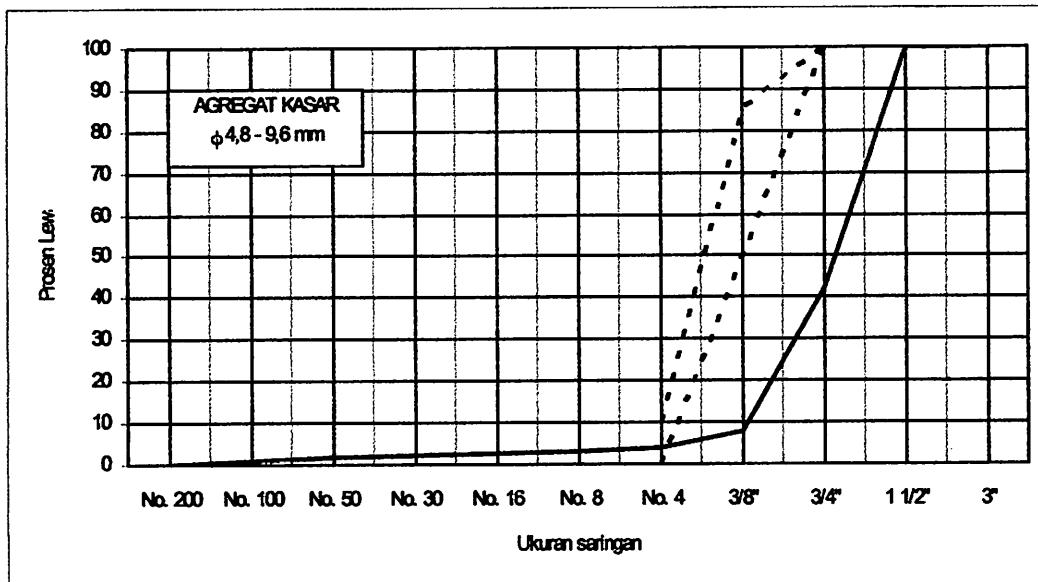
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 4.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah

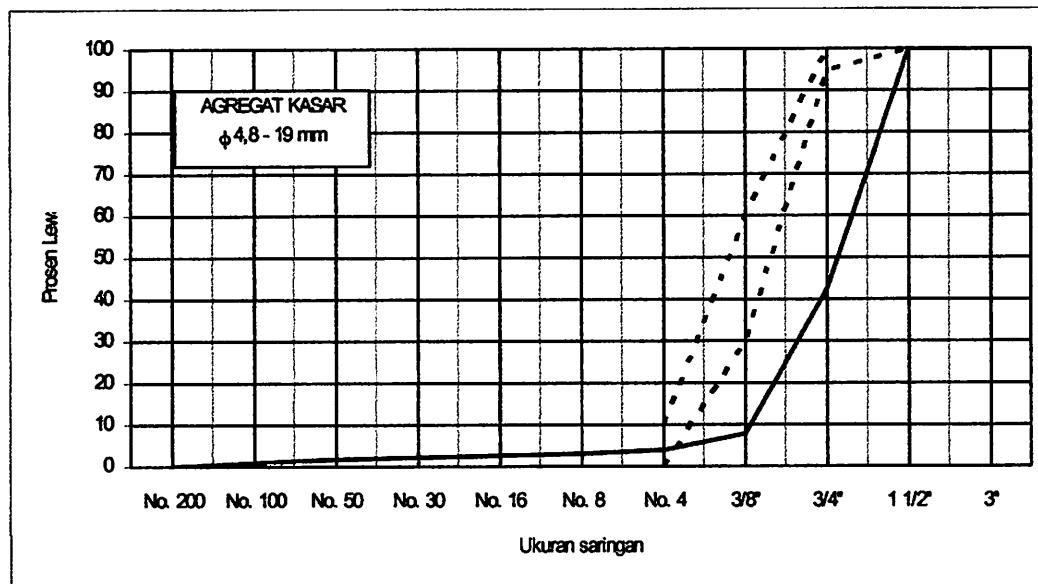
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38.1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19.1 mm (3/4")	11505,70	57,45	57,45	42,55
9.6 mm (3/8")	6964,90	34,78	92,23	7,77
4.75 mm (No. 4)	807,80	4,03	96,26	3,74
2.36 mm (No. 8)	100,40	0,50	96,77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



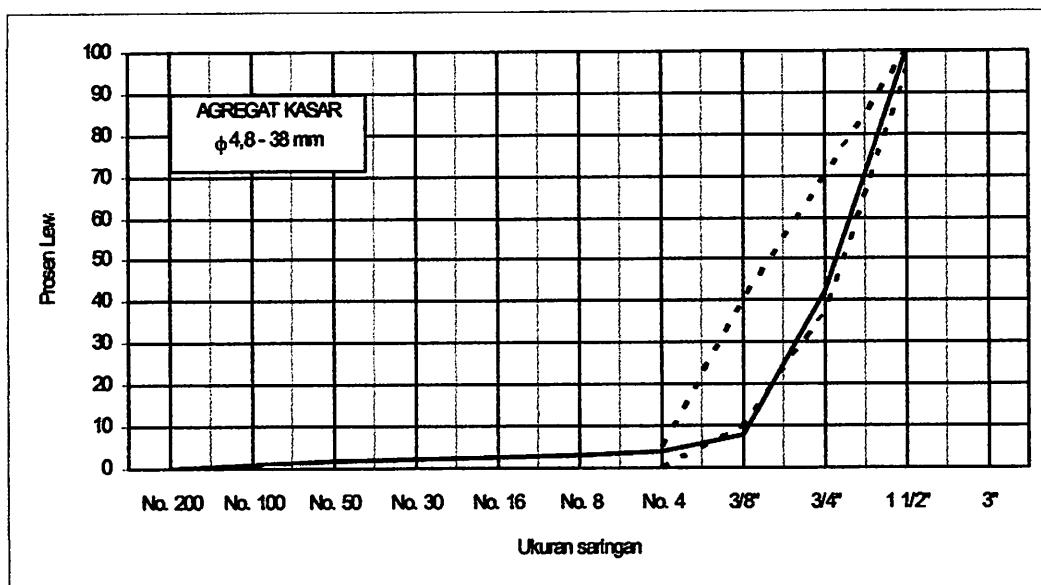
Grafik 4.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



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

Sumber : Data Hasil Penelitian



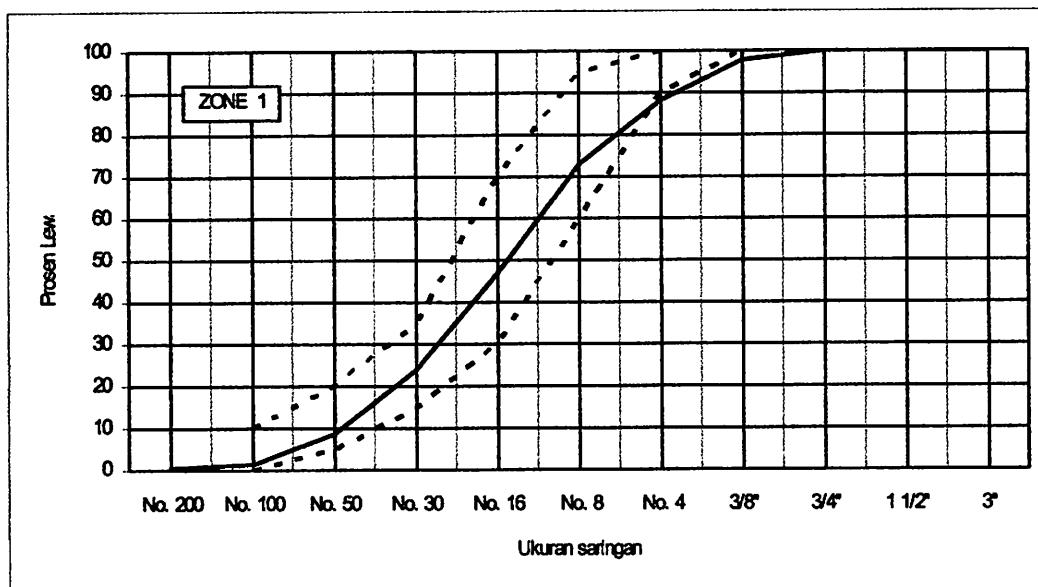
Grafik 4.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

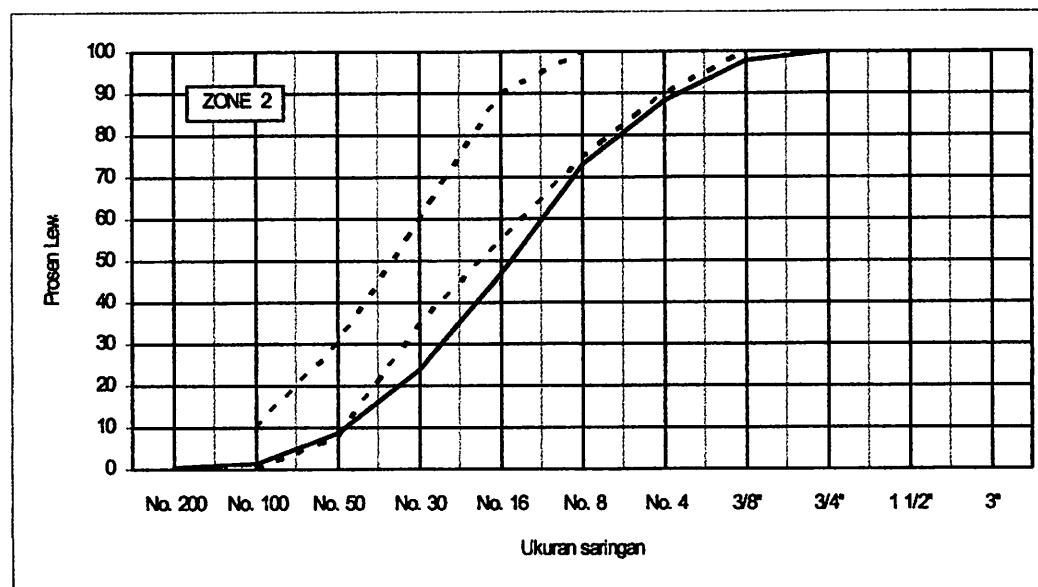
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	46,70	2,34	2,34	97,67
4,75 mm (No. 4)	192,10	9,61	11,94	88,06
2,36 mm (No. 8)	298,00	14,90	26,84	73,16
1,18 mm (No. 16)	521,90	26,10	52,94	47,07
0,6 mm (No. 30)	460,20	23,01	75,95	24,06
0,3 mm (No. 50)	304,50	15,23	91,17	8,83
0,15 mm (No. 100)	151,20	7,56	98,73	1,27
0,075 mm (No. 200)	18,50	0,93	99,66	0,34
Pan	1,90	0,10	99,75	0,25

Sumber : Data Hasil Penelitian



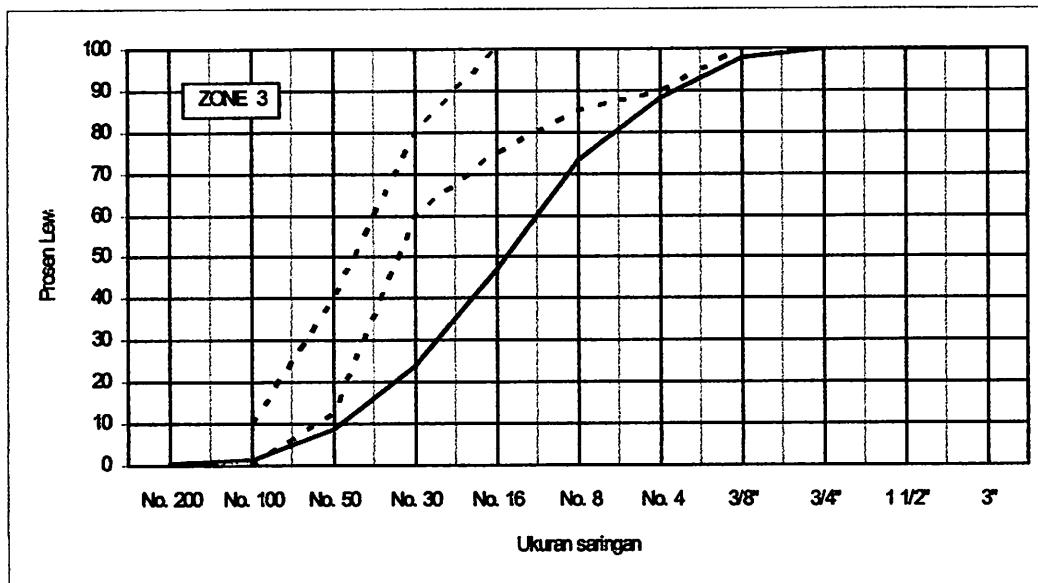
Grafik 4.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 4.5. : Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 4.6. : Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

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

4.1.3. Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- 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 (1/3 volume botol)

D. Prosedur Pelaksanaan

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

Tabel 4.7. Warna Standart

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

E. Catatan

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

F. Hasil Penelitian

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

4.1.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- 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 %).

4.1.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

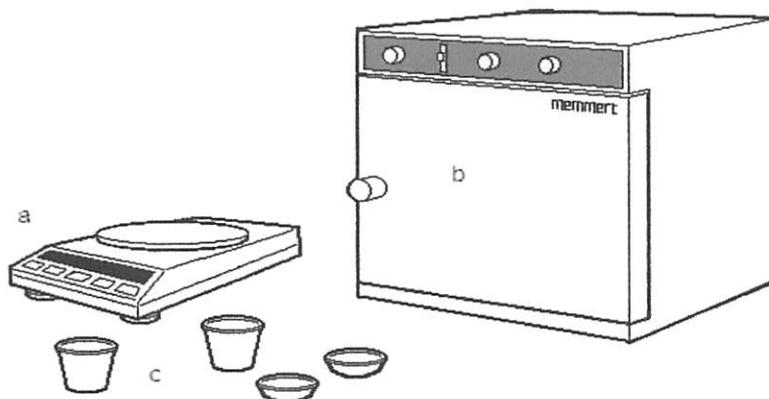
A. Tujuan Penelitian

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

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

B. Peralatan

- a. Timbangan.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
- c. Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar bagi tempat pengeringan contoh benda uji.



Gambar 4.3 : Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

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

Tabel 4.8. Ukuran Maksimum Agregat

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Timbang dan catatlah berat talam (W_1).
- b. Masukkan benda uji ke dalam talam, kemudian timbang dan catatlah berat talam + benda uji (W_2).
- c. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- d. Keringkan benda uji bersama talam dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- e. Setelah kering, timbang dan catatlah berat talam + benda uji kering (W_4).
- f. 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 4.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

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

4.1.6. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Scoria

A. Tujuan Penelitian

Menentukan “*bulk* dan *apparent*” *specific gravity* dan penyerapan (absorbsi) 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 pengantung keranjang.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
- Handuk
- Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorbsi

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

- a. Benda uji direndam selama 24 jam.
- b. Benda uji dikeringkan permukaanya (kondisi SSD) dengan menggulungkan handuk pada butiran agregat.
- c. Timbang contoh. Hitung berat contoh kondisi SSD (B_j).
- d. 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).
- e. 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 (absorbsi)
$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \%$$

Dimana :

$$B_j = \text{berat contoh kering permukaan jenuh} = 5000 \text{ gram}$$

$$B_k = \text{berat contoh kering oven}$$

$$B_a = \text{berat contoh di dalam air}$$

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Scoria

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

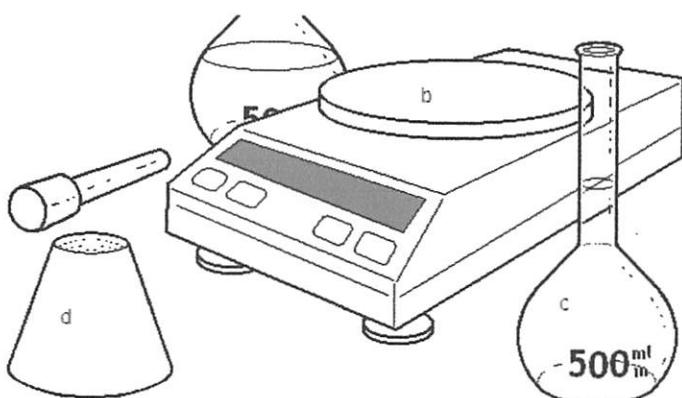
4.1.7. Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- 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 pematat dari logam.



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

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- 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 pemanas (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 (*absorbsi*)

$$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$$

Dimana :

Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

Bk = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

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

F. Tabel Perhitungan

Tabel 4.12. 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 (<i>absorbsi</i>)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	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 (*absorbsi*) = **2,39 %**

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

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan (abrsi) 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 ½") 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 ± 5) °C. Pisahkan

benda uji ke dalam masing - masing fraksi kemudian digabungkan sesuai dengan daftar berikut.

Tabel 4.13. Berat dan Gradasi benda uji

Ukuran saringan		Berat dan gradasi benda uji (gram)			
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D
37,5 (1 1/2")	25,0 (1")	1250 ± 25	-	-	-
25,0 (1")	19,0 (3/4")	1250 ± 25	-	-	-
19,0 (3/4")	12,5 (1/2")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
9,5 (3/8")	6,3 (1/4")	-	-	2500 ± 25	-
6,3 (1/4")	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

- a. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dan mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm sebanyak 500 ± 1 putaran.
- b. Setelah selesai putaran, benda uji dikeluarkan, disaring dengan saringan 4,75 mm (No. 4) dan 1,7 (No. 12). Butiran yang lebih besar dari 1,7 mm (tertahan di kedua saringan tersebut) dicuci bersih, dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C sampai berat menjadi tetap. Kemudian timbang dengan ketelitian 5 gram.

D. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 4.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil penelitian

Nilai keausan = 32,77 %, menurut Pedoman praktikum Teknologi Bahan

Konstruksi, nilai keausan maksimum adalah 40 %

4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.2.1. Perhitungan Mix Design Beton untuk Agregat Kasar Metode British

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

- **Data – data hasil test material**

- Berat isi agregat halus = 1,52 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,35 gr/cm³
- 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 (*fc* 17,5 MPa)**

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

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

$$= 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$2. \text{ Deviasi Standart} = \text{diambil yang baik antara } 5,5 < S < 6,5$$

Tabel 4.15. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

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

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)*

$$4. \text{ Jenis semen yang digunakan} : \text{Semen Gresik PPC 40 kg}$$

$$5. \text{ Jenis Agregat Kasar} : \text{Dipecah}$$

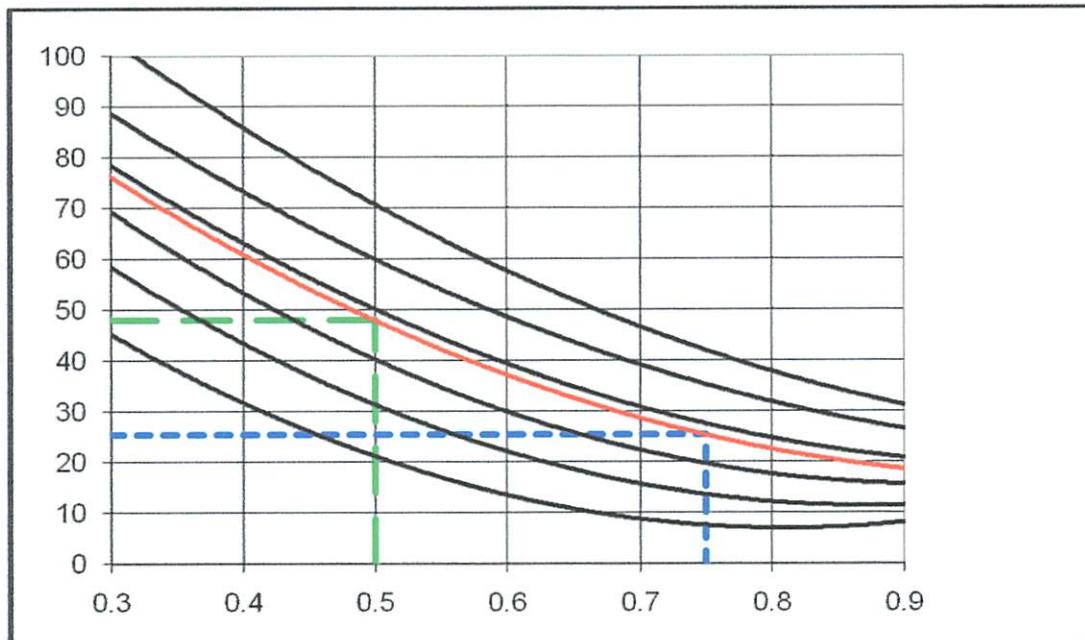
$$\text{Jenis Agregat halus} : \text{Tidak dipecah}$$

6. Faktor air semen (W/C) :

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

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I	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

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 4.17. : Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang ditentukan 17,5 MPa pembacaan pada tebel diambil diambil w/c minimum pada tebel 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 : $\frac{3}{4} / 19,1 \text{ mm}$ dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

11. Kadar air bebas :

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

$$12. \quad \text{Pemakaian jumlah semen} = \frac{\text{KadarAirbebas}}{\text{FAS(rencana)}}$$

$$= \frac{215}{0.77} = 279,22 \text{ kg/m}^3$$

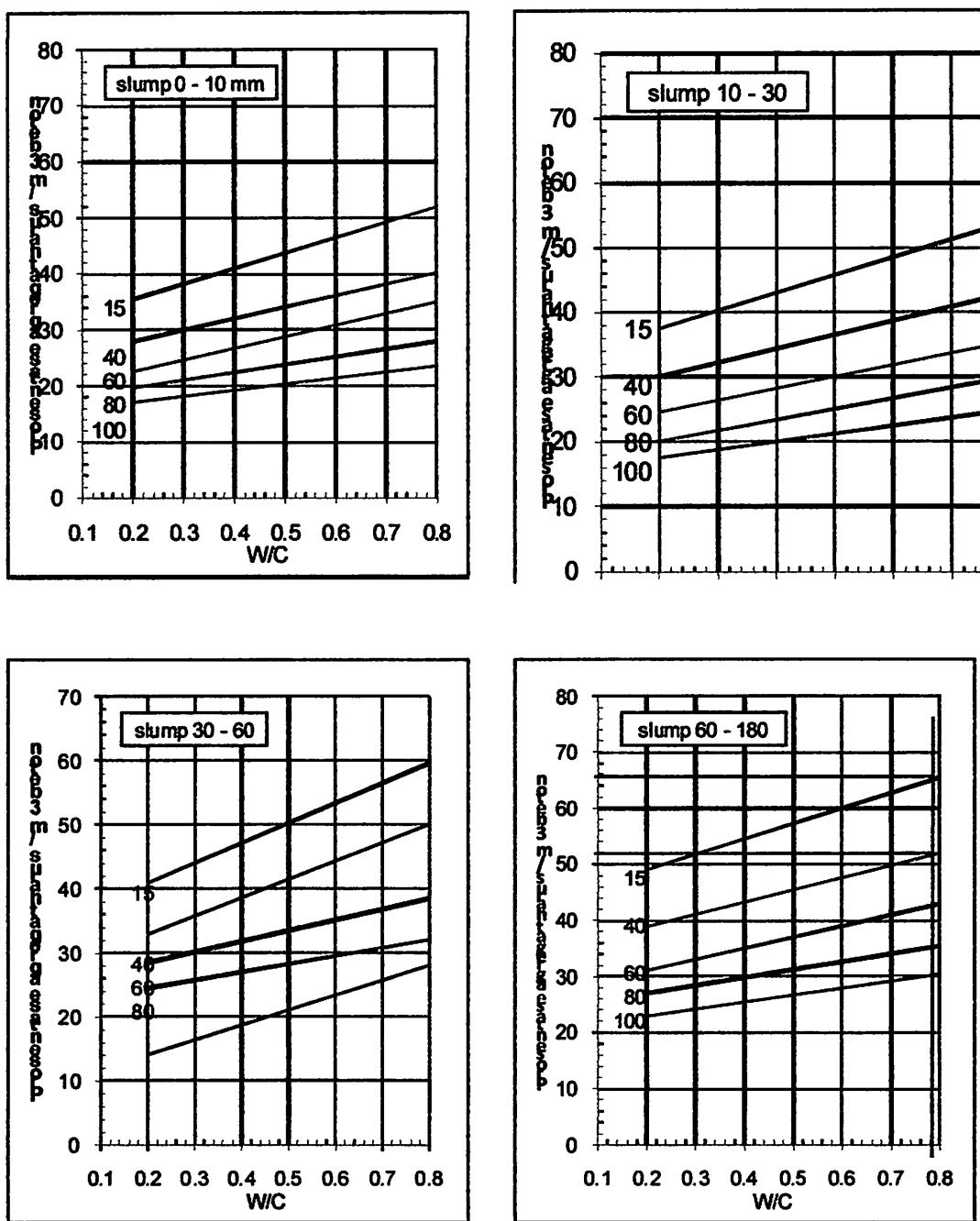
13. Jumlah semen minimum :

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 $279,22 \text{ kg/m}^3$.

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



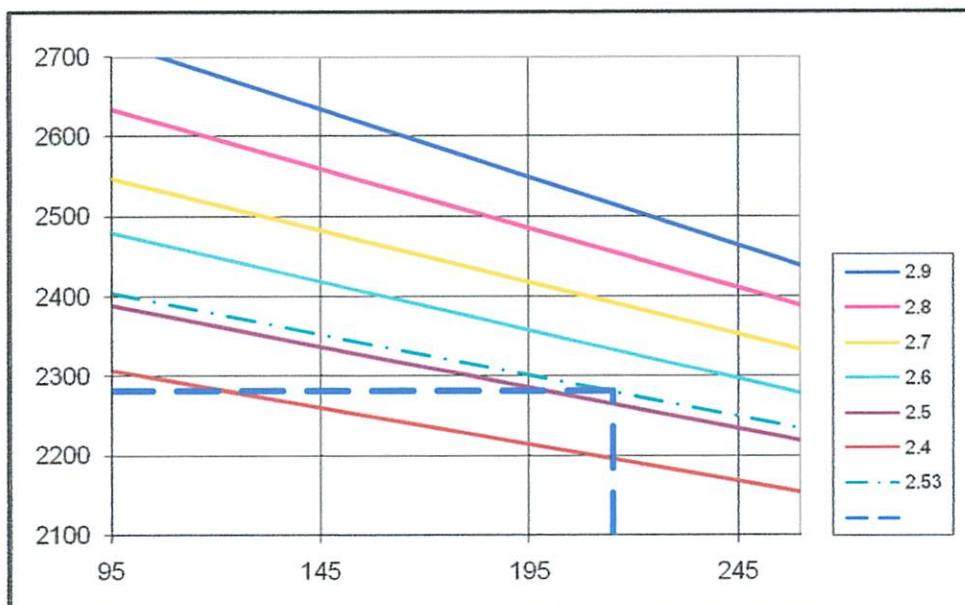
Grafik 4.8. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

16. Proporsi agregat kasar $= 100\% - 57,50\% = 42,50\%$
17. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) = 2,59
18. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,44
19. Berat jenis agregat gabungan :
 $= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)}$
 $+ \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)}$
 $/100\%$
 $= ((57,50).(2,59) + (42,50).(2,44)) / 100$
 $= 2,53$
20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2283kg/m^3



Grafik 4.9. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

$$\begin{aligned} &= \text{Berat jenis beton basah (no.20)} - \text{Kadar air bebas (no.11)} - \text{Jumlah semen yang di rencanakan (no.14)} \\ &= (2283) - (215) - (279,22) = 1788,78 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. *Jumlah agregat halus :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15)} \times \text{jumlah total agregat (no 21)}}{100} \\ &= \frac{57,50 \times 1788,78}{100} \\ &= 1028,55 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. *Jumlah agregat kasar :*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:16)} \times \text{jumlah total agregat (no.21)}}{100} \\ &= \frac{42,50 \times 1788,78}{100} \\ &= 760,23 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

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

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

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

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %

28. *Kelebihan air dalam agregat halus :*

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

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

29. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*

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

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

30. *Jumlah agregat halus :*

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

$$= {[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] x (1028,55)} = 1077,48 \text{ kg/m}^3$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

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

$$= {[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] x (760,23)} = 745,66 \text{ kg/m}^3$$

32. *Jumlah air :*

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

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

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

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

Tabel 4.19. : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

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

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

• **Untuk kuat tekan karakteristik (*fc* 20 MPa)**

$$1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} = 20 \text{ MPa} = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$= 20 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$2. \text{ Deviasi Standart} = \text{diambil yang baik antara } 5,5 < S < 6,5$$

Tabel Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

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

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

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

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

2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)

$$4. \text{ Jenis semen yang digunakan} : \text{ Semen Gresik PPC 40 kg}$$

$$5. \text{ Jenis Agregat Kasar} : \text{ Dipecah}$$

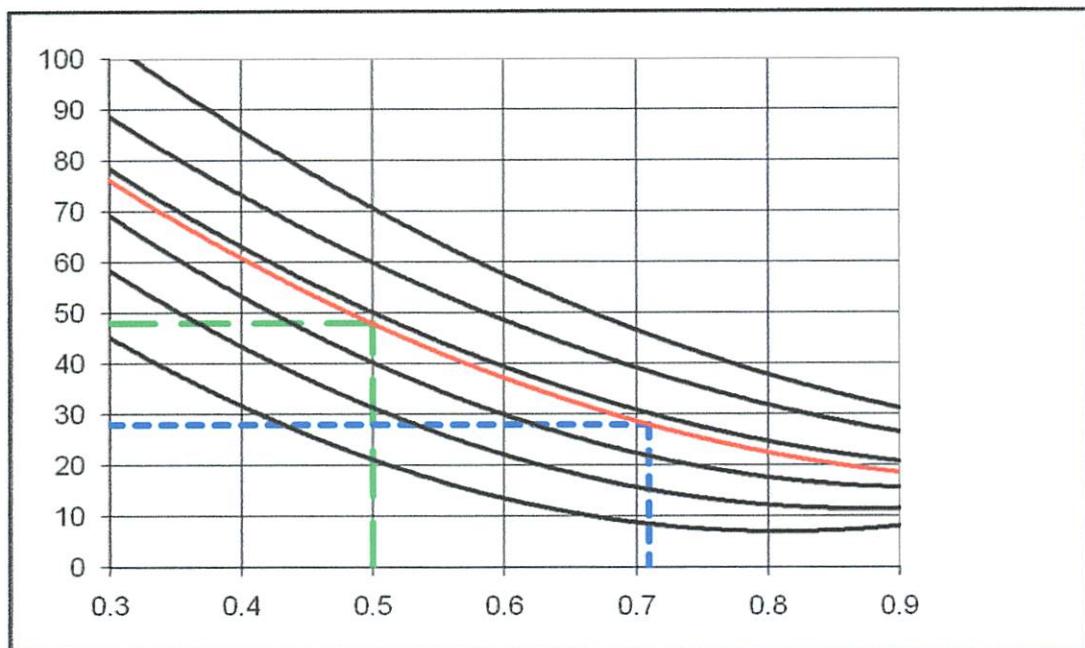
$$\text{Jenis Agregat halus} : \text{Tidak dipecah}$$

$$6. \text{ Faktor air semen (W/C)} :$$

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

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I	Tidak dipecah	22	31	43	50
	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 Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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 4.20. : Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)							
	25	20	20	20	20	35	30	25
Ringan								
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 ditentukan 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 = $60 - 180 \text{ mm}$

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

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

11. Kadar air bebas :

Tabel 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 agragat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215 \text{ mm}$

$$12. \text{ Pemakaian jumlah semen} = \frac{\text{KadarAirbebas}}{\text{FAS(rencana)}}$$

$$= \frac{215}{0.73} = 294,92 \text{ kg/m}^3$$

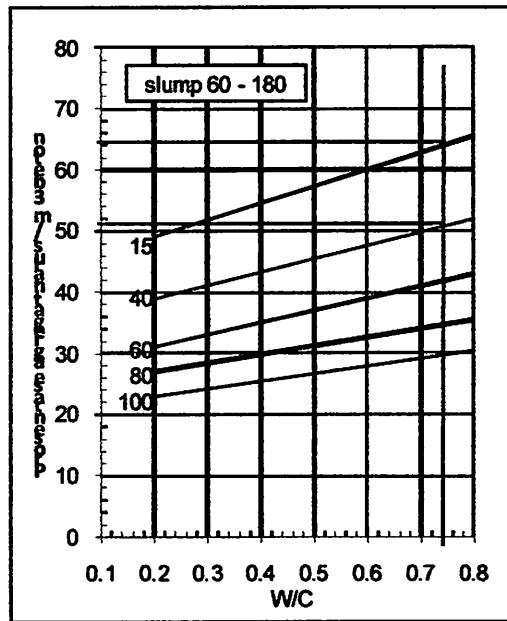
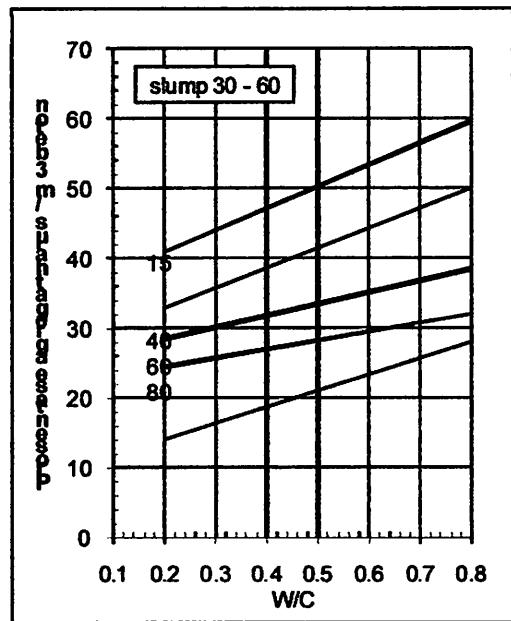
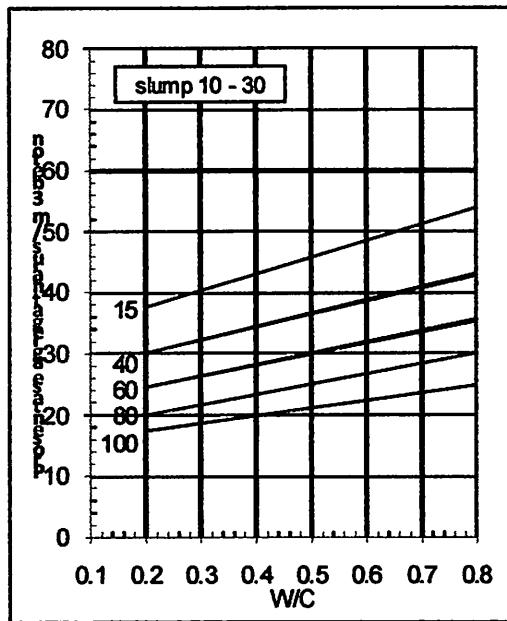
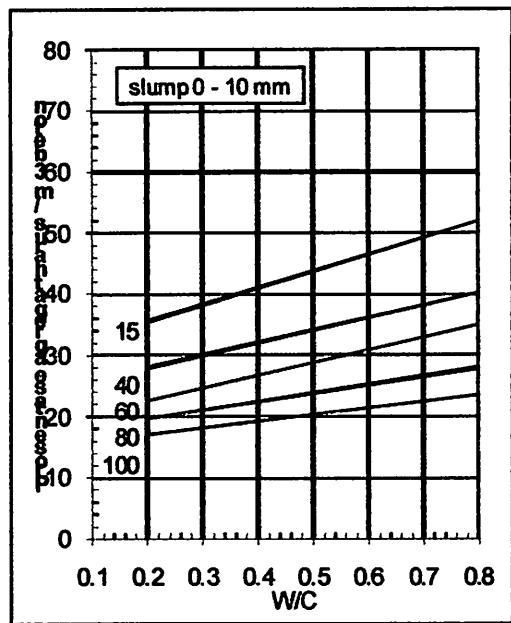
13. Jumlah semen minimum :

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 $294,92 \text{ kg/m}^3$.

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



Grafik Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

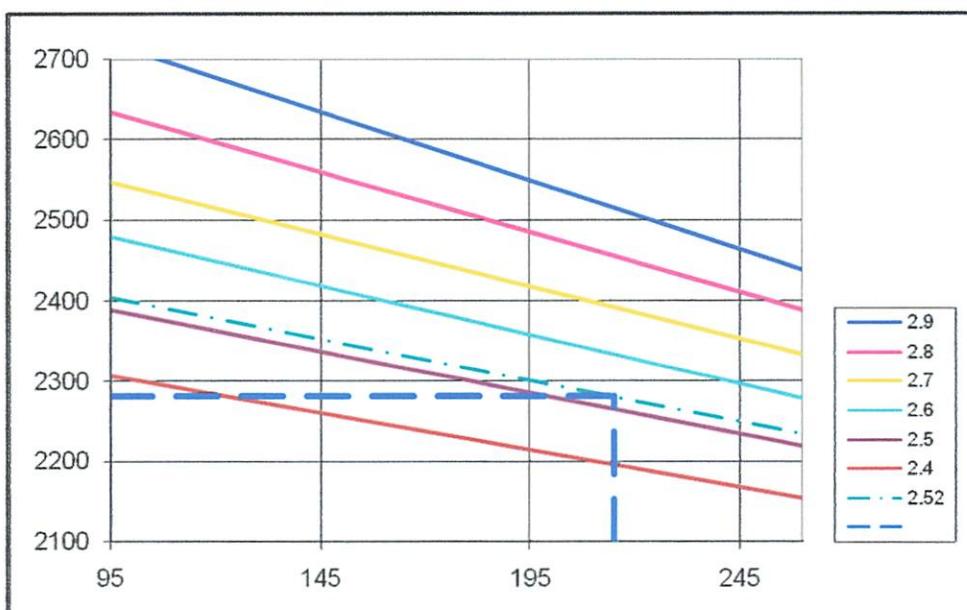
Maksimum 20 mm

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



Grafik Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

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

22. *Jumlah agregat halus :*

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

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

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

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

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

Dari data di atas maka dapat komposisi sebagai berikut :

- $294,92 \text{ kg/m}^3$ untuk semen (*no:14*)
- $1058,73 \text{ kg/m}^3$ untuk agregat halus (*no:30*)
- $747,81 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah agregat kasar (*no:31*)
- $212,13 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah kadar air (*no:32*)

Tabel 4.21. : 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**

$$1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} = 22,5 \text{ MPa} = 22,5 \text{ N/mm}^2$$

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

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

$$2. \text{ Deviasi Standart} = \text{diambil yang baik antara } 5,5 < S < 6,5$$

Tabel Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

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

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.

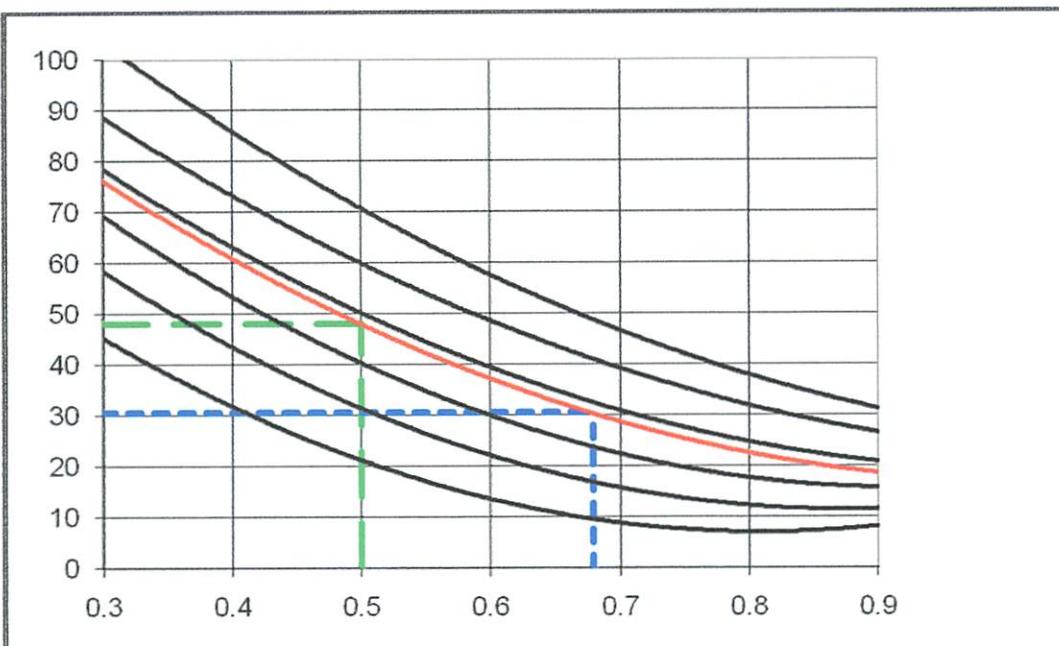
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah.

6. Faktor air semen (W/C) :

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

Tipe semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Tipe I	Tidak dipecah	22	31	43	50
	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 Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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 4.22. : 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 ditentukan 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 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 dipesek	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipesek	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipesek	155	175	190	205

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

$$12. \text{ Pemakaian jumlah semen} = \frac{\text{KadarAirbebas}}{\text{FAS(rencana)}}$$

$$= \frac{215}{0,68} = 318,52 \text{ kg/m}^3$$

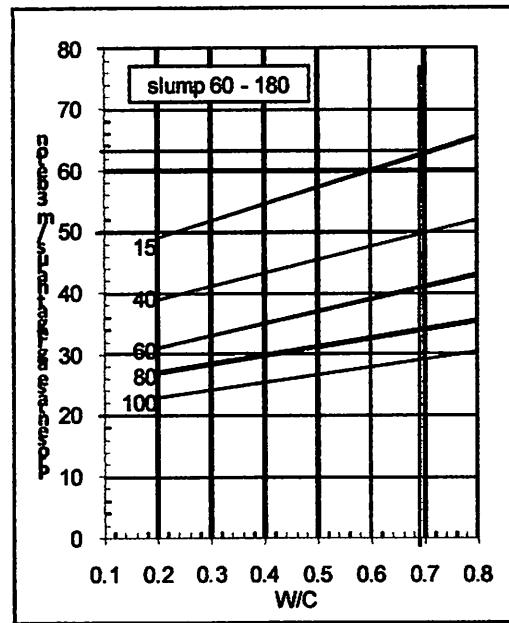
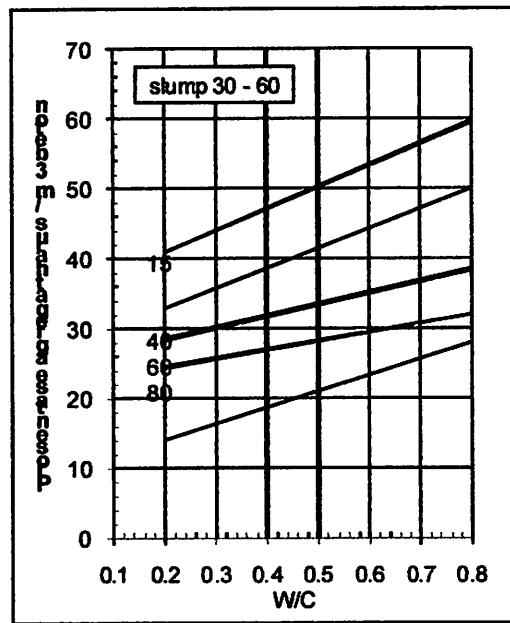
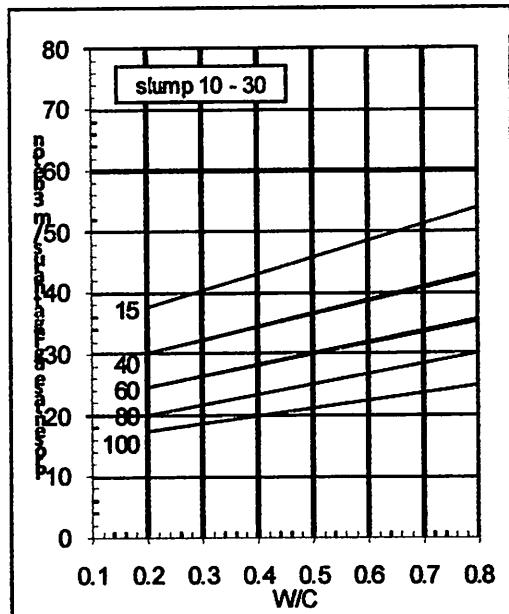
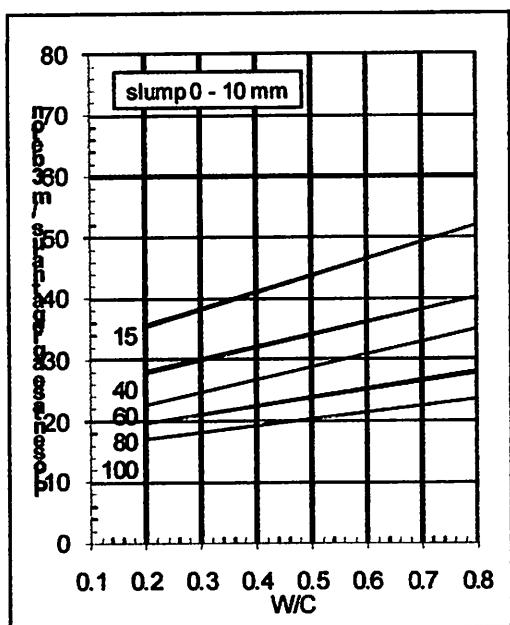
13. Jumlah semen minimum :

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 $318,52 \text{ kg/m}^3$.

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



Grafik Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter

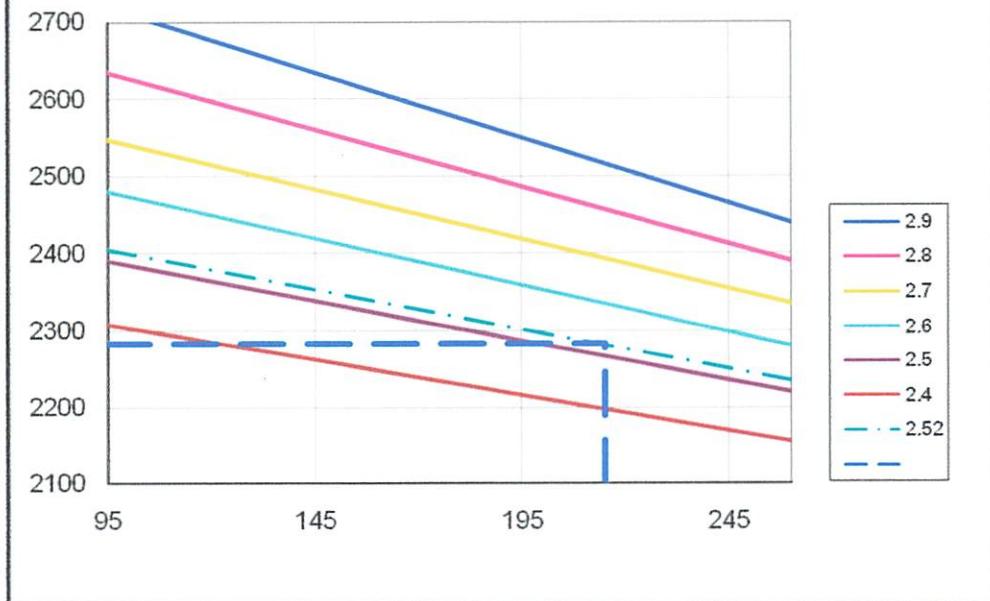
Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

16. *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 :*
 = Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)
 + Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)
 /100 %
 = $((56).(2,59) + (44).(2,44))/100$
 = 2,52

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



Grafik 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 :*

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

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

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

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

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

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

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 :*

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

$$= \{[100 + (6,91)] / [100 + (2,05)] \times (979,71)\} = 1026,32 \text{ kg/m}^3$$

31. *Jumlah agregat kasar :*

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

$$= \{[100 + (1,59)] / [100 + (3,55)] \times (769,77)\} = 755,02 \text{ kg/m}^3$$

32. *Jumlah air :*

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

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

Dari data di atas maka dapat komposisi sebagai berikut :

- $318,52 \text{ kg/m}^3$ untuk semen (*no:14*)
- $1026,32 \text{ kg/m}^3$ untuk agregat halus (*no:30*)
- $755,32 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah agregat kasar (*no:31*)
- $212,13 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah kadar air (*no:32*)

Tabel 4.23. : 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**

$$1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} = 25 \text{ MPa} = 25 \text{ N/mm}^2$$

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

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

$$2. \text{ Deviasi Standart} = \text{diambil yang baik antara } 5,5 < S < 6,5$$

Tabel Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

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

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

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

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

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)

$$4. \text{ Jenis semen yang digunakan} : \text{ Semen Gresik PPC 40 kg}$$

$$5. \text{ Jenis Agregat Kasar} : \text{ Dipecah.}$$

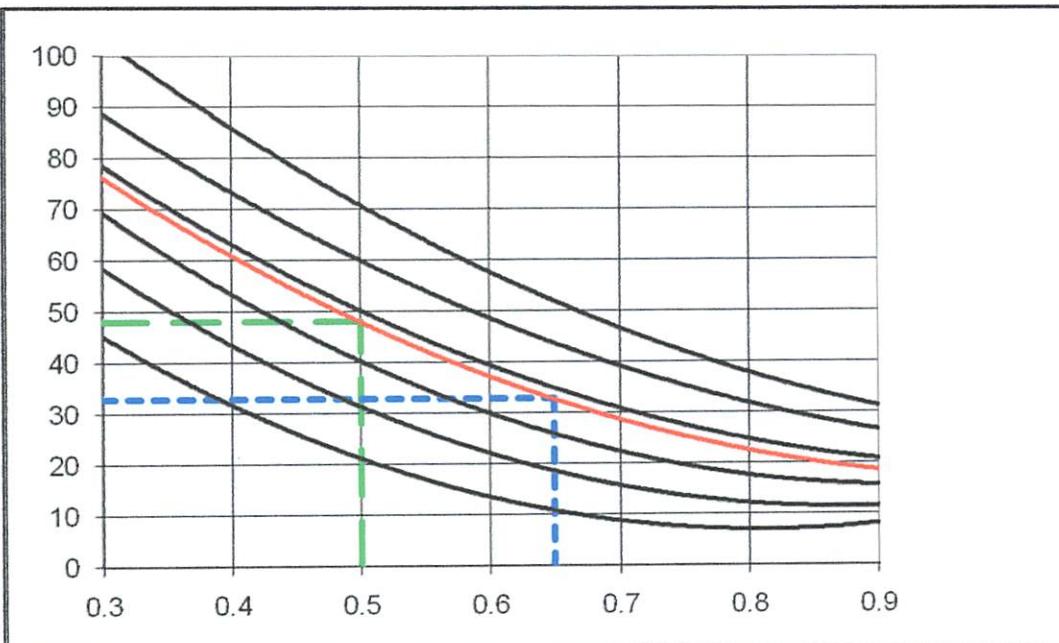
$$\text{Jenis Agregat halus} : \text{Tidak dipecah.}$$

$$6. \text{ Faktor air semen (W/C) :}$$

Tabel 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 Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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 4.24. : 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 ditentukan 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 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 agragat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang dipecah terdapat nilai kadar air bebas $= (2/3) \times 225 + (1/3) \times 195 = 215 \text{ mm}$

$$12. \text{ Pemakaian jumlah semen} = \frac{\text{KadarAirbebas}}{\text{FAS(rencana)}}$$

$$= \frac{215}{0.66} = 326,25 \text{ kg/m}^3$$

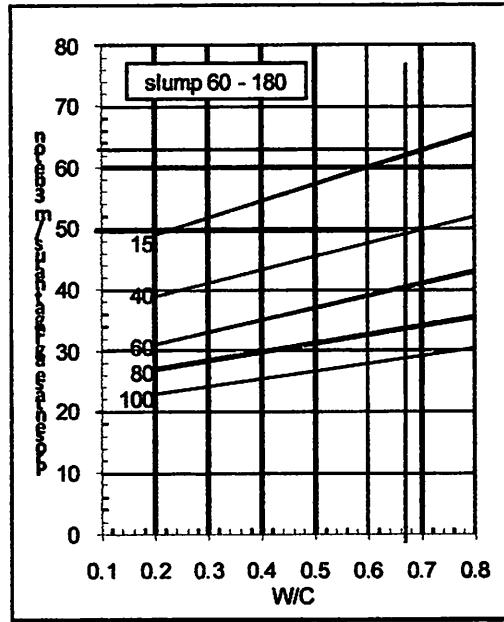
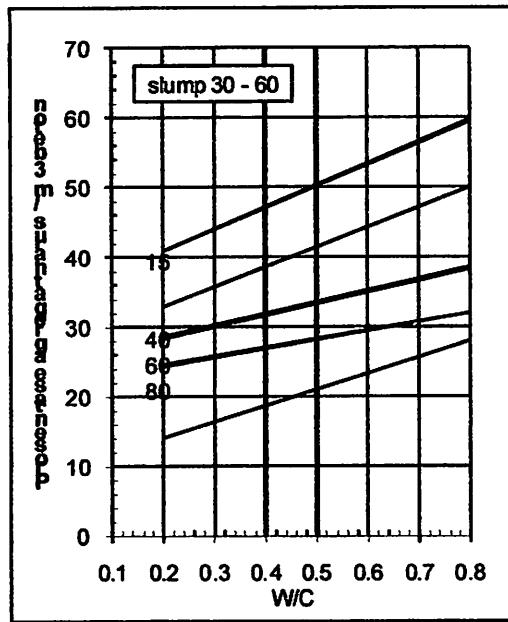
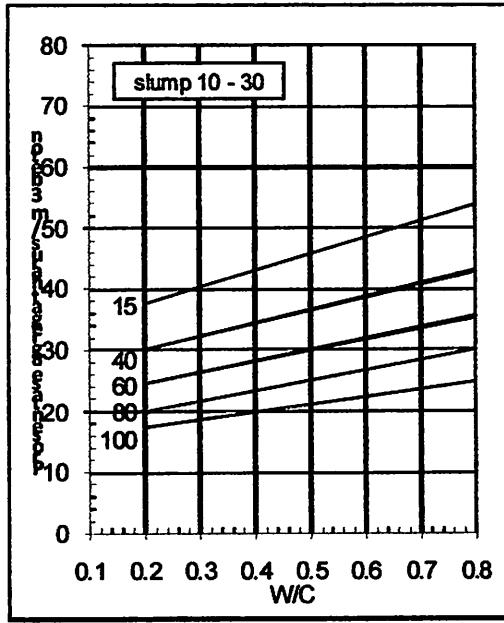
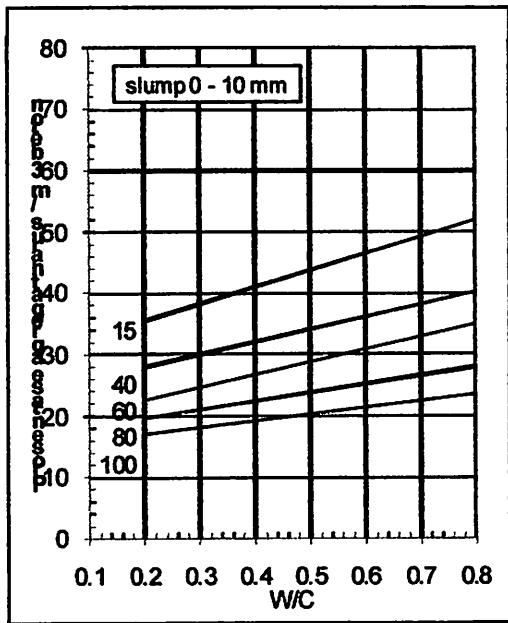
13. Jumlah semen minimum :

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.



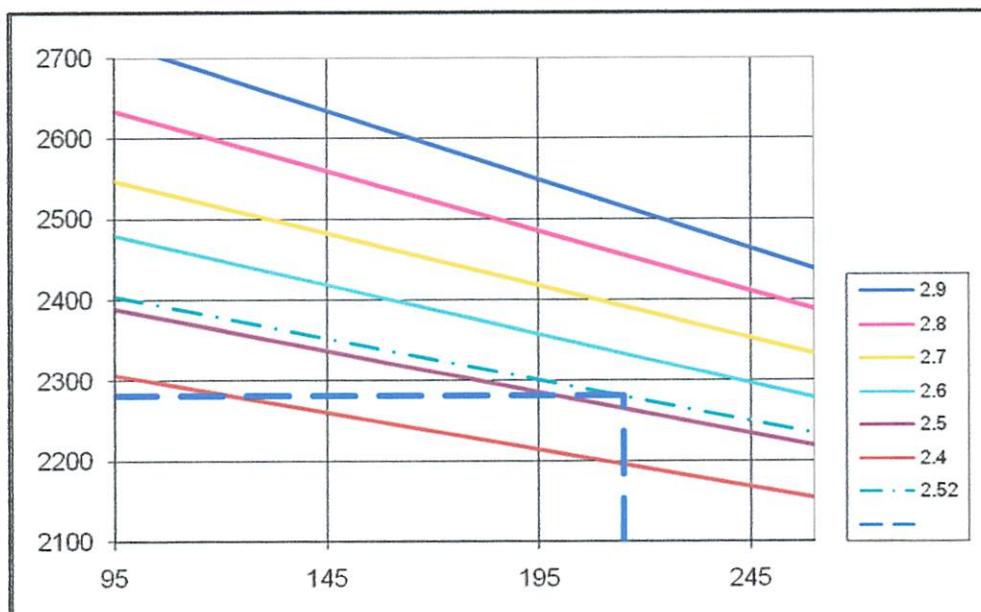
Grafik Penentuan Persentase Agregat Halus Untuk Diameter

Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

16. *Proporsi agregat kasar* = $100\% - 57,50\% = 45\%$
17. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) : 2,59*
18. *Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) : 2,44*
19. *Berat jenis agregat gabungan :*
 = Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD) (no.17)
 + Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD) (no.18)
 /100 %
 = $((55).(2,59) + (45).(2,44))/100$
 = 2,52
20. *Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2283 kg/m^3*



Grafik Perkiraan berat jenis beton segar

21. *Total jumlah agregat :*

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

22. *Jumlah agregat halus :*

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

23. *Jumlah agregat kasar :*

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

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 6,91 %

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

sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,59 %

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

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 2,05 %

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

sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 3,55 %

28. *Kelebihan air dalam agregat halus :*

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

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

29. *Kelebihan air dalam agregat kasar :*

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

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

30. *Jumlah agregat halus :*

= {[100 + Kadar air agregat halus (asli) (no.24)] / [100 + Kadar air agregat

halus (SSD) (no.26)] x Jumlah agregat halus (no. 22)}

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

31. *Jumlah agregat kasar :*

= {[100 + Kadar air agregat kasar (asli) (no.25)] / [100 + Kadar air agregat

kasar (SSD) (no.27)] x Jumlah agregat kasar (no. 23)}

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

32. *Jumlah air :*

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

Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)

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

Dari data di atas maka dapat komposisi sebagai berikut :

- $326,25 \text{ kg/m}^3$ untuk semen (*no:14*)
- $1003,54 \text{ kg/m}^3$ untuk agregat halus (*no:30*)
- $768,77 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah agregat kasar (*no:31*)
- $212,13 \text{ kg/m}^3$ untuk jumlah kadar air (*no:32*)

Tabel 4.25. : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.3. Perhitungan kebutuhan bahan

4.3.1. Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan (*per m^3*)

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu $0,03 \text{ m}^3$, maka untuk membuat benda uji sebanyak 164 buah dengan silinder 10×20 sebanyak 40 buah, silinder 15×30 sebanyak 104 buah, balok $15 \times 15 \times 60$ sebanyak 20 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:

4.3.2. Perhitungan volume Benda Uji Silinder d x t = 15 x 30

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 7,5^2 \times 30) \times (40 \times 1,2) \\ &= 0,25434 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai faktor kehilangan

n = jumlah benda uji.

4.4. Hasil Uji Slump

Dalam pelaksanaan pembuatan benda uji beton silinder 15cm x 30cm didapatkan hasil uji slump seperti pada tabel.

Tabel 4.26. : Hasil uji slump untuk benda uji beton silinder 15cm x 30cm

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

5.1.1. Hasil pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder 15 x 30 cm pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan panambahan bahan tambahan yang masing - masing perlakuan berjumlah 10 benda uji, seperti pada foto di bawah ini.



Gambar 5.1. : Benda uji kuat tarik belah silinder 15 x 30 cm

Metode untuk menguji tegangan tarik belah beton ini dinamakan split silinder sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik belah, dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik belah beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.



Gambar 5.2. : Pengujian kuat tarik belah

➤ Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Mutu 17,5 Mpa

$$\begin{aligned} \text{a) Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{\pi.d.L} \\ &= \frac{2 \times 110000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 1,557 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)

d = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

b) Kuat tarik belah rata – rata :

$$\begin{aligned} \text{Tarik belah rata - rata} &= \frac{\sum_i^n \sigma t}{n} \\ &= \frac{15,075}{10} \\ &= 1,508 \text{ MPa} \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Mutu 20 Mpa**

$$\begin{aligned} \text{a) Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{\pi.d.L} \\ &= \frac{2 \times 125000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 1,769 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b) Kuat tarik belah rata – rata :

$$\begin{aligned} \text{Tarik belah rata - rata} &= \frac{\sum_i^n \sigma t}{n} \\ &= \frac{18,755}{10} \\ &= 1,876 \text{ MPa} \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Mutu 22,5 Mpa**

a) Kuat Tarik Belah = $\frac{2.P}{\pi.d.L}$

$$= \frac{2 \times 165000}{3,14 \times 150 \times 300}$$
$$= 2,335 \text{ MPa}$$

b) Kuat tarik belah rata – rata :

$$\text{Tarik belah rata - rata} = \frac{\sum_i^n \sigma t}{n}$$
$$= \frac{23,720}{10}$$
$$= 2,372 \text{ MPa}$$

➤ **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Mutu 25 Mpa**

a) Kuat Tarik Belah = $\frac{2.P}{\pi.d.L}$

$$= \frac{2 \times 185000}{3,14 \times 150 \times 300}$$
$$= 2,619 \text{ MPa}$$

b) Kuat tarik belah rata – rata :

$$\begin{aligned} \text{Tarik belah rata - rata} &= \frac{\sum_i^n \sigma t}{n} \\ &= \frac{27,034}{10} \\ &= 2,703 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik belah untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

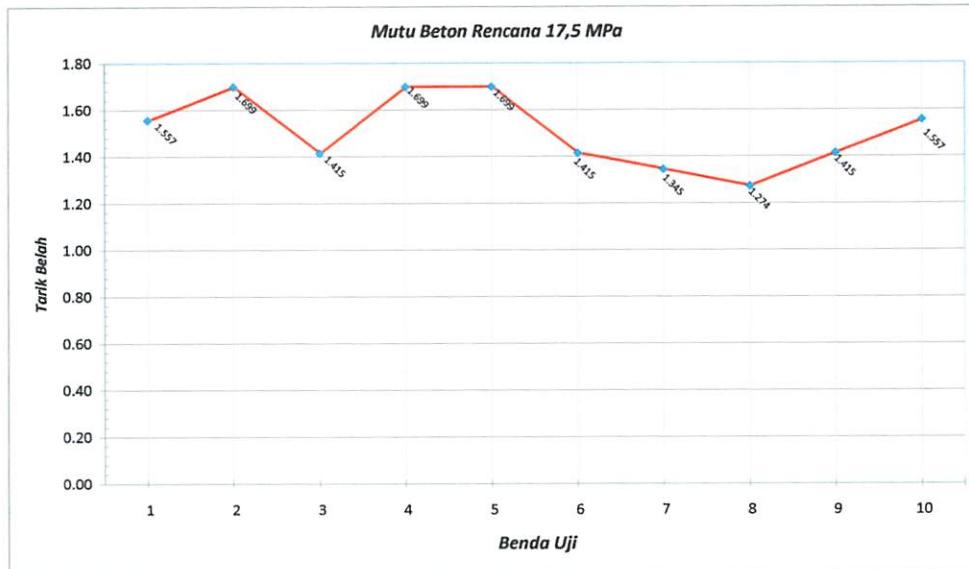
Tabel 5.1 Perhitungan Kuat Tarik belah 17,5 MPa

Mutu Beton Rencana : 17,5 Mpa
 Bentuk Benda Uji : Silinder
 Ukuran benda Uji : 15cm x 30cm
 Tgl Buat Benda Uji : 08 Juni 2011
 Tgl Pengetesan : 05 Juli 2011

No	Umur (Hari)	P (N)	d (mm)	L (mm)	Tarik Belah (MPa)	Tarik Belah Rata - Rata (MPa)	Berat Benda Uji (gr)	Volume Benda Uji (cm ³)	Berat volume (gr/cm ³)	Berat Volumne rata - rata
1	28	110000	150	300	1,557		11710	5298.75	2.2100	
2	28	120000	150	300	1,699		11630	5298.75	2.1949	
3	28	100000	150	300	1,415		11500	5298.75	2.1703	
4	28	120000	150	300	1,699		12240	5298.75	2.3100	
5	28	120000	150	300	1,699	1,508	12120	5298.75	2.2873	2.2200
6	28	100000	150	300	1,415		11770	5298.75	2.2213	
7	28	95000	150	300	1,345		11720	5298.75	2.2118	
8	28	90000	150	300	1,274		11610	5298.75	2.1911	
9	28	100000	150	300	1,415		11250	5298.75	2.1231	
10	28	110000	150	300	1,557		12080	5298.75	2.2798	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.1 benda Uji Kuat Tarik Belah (Mutu Rencana 17,5 MPa)



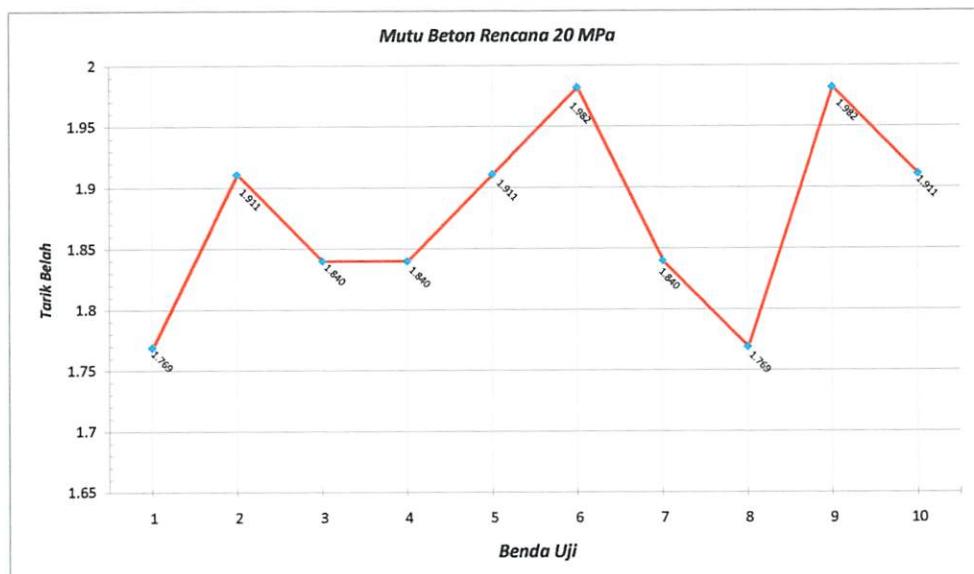
Tabel 5.2 Perhitungan Kuat Tarik belah 20 MPa

Mutu Beton Rencana : 20 Mpa
 Bentuk Benda Uji : Silinder
 Ukuran benda Uji : 15cm x 30cm
 Tgl Buat Benda Uji : 09 Juni 2011
 Tgl Pengetesan : 06 Juli 2011

No	Umur (Hari)	P (N)	d (mm)	L (mm)	Tarik Belah (MPa)	Tarik Belah Rata - Rata (MPa)	Berat Benda Uji (gr)	Volume Benda Uji (cm ³)	Berat volume (gr/cm ³)	Berat Volumne rata - rata
1	28	125000	150	300	1,769		12050	5298.75	2.2741	
2	28	135000	150	300	1,911		12210	5298.75	2.3043	
3	28	130000	150	300	1,840		12550	5298.75	2.3685	
4	28	130000	150	300	1,840		12080	5298.75	2.2798	
5	28	135000	150	300	1,911	1,876	12280	5298.75	2.3175	2.3109
6	28	140000	150	300	1,982		12640	5298.75	2.3855	
7	28	130000	150	300	1,840		12270	5298.75	2.3156	
8	28	125000	150	300	1,769		12040	5298.75	2.2722	
9	28	140000	150	300	1,982		12240	5298.75	2.3100	
10	28	135000	150	300	1,911		12090	5298.75	2.2817	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.2 benda Uji Kuat Tarik Belah (Mutu Rencana 20 MPa)



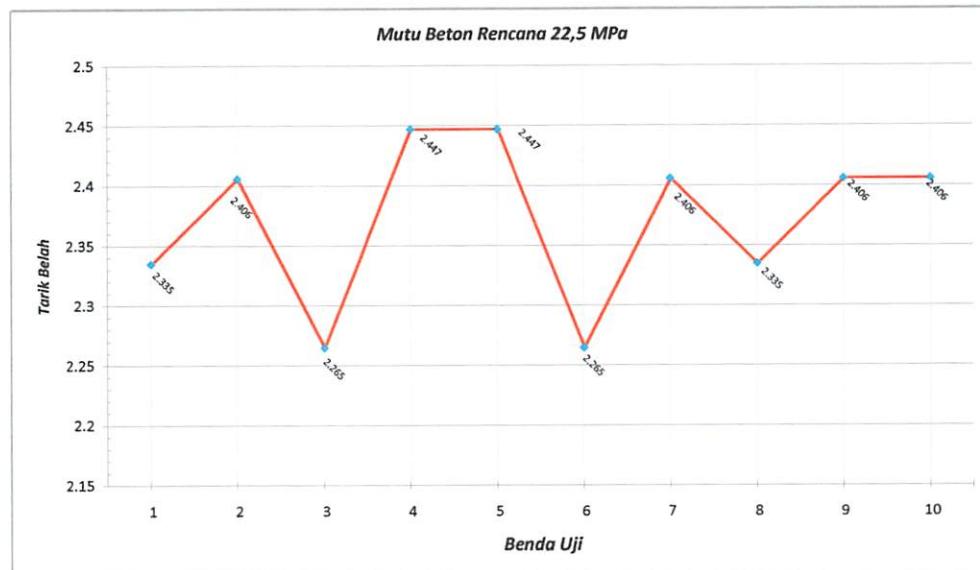
Tabel 5.3 Perhitungan Kuat Tarik belah 22,5 MPa

Mutu Beton Rencana : 22,5 Mpa
 Bentuk Benda Uji : Silinder
 Ukuran benda Uji : 15cm x 30cm
 Tgl Buat Benda Uji : 10 Juni 2011
 Tgl Pengetesan : 07 Juli 2011

No	Umur (Hari)	P (N)	d (mm)	L (mm)	Tarik Belah (MPa)	Tarik Belah Rata - Rata (MPa)	Berat Benda Uji (gr)	Volume Benda Uji (cm ³)	Berat volume (gr/cm ³)	Berat Volumne rata - rata
1	28	165000	150	300	2,335		12450	5298.75	2.3496	
2	28	170000	150	300	2,406		12280	5298.75	2.3175	
3	28	160000	150	300	2,265		12360	5298.75	2.3326	
4	28	175000	150	300	2,447		12230	5298.75	2.3081	
5	28	175000	150	300	2,447	2,372	11730	5298.75	2.2137	2.3575
6	28	160000	150	300	2,265		12880	5298.75	2.4308	
7	28	170000	150	300	2,406		12870	5298.75	2.4289	
8	28	165000	150	300	2,335		12680	5298.75	2.3930	
9	28	170000	150	300	2,406		12730	5298.75	2.4025	
10	28	170000	150	300	2,406		12710	5298.75	2.3987	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.3 benda Uji Kuat Tarik Belah (Mutu Rencana 22,5 MPa)



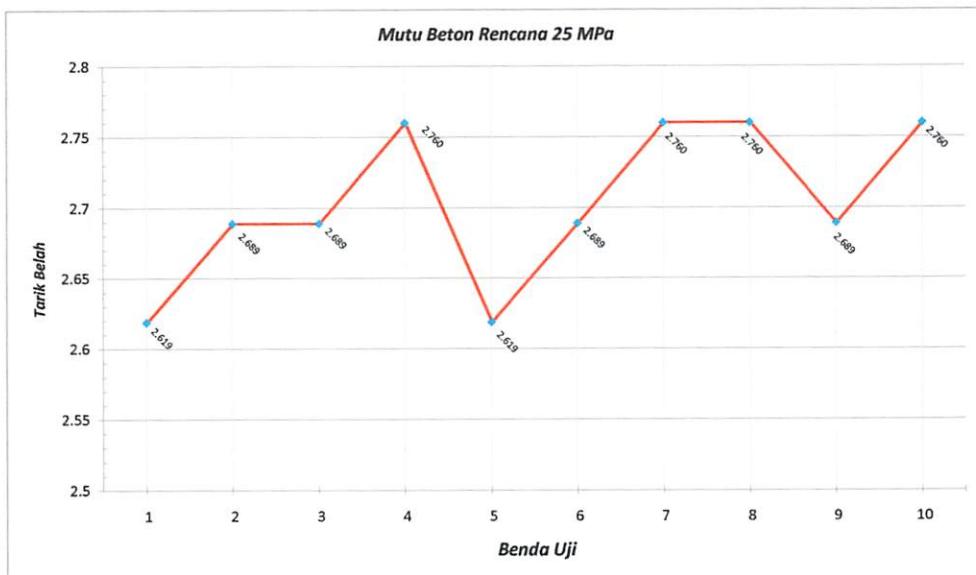
Tabel 5.4 Perhitungan Kuat Tarik belah 25 MPa

Mutu Beton Rencana : 25 Mpa
 Bentuk Benda Uji : Silinder
 Ukuran benda Uji : 15cm x 30cm
 Tgl Buat Benda Uji : 11 Juni 2011
 Tgl Pengetesan : 08 Juli 2011

No	Umur (Hari)	P (N)	d (mm)	L (mm)	Tarik Belah (MPa)	Tarik Belah Rata - Rata (MPa)	Berat Benda Uji (gr)	Volume Benda Uji (cm ³)	Berat volume (gr/cm ³)	Berat Volumne rata - rata
1	28	185000	150	300	2,619		12770	5298.75	2.4100	
2	28	190000	150	300	2,689		12050	5298.75	2.2741	
3	28	190000	150	300	2,689		12500	5298.75	2.3590	
4	28	195000	150	300	2,760		12840	5298.75	2.4232	
5	28	185000	150	300	2,619	2,703	12100	5298.75	2.2836	2.3264
6	28	190000	150	300	2,689		11760	5298.75	2.2194	
7	28	195000	150	300	2,760		12080	5298.75	2.2798	
8	28	195000	150	300	2,760		12270	5298.75	2.3156	
9	28	190000	150	300	2,689		12840	5298.75	2.4232	
10	28	195000	150	300	2,760		12060	5298.75	2.2760	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.4 benda Uji Kuat Tarik Belah (Mutu Rencana 25 MPa)



5.2 Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Tarik Belah

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk tarik belah:

Tabel 5.5. Data Pengujian Tarik Belah

No.	Tarik Belah (MPa)			
	Mutu beton Rencana 17,5 Mpa	Mutu beton Rencana 20 Mpa	Mutu beton Rencana 22,5 Mpa	Mutu beton Rencana 25 Mpa
1	1,557	1,769	2,335	2,619
2	1,699	1,911	2,406	2,689
3	1,415	1,840	2,265	2,689
4	1,699	1,840	2,447	2,760
5	1,699	1,911	2,447	2,619
6	1,415	1,982	2,265	2,689
7	1,345	1,840	2,406	2,760
8	1,274	1,769	2,335	2,760
9	1,415	1,982	2,406	2,689
10	1,557	1,911	2,406	2,760

ΣX_i	15.075	18.755	23.718	27.034
--------------	--------	--------	--------	--------

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$1. \quad X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$$

$$= \frac{15,075}{10}$$

$$= 1,508 \%$$

$$2. \quad (X_i - X)^2 = (1,557 - 1,508)^2 = 0,002$$

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

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

No.	Mutu Beton Rencana			
	17,5 MPa	20 MPa	22,5 MPa	25 MPa
	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^2$
1	0.002	0.0113	0.0014	0.00712
2	0.037	0.0013	0.0012	0.00021
3	0.009	0.0013	0.0114	0.00021
4	0.037	0.0013	0.0057	0.00320
5	0.037	0.0013	0.0057	0.00712
6	0.009	0.0113	0.0114	0.00021
7	0.026	0.0013	0.0012	0.00320
8	0.055	0.0113	0.0014	0.00320
9	0.009	0.0113	0.0012	0.00021
10	0.002	0.0013	0.0012	0.00320
$\Sigma (X_i - X)^2$	0.222	0.0529	0.04151	0.02789

Sumber : Data Hasil Penelitian

$$3. \quad S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,222}{(10-1)}}$$

$$= 0,157$$

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

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

$$6. t_{0,975} = 4,303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned} &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 1,508 - \left(4,303 x \frac{0,157}{\sqrt{10}} \right) < \mu < 1,508 + \left(4,303 x \frac{0,157}{\sqrt{10}} \right) \\ &= 1,294 < \mu < 1,721 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Tarik Belah Batu Scoria

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Mutu Beton Rencana 17,5 Mpa	1,508	0,157	0,975	9	4,303	1,294	$< \mu <$	1,721
Mutu Beton Rencana 20 Mpa	1,876	0,077	0,975	9	4,303	1,771	$< \mu <$	1,980
Mutu Beton Rencana 22,5 Mpa	2,372	0,068	0,975	9	4,303	2,279	$< \mu <$	2,464
Mutu Beton Rencana 25 Mpa	2,703	0,056	0,975	9	4,303	2,628	$< \mu <$	2,779

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi mutu beton rencana yang memenuhi syarat berjumlah 33 buah. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.8. Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Tarik Belah (%)			
	Mutu Beton Rencana 17,5 Mpa	Mutu Beton Rencana 20 Mpa	Mutu Beton Rencana 22,5 Mpa	Mutu Beton Rencana 25 Mpa
1	1,557	-	2,335	-
2	1,699	1,911	2,406	2,689
3	1,415	1,840	-	2,689
4	1,699	1,840	2,447	2,760
5	1,699	1,911	2,447	-
6	1,415	-	-	2,689
7	1,345	1,840	2,406	2,760
8	1,274	1,769	2,335	2,760
9	1,415	-	2,406	2,689
10	1,557	1,911	2,406	2,760

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton Dengan Agregat Kasar Batu Scoria

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

Tabel 5.9. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah

No	Tarik Belah Pada Mutu Beton Rencana 17,5 MPa		Tarik Belah Pada Mutu Beton Rencana 20 MPa		Tarik Belah Pada Mutu Beton Rencana 22,5 MPa		Tarik Belah Pada Mutu Beton Rencana 25 MPa		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	1.557	2.424	-	-	2.335	5.452	-	-	
2	1.699	2.887	1.911	3.652	2.406	5.789	2.689	7.231	
3	1.415	2.002	1.840	3.386	-	-	2.689	7.231	
4	1.699	2.887	1.840	3.386	2.447	5.988	2.760	7.618	
5	1.699	2.887	1.911	3.652	2.447	5.988	-	-	
6	1.415	2.002	-	-	-	-	2.689	7.231	
7	1.345	1.809	1.840	3.386	2.406	5.789	2.760	7.618	
8	1.274	1.623	1.796	3.226	2.335	5.452	2.760	7.618	
9	1.415	2.002	-	-	2.406	5.789	2.689	7.231	
10	1.557	2.424	1.911	3.652	2.406	5.789	2.760	7.618	
ΣY	15.075		13.049		19.188		21.796		69.108
ΣY^2	22.947		24.338		46.035		59.393		152.714
n	10		7		8		8		33

Sumber : Data Hasil Peneliti

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 22,947 + 24,338 + 46,035 + 59,393 \\ &= 152,714 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{69,108^2}{33}$$

$$= 144,725$$

➤ Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$P_y = \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y$$

$$= \left(\frac{15,057^2}{10} + \frac{13,049^2}{7} + \frac{19,188^2}{8} + \frac{21,796^2}{8} \right) - 144,725$$

$$= 7,732$$

➤ Jumlah kuadrat - kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - P_y$$

$$= 152,714 - 144,725 - 7,732$$

$$= 0,258$$

keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data - data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.10. Analisa Varian Untuk Tarik Belah

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	144,725	144,725	290,172
Antar perlakuan	3	7,732	2,577	
Dalam Perlakuan	29	0,258	0,009	
Jumlah	33			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{2,577}{0,009} = 290,172$$

Dalam tabel I pada buku *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi ke 6 Jilid 2 (J. Supranto, MA)*, nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 33) = 8,611$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 290,172 > F_{\text{tabel}} = 8,611$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi mutu beton terhadap nilai Kuat Tarik Belah Beton.

5.4. Analisa Regresi

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

Untuk menganalisis variasi mutu beton terhadap parameter - parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik sebagai regresi, dengan bentuk persamaan

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

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

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

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

5.4.1. Analisa Regresi Batu Pecah

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data kuat tarik belah batu pecah untuk diuji dengan regresi.

Tabel 5.11. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Mutu Beton Rencana

No	X	Y	X^2	X^3	X^4	XY	$X^2 Y$	Y^2
1	17,5	1,508	306,250	5359,375	93789,063	26,390	461,825	2,274
2	20	1,876	400	8000	160000	37,520	750,400	3,319
3	22,5	2,372	506,250	11390,625	256289,063	53,370	1200,825	5,626
4	25	2,703	625	15625	390265	67,575	1689,375	7,306
Total	85	8,459	1837,500	40375	900703,125	184,855	4102,425	18,726

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.46. maka didapat persamaan :

$$8,459 = 4a + 85b + 1837,5c$$

$$184,855 = 85a + 1837,5b + 40375c$$

$$4102,425 = 1837,5a + 40375b + 900703,125c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = -2,0109$$

$$b = 0,22614$$

$$c = -0,0015$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = -0,0015 x^2 + 0,22614 x + -2,0109$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2 Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(0,22614 \left\{ 184,855 - \frac{85 \times 8,459}{4} \right\} \right) + \left(-0,0015 \left\{ 4102425 - \frac{1837500 \times 8,459}{4} \right\} \right) \\ &= 0,83307 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 18,726 - \frac{(8,459)^2}{4} \\ &= 0,837363 \end{aligned}$$

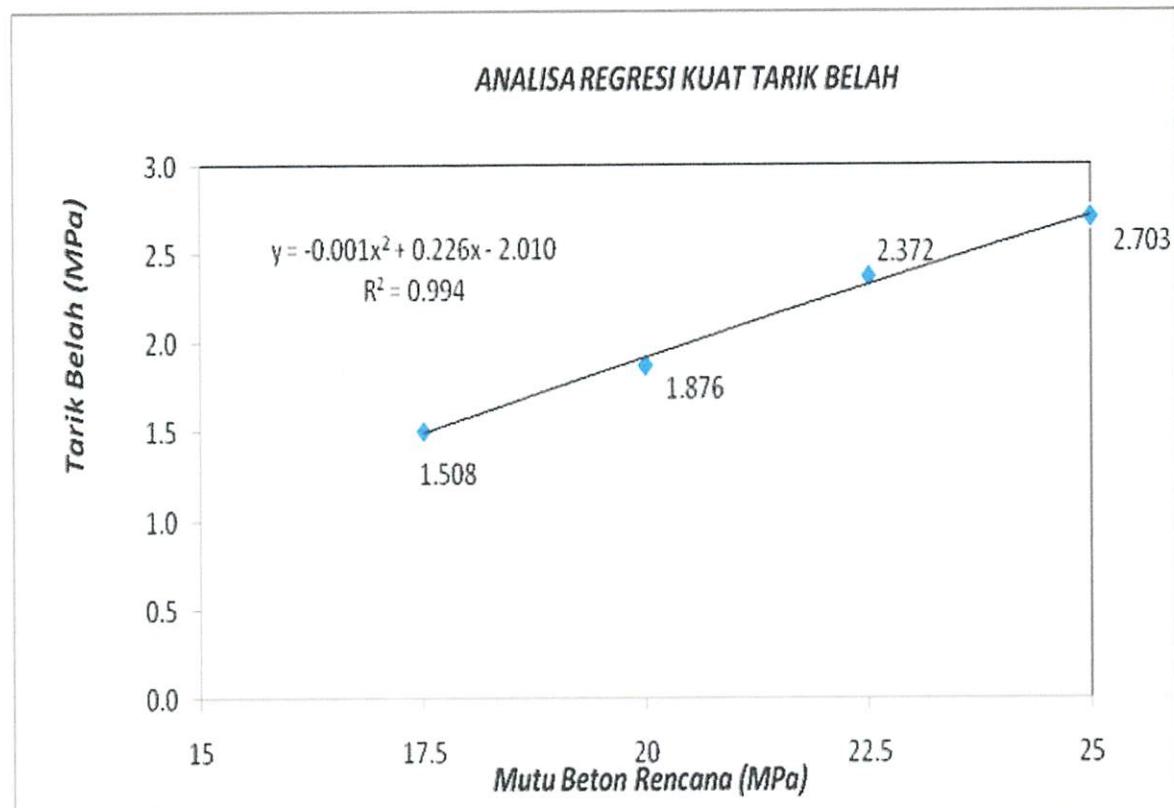
$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{0,83307}{0,837363} \\ &= 0,994874 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat Tarik belah dengan variasi mutu beton menghasilkan persamaan $\hat{Y} = -0,0015 x^2 + 0,22614 x + -2,0109$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,994874. Hal ini berarti bahwa 99,49% perubahan nilai kuat tarik belah dipengaruhi oleh variasi mutu beton disain sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain.

Tabel 5.12. Daftar Nilai Regresi Kuat Tarik Belah

Mutu Beton (Mpa)	Tarik Belah Hasil Regresi	Tarik belah (MPa)
17.5	1.493	1.508
20	1.920	1.876
22.5	2.328	2.372
25	2.718	2.703

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 5.5. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah

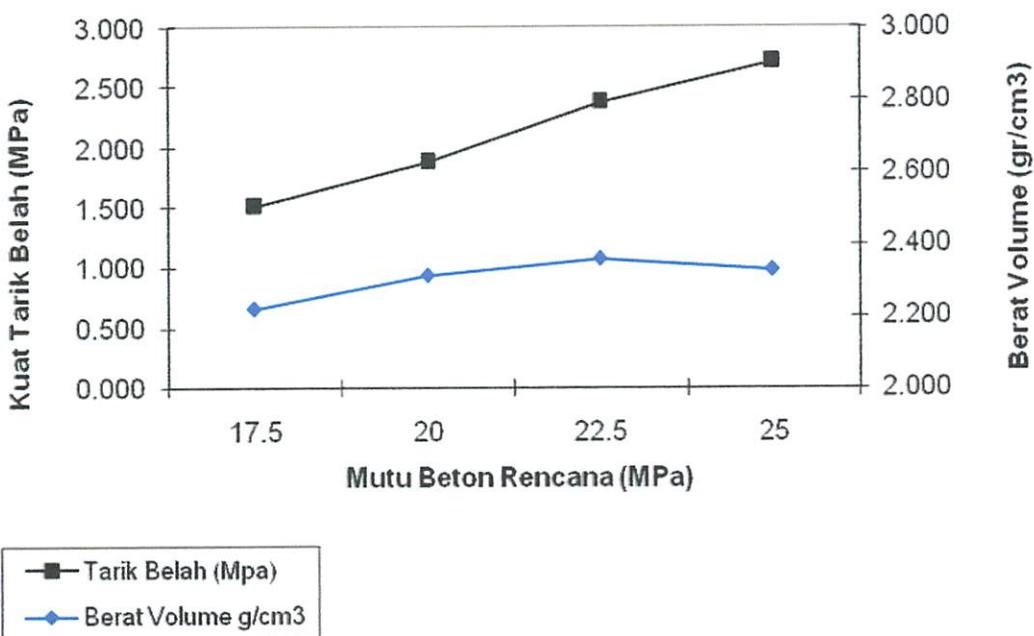
5.5. Hubungan Tarik Belah Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana

Tabel 5.13. Daftar Nilai Kuat Tarik Belah Dan Berat Volume

Mutu Beton (Mpa)	Tarik Belah (MPa)	Berat Volume (g/cm ³)
17.5	1.508	2,220
20	1.876	2,311
22.5	2.372	2,358
25	2.703	2,326

Sumber : Data Hasil Penelitian

Hubungan Tarik Belah Dan Berat Volume Benda Uji
Terhadap Variasi Mutu Beton Rencana



Grafik 5.6. Hubungan Tarik Belah Dan Berat Volume Terhadap Mutu Beton Rencana

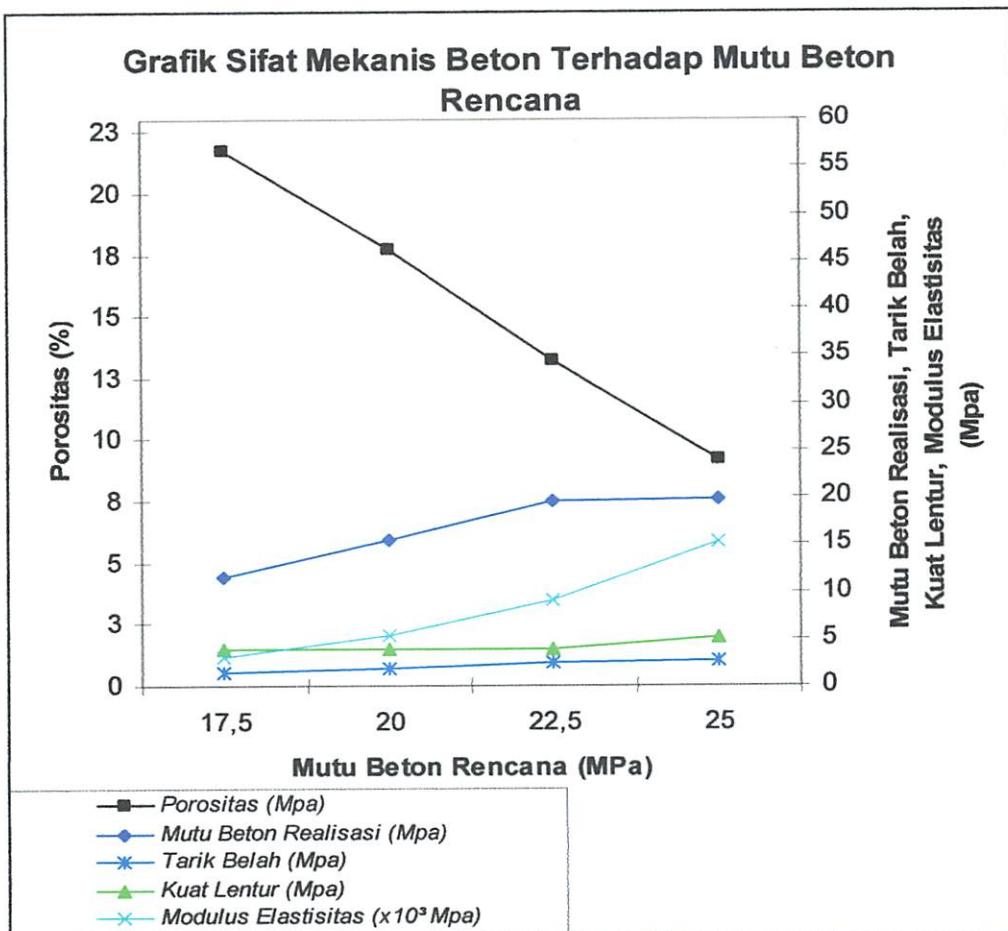
Pada grafik 5.6. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai tarik belah dan berat volume benda uji pada mutu beton rencana 17,5 MPa; 20 MPa; 22,5 MPa; sedangkan pada mutu beton rencana 25 MPa untuk nilai kuat tarik belahnya mengalami peningkatan dan untuk volume benda uji mengalami penurunan.

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 Brian Mardian (05.21.026) untuk kuat lentur, Kiki Setyo Siswantoro (03.21.032) untuk mutu beton realisasi, Sulistianto (03.21.014) untuk porositas, Yudha Yogi Prasetyawan (03.21.051) untuk modulus elastisitas.

Tabel 5.14. 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 (x10³ 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 5.7. Hubungan Sifat Mekanis Beton Terhadap Mutu Beton Rencana

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

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Jalan dan Konstruksi ITN Malang tentang penggunaan batu scoria sebagai bahan pengganti agregat kasar pada beton ringan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan data pengujian didapatkan nilai kuat tarik belah rata – rata pada beton dengan batu scoria sebagai agregat kasarnya yaitu sebesar 15.080 Kg/cm^2 untuk mutu beton rencana 17.5 MPa , 18.760 Kg/cm^2 untuk mutu beton rencana 20 MPa , 23.720 Kg/cm^2 untuk mutu beton rencana 22.5 MPa , dan 27.030 Kg/cm^2 untuk mutu beton rencana 25 MPa .
2. Sedangkan untuk nilai mutu beton realisasinya dari mutu beton rencana $17,5 \text{ MPa}$; 20 MPa ; $22,5 \text{ MPa}$; dan 25 MPa didapatkan nilai mutu beton realisasi $11,9 \text{ Mpa}$; $15,4 \text{ MPa}$; $19,5 \text{ MPa}$ dan $19,8 \text{ MPa}$.

6.2. Saran

Ada beberapa saran – saran yang dapat kami berikan selama penelitian yang kami lakukan, yaitu :

1. Agar lebih memperhatikan lagi dalam penentuan mix disain tiap mutu.
2. Dikarenakan pada penelitian ini mutu beton realisasi lebih kecil dari mutu beton rencana maka penulis menyarankan untuk membuat penelitian

selanjutnya tentang batu scoria sebagai agregat kasar dengan penambahan zat aditif.

3. Perlunya membuat formula baru untuk membuat bahan campuran yang digunakan untuk memperoleh hasil beton yang ekonomis.
4. Perlunya menggunakan peralatan – peralatan yang baik untuk menunjang hasil data pengujian yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman Dan Prasarana Wilayah, *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung.
- Anonim, *Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*, Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional 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.
- Supranto. J, (2001), *Statistik Teori dan Aplikasi*, Edisi ke Enam Jilid Dua, Jakarta : PT. Gelora Aksara Pratama.

Website : <http://digilib.gunadarma.ac.id/go>
<http://en.wikipedia.org/wiki/scoria>
<http://www.itb.ac.id/news/2765.xhtml>
<http://www.scribd.com/rock/scoria.htm>
<http://Wijoseno.wordpress.com/betonringan.>

LAMPIRAN



Standart pengujian yang digunakan :

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



GAMBAR DOKUMENTASI



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



Gambar benda uji silinder besar 15cm x 30cm

RAINFORESTS OF BRAZIL

RAINFORESTS OF BRAZIL
are the largest in the world.
They cover about 10% of the
country's land area, or
about 4.5 million square
kilometers (1.7 million square
miles).
The Amazon Rainforest is
the largest single area of
rainforest in the world,
covering about 5.5 million
square kilometers (2.1 million
square miles).

RAINFORESTS OF BRAZIL ARE THE LARGEST IN THE WORLD.



RAINFORESTS OF BRAZIL ARE THE LARGEST IN THE WORLD.

RAINFORESTS OF BRAZIL ARE THE LARGEST IN THE WORLD.
They cover about 10% of the
country's land area, or
about 4.5 million square
kilometers (1.7 million square
miles).
The Amazon Rainforest is
the largest single area of
rainforest in the world,
covering about 5.5 million
square kilometers (2.1 million
square miles).



Gambar pengujian kuat tarik belah



Gambar pengujian kuat tarik lentur



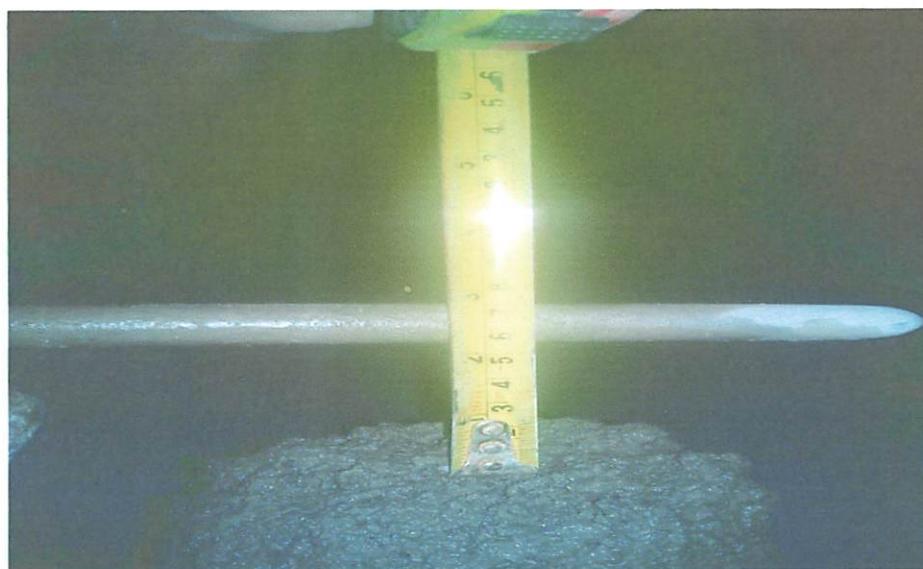
Gambar pengecoran pembuatan benda uji



Gambar pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas



Gambar uji slump



Gambar uji slump



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

AL AFSA HARIS KARDANA (03.21.025)

Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
16-7-2011	<p>- Uji Slamp masukan semua yg di bahas hanya tentang saya , yg lain tolh <u>Bdah</u></p> <p>- Masukan Cara pengujian di Bab III</p>	
20-7-2011	<p>- Metodologi di <u>lepas</u> dg rencana hasil uji</p>	
30-7-2011	<p>Buat pembahasan / diskusi dan kesimpulan</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

AL AFSA HARIS KARDANA (03.21.025)

Dosen Pembimbing : Ir. Hirijanto, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
by Dr. Hirijanto 01/2011	- libas Corel2an .grd dan - tujian & soalsoal - Befulkan	JH
Dr. Hirijanto 01/2011	Befulkan Corel2an - - diambil - dilemparkan - Sampaikan Smiror Hand (power point)	JH



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : Al afsa. Haris Kardana

NIM : 03.21.025

Hari / tanggal : Kamis / 18 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

file rka berkas /

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

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyerahkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahasan dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2011
Dosen Pembahasan

(.....) *k* (.....)

Malang, 2011
Dosen Pembahasan

(.....) *Kustay* (.....)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sungai-gurih 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : Al afsa. Haris. Kardana

NIM : 03. 21. 025

Hari / tanggal : Kamis / 18 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Perbaiki :

Hub Tantuk belah dan Berat vol Benda uji
thd Variasi mutu beton reng.

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

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyerahkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahasan dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 19 - 08 - 2011

Dosen Pembahasan

Ace

Endro Y

Malang, 18 - 08 - 2011

Dosen Pembahasan

Endro Y



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sungai-gura 2
Jl. Rayu Karanglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI

PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Kehutanan

Nama : AL AFSAK

NIM : 03.21.025

Hari / tanggal : Rabu , 24 - 08 - 2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Catatan Bls

→ Beta Ris → dixi → reksa
→ tulu bls → pdil

Hari = Ambulan

→ + pros s. fik

Rew, Babi, tipe → kruhe

Reksa Ris !

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2010

Dosen Penguji

Kusfay

Malang, 2010

Dosen Penguji

Kusfay



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

UJIAN SKRIPPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : AL-AFSA

NIM : 03.21.025

Hari / tanggal : Rabu / 24 - 08 - 2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Periksa grafik kurva hubungan kelewatian tekan w/c ?

- Penkiraan → Muat Beton Reak \leftrightarrow Muat Beton realisasi ! ?

- Perbaikan grafik perlikiraan berat jenis beton segar .

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2010

Dosen Penguji

Malang, 29 - 08 - 2010

Dosen Penguji

Endro Yuwono



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- 1506.07/21/B/TA/I/Gnp 2011
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

15 Juni 2011

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

M A L A N G

Dengan Hormat,

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

Nama : **Al Afsa Haris Kardana**
Nim : **03.21.025**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

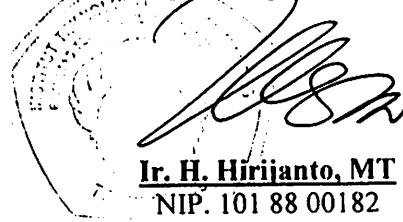
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Kajian Awal Nilai Tarik Belah Beton Ringan Dengan Batu Scoria Sebagai Agregat Kasarnya".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **15 Juni 2011 s.d 14 Desember 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan 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.



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- 1506.07/21/B/TA/I/Gnp 2011
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

15 Juni 2011

Kepada Yth : Bpk./ Ibu Ir. H. Hirijanto, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di --

M A L A N G

Dengan Hormat,

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

Nama : Al Afsa Haris Kardana
Nim : 03.21.025
Prodi : Teknik Sipil (S-I)

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

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **15 Juni 2011** s/d **14 Desember 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan 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-I)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

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

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.

Persembahanku

Assalamualaikum Wr, Wb

Segala puja dan puji syukur kupersembahkan ke hadirat Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat taufik dan hidayahNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat dan salam tak lupa kupersembahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad s.a.w yang telah membimbing dan menjinakkan setiap insane melalui risalah dan perjuangannya

Kupersembahkan Karyaku ini kepada :

Orang Tuaku tercinta

Ayahanda Karyono dan ibunda (Almh.) Eny Kardiana, terima kasih atas segala jerih payah serta dukungan moril dan materiilnya selama aku dibangku kuliah

Istriku tercinta

Buat istriku tercinta Eka Dewi Suswanti, SE., terimakasih atas dukungan dan kasih sayangnya yang besar selama ini, semoga semua itu cuma buat aku selamanya

Adik – adikku tersayang....

Buat adikku phi – phi dan lia... tengkyu yow atas supportnya, tak do'akan semoga Cepet lulus juga

Persembahanku

Seluruh keluarga besarku di Malang dan di Batu

Terima kasih yang sebesar – besarnya atas semuanya selama ini,
terutama buat Ayah dan Ibu mertuaku, terima kasih atas segala do'a dan dukungannya.

Tidak lupa juga ucapan THANK's TO :

- ✓ Sahabat – sahabat dekatku sekaligus konco berjuangku..... kie2 t_kex, Sinyo Yogi, Sulistiantol, akhirnya awakdewe lulus juga reekkkk.....
- ✓ Ewag dulur bodonk, dulur sueb, akhirnya aku nututi kalian kang..... wes mugo – mugo sukses kabeh amiinn.....
- ✓ Ewag sepupuku Gondez, dulur okky ndut, dulur tolo, dulur t_kex (tak sebut neh oen ki), uyab shiro, pak samid lan bu samid ayow ngopi rek.... Hehehehehe....
- ✓ Ewag konco2 sipil 2003 sugab, ragil, bento, felix, yoyok, Mansur, joko, soleh, saikhu, abah nafis, gecol, dewo, zein, binangkit, semangat reekkk... ndang lulus!!!!

Wassalamualaikum Wr, Wb