

# **SKRIPSI**

**STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLY ETHYLENE  
TEREPHTHALATE (PET) (0.5%) DAN FLY ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS  
BETON DENGAN MUTU BETON RENCANA  $f_c' = 25 \text{ MPa}$**



**Disusun Oleh**

**Bayu Kurniawan**

**07 21 031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2012**

2018

NOTIZEN

ANFANGS LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT  
LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT DER UNIVERSITÄT  
LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT DER UNIVERSITÄT

LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT

LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT

LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT

LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT DER UNIVERSITÄT  
LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT DER UNIVERSITÄT  
LEHRLEHRE DER UNIVERSITÄT DER UNIVERSITÄT

LEHRLEHRE

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLY ETHYLENE  
TEREPHTHALATE (PET) (0.5%) DAN FLY ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS  
BETON DENGAN MUTU BETON RENCANA  $f_c' = 25$  MPa**

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

**Disusun Oleh :**

**BAYU KURNIAWAN**

**07. 21. 031**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Bambang Wedyantadji, MT**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Eding Iskak Imananto, MT**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

  
**Ir. H. Hirijanto, MT**

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

**2012**



**LEMBAR PENGESAHAN**

*STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLY ETHYLENE  
TEREPHTHALATE (PET) (0.5%) DAN FLY ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON  
DENGAN MUTU BETON RENCANA  $f_c' = 25 \text{ MPa}$*

**SKRIPSI**

**Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)**

**Pada Hari : Senin**

**Tanggal : 13 Agustus 2012**

**Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Disusun Oleh:**

**BAYU KURNIAWAN**

**07 21 031**

**Disahkan Oleh:**

**Ketua**

**Sekretaris**

**Ir. H. Hirijanto, MT**

**Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT**

**Anggota Penguji:**

**Penguji I**

**Penguji II**

**Ir. H. Hirijanto, MT**

**Ir. H. Ibnu Hidayat, MT**

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

**2012**



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BAYU KURNIAWAN  
NIM : 07 21 031  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sebenarbenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini dengan judul **Studi Penelitian Pemanfaatan Limbah Plastik Poly Ethylene Terephthalate (Pet) (0.5%) Dan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton Dengan Mutu Beton Rencana  $F_c' = 25$  Mpa**

Merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Malang,

Yang membuat pernyataan,





**Bayu Kurniawan**

**Studi Penelitian Pemanfaatan Limbah Plastik Poly Ethylene Terephtalate (PET) (0,5%) Dan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton Dengan Mutu Beton Rencana  $f_c'$  25 MPa.**

**Oleh : Bayu Kurniawan**

**Pembimbing : (I) Ir. Bambang Wedyantadji, MT; (II) Ir. Eding Iskak Imananto, MT**

### **ABSTRAKSI**

Perkembangan teknologi di Indonesia semakin maju disegala bidang, termasuk dibidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi material yang paling sering digunakan adalah beton. Penggunaan beton merupakan pilihan yang paling diutamakan karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk, tidak memerlukan keahlian khusus dalam pembuatannya, bahan bakunya mudah didapat dan dengan harga bahan baku yang terjangkau dibandingkan konstruksi lainnya. Mutu beton merupakan suatu faktor yang berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri. Banyak cara untuk meningkatkan mutu dari beton, salah satunya dengan menggunakan bahan tambahan yang mampu meningkatkan mutu beton itu sendiri, baik bahan tambahan kimiawi ataupun bahan tambah mineral. Pada penelitian ini digunakan bahan tambah mineral *fly ash* dengan bahan tambah plastik Poly Ethylene Terephtalate (PET) dengan kadar 0,5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemanfaatan bahan tambah yang berupa *fly ash* terhadap beton PET, dan diharapkan dapat menjadi sebuah informasi cara pemanfaatan limbah plastik dan limbah abu terbang dari pembakaran batu bara. Penelitian ini dilakukan dilaboratorium bahan konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Analisis yang dipakai pada penelitian ini adalah analisis regresi. Variasi perlakuan yang digunakan untuk *fly ash* 0%,5%,10%,15% dan 20%.

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan nilai sifat mekanis terhadap penggunaan *fly ash* pada beton PET 0,5%, peningkatan terjadi pada penggunaan *fly ash* dengan kadar 5% pada masing-masing sifat mekanis. Nilai sifat mekanis yang diperoleh dari hasil analisa memenuhi mutu beton rencana 25 MPa. Nilai optimum untuk kuat tekan didapat 27,89 MPa dengan variasi *fly ash* 6,45%, untuk kuat tarik belah didapat 3.235 MPa dengan variasi *fly ash* 8,67% dan untuk modulus elastisitas didapat 19984,49 MPa dengan variasi *fly ash* 5,13%.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penggunaan *fly ash* 0% hingga 10%. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya benda uji di tambah dengan beton normal. Dalam pelaksanaan pengecoran sebaiknya memperhatikan komposisi penggunaan bahan apabila proses pengecoran dilakukan lebih dari satu tahap.

**Kata Kunci : Poly Ethilene Terephtalate (PET), Fly Ash, Mutu.**

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul : Studi Penelitian Pemanfaatan Limbah Plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) (0.5%) Dan *Fly Ash* Terhadap Sifat Mekanis Beton Dengan Mutu Beton Rencana  $f_c' = 25$  Mpa.

Skripsi ini merupakan tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin dapat terwujud dengan baik, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan rasa hormat penulis kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta petunjuknya dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati sampai selesainya skripsi ini.
2. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta petunjuknya dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati sampai selesainya skripsi ini.



3. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S1.
4. Bapak Ir. H. Sudirman Indra Msc. selaku Dosen Wali yang telah banyak membantu dan memberi petunjuk dalam perencanaan studi setiap semester.
5. Kepada semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah berperan dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Malang, 03 Agustus 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>

### **BAB I : PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Hipotesis .....	4

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pengertian Beton .....	6
2.3 Bahan Penyusun Beton.....	9
2.3.1 Agregat Halus.....	9
2.3.2 Agregat Kasar.....	10
2.3.3. Air.....	11
2.3.4 Semen .....	11
2.3.5 Bahan Tambah (Admixture).....	12
2.4 Poly Ethylene Terephthalate (PET).....	13

2.5 Fly Ash .....	14
2.6 Proses Pembuatan Bahan Tambahan PET.....	15
2.7 Sifat Mekanis Beton .....	16
2.7.1 Kuat Tekan .....	16
2.7.2 Kuat Tarik Belah .....	17
2.7.3 Modulus Elastisitas.....	17
2.8 Pengujian Interval Kepercayaan.....	18
2.9 Pengertian Hipotesis .....	19
2.9.1 Hipotesis Penelitian.....	24
2.10 Analisa Regresi .....	25

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tujuan Penelitian Secara Oprasional. ....	26
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	26
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	27
3.5 Populasi Dan Sampel.....	28
3.6 Rancangan Penelitian .....	29
3.7 Pelaksanaan Campuran Beton .....	29
3.7.1 Prosedur Pelaksanaan Campuran .....	29
3.7.2 Uji Slump .....	30
3.7.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji.....	32
3.8 Pengujian Sifat Mekanis Beton .....	34
3.8.1 Uji Kuat Tekan .....	34
3.8.2 Uji Kuat Tarik Belah .....	37
3.8.3 Uji Modulus Elastisitas .....	39
3.9 Bagan Alir Penelitian .....	41

### **BAB IV : PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN**

4.1 Pengujian Material. ....	44
4.1.1 Pemeriksaan Berat Isi.....	44



4.1.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Agregat Halus .....	50
4.1.3 Pemeriksaan Kotoran Organik .....	58
4.1.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus .....	60
4.1.5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat.....	61
4.1.6 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Dan Agregat Halus.....	65
4.1.7 Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test) Dengan Menggunakan Alat Los Angeles .....	69
4.2 Perencanaan Campuran Beton.....	72
4.2.1 Tujuan.....	73
4.2.2 Peralatan .....	73
4.2.3 Bahan.....	73
4.2.4 Prosedur Pelaksanaan .....	73
4.3 Pemeriksaan Mutu Beton Dan Mutu Pelaksanaan .....	73
4.4 Perencanaan Campuran Beton Dengan Metode ACI.....	74
4.5 Perhitungan Mix Design.....	79

## **BAB V : HASIL DAN ANALISA DATA PENELITIAN**

5.1 Data Dan Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton .....	83
5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	83
5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.....	90
5.1.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas .....	94
5.2 Pengujian Interval Kepercayaan.....	101
5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan .....	101
5.2.2 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah.....	104
5.2.3 Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas .....	106
5.3 Pengujian Hipotesis.....	109
5.3.1 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan .....	109
5.3.2 Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah .....	113
5.3.3 Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas .....	117

5.4 Analisa Regresi.....	121
5.4.1 Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan.....	121
5.4.2 Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Belah.....	123
5.4.3 Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas .....	125
5.5 Nilai Optimum Variasi Campuran .....	127

#### **BAB IV PENUTUP**

6.1 Kesimpulan.....	129
6.2 Saran.....	130

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

### Tabel

<b>Tabel 3.1</b> Tabel Variasi Benda Uji .....	28
<b>Tabel 4.1</b> Kapasitas Wadah Baja Berbentuk Silinder Dengan Alat Pemegang....	44
<b>Tabel 4.2</b> Berat Isi Agregat Halus .....	47
<b>Tabel 4.3</b> Berat Isi Agregat Kasar .....	48
<b>Tabel 4.4</b> Berat Isi Semen.....	49
<b>Tabel 4.5</b> Ukuran Saringan Untuk Agregat Kasar.....	51
<b>Tabel 4.6</b> Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus.....	52
<b>Tabel 4.7</b> Analisa Saringan Agregat Halus.....	53
<b>Tabel 4.8</b> Analisa Saringan Agregat Kasar.....	56
<b>Tabel 4.9</b> Berat Minimum Contoh Agregat Terhadap Ukuran Maksimum.....	62
<b>Tabel 4.10</b> Kadar Air Agregat Kasar .....	64
<b>Tabel 4.11</b> Kadar Air Agregat Halus .....	64
<b>Tabel 4.12</b> Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	68
<b>Tabel 4.13</b> Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus .....	68
<b>Tabel 4.14</b> Daftar Berat Gradasi Benda Uji.....	71
<b>Tabel 4.15</b> Pengujian Keaudan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angles (500 Putaran) .....	72
<b>Tabel 4.16</b> Deviasi Standat Berdasarkan Isi Pekerjaan .....	74
<b>Tabel 4.17</b> Hubungan Kuat Tekan Beton Rencana Dengan Faktor Air Semen ...	76
<b>Tabel 4.18</b> Ukuran Slump Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Jenis Konstruksi ..	77



<b>Tabel 4.19</b> Jumlah air perlu untuk setiap m <sup>3</sup> beton dan udara terperangkap untuk berbagai slump dan ukuran maksimum agregat .....	78
<b>Tabel 4.20</b> Prosentase Volume Agregat Kasar/Satuan Volume Beton.....	79
<b>Tabel 4.21</b> Berat Jenis Beton .....	80
<b>Tabel 4.22</b> Tabel Kebutuhan Untuk Satu Silinder Dengan Penambahan PET ....	82
<b>Tabel 4.23</b> Kebutuhan Fly Ash Untuk Satu Silinder .....	82
<b>Tabel 5.1</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0%.....	85
<b>Tabel 5.2</b> Data Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 5%.....	86
<b>Tabel 5.3</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 10%.....	87
<b>Tabel 5.4</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 15%.....	88
<b>Tabel 5.5</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 20%.....	89
<b>Tabel 5.6</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 0%.....	91
<b>Tabel 5.7</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 5%.....	91
<b>Tabel 5.8</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 10%.....	92
<b>Tabel 5.9</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 15%.....	92
<b>Tabel 5.10</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 15%.....	93
<b>Tabel 5.11</b> Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0%.....	96
<b>Tabel 5.12</b> Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 5%.....	97
<b>Tabel 5.13</b> Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 10%.....	98
<b>Tabel 5.14</b> Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 15%.....	99
<b>Tabel 5.15</b> Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 20%.....	100
<b>Tabel 5.16</b> Data Pengujian Kuat Tekan.....	101
<b>Tabel 5.17</b> Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Semua Variasi .....	103

<b>Tabel 5.18 Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabel 5.19 Data Pengujian Kuat Tarik Belah.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabel 5.20 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabel 5.21 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabel 5.22 Data Pengujian Modulus Elastisitas .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabel 5.23 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabel 5.24 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....</b>	<b>108</b>
<b>Tabel 5.25 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabel 5.26 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabel 5.27 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabel 5.28 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Belah .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabel 5.29 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabel 5.30 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan .....</b>	<b>120</b>
<b>Tabel 5.31 Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan .....</b>	<b>121</b>
<b>Tabel 5.32 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Belah .....</b>	<b>123</b>
<b>Tabel 5.33 Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas.....</b>	<b>125</b>
<b>Tabel 5.34 Tabel Variasi dan Nilai Optimum .....</b>	<b>128</b>

## DAFTAR GRAFIK

### Grafik

<b>Grafik 4.1</b> Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 1 .....	54
<b>Grafik 4.2</b> Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 2 .....	54
<b>Grafik 4.3</b> Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 3 .....	55
<b>Grafik 4.4</b> Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 4 .....	55
<b>Grafik 4.5</b> Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 9,6 mm .....	56
<b>Grafik 4.6</b> Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 19 mm .....	57
<b>Grafik 4.7</b> Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 38 mm .....	57
<b>Grafik 5.1</b> Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan .....	123
<b>Grafik 5.2</b> Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Belah .....	125
<b>Grafik 5.3</b> Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas .....	127





## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

<b>Gambar 3.1</b> Peralatan Uji Slump .....	31
<b>Gambar 3.2</b> Pengujian Slump .....	32
<b>Gambar 3.2</b> Pengujian Kuat Tekan Beton .....	35
<b>Gambar 3.3</b> Pengujian Kuat Tarik Belah.....	38
<b>Gambar 3.4</b> Pengujian Modulus Elastisitas .....	39
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir .....	41,42
<b>Gambar 4.1</b> Kurva Pembatasan Gradasi Agregat Halus Dan Kasar.....	74

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi di Indonesia semakin maju disegala bidang, termasuk dibidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi material yang paling sering digunakan adalah beton. Penggunaan beton merupakan pilihan yang paling diutamakan karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk, tidak memerlukan keahlian khusus dalam pembuatannya, bahan bakunya mudah didapat dan dengan harga bahan baku yang terjangkau dibandingkan konstruksi lainnya.

Beton merupakan material yang dikenal sebagai material yang mempunyai kemampuan untuk menahan beban tekan yang sangat tinggi namun beton juga dikenal sebagai material yang lemah terhadap tarik dibandingkan dengan baja. Dengan penambahan bahan tambah berupa serat yang akan dicampurkan ke dalam campuran beton diharapkan dapat membuat beton lebih daktail serta meningkatkan kuat tarik pada beton namun untuk menghasilkan beton yang lebih baik lagi sebaiknya digunakan bahan aditif kimia atau mineral.

Pada setiap kegiatan pembangunan sebuah konstruksi yang khususnya menggunakan beton sebagai struktur utamanya yang ada pada saat ini banyak yang menilai kegiatan tersebut sangat mengganggu keseimbangan alam dikarenakan hal tersebut disebabkan oleh bahan-bahan penyusun beton itu sendiri sangat bergantung terhadap sumber daya alam yang ada. Bahan-bahan limbah

disekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam campuran beton. Hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan, seperti limbah botol plastik. Khusus mengenai limbah botol plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET), jika diperhatikan lebih lanjut mengenai bahan dasar botol plastik ini seperti yang tertera pada bagian dasarnya, memiliki nomor 1 pada symbol daur ulang, yang berarti bahan dasar gelas plastik ini adalah bahan yang digunakan hanya untuk satu kali pakai. Dengan optimalisasi pemanfaatan limbah botol plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) ini diharapkan dapat mengurangi limbah yang mencemari lingkungan dan memberikan nilai tambah tersendiri.

Pada penelitian ini merupakan perkembangan dari penelitian sebelumnya dimana limbah plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) berfungsi sebagai serat pada beton normal, pada penelitian sebelumnya dengan penambahan plastik PET pada beton normal menghasilkan beton dengan mutu sesuai dengan mutu rencana yaitu 25 MPa dengan kadar PET optimum 0.5%. Pada penelitian ini beton PET kami tambahkan dengan bahan tambah *fly ash* dengan beberapa variasi, sehingga pada penelitian ini kami meneliti bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* terhadap beton PET 0.5% dengan mutu rencana 25 MPa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terjadi peningkatan nilai sifat mekanis pada beton PET 0,5% dengan penambahan *fly ash*?

2. Apakah nilai sifat mekanis beton dengan penambahan *fly ash* pada beton PET 0,5% memenuhi mutu beton rencana 25 MPa?
3. Berapa variasi optimum pada masing-masing sifat mekanis beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*?



### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yang bertujuan untuk memfokuskan pada permasalahan pokok, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini mengkaji apakah terjadi peningkatan nilai sifat mekanis pada beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.
2. Penelitian ini mengkaji apakah nilai sifat mekanis beton dengan penambahan *fly ash* pada beton PET 0,5% memenuhi mutu beton rencana 25 MPa.
3. Penelitian ini mengkaji seberapa besar variasi optimum pada masing-masing sifat mekanis beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan nilai sifat mekanis pada beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.
2. Mengetahui apakah nilai sifat mekanis beton dengan penambahan *fly ash* pada beton PET 0,5% memenuhi mutu beton rencana 25 MPa.
3. Mengetahui seberapa besar variasi optimum beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan informasi pemanfaatan limbah plastik dan limbah abu terbang dari pembakaran batu bara.
2. Memberikan nilai tambah pada penggunaan limbah plastik dan limbah abu dari hasil pembakaran batu bara.
3. Secara umum, diharapkan mampu mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.
4. Memberi kontribusi untuk perkembangan ilmu dan teknologi tentang material beton.

## 1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini diduga

1. Terjadi peningkatan nilai sifat mekanis beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.
2. Terpenuhi nilai sifat mekanis beton dengan penambahan *fly ash* pada beton PET 0,5% terhadap mutu beton rencana 25 MPa.
3. Adanya variasi optimum beton PET 0,5% terhadap penggunaan *fly ash*.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Adapun penelitian serupa yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan Limbah Botol Plastik PET Sebagai Campuran Beton Untuk Meningkatkan Kapasitas Tarik Belah Dan Geser, (Bambang Mahendya Lestariono, 2008). Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan penambahan kadar PET dalam adukan beton sampai kadar optimum 0.5% dari volume fraksi pada umur 7 hari, akan meningkatkan kekuatan tarik belah pada beton maximum sebesar 25,44%, sedangkan pada umur 28 hari penambahan kadar PET sampai dengan kadar optimum 0.7% akan meningkatkan kuat tarik belah pada beton maksimum sebesar 19,39%.
2. Pengaruh Pemakaian Cacahan Limbah Gelas Plastik Polypropylene (PP) Pada Kuat Tekan Dan Kuat Geser Material Beton, (Jesica Sjah, 2008). Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan dari hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari, nilai optimum terdapat pada variasi kadar plastik *polypropylene* 1,0% dengannilai  $f_c' = 18,076$  MPa dengan kenaikan persen  $f_c'$  beton sebesar 5%. Dari hasil uji kuat geser beton umur 28 hari, nilai optimum terdapat pada variasi kadar cacahan *polypropylene* 0,50% dengan nilai  $f_c' = 5,872$  MPa dengan persen kenaikan  $f_c'$  beton sebesar 42,65%.

3. Fly Ash Pemanfaatan & Kegunaannya (Ir. Rony Ardiansyah, MT.IP-U, 2010) Hasil Pengujian yang dilakukan memperlihatkan dua pengaruh abu terbang didalam beton, yaitu sebagai agregat halus dan pozolan. Beton yang mengandung 10% abu terbang memperlihatkan kekuatan awal lebih tinggi yang diikuti perkembangan yang signifikan kekuatan selanjutnya. Kekuatan meningkat 20% dibanding beton tanpa abu terbang. Penambahan abu terbang menghasilkan peningkatan kekuatan tarik langsung dan modulus elastisitas. Kontribusi abu terbang terhadap kekuatan didapati sangat tergantung kepada faktor air semen dan kualitas abu terbang itu sendiri.

## **2.2 Pengertian Beton**

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti-batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.



Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot (eng: shotcrete), beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri (eng: self compacted concrete) dan lain-lain.

Beton merupakan bahan bangunan yang memiliki kekuatan yang sangat tinggi. Kekuatan beton akan bertambah dengan bertambahnya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur beton 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana mutu beton dihitung pada umur 28 hari.

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

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 4%, 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. Beton menggunakan material dasar yang mudah didapatkan



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 berapapunserta dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan keadaan sekitar.

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

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

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

1. Untuk element struktural membuat beton mutu tinggi, beton pratekan, atau keduanya, sedangkan untuk elemen non-struktural dapat dipakai beton ringan.

2. Melakukan perawatan (curing) yang baik untuk mencegah terjadinya retak, memakai beton pratekan atau memakai bahan tambahan yang mengembang (expansive admixture).
3. Mempelajari teknologi beton dan melakukan pengawasan dan control kualitas yang baik.
4. Memakai beton bertulang atau beton pratekan.
5. Beberapa elemen struktural dibuat pracetak sehingga dapat dilepas per elemen seperti baja.

## **2.3 Bahan-Bahan Penyusun Beton**

### **2.3.1 Agregat Halus**

Agregat halus adalah 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 halus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras.
2. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila kadar lumpur melebihi 5% harus dicuci.
3. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
4. Pasir harus terdiri dari butiranberaneka ragam dan apabila diayak dengan susunan dibawah ini, harus memenuhi syarat sebagai berikut :
  - a. Sisa ayakan minimum harus 2%.
  - b. Sisa diatas ayakan 0.5 mm harus minimum 10% berat.

- c. Sisa ayakan 0.252 mm harus berkisar antara 80% - 95% berat.
5. Tidak boleh mengandung zat-zat kimia yang dapat merusak beton dan tulangan sedangkan fungsi dari agregat halus pada campuran beton adalah mengisi ruang antara butiran agregat kasar.

### **2.3.2 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. Menurut SNI 03-2847-2002 untuk ukuran nominal agregat kasar harus tidak melebihi  $1/5$  jarak terkecil antara sisi cetakan ataupun  $1/3$  ketebalan plat lantai ataupun  $3/4$  jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundle tulangan, atau tendon-tendon prategang atau slongsong-selongsong. Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik. Karena variasi sulit diantisipasi, sering lebih ekonomis untuk mempertahankan keseragaman penanganan daripada menyesuaikan proporsi untuk variasi gradasi.

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

### **2.3.3 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, tetapi juga mengubah semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecah dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan.

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

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

### **2.3.4 Semen**

Material semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesive 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 ( $\text{SiO}_2$ ), Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi Oksidasi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan Magnesium Oksidasi ( $\text{MgO}$ ) 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.

### **2.3.5 Bahan Tambah (admixture)**

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau slama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan tambah ini adalah untuk merubah sifat-sifat dari beton agar menjadi sesuai untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

Penambahan bahan tambah dalam campuran beton tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik daribeton yang akan dihasilkan maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung dibandingkan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Secara umum bahan tambah dibagi dua jenis yaitu, bahan tambah yang bersifat kimiawi dan bahan tambah yang bersifat mineral. Bahan tambah jenis kimia ditambahkan pada saat pengadukan dan atau pada saat pelaksanaan

pengecoran sedangkan bahan tambah jenis mineral ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan.

## **2.4 Poly Ethylene Terephthalate (PET)**

Poly Ethylene Terephthalate atau biasa disingkat PET, PETE, atau PET-P merupakan plastik yang paling umum digunakan diseluruh dunia. Biasanya pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PETE atau PET dibawah segitiga. Symbol itu biasanya dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Mayoritas bahan plastik PET didunia untuk serat sintetis (sekitar 60%), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyster (bahan dasar botol kemasan 30%). Botol jenis PET/PETE ini direkomendasikan “hanya untuk sekali pakai”. Alasannya, apabila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker. Tidak mengherankan, ini juga merupakan plastik yang paling banyak didaur ulang, terutama botol air mineral. PET lahir pada tahun 1973, dan pertama kali didaur ulang pada tahun 1977.

Poly ethylene terephthalate merupakan resin polyester yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas. Kepekatannya adalah sekitar 1,35-1,38 gram/cc, ini membuatnya kokoh, rumus molekulnya adalah  $(-CO-C_6H_5-CO-O-CH_2-CH_2-O-)_n$ . (<http://pranaindonesia.wordpress.com/pemanasan-global/plastik-1-pete-atau-pet/>)



## 2.5 Fly Ash

Fly-ash atau abu terbang yang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang telah digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Fly-ash atau abu terbang di kenal di Inggris sebagai serbuk abu pembakaran. Abu terbang sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Menurut ACI Committee 226 dijelaskan bahwa, fly-ash mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan N0. 325 (45 mili mikron) 5-27%, dengan specific gravity antara 2,15-2,8 dan berwarna abu-abu kehitaman. Abu batu bara mengandung silica dan alumina sekitar 80% dengan sebagian silica berbentuk amorf. Sifat-sifat fisik abu batubara antara lain densitasnya  $2,23 \text{ gr/cm}^3$ , kadar air sekitar 4 % dan komposisi mineral yang dominan adalah  $\alpha$ -kuarsa dan mullite. Selain itu abu batubara mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) = 58,75 %, aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) = 25,82 %, oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) = 5,30 %, calcium oksida ( $\text{CaO}$ ) = 4,66 %, alkali = 1,36 %, magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ) = 3,30 % dan bahan lainnya = 0,81 %.

Sifat proses pozzolanic dari fly-ash mirip dengan bahan pozzolan lainnya. Menurut ASTM C.618 (ASTM, 1995:304) abu terbang (fly-ash) didefinisikan sebagai butiran halus residu pembakaran batubara atau bubuk batubara. Fly-ash dapat dibedakan menjadi dua, yaitu abu terbang yang normal yang dihasilkan dari

pembakaran batubara antrasit atau batubara bitomius dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batubara jenis lignite atau subbitumes.

Sebagian besar abu terbang yang digunakan dalam beton adalah abu kalsium rendah (kelas "F" ASTM) yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau batu bara bituminous. Abu terbang ini memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi dalam bentuk yang halus dan kehadiran kelembaban, akan bereaksi secara kimiawi dengan kalsium hidrosida pada suhu biasa untuk membentuk bahan yang memiliki sifat-sifat penyemenan. Abu terbang kalsium tinggi (kelas ASTM) dihasilkan dari pembakaran lignit atau bagian batu bara bituminous, yang memiliki sifat-sifat penyemenan di samping sifat-sifat pozolan. (<http://ronymedia.wordpress.com/2010/05/26/fly-ash>)

Sementara itu menurut SNI 03-2847-2002 abu terbang atau bahan pozolan lainnya yang digunakan sebagai bahan tambahan harus memenuhi spesifikasi untuk abu terbang dan pozzolan alami murni atau terkalsinasi untuk digunakan sebagai bahan tambahan mineral pada beton semen Portland (ASTM C 618).

## **2.6 Proses Pembuatan Bahan Tambahan PET**

Proses pembuatan bahan tambah PET yang berupa cacahan-cacahan botol plastik ini cukup mudah dan cepat untuk dilakukan, karena dalam proses pencacahan botol plastik itu dilakukan dengan bantuan mesin pencacah. Berbagai jenis botol plastik dapat digunakan untuk penelitian ini, karena pada umumnya botol plastik terbuat dari bahan *Poliethylene terephthalete* (PET). Keterangan bahan botol plastik yang mengindikasikan bahwa botol plastik tersebut terbuat dari

PET biasanya dapat dilihat pada lapisan bawah botol plastik. Adapun proses pembuatan bahan tambah ini, yaitu :

1. Botol plastik dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa cairan ataupun kandungan lainnya dengan menggunakan air bersih.
2. Kemudian leher botol plastik dipotong, dan plastik merk dari botol plastik tersebut juga dibuang.
3. Botol plastik tersebut dipotong menjadi tiga atau empat bagian, yang kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencacah. Mesin dinyalakan dan potongan plastik yang telah dimasukkan tadi akan menjadi bentuk cacahan dengan beragam ukuran antara 3-25 mm.
4. Cacahan botol plastik tersebut kemudian dicuci kembali dengan detergen hingga bersih.
5. Setelah PET yang telah dicuci telah mengering, maka bahan tambah PET yang berupa cacahan ini siap untuk digunakan dalam campuran beton sebagai bahan tambah.

## **2.7 Sifat Mekanis Beton**

Sifat mekanis yang terdapat pada beton antara lain yang akan dijelaskan disini adalah kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

### **2.7.1 Kuat Tekan**

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, pemberian gaya ini tegak lurus terhadap sumbunya. Penentuan kekuatannya ini dilakukan dengan alat uji kuat tekan.

$$f_c' = \frac{P}{A.F_u}$$

Dimana :

$f_c$  = Kuat tekan benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan ( $\text{mm}^2$ )

Fu = Faktor Umur

### 2.7.2 Kuat Tarik Belah

Untuk menentukan tegangan kuat tarik beton dilakukan dengan metode *spleting test*/kuat tarik belah dan dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2p}{\pi LD}$$

Dimana :

$f_{ct}$  = Kuat tarik belah ( $\text{N/m}^2$ )

P = Beban pada waktu belah (N)

L = Panjang benda uji silinder (m)

D = Diameter benda uji silinder (m)

### 2.7.3 Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas beton dapat ditentukan sebagai berikut:

$$E_c = \frac{f'_c}{\varepsilon}$$

Keterangan :

$E_c$  = Modulus Elastisitas ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\varepsilon$  = Regangan

$f'_c$  = Nilai Kuat Tekan Beton (Mpa)

## 2.8 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 mengandung nilai parameter yang kita duga. Dalam ilmu social, interval kepercayaan yang sering digunakan adalah 90%, 95%, atau 99%. Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan.

Pertimbangan 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 semakin menjadi 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 ditingkat 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 koefisien 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. Pada penelitian ini interval kepercayaan di uji dengan menggunakan t – test (uji t), hal ini disebabkan data yang dibutuhkan adalah data interval yang memiliki dua sampel yang berkorelasi.

## **2.9 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 yang membenarkan. Penolakan dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil-hasil penyelidikan terhadap fakta-fakta empiric yang dikumpulkan.

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

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

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu sebagai berikut :

1. Hipotesis nihil ( $H_0$ ) : yaitu hipotesis yang menyatakan suatu kesamaan atau tidak adanya pengaruh antara dua kelompok atau lebih terhadap permasalahan yang dihadapi.
2. Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) : yaitu hipotesis yang menyamakan kebalikan dari hipotesis nihil..

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

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

a. Distribusi Binominal

Distribusi binominal adalah salah satu distribusi probabilitas yang dapat digunakan bilamana suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses Bernouli. Misalnya, dalam pelemparan 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 terambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama.

Adapun rumus dari distribusi binominal

$$b(x;n,p) = {}_n C_x p^x q^{n-x}$$

Dimana :

x = 0,1,2,3,...,n

n = banyaknya ulangan

x = banyaknya keberhasilan dalam peubah acak x

p = peluang berhasil dalam setiap ulangan

q = peluang gagal, dimana  $q = 1-p$  dalam setiap ulangan



b. Distribusi Poison ( $\sigma^2$ )

Distribusi poison adalah 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 suatu hasil percobaan selama satu 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 diluar 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.

Adapun rumus dari distribusi poisson

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

Dimana :

$$\lambda = np$$

n = banyaknya amatan

p = probabilitas sukses

x = var random diskrit

e = bilangan irasional (2,71828)

### c. Distribusi Normal (Z)

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

Adapun rumus dari distribusi normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Dimana :

$\sigma$  = standart deviasi

$\mu$  = rata-rata/ekspektasi

d. Distribusi Student (distribusi t)

Distribusi dengan variable acak kontinu lainnya, selain dari distribusi normal, ialah distribusi student atau distribusi t. fungsi densitasnya adalah:

$$f(t) = \frac{K}{1 + \left( \frac{t^2}{n-1} \right)^{1/2n}},$$

dimana :

t = harga t

K = bilangan tetap yang besarnya bergantung pada n

n-1 = derajat kebebasan

e. Distribusi Chi Kuadrat ( $X^2$ )

Teknik uji chi kuadrat pertama kali diperkenalkan oleh Karl Pearson untuk menguji keselarasan. Pengujian ini dipergunakan apakah 2 atau lebih dapat digunakan untuk populasi yang tidak terbatas. Chi kuadrat juga dapat digunakan menguji apakah dua atribut independen satu sama lain. Dapat juga dilakukan untuk memeriksa ketergantungan dan homogenitas kedua prosedur tersebut meliputi perbandingan frekuensi yang teramati dengan frekuensi yang diharapkan bila hipotesis nol yang ditetapkan benar.

Adapun rumus dari distribusi chi kuadrat

$$X^2 = E \left[ \frac{(E-O)^2}{E} \right]$$

Dimana :

E = frekuensi harapan

O = frekuensi obsevasi

f. Distribusi Fisher (F)

Digunakan untuk membandingkan 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. Adapun rumus dari distribusi fisher yaitu :

$$JKT = \sum Y^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} y_{ij}^2$$

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

$$JKG = JKT - JKK$$

Dimana :

JKT : Jumlah Kuadrat Total

y<sub>2ij</sub> : Pengamatan ke-j dari populasi ke-i

J<sup>2</sup> : Total semua pengamatan

JKK : Jumlah Kuadrat Kolom

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

nk : Banyaknya anggota secara keseluruhan

T<sub>2i</sub> : Total semua pengamatan dalam contoh dari populasi ke-i

n : Banyaknya pengamatan / anggota baris

Pada penelitian ini digunakan distribusi F, karena uji F banyak digunakan untuk uji hipotesis yang berdasarkan hasil pengamatan lebih dari 2 buah

sampel. Uji F ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variable bebas terhadap variable terikat secara simultan.

### **2.9.1 Hipotesis Penelitian**

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

1. Hipotesis nihil ( $H_0$ ) : Menyatakan tidak ada pengaruh dari penambahan *fly ash* sebagai bahan tambah dalam campuran beton PET 0,5%.
2. Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) : Menyatakan adanya pengaruh dari penambahan *fly ash* sebagai bahan tambah dalam campuran beton PET 0,5%.

Dari semua cara diatas semua 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 (constant).

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.

## **2.10 Analisa Regresi**

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

**Analisa regresi merupakan salah satu analisa yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variable terhadap variable lain. Dalam analisis regresi, variable yang mempengaruhi disebut Independent Variable (Variabel bebas) dan variable yang dipengaruhi disebut Dependent Variable (variable terikat). Jika dalam persamaan regresi hanya terdapat satu variable bebas dan satu variable terikat, maka disebut sebagai persamaan regresi sederhana, sedangkan jika variable bebasnya lebih dari satu, maka disebut sebagai persamaan regresi berganda. Pada penelitian ini digunakan analisa regresi sederhana.**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian Secara Oprasional**

Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh pemakaian *fly ash* sebagai bahan tambah terhadap beton PET 0.5% dengan mutu rencana beton  $f_c' = 25$  MPa dengan persentase *fly ash* 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

#### **3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang mulai dari percobaan bahan dasar sampai pada pelaksanaan pengecoran, pembuatan benda uji, perawatan 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 meneruskan hipotesis penelitian.
2. Studi eksperimen dilakukan dilaboratorium untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Data tersebut dianalisa secara statistic untuk menguji hipotesis sehingga didapat kesimpulan akhir.

### **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 :

1. Semen : Gresik PPC 40 kg
2. Agregat Halus : Pasir dari wilayah Kota Malang
3. Agregat Kasar : Batu koral dari wilayah Kota Malang
4. Air : Air dari PDAM Kota Malang
5. Bahan Tambahan : Plastik PET dari pengepul barang bekas.

Fly Ash dari toko bahan bangunan.

b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

6. Seperangkat saringan.
7. Mesin pencampur Beton (*Concrete mixer*), dengan kapasitas  $0,15\text{m}^3$ .
8. Peralatan slump test.
9. Timbangan kapasitas 40 kg dengan ketelitian 0,01 kg.
10. Timbangan kapasitas 4100 gram dengan ketelitian 0,1 gram.
11. Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu.
12. Cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
13. Sekop.
14. Talam dan cawan logam.
15. Gelas ukur 1000 mm.
16. Mesin abrasi Los Angles.
17. Mesin pengaduk beton dengan kapasitas  $0,05\text{ m}^3$ .

18. Alat uji kuat tekan beton dengan kapasitas 2000 KN (compression machine test).
19. Mistar perata (strainht edge).
20. Piknometer kapasitas 500 ml.
21. Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist cutting).
22. Sikat baja halus.
23. Termometer.

### 3.5 Populasi Dan Sampel

Total benda uji yang digunakan sebanyak 100 benda uji dengan variasi bentuk dan ukuran. Benda uji yang mewakili dari populasi tersebut adalah sampel. Adapun variasi dari bentuk, ukuran dan bahan tambah plastik PET dan fly ash dapat dibagi sebagai berikut :

**Tabel 3.1 Tabel Variasi Benda Uji**

No.	Variasi PET	Variasi Fly ash	Jenis Pengujian	Ukuran sampel	Jumlah benda uji	
1	0.5%	0%	Kuat Tekan	Cylinder 15x30	16	
			Modulus Elastisitas	Cylinder 15x30		
			Kuat Tarik Belah	Cylinder 15x30	4	
2		5%	10%	Kuat Tekan	Cylinder 15x30	16
				Modulus Elastisitas	Cylinder 15x30	
				Kuat Tarik Belah	Cylinder 15x30	4
3		15%	20%	Kuat Tekan	Cylinder 15x30	16
				Modulus Elastisitas	Cylinder 15x30	
				Kuat Tarik Belah	Cylinder 15x30	4
4	20%	20%	Kuat Tekan	Cylinder 15x30	16	
			Modulus Elastisitas	Cylinder 15x30		
			Kuat Tarik Belah	Cylinder 15x30	4	
5	20%	20%	Kuat Tekan	Cylinder 15x30	16	
			Modulus Elastisitas	Cylinder 15x30		
			Kuat Tarik Belah	Cylinder 15x30	4	



### **3.6 Rancangan Penelitian**

Dalam penelitian ini, perancangan campuran beton dengan menggunakan metode ACI dengan mutu beton rencana ( $f_c'$ ) = 25 MPa.

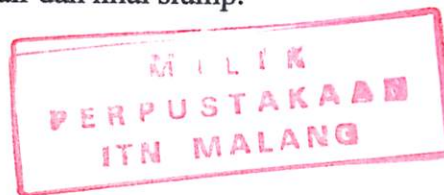
### **3.7 Pelaksanaan Campuran Beton**

#### **3.7.1 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. Masukkan bahan tambah berupa plastik PET kedalam wadah.
- e. Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk, lakukan pencampuran agregat dengan bahan tambahan plastik PET.
- f. Tambahkan semen dan variasi fly ash pada agregat campuran, dan ulangi proses pencampuran sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
- g. Tuangkan sebanyak 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- h. Tambahkan 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
- i. Lakukan pemeriksaan slump.

- j. Apabila nilai slump sudah mencapai nilai rencana, lakukan pembuatan benda uji silinder beton.
- k. Lakukan perhitungan berat jenis beton.
- l. Buatlah benda uji silinder atau kubus sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.
- m. Lakukan pencatatan hal-hal yang menyimpang dari perencanaan terutama jumlah pemakaian air dan nilai slump.



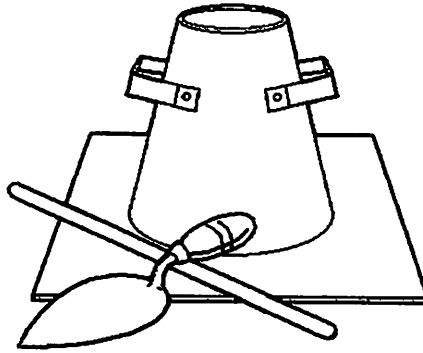
### 3.7.2 Uji Slump Beton

#### A. Tujuan

Tujuan dari uji slump beton adalah untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar.

#### B. Peralatan

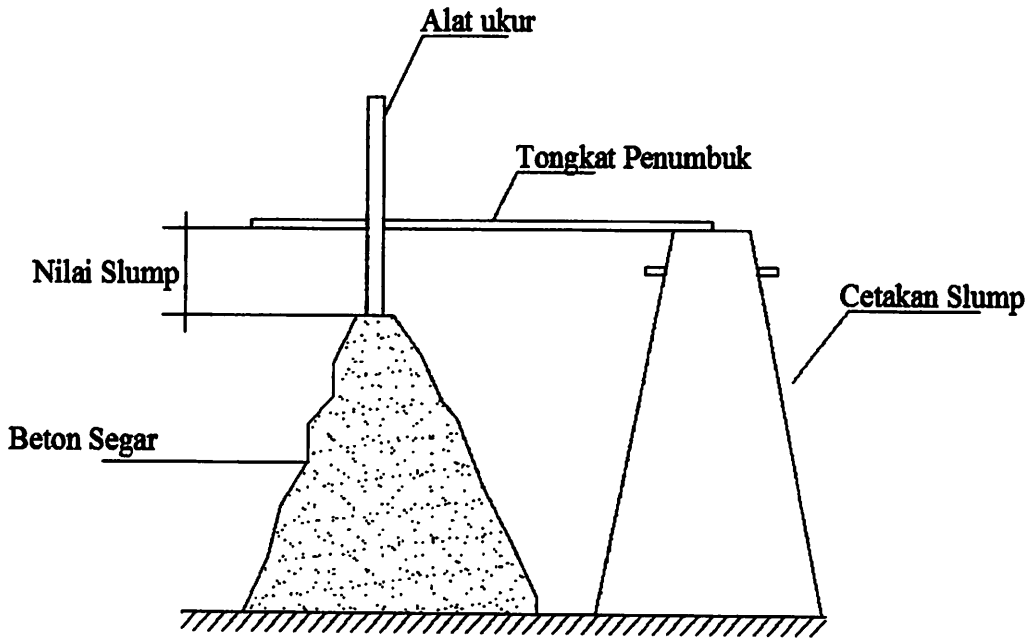
1. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
3. Pelat logam dengan permukaan rata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



**Gambar 3.1** Peralatan Uji Slump

### C. Prosedur Pelaksanaan

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



**Gambar 3.2 Pengujian Slump**

### **3.7.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji**

#### **A. Tujuan**

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji beton dengan pemanfaatan bahan tambahan plastik PET dan fly ash sebagai pengganti semen untuk diperiksa pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton.

#### **B. Peralatan**

1. Cetakan silinder, diameter 15 cm dan tinggi 30 cm (digunakan untuk pengujian kuat tekan, tarik belah dan modulus elastisitas)
2. Tongkat pemadat baja tahan karat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibulatkan
3. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk (molen / mixer)
4. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh
5. Mesin uji tekan dengan kapasitas sesuai kebutuhan

6. Satu set alat pelapis (capping)
7. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok perata dan talam.

### C. Prosedur Pelaksanaan

1. 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.
2. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.
3. Padatkan adukan dalam cetakan, sampai permukaan adukan beton mengkilap.
4. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga pemadat boleh masuk antara 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran.
5. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

6. Rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan (curing), selama waktu yang dikehendaki.

#### **D. Persiapan Pengujian**

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

### **3.8 Pengujian Sifat Mekanis Beton**

#### **3.8.1 Uji Kuat Tekan**

##### **A. Tujuan**

Menentukan kekuatan tekan beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

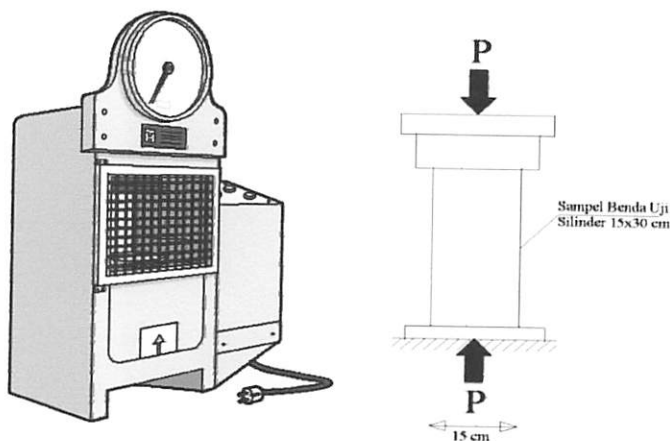
## B. Peralatan

Mesin pengujian tekan hidrolik dengan kapasitas sesuai kebutuhan.

## C. Prosedur Pelaksanaan Pengujian

1. Mengambil benda uji dari tempat perawatan.
2. Menimbang dan catatlah berat benda uji.
3. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
4. Menjalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara  $4 \text{ kg/cm}^2$  s/d  $6 \text{ kg/cm}^2$  per detik.
5. Melakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
6. Melakukan langkah-langkah diatas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya.

Dari hasil pengujian kuat tekan maka didapat beban maksimum yang diterima oleh beton, kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai kuat tekan.



**Gambar 3.3** Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan :

$$f_c' = \frac{P}{A \cdot F_u}$$

Dimana :

$f_c'$  = Kuat tekan benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan ( $\text{mm}^2$ )

$F_u$  = Faktor umur

Setelah mendapatkan data kuat tekan pada setiap sampel kemudian pengolahan data dilanjutkan dengan perhitungan untuk mencari kuat tekan rata-rata.

Kuat tekan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan :

$$f'_{cr} = \frac{\sum_i^n f_c' i}{n}$$

Dimana :

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata (MPa)

$f_c' i$  = Nilai kuat tekan (MPa)

n = Jumlah benda uji



Selanjutnya pengolahan data dilanjutkan dengan mencari nilai standart deviasi. Standart deviasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

s = Standart deviasi

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata (MPa)



$f_c'$  = Nilai kuat tekan (MPa)

n = Jumlah benda uji

Setelah mendapatkan nilai standartdeviasi selanjutnya menghitung kuat tekan karakteristik, nilai kuat tekan karakteristik ini menghasilkan nilai mutu beton dari sampel yang ada pada suatu variasi campuran beton.

### **3.8.2 Uji Kuat Tarik Belah**

#### **A. Tujuan**

Menentukan kekuatan tekan belah beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

#### **B. Peralatan**

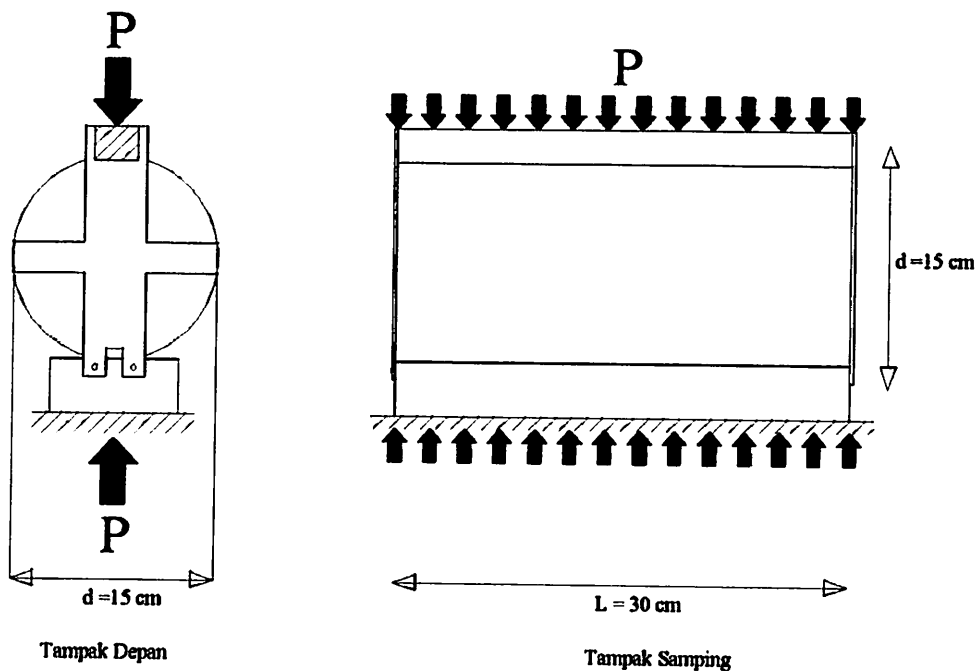
Mesin penguji tekan hidraolis dengan kapasitas sesuai kebutuhan.

#### **C. Prosedur Pelaksanaan Pengujian**

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

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

Setelah melakukan pengujian kuat tarik belah didapatkan nilai beban maksimum yang diterima beton, dari nilai tersebut maka dilakukan pengolahan data untuk mencari nilai kuat tarik belah yang kemudian menghitung kuat tarik belah rata-rata dari jumlah sampel yang ada.



**Gambar 3.4** Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah dapat dihitung dengan persamaan :

$$f_{ct} = \frac{2p}{\pi Ld}$$

Dimana :

$f_{ct}$  = Kuat tarik belah ( $N/m^2$ )

P = Beban pada waktu belah (N)

L = Panjang benda uji silinder (m)

d = Diameter benda uji silinder (m)

### 3.8.3 Pengujian Modulus Elastisitas

#### A. Tujuan

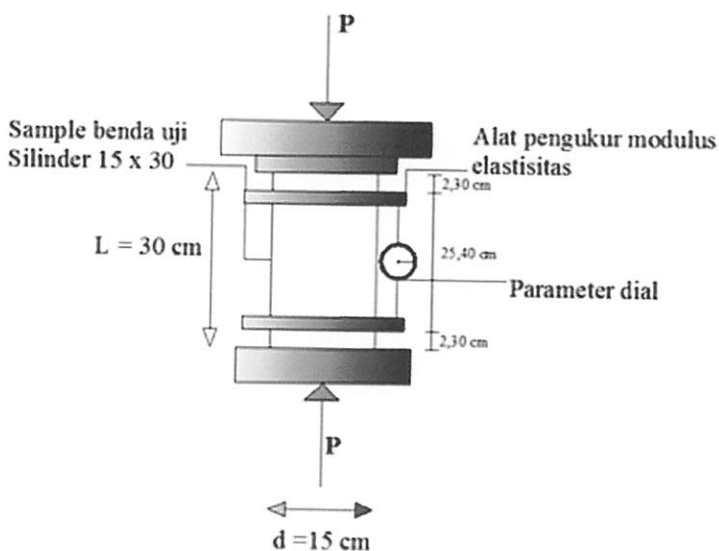
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

#### B. Peralatan

Strain Gauge alat pengukur deformasi bentuk (pengukur  $\Delta L$ ) yang diletakan menempel secara maknetis pada uji kuat tekan.

#### C. Pelaksanaan

1. Benda uji ditimbang beratnya, kemudian permukaan atas dan bawah benda uji diberi mortar belerang (*Capping*).
2. Kemudian benda uji dipasang dengan alat uji modulus elastisitas. Alat uji ini terdiri dari alat pengukur regangan vertikal dan horisontal.
3. Mengukur konversi untuk deformasi vertikal dan deformasi horizontal.



**Gambar 3.5** Pengujian Modulus Elastisitas

4. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin tekan dengan hati-hati agar alat uji yang telah terpasang tidak bergeser.
5. Jarum pada dial diatur pada posisi nol
6. Mencatat beban maksimum yang diterima beton dan regangan yang terjadi pada beton.
7. Pembacaan jarum penunjuk dilakukan tepat pada saat beton hancur.

Setelah dilakukan pengujian modulus elastisitas hasil yang telah didapat kemudian dilakukan pengolahan data. Pertama menghitung regangan yang terjadi pada beton dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan

$L$  = Tinggi benda uji (cm)

$\Delta L$  = Perubahan tinggi akhir benda uji (cm)

$\Delta L$  didapat dari hasil pengujian berupa perubahan tinggi benda uji sebelum dilakukan uji modulus elastisitas dan sesudah dilakukan pengujian modulus elastisitas, nilai  $\Delta L$  dapat dilihat pada dial pada alat modulus elastisitas.

Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung nilai kuat tekan beton dengan persamaan nilai kuat tekan beton. Kemudian menghitung nilai modulus elastisitas yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ec = \frac{fc'}{\varepsilon}$$

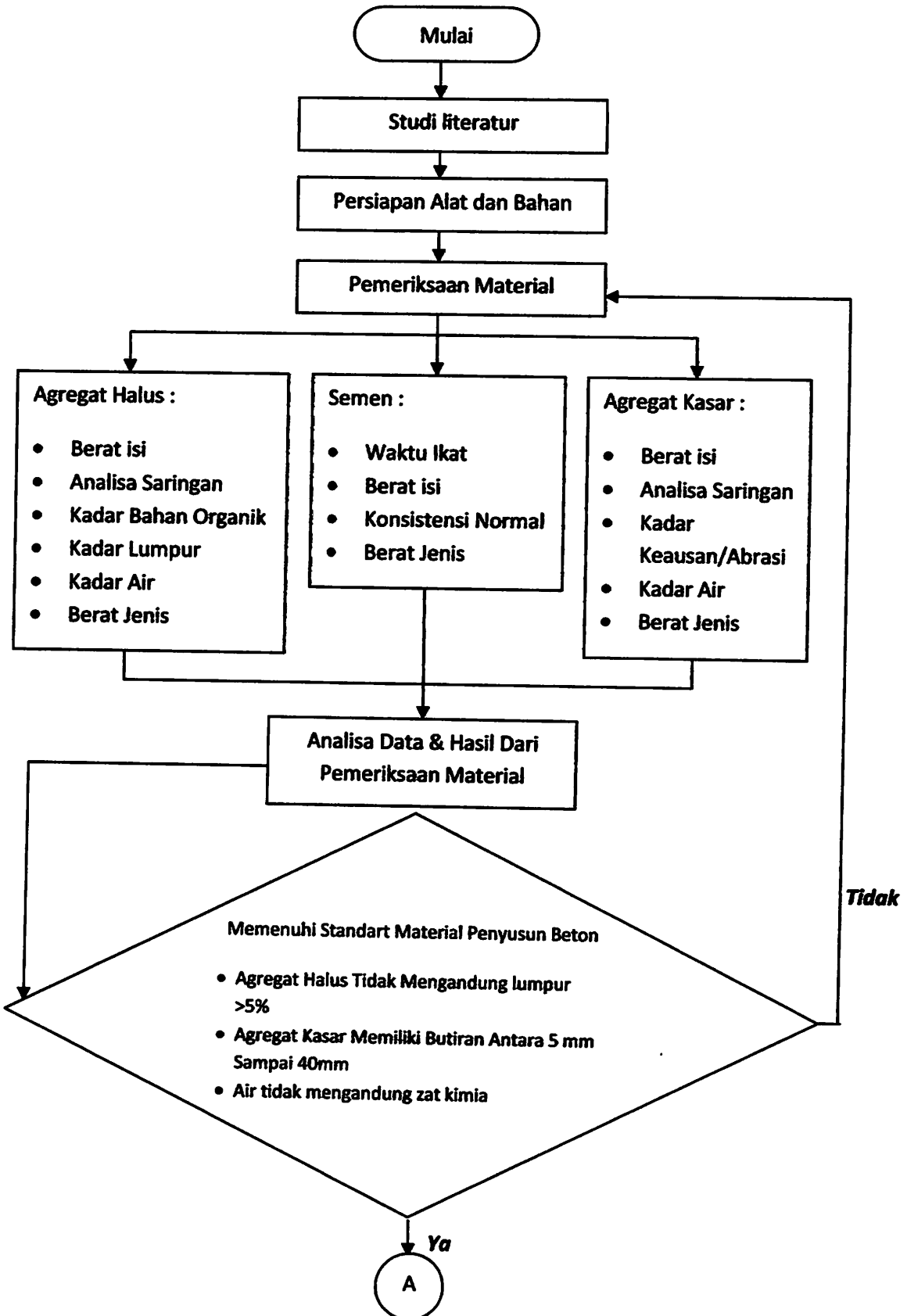
**Keterangan :**

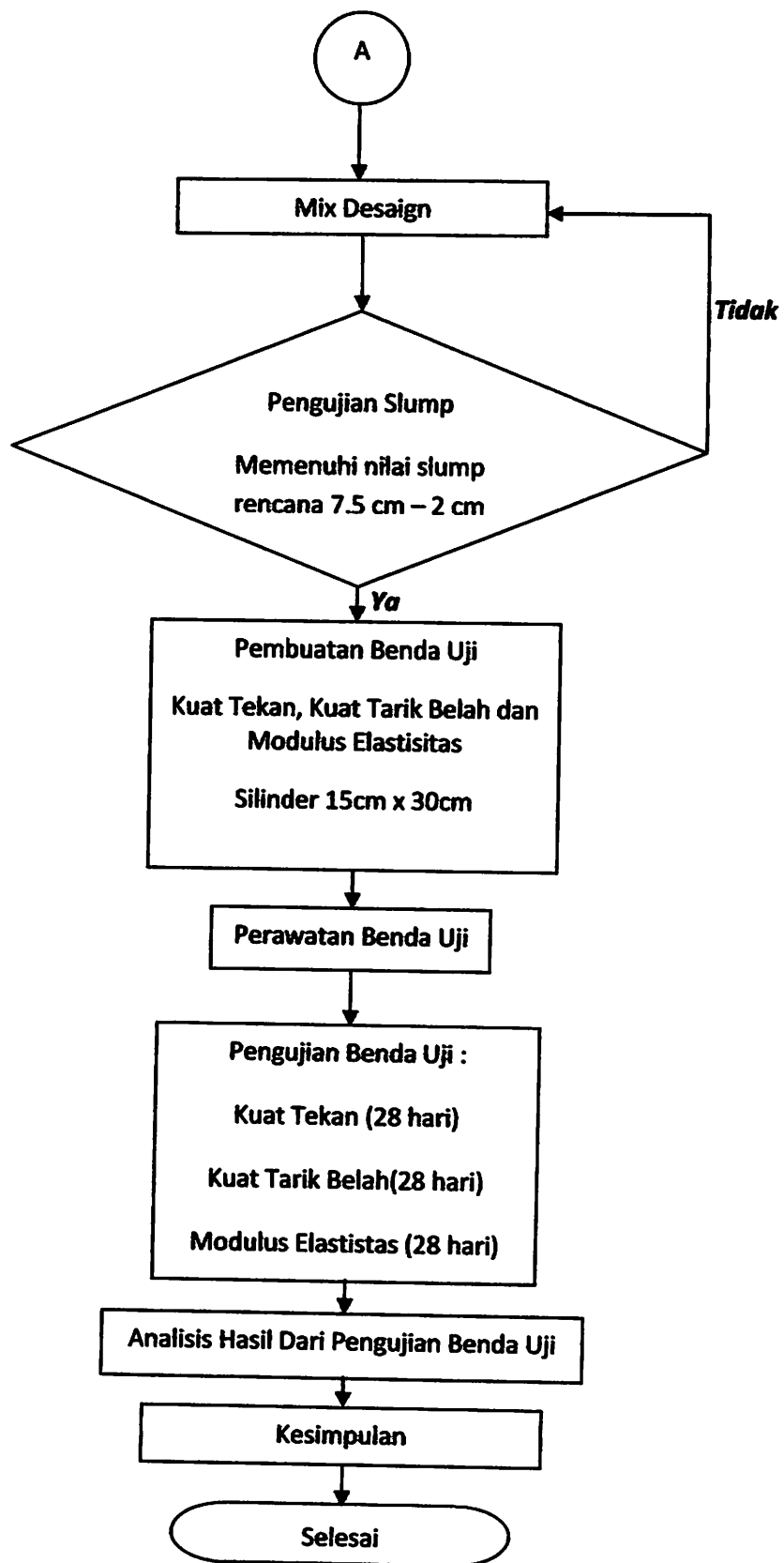
**fc'** = Kuat tekan beton (Mpa)

**Ec** = Modulus Elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)

**ε** = Regangan

### 3.9 Bagan Alir Penelitian





**Gambar 3.5** Bagan Alir Penelitian

## BAB IV

### PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 4.1 Pengujian Material

##### 4.1.1 Pemeriksaan Berat Isi

###### A. Tujuan Percobaan

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  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
3. Tongkat pemadat 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 :

**Tabel 4.1 Kapasitas Wadah Baja Berbentuk Silinder Dengan Alat Pemegang**

Kapasitas (liter)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Tebal wadah minimum (mm)		Ukuran butir maksimu
			dasar	sisi	
2,832	$152,4 \pm 2,5$	$154,9 \pm 2,5$	5,08	2,54	12,70
9,435	$203,2 \pm 2,5$	$292,4 \pm 2,5$	5,08	2,54	25,40
14,158	$254,0 \pm 2,5$	$279,4 \pm 2,5$	5,08	3,00	38,10
28,316	$355,6 \pm 2,5$	$284,4 \pm 2,5$	5,08	3,00	101,60



### C. Bahan

Bahan yang di gunakan adalah agregat kasar dan agregat halus

### D. Langkah – Langkah Percobaan

Langkah awal yang di lakukan dalam percobaan penentuan parameter unsur pembentuk adukan adalah Memasukkan agregat ke dalam talem sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah sesuai tabel di atas; keringkan dengan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat menjadi tetap, untuk digunakan sebagai benda uji.

#### 1. Berat isi lepas :

- a. Menimbang dan Mencatat berat wadah ( $W_1$ ).
- b. Memasukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dari ketinggian 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- c. Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- d. Menimbang dan catatlah berat wadah + benda uji ( $W_2$ ).
- e. Menghitung berat benda uji dengan rumus : ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

#### 2. Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 ½”) dengan cara penusukan :

- a. Menimbang dan mencatat berat wadah ( $W_1$ )
- b. Setelah wadah selesai di timbang kemudian wadah di isi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan

dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.

- c. Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - d. Menimbang dan catatlah berat wadah + benda uji ( $W_2$ ).
  - e. Menghitung berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).
3. Berat isi agregat ukuran butir antara 38,1 mm (1 ½") sampai 101,1 mm (4") dengan cara penggoyangan :
- a. Menimbang dan Mencatat berat wadah ( $W_1$ )
  - b. Mengisi wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
  - c. Setiap lapis di padatkan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah dengan prosedur sebagai berikut :
  - d. Wadah di letakkan di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
  - e. Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
  - f. Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - g. Menimbang dan mencatat berat wadah + benda uji ( $W_2$ ).
  - h. Menghitung berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

#### E. Hasil Percobaan

Dari Percobaan yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh Perhitungan Agregat Halus (Lepas/Gembur)



<b>PADAT</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Berat tempat + Benda uji (gr)	8880	8880	8880
Berat tempat (gr)	3570	3570	3570
Berat benda uji (gr)	5310	5310	5310
Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000
Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1,77	1,77	1,77
Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,77		

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 4.3 Berat Isi Agregat Kasar**

<b>Lepas / Gembur</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Berat tempat + Benda uji (gr)	21250	21250	21250
Berat tempat (gr)	7910	7910	7910
Berat benda uji (gr)	13340	13340	13340
Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	10000	10000	10000
Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1,33	1,33	1,33
Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,33		

Sumber : Data Hasil Penelitian

<b>PADAT</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Berat tempat + Benda uji (gr)	22910	22910	22910
Berat tempat (gr)	7910	7910	7910
Berat benda uji (gr)	15000	15000	15000
Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	10000	10000	10000
Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1,5	1,5	1,5
Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,5		

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 4.4 Berat Isi Semen**

<b>Lepas / Gembur</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Berat tempat + Benda uji (gr)	7260	7260	7260
Berat tempat (gr)	3570	3570	3570
Berat benda uji (gr)	3690	3690	3690
Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000
Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1,23	1,23	1,23
Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,23		

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

<b>PADAT</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Berat tempat + Benda uji (gr)	7440	7440	7440
Berat tempat (gr)	3570	3570	3570
Berat benda uji (gr)	3870	3870	3870
Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000
Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1,29	1,29	1,29
Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1,29		

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

#### A. Kesimpulan

Dari hasil percobaan di dapat :

1. Hasil agregat halus digunakan untuk menentukan proporsi campuran agregat yang diperuntukan dalam perencanaan adukan beton dilapangan.
2. Hasil agregat halus digunakan untuk menentukan berat volume setelah dicetak.

3. Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat agregat dengan isi berdasarkan percobaan :

⇒ Berat isi agregat halus :

$$\text{Lepas / gembur} : 1.670 \text{ gr / cm}^3 = 1670 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Padat} : 1.770 \text{ gr / cm}^3 = 1770 \text{ kg / m}^3$$

⇒ Berat isi agregat kasar :

$$\text{Lepas / gembur} : 1.330 \text{ gr / cm}^3 = 1330 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Padat} : 1.500 \text{ gr / cm}^3 = 1500 \text{ kg / m}^3$$

⇒ Berat isi semen :

$$\text{Lepas / gembur} : 1.230 \text{ gr / cm}^3 = 1230 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Padat} : 1.290 \text{ gr / cm}^3 = 1290 \text{ kg / m}^3$$

#### 4.1.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus

##### A. Tujuan

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

##### B. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
3. Alat pemisah contoh (sample splitter).
4. Alat penggetar saringan (shieve shaker).
5. Talam-talam.

6. Kuas, sikat kuningan, sendok
7. Seperangkat saringan dengan ukuran :

**Tabel 4.5 Ukuran Saringan Untuk Agregat Kasar**

Nomor saringan	Ukuran lubang		Keterangan
	mm	inchi	
-	76,20	3	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh 35 kg
-	63,50	2,5	
-	50,80	2	
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	50,00	2	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh 20 kg
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	19,10	3/4	
-	12,50	1/2	
-	9,50	3/8	
-	4,76	-	
-	25,00	1	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh 10 kg
-	19,10	3/4	
-	12,50	1/2	
-	9,50	3/8	
No. 4	4,76	-	
No. 8	2,38	-	
-	12,50	1/2	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 12,5 mm – 1,19 mm) Berat minimum contoh 2,5 kg
-	9,50	3/8	
No. 4	4,76	-	
No. 8	2,38	-	
No. 16	1,19	-	



**Tabel 4.6 Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus**

Nomor saringan	Ukuran lubang		Keterangan
	mm	inchi	
-	9,50	3/8	Berat minimum contoh 500 gram
No. 4	4,76	-	
No. 8	2,38	-	
No. 16	1,19	-	
No. 30	0,59	-	
No. 50	0,297	-	
No. 100	0,149	-	
No. 200	0,075	-	

### C. Bahan

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

### D. Prosedur Pelaksanaan

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

### E. Perhitungan

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



## F. Laporan

1. Analisis gradasi dengan menetapkan jumlah persentase lolos saringan atau yang tertahan saringan.
2. Membuat grafik akumulatif (kurva gradasi).
3. Memeriksa grafik dengan batasan kurva gradasi.

## G. Hasil Percobaan

Dari Percobaan yang di lakukan di dapat hasil sebagai berikut :

### 1. Analisis Saringan Agregat Halus ( Pasir )

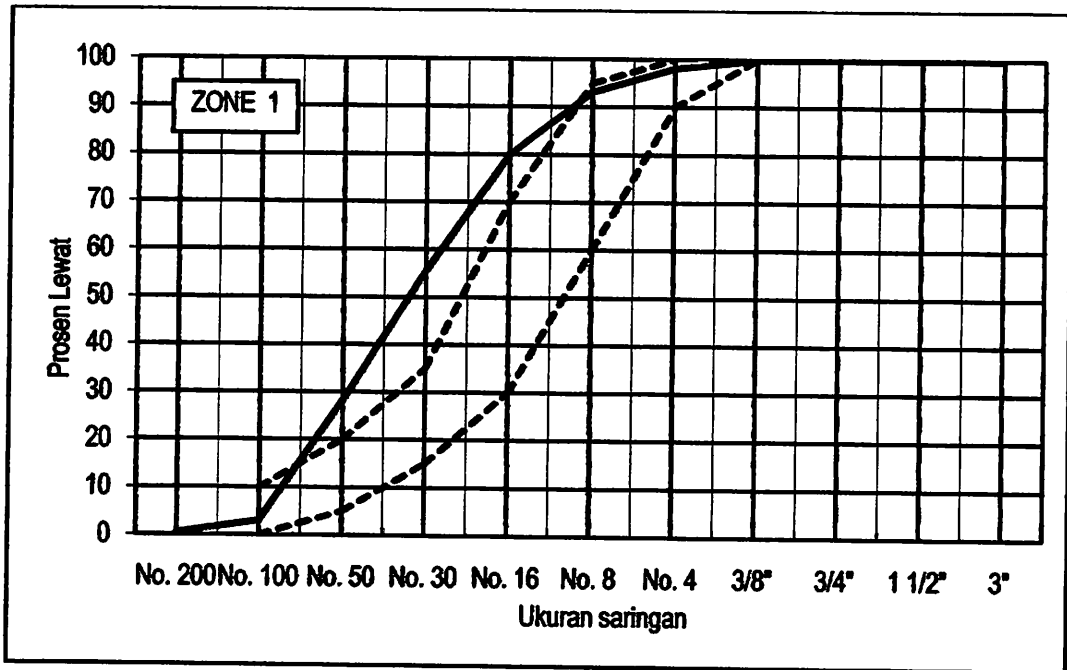
Diketahui Berat Total Benda Uji adalah 2000 gr

- a. Prosentase tertahan No.4  $= \frac{36}{2000} \times 100\% = 1,8\% \text{ dst.}$
- b. Prosentase komulatif yang tertahan  $= 0,07 + 1,80 = 1,87 \dots \text{ dst.}$
- c. Prosentase komulatif yeng lewat  $= 100 - 0,07 = 99,94 \dots \text{dst.}$
- d. Modulus kekerasan agregat halus MF  $= \frac{2000}{100} = 20$

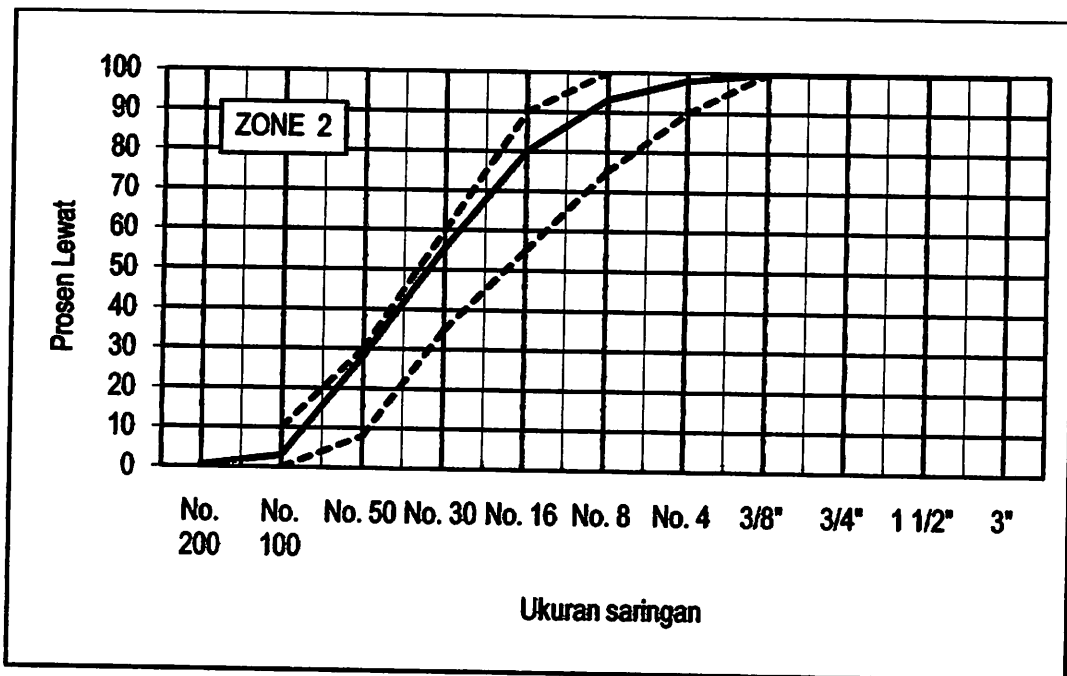
Perhitungan Selanjutnya dapat di lihat di tabel :

**Tabel 4.7 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")	1.30	0.07	0.07	99.94
4.75 mm (No. 4)	36.00	1.80	1.87	98.14
2.36 mm (No. 8)	98.90	4.95	6.81	93.19
1.18 mm (No. 16)	264.10	13.21	20.02	79.99
0.6 mm (No. 30)	487.30	24.37	44.38	55.62
0.3 mm (No. 50)	546.80	27.34	71.72	28.28
0.15 mm (No. 100)	505.30	25.27	96.99	3.02
0.075 mm (No. 200)	50.90	2.55	99.53	0.47
pan	7.50	0.38	99.91	0.09

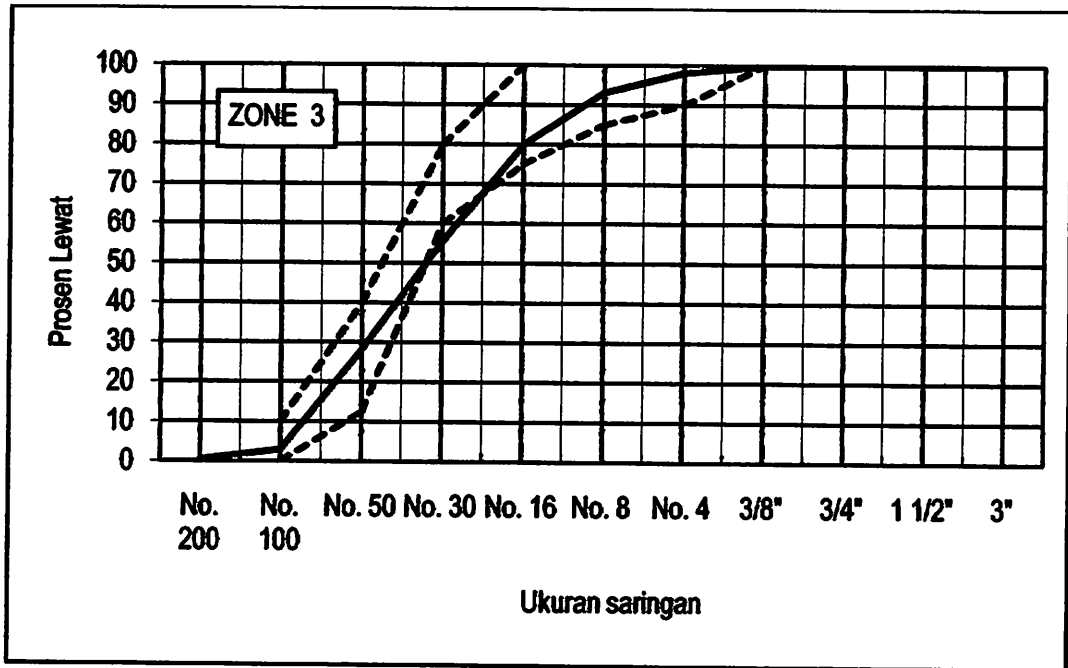


**Grafik 4.1** Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 1

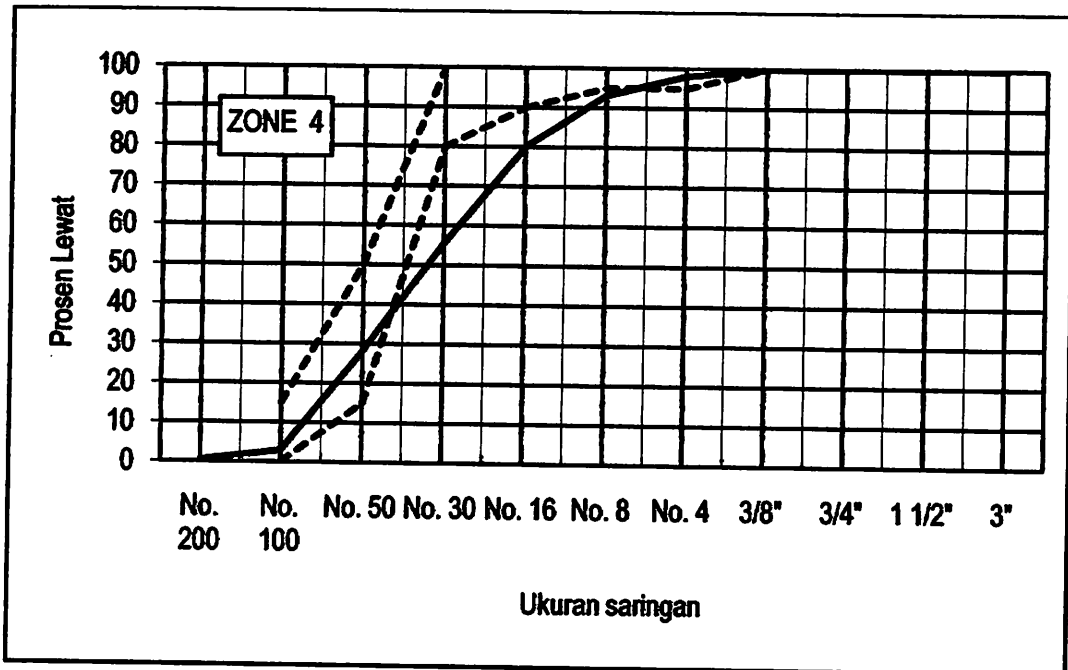


**Grafik 4.2** Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 2





**Grafik 4.3** Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 3



**Grafik 4.4** Pembatasan Gradasi Agregat Halus Zone 4

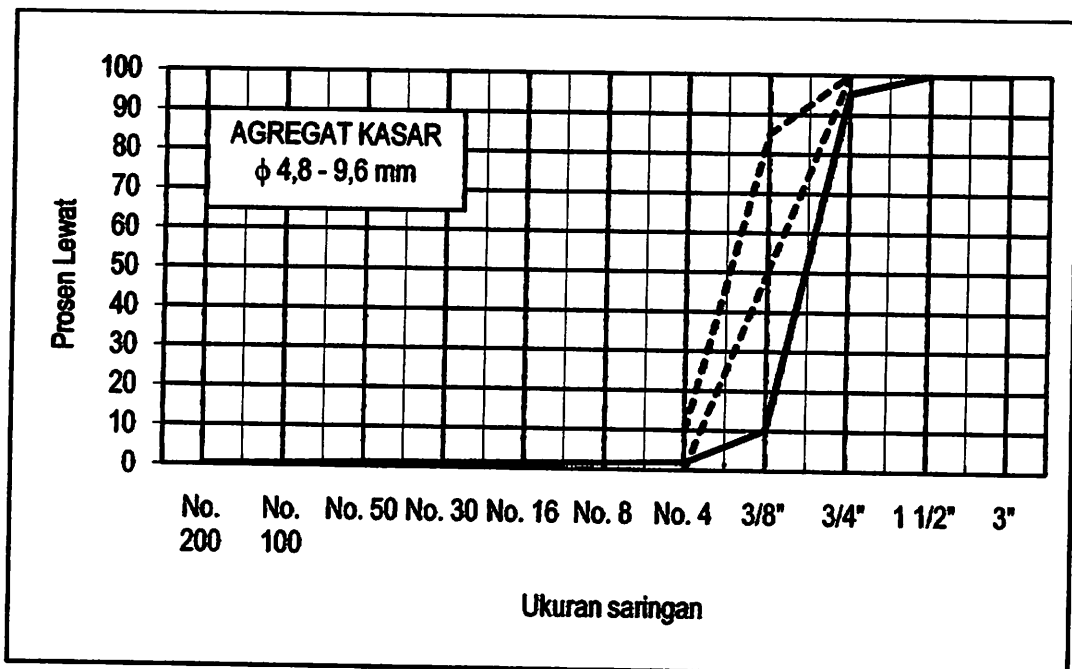
## 2. Analisis Saringan Agregat Kasar ( Kerikil )

Diketahui berat total benda uji adalah 19767 gr

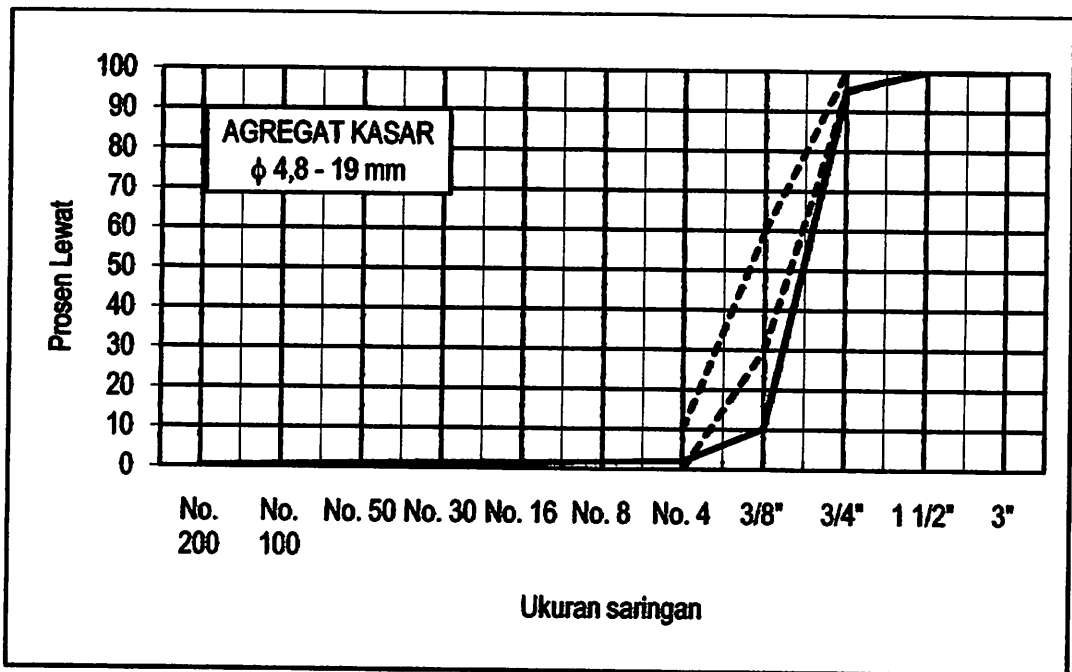
**Tabel 4.8** Analisa Saringan Agregat Kasar

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")	932.20	4.72	4.72	95.28
9.6 mm (3/8")	16810.00	85.04	89.76	10.24
4.75 mm (No. 4)	1571.20	7.95	97.71	2.00
2.36 mm (No. 8)	136.00	0.69	98.40	1.60
1.18 mm (No. 16)	42.90	0.22	98.62	1.38
0.6 mm (No. 30)	40.50	0.20	98.82	1.18
0.3 mm (No. 50)	40.80	0.21	99.03	0.97
0.15 mm (No. 100)	82.30	0.42	99.45	0.55
0.075 mm (No. 200)	59.60	0.30	99.75	0.25
pan	51.50	0.26	100.00	0.00

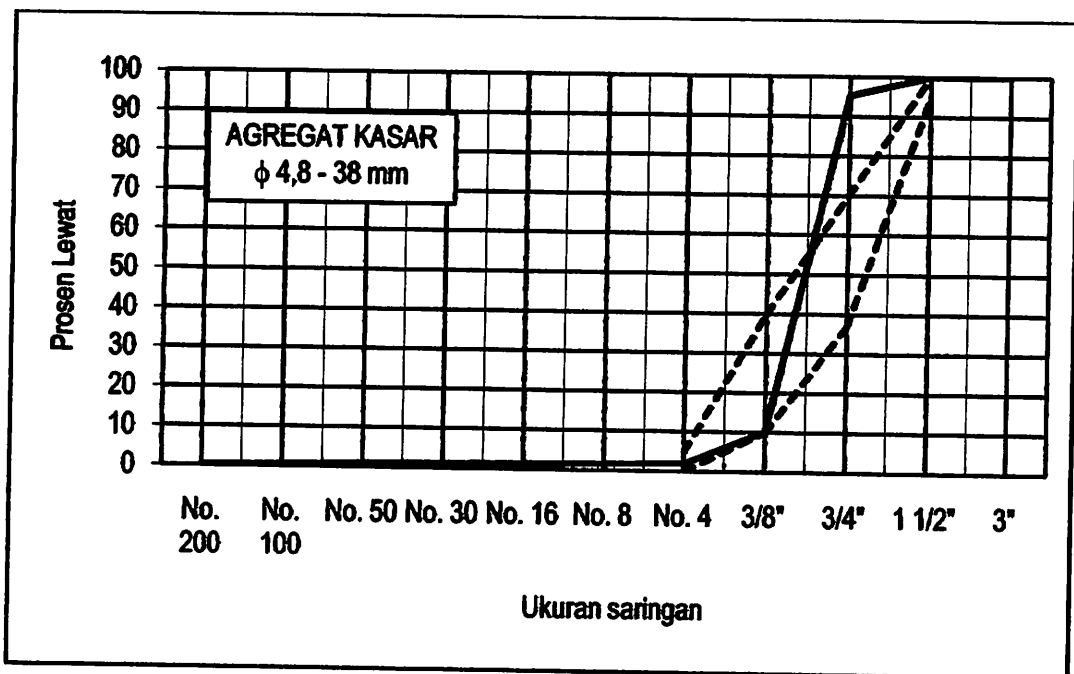
Sumber : Data Hasil Penelitian



**Grafik 4.5** Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 9,6 mm



**Grafik 4.6** Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 19 mm



**Grafik 4.7** Pembatasan Gradasi Agregat Kasar Diameter 4,8 - 38 mm

## H. Kesimpulan

Dari data percobaan didapat :

1. Untuk agregat halus masuk dalam grafik zona 2, yang akan digunakan data perencanaan campuran beton, karena pada zone 2 yang paling mendekati kurva, sebab terletak di dalam pembatas kurva sedang.
2. Untuk Agregat kasar pada  $\emptyset$  ( 4.8 – 19 mm ) adalah yang digunakan dalam perencanaan adukan beton karena pada diameter tersebut hasil analisa saringan terletak diantara pembatas kurva sedang.

### 4.1.3 Pemeriksaan Kotoran Organik



#### A. Tujuan Percobaan

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

#### B. Peralatan

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

#### C. Bahan

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

#### D. Prosedur Pelaksanaan

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

#### E. Laporan

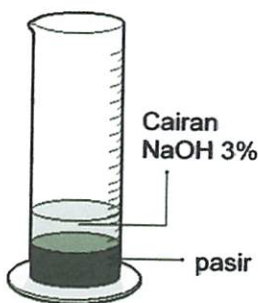
Analisis kotoran organik berdasarkan observasi warna contoh terhadap warna standar No. 3.

#### F. Catatan

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

#### G. Kesimpulan

Dari hasil percobaan kadar zat organik agregat halus, warna cairan dalam gelas ukur setelah diberi NaOH 3% dan didiamkan selama 24 jam diperoleh warna bening.



Warna	Penurunan kekuatan
bening	0%
kuning muda	0 - 5 %
kuning tua	5 - 10 %
coklat muda	10 - 15 %
coklat tua	15 - 20 %
coklat merah	20 - 25 %
hitam	25 - 30 %



#### 4.1.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

##### A. Tujuan Percobaan

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

##### B. Peralatan

Gelas ukur

##### C. Bahan

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

##### D. Prosedur Pelaksanaan

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

##### E. Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \%$$

Dimana :

$V_1$  = tinggi pasir

$V_2$  = tinggi lumpur

#### F. Lanoran

Lakukan perbandingan hasil pemeriksaan kadar lumpur dengan neraturan, dan berikan kesimpulan dari perbandingan tersebut.

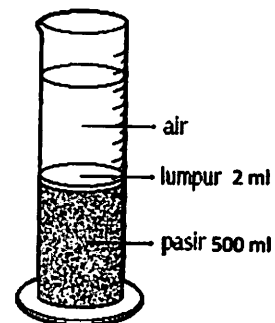
#### G. Catatan

Pemeriksaan kadar lumpur ini merupakan cara lain untuk melakukan pemeriksaan kadar lumpur dengan penvaringan bahan lewat saringan no. 200.

#### H. Kesimpulan

Sesuai hasil perhitungan dari percobaan, didapat hasil kadar lumpur yang ada sebesar 0.398 % < 5%, yang berarti kandungan lumpurnya sangat rendah sehingga dapat langsung digunakan untuk pembuatan beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

$$\begin{aligned}\text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\ &= \frac{2}{500 + 2} \times 100\% = 0,398\%\end{aligned}$$



#### 4.1.5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

##### A. Tujuan Percobaan

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.

##### B. Peralatan

1. Timbangan.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

3. Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar bagi tempat pengeringan contoh benda uji.

### C. Bahan

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

**Tabel 4.9 Berat Minimum Contoh Agregat Terhadap Ukuran Maksimum**

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 1/2 ")	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 1/2 ")	16,00 kg
25,40 mm (1 ")	4,00 kg	101,60 mm (4 ")	25,00 kg
38,00 mm (1 1/2 ")	6,00 kg	152,40 mm (6 ")	50,00 kg

### D. Prosedur Pelaksanaan

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

### E. Perhitungan

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

Dimana :

$W_3$  = berat contoh semula (gram)

$W_5$  = berat contoh kering (gram)

#### F. Catatan

Kecermatan perhitungan persentase dua angka di belakang koma.

#### G. Contoh perhitungan kadar air agregat kasar (Keadaan Asli)

Berat tempat (kg) : I = 2.67      II = 2.70

Berat tempat + contoh ( kg ) : I = 22.80      II = 23.52

Berat tempat + contoh kering oven (kg) : I = 22.45      II = 23.16

Kadar air agregat ( % ) : I =  $\frac{22.80 - 22.45}{22.45 - 2.67} \times 100\% = 1.77\%$

II =  $\frac{23.52 - 23.16}{23.16 - 2.70} \times 100\% = 1.94\%$

Kadar air rata-rata (%) : =  $(1.77 + 1.94) / 2$   
= 1.50 %

#### H. Contoh perhitungan kadar air agregat kasar (Keadaan SSD)

Berat tempat (kg) : I = 2.597      II = 2.776

Berat tempat + contoh (kg) : I = 52.59      II = 52.77

Berat tempat + contoh kering oven (kg) : I = 51.64      II = 51.82

Kadar air agregat ( % ) : I =  $\frac{52.59 - 51.64}{51.64 - 2.59} \times 100\% = 1.95\%$

II =  $\frac{52.77 - 51.82}{51.82 - 2.77} \times 100\% = 1.93\%$

Kadar air rata-rata (%) : =  $(1.95 + 1.93) / 2$   
= 1.94 %

Hasil berikutnya dapat dilihat pada tabel.

**Tabel 4.10 Kadar Air Agregat Kasar**

		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2670	2700	259.7	277.6
B.	Berat tempat + contoh (gr)	22800	23520	5259.7	5277.6
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	22450	23160	5164	5182.8
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	1.77	1.76	1.95	1.93
E.	Kadar air rata-rata (%)	1.50		1.94	

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

**Tabel 4.11 Kadar Air Agregat Halus**

		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2500	2610	106.5	288.8
B.	Berat tempat + contoh (gr)	18570	17830	606.5	788.8
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	17990	17240	602.1	785.9
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	3.74	4.03	0.89	0.42
E.	Kadar air rata-rata (%)	3.89		0.65	

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

## I. Kesimpulan

Perbedaan kondisi asli dan SSD :

### a. Kondisi asli :

Ambil pasir sebanyak 500 gr timbang berat tempat dan contoh kemudian pasir dioven selama 24 jam setelah itu timbang berat tempat + contoh kering oven.

### b. Kondisi SSD :

Ambil pasir 500 gr direndam 24 jam kemudian jemur pasir sampai kondisi SSD (kering permukaan jenuh), timbang berat tempat + contoh.

Pasir dioven 24 jam kemudian timbang berat tempat contoh kering oven.

Dari hasil percobaan serta perhitungan diatas didapat :

#### 1. KADAR AIR UNTUK AGREGAT KASAR BERUPA KERIKIL :

a. Kadar air asli = 1.50 %

b. Kadar air SSD = 1.94 %

#### 2. KADAR AIR UNTUK AGREGAT HALUS BERUPA PASIR :

a. Kadar air asli = 3.89 %

b. Kadar air SSD = 0.65 %

### 4.1.6 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Dan Agregat Halus

#### A. Tujuan Percobaan

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

## B. Peralatan

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

## C. Bahan

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

## D. Langkah – Langkah Percobaan

1. Benda uji direndam selama 24 jam.
2. Benda uji di-kering muka-kan (kondisi SSD) dengan menggulungkan handuk pada butiran agregat.
3. Menimbang contoh dan menghitung berat contoh kondisi SSD (Bj).
4. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam keranjang dan direndam kembali di dalam air. Temperatur air dijaga  $(73,4 \pm 3)^{\circ}\text{Fahrenheit}$ , dan kemudian ditimbang setelah keranjang digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap. Hitung berat contoh kondisi jenuh (Ba).
5. Contoh dikeringkan pada temperatur  $(212 \pm 130)^{\circ}\text{Fahrenheit}$ . Setelah didinginkan, contoh ditimbang. Hitung berat contoh kondisi kering (Bk).

## E. Hasil Percobaan

Dari Percobaan yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} = \frac{Bj}{Bj - Ba}$$

$$\text{Berat jenis semu (apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba}$$

$$\text{Penyerapan (absorpsi)} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Dimana :

$B_j$  = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

$B_k$  = berat contoh kering oven

$B_a$  = berat contoh di dalam air

Contoh perhitungan :

$$\text{Berat jenis (Bulk)} : \frac{4904.3}{5000 - 3221.3} = 2.76$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} : \frac{5000}{5000 - 3221.3} = 2.81$$

$$\text{Berat jenis semu (apparent)} : \frac{4904.3}{4904 - 3221.3} = 2.91$$

$$\text{Penyerapan (absorpsi)} : \frac{5000 - 4904.3}{4904.3} \times 100\% = 1.95$$

Perhitungan Selanjutnya Ditabelkan



**Tabel 4.12 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar**

		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>Rata-rata</b>
Berat contoh kering oven	B <sub>k</sub>	4904.3	4905.2	4904.75
Berat contoh kering permukaan jenuh	B <sub>j</sub>	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	B <sub>a</sub>	3221.3	3163.9	3192.55
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.76	2.67	2.71
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.81	2.72	2.77
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.91	2.82	2.87
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.95	1.93	1.94

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 4.13 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus**

		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>Rata-rata</b>
Berat contoh kering oven	B <sub>k</sub>	495.60	497.10	496.35
Berat contoh kering permukaan jenuh	B <sub>j</sub>	500.00	500.00	500.00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	665.90	676.40	671.15
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	B <sub>t</sub>	983.60	994.50	989.05
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{(B + B_j - B_t)}$	2.72	2.73	2.73
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{(B + B_j - B_t)}$	2.92	2.75	2.84
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.79	2.78	2.79
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0.89	0.58	0.74

Sumber : Data Hasil Penelitian

## F. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan analisa, maka dapat disimpulkan keadaan agregat kasar yang dipakai adalah :

Agregat kasar memiliki berat jenis (Bulk) rata-rata adalah	= 2.71
Berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata	= 2.77
Berat jenis semu (Apparent) rata-rata	= 2.87
Penyerapan (Absorpsi) rata-rata	= 1.94 %

Agregat Halus yang dipakai adalah:

Agregat halus memiliki berat jenis (Bulk) rata-rata adalah	= 2.73
Berat jenis permukaan jenuh rata-rata	= 2.84
Berat jenis semu (Apparent) rata-rata	= 2.79
Penyerapan (Absorpsi) rata-rata	= 0.74 %

Nilai yang didapatkan untuk menetapkan kasarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton adalah berat jenis beton kering permukaan jenuh (SSD) sebesar 2.77 dan penyerapan sebesar 1.94 %.

### 4.1.7 Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test) Dengan Menggunakan Alat Los Angeles

#### A. Tujuan Percobaan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang lebih kecil dari 37,5 mm (1 ½") terhadap keausan menggunakan alat *Los Angeles*.

#### B. Peralatan

1. Mesin Abrasi Los Angeles, yaitu mesin yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") dan panjang



50 cm (20"). Silinder ini bertumpu pada dua poros pendek tidak menerus yang berputar pada poros mendatar. Silinder mempunyai lubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

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

### C. Bahan

Benda uji harus bersih. Bila benda uji masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimuti oleh bahan lain, maka benda uji harus dicuci dahulu sampai bersih kemudian dikeringkan dalam suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

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

**Tabel 4.14 Daftar Berat Gradasi Benda Uji**

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

#### D. Prosedur Pelaksanaan

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

#### E. 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)

$$\text{Nilai Keausan Los Angeles} = \frac{5000 - 5030.6}{5000} \times 100\% = 19.39\%$$

## F. Kesimpulan

Jadi jumlah berat awal adalah 5000 gr. Berat benda uji tertahan saringan No. 12 dan No. 4 setelah diabrasi adalah 4030.6 gr. Nilai keausan yang diperoleh 19.39 % lebih kecil toleransi yang ditetapkan yaitu nilai keausan 40%

**Tabel 4.15** Pengujian Keaudan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angles (500 Putaran)

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)			
Saringan		I		II	
Lolos	tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah	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			
12.50 mm (1/2")	9.50 mm (3/8")	2500			
9.50 mm (3/8")	6.30 mm (1/4")				
6.30 mm (1/4")	4.75 mm (No. 4)		3070		
4.75 mm (No. 4)	2.38 mm (No. 8)				
Berat tertahan saringan no 12		---	960.6		
Jumlah berat		5000	4030.6		

		I	II	
a	Berat benda uji semula	5000		gram
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)	4030.6		gram
	Keausan : $\frac{a-b}{a} \times 100 \%$	19.39		%

Sumber : Data Hasil Penelitian

## 4.2 Perencanaan Campuran Beton

### 4.2.1 Tujuan

Menentukan komposisi komponen/unsur beton basah dengan ketentuan kekuatan tekan karakteristik dan slump rencana.

#### **4.2.2 Peralatan**

- a. Timbangan
- b. Peralatan untuk membuat : wadah, sendok semen, peralatan pengukur, slump, dan peralatan pengukur berat volume.

#### **4.2.3 Bahan**

Unsur beton (air, semen, agregat halus, dan agregat kasar) yang telah memenuhi persyaratan.

#### **4.2.4 Prosedur Pelaksanaan**

Tabel-tabel berikut ini dapat digunakan bagi nilai parameter yang perlu dalam perancangan campuran beton.

### **4.3 Pemeriksaan Mutu Beton Dan Mutu Pelaksanaan**

Selama masa pelaksanaan pekerjaan beton, mutu beton dan kualitas pekerjaan harus diperiksa secara berkesinambungan dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji. Untuk setiap  $m^3$  beton harus dibuat satu benda uji pada permulaan pelaksanaan konstruksi.

Setelah terkumpul sejumlah benda uji, maka pada umur 28 hari dilakukan pemeriksaan kekuatan tekan beton.

**Tabel 4.16** Deviasi Standat Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (MPa)		
Sebutan	Jumlah beton (m <sup>3</sup> )	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

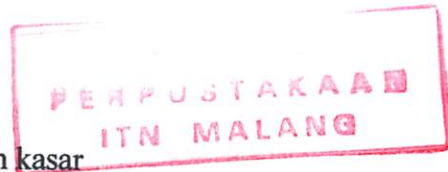
#### 4.4 Perencanaan Campuran Beton Dengan Metode ACI

Seperti telah diuraikan, beton merupakan campuran antara semen, pasir (agregat halus), Kerikil (agregat kasar) dan air. Proporsi dari unsure pembentukan ini harus ditentukan sedemikian rupa, sehingga terpenuhi syarat-syarat :

1. Kekenyalan tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan/ bingkai (workability) dan kehalusan muka (finishability) beton basah yang ditentukan dari :
  - a. Volume adukan
  - b. Keenceran pada adukan
  - c. Perbandingan campuran agregat halus dan kasar
2. Kekuatan rencana dan ketahanan (durability) pada kondisi beton setelah mengeras.
3. Ekonomis dan optimum dalam pemakaian semen.

Untuk tujuan menentukan proporsi bahan-bahan pembentuk beton, dikembangkan berbagai metode secara empiris berdasarkan hasil-hasil percobaan adukan beton yang pernah dibuat.

Oleh karena sifat rumusan dan tabel bagi penentuan proporsi unsure-unsur beton adalah empiris, maka didalam pembuatan beton bagi tingkat kekuatan tekan

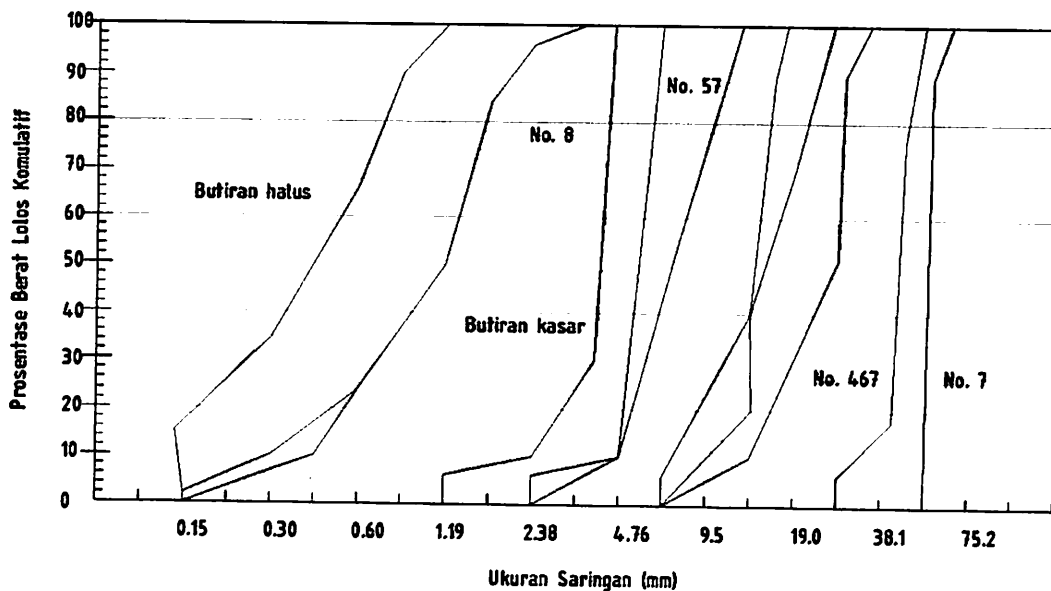


tertentu, selalu harus dibuat adukan rencana yang disebut adukan uji coba atau trial mix.

Berdasarkan hasil-hasil trial mix inilah kemudian pembuatan beton dilakukan, setelah dari pemeriksaan benda uji terpenuhinya ketentuan kekenyalan, kekuatan dan sifat ekonomis adukan.

Sebelum digunakan tabel-tabel atau grafik untuk menentukan pembuatan trial mix beton, beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam perancangan campuran beton dengan metode modifikasi ACI adalah :

Gradasi/distribusi ukuran agregat harus berada didalam batas-batas yang ditetapkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4.1 Kurva Pembatasan Gradasi Agregat Halus Dan Kasar**

Gradasi agregat halus yang digunakan memiliki butiran yang berada dalam dua kurva pembatas. Jika pada kondisi lapangan ternyata gradasi butirannya tidak memenuhi syarat seperti yang ditetapkan, maka perlu dilakukan koreksi dengan melakukan analisis kombinasi agregat dari beberapa kelompok agregat.



Untuk agregat kasar, berdasarkan besarnya diameter agregat maksimum yang digunakan, terdapat empat kelompok kurva pembatas. Ukuran agregat kasar no. 2 merupakan kelompok agregat dengan ukuran maksimum butir 75,0 mm (3 inch); ukuran n0 467 dengan butiran maksimum 25,0 mm (1 inch) yang umum digunakan dalam bangunan; dan ukuran no. 8 dengan butiran maksimum 10,0 mm (1/2 inch) yang sering disebut sebagai beton gradasi jagung bagi pekerjaan perbaikan atau grouting.

Untuk menghitung komposisi campuran beton dengan metode ini terlebih dahulu harus diketahui data sebagai berikut :

- a. Ukuran terbesar kerikil (agregat kasar) yang akan digunakan
- b. Specific gravity agregat halus
- c. Specific gravity agregat kasar
- d. Specific gravity agregat kasar (dry rodded unit weight)
- e. Modulus kehalusan (fineness modulus) agregat halus.

Perencanaan campuran beton yang dilakukan berdasarkan rumusan, tabel atau grafik menurut ketentuan yang ada pada metode ini adalah :

Untuk menentukan faktor air semen berikut adalah tabel hubungan antara mutu beton rencana dengan penentuan ratio air semen.

**Tabel 4.17** Hubungan Kuat Tekan Beton Rencana Dengan Faktor Air Semen

Mutu Beton Rencana (MPa)	Faktor Air Semen	
	Tanpa Udara	Dengan Udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,6

Sumber : MCP 211.1-91

Slump sebagai ukuran kekenyalan beton. Slump merupakan perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Hubungan satu sama lain antara parameter bahan penentuan komposisi bahan beton basah, dinyatakan dalam tabel-tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.18** Ukuran Slump Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Jenis Konstruksi

Uraian	Slump (mm)	
	maksimum	minimum
Dinding, Pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	75	25
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	75	25
pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
Perkerasan Jalan	100	25
Pembetonan masal	75	25

Sumber : MCP 211.1-91

Catatan : Nilai pada tabel 4.19 diatas berlaku untuk pemadatan menggunakan alat penggetar. Untuk cara pemadatan yang lain, nilai slump dapat dinaikkan 25 mm lebih besar.

Untuk hal-hal khusus sesuai dengan jenis konstruksi beton tertentu, rincian ketentuan ukuran maksimum agregat dapat diperoleh dari ketentuan yang berlaku. Pemilihan jarak tulangan dari beberapa kemungkinan yang ditetapkan dalam peraturan, umumnya didasarkan pada tinjauan kemudahan saat dilaksanakan pengecoran dan integritas beton dengan tulangan.

Dalam perencanaan adukan, berat air direncanakan dan prosentase udara yang terperangkap, ditetapkan berdasarkan besarnya slump rencana dan ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan menurut tabel berikut.

**Tabel 4.19** Jumlah air perlu untuk setiap m<sup>3</sup> beton dan udara terperangkap untuk berbagai slump dan ukuran maksimum agregat

Slump (mm)	Berat air (kg/m <sup>3</sup> ) beton untuk ukuran agregat berbeda							
	9.5mm	12.5mm	19mm	25mm	38mm	50mm	75mm	150mm
2.5-5	208	199	190	179	163	154	142	125
7.5-10	228	217	205	193	179	169	157	136
15-17	243	228	216	202	187	178	169	-

Prosentase udara (%) yang ada dalam unit beton							
3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Sumber : MCP 211.1-91

Untuk mendapatkan volume rencana agregat kasar untuk setiap unit volume beton, digunakan nilai-nilai yang tercantum pada tabel 4.22 dengan menetapkan terlebih dahulu ukuran agregat kasar dan nilai modulus kehalusan (fineness modulus) agregat halus.

**Tabel 4.20** Prosentase Volume Agregat Kasar/Satuan Volume Beton

Ukuran maksimum agregat kasar (mm)	prosentase volume agregat kasar dibandingkan dengan satuan volume beton untuk modulus kehalusan agregat halus tertentu			
	2,4	2,6	2,8	3,0
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : MCP 211.1-91

Catatan : Pada penelitian ini prosentase agregat kasar ditentukan dari hasil interpolasi karena modulus kehalusan yang didapat pada pengujian bahan adalah 2.42, sehingga didapatkan persentase agregat kasar sebesar 0.65



Untuk mendapatkan berat jenis beton, digunakan nilai-nilai yang tercantum pada tabel 4.23 berikut :

**Tabel 4.21 Berat Jenis Beton**

Ukuran Maksimum Agregat Kasar (mm)	Berat Jenis Beton kg/m <sup>3</sup>	
	Tanpa udara terperangkap	Dengan udara terperangkap
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Sumber : MCP 211.1-91

#### 4.5 Perhitungan Mix Design

- a. Mutu beton rencana untuk penelitian ini adalah :

25 MPa pada umur 28 hari

- b. Standart deviasi :

6 MPa (dari Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang)

- c. Nilai tambah (Margin) :

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

- d. Kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan:

$$f_{cr} = f_c' + 1,34 \times s \dots (\text{SNI Ps. 7.3.2.1 (pers 1)})$$

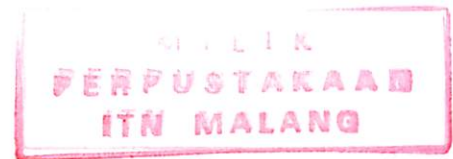
$$f_{cr} = 25 + 1,34 \times 6 = 33,04 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cr} = f_c' + 2,33 \times s - 3,5 \dots (\text{SNI Ps. 7.3.2.1 (pers 2)})$$

$$f_{cr} = 25 + 2,33 \times 6 - 3,5 = 35,48 \text{ N/mm}^2$$

- e. Kekutan tekan rata-rata yang dipakai :

35,48 N/mm<sup>2</sup> (digunakan yang terbesar dari kekuatan rata-rata yang ditargetkan)



- f. Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah Semen Gresik Tipe I
- g. Jenis Agregat Kasar Batu Pecah (ukuran maksimum 19 mm)
- h. Jenis Agregat Halus jenis pasir yang digunakan berasal dari Lumajang
- i. Modulus kehalusan agregat halus = 2,42 (didapat dari komulatif tertahan saringan No. 100)

j. Faktor Air Semen :

Didapat dari Tabel 4.17 adalah 0,61

k. Nialai Slump :

Didapat dari Tabel 4.18 adalah 75 mm

l. Kadar Air Bebas :

Didapat dari Tabel 4.19 adalah 205 kg/m<sup>3</sup>

m. Kadar udara bebas

Didapat dari Tabel 4.19 adalah 2% per m<sup>3</sup>

n. Jumlah semen :

$$\frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} = \frac{205}{0,61} = 336,065 \text{ kg/m}^3$$

- o. Berat jenis semen didapat dari hasil uji laboratorium adalah 3150 kg/m<sup>3</sup>
- p. Berat jenis agregat halus didapat dari hasil uji laboratorium 2730 kg/m<sup>3</sup>
- q. Berat jenis agregat kasar didapat dari hasil uji laboratorium 2714 kg/m<sup>3</sup>
- r. Berat volume agregat kasar didapat dari hasil uji laboratorium 1500 kg/m<sup>3</sup>
- s. Jumlah persentase agregat kasar:  
Didapat dari Tabel 4.20 adalah 0,65 atau 65% (dari hasil interpolasi)

t. Berat jenis beton :

Didapat dari Tabel 4.21 adalah 2345 kg/m<sup>3</sup>

u. Jumlah agregat kasar :

Jumlah persentase agregat kasar x Berat volume agregat kasar

$$0,65 \times 1500 = 975 \text{ kg}$$

v. Penentuan poporsi unsur beton bagi adukan beton untuk setiap  $\text{m}^3$  dari tahapan perhitungan yang telah dilakukan :

$$\text{Volume Air} : 205/1000 = 0,205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Semen} : 336,065/3150 = 0,107 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Agregat kasar} : 975/2714 = 0,359 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Udara} : 2\% \times 1 = 0,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Total volume di luar unsur agregat halus: } 0,691 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume padat dari pasir} & : 1 - \text{Total volume diluar unsur} \\ \text{agregat halus} & 1 - 0,691 = 0,309 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Berat rencana agregat halus} : 0,309 \times 2730 = 843,57 \text{ kg}$$

w. Perhitungan berat bagi setiap  $\text{m}^3$  beton adalah :

$$\text{Semen} : 336,065 \text{ kg}$$

$$\text{Air} : 205 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat Halus} : 843,57 \text{ kg (Kondisi SSD)}$$

$$\text{Agregat kasar} : 975 \text{ kg (Kondisi SSD)}$$

x. Konversi Ke kondisi lapangan

$$\text{Pasir} : (100+3,89)/(100+0,74) \times 843,57 = 869,947 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} : (100+ 1,5)/(100+1,9415) \times 975 = 970,78 \text{ kg}$$

$$\text{Air} : (205 + (843,57- 869,947)+(975-970,78)) = 182,849 \text{ kg}$$

$$\text{PC} = 336,065 \text{ kg}$$

**Kebutuhan Cor Untuk Satu Silinder**

$$\begin{aligned}
 \text{PC} &= 0,0052 \times 336,065 \times 1,2 = 2,09 \text{ kg} \\
 \text{Agregat Kasar} &= 0,0052 \times 970,78 \times 1,2 = 6,06 \text{ kg} \\
 \text{Agregat Halus} &= 0,0052 \times 869,947 \times 1,2 = 5,428 \text{ kg} \\
 \text{Air} &= 0,0052 \times 182,849 \times 1,2 = \underline{1,141 \text{ kg}} + \\
 &= 14,719 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan PET untuk satu silinder

$$0,5\% \times 14,719 = 0,074 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas maka kebutuhan cor untuk satu silinder dapat ditabelkan sebagai berikut :

**Tabel 4.22** Tabel Kebutuhan Untuk Satu Silinder Dengan Penambahan PET 0,5%

Bahan	Tanpa PET		Dengan PET 0,5%	
	kg	%	kg	%
PC	2,09	16,04	2,09	15,915
Pasir	5,428	35,18	5,428	35,055
Krikil	6,06	41	6,06	40,875
Air	1,141	7,78	1,141	7,655
PET	0	0	0,074	0,5
$\Sigma$	14,719	100	14,793	100

Berikut ini adalah table kebutuhan *fly ash* untuk satu silinder pada setiap perlakuan :

**Tabel 4.23** Kebutuhan Fly Ash Untuk Satu Silinder

Berat Semen (kg)	Fly Ash		
	Variasi (%)	kg	gr
2,09	0	0	0
2,09	5	0,1045	104,5
2,09	10	0,209	209
2,09	15	0,3135	313,5
2,09	20	0,418	418

## BAB V

### HASIL DAN ANALISA DATA PENELITIAN

#### 5.1 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

##### 5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder 15x30 cm pada setiap variasi PET 0,5% dan campuran *fly ash* 0%,5%,10%,15% dan 20% pada umur beton 28 hari. Berikut merupakan perhitungan yang menggunakan data tegangan hancur beton pada setiap variasi yang kemudian dibuatkan dalam bentuk tabel.

##### a. Perhitungan Tegangan Tekan Beton

###### 1. Tegangan hancur riil PET 0,5% dan *fly ash* 0%

$$f'c = \frac{P}{A.Fu} = \frac{P}{3,14 \times r^2 \cdot l} = \frac{520000}{3,14 \times 75^2 \cdot 1} = 29,441 \text{ MPa}$$

##### b. Analisa Perhitungan Kuat Tekan Beton

###### 1. Kuat Tekan Rata-rata

Kuat Tekan Rata-rata Dengan Variasi *fly ash* 0% :

$$f'_{cr} = \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} = \frac{442,463}{16} = 27,654 \text{ MPa}$$

###### 2. Standart Deviasi :

Standart Deviasi Variasi *fly ash* 0% :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{14.059}{16 - 1}} = 0,968 \text{ MPa}$$



Untuk 16 benda uji, standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga:

$$s = 0,968 \times 1,16 = 1,123$$

3. *Kuat tekan karakteristik beton :*

Kuat tekan karakteristik beton *fly ash* 0% :

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 \times s$$

$$f_c' = f'_{cr} - 1,34 \times s = 27,654 - 1,34 \times 1,123 = 26,149 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} = f'_c + (2,33 \times s + 3,5)$$

$$f_c' = f'_{cr} - (2,33 \times s + 3,5) = 27,654 - (2,33 \times 1,123 + 3,5) = 21,537 \text{ MPa}$$

Karakteristik beton yang dipakai sebesar 26,149 MPa.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0%

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Ukuran Benda uji	Berat (kg)	Tekan Hancur (N)	Tegangan Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	s (MPa)	fc' (MPa)
1	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,02	520000	29,441	27,654	3,193	1,123	26,149
2	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,05	485000	27,459		0,038		
3	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,92	480000	27,176		0,228		
4	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,95	480000	27,176		0,228		
5	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,04	480000	27,176		0,228		
6	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,96	485000	27,459		0,038		
7	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,98	480000	27,176		0,228		
8	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,15	480000	27,176		0,228		
9	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,82	475000	26,893		0,579		
10	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,92	490000	27,742		0,008		
11	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	490000	27,742		0,008		
12	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,01	485000	27,459		0,038		
13	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	485000	27,459		0,038		
14	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	480000	27,176		0,228		
15	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,04	480000	27,176		0,228		
16	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,93	540000	30,573		8,522		
Jumlah							442,463		14,059		

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Tabel 5.2 Data Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 5%**

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Ukuran Benda uji	Berat (kg)	Tekan Hancur (N)	Tegangan Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	s (MPa)	fc' (MPa)
1	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,27	500000	28,309	29,052	0,552	0,54785	28,318
2	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,11	510000	28,875		0,031		
3	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,00	515000	29,158		0,011		
4	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	515000	29,158		0,011		
5	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,13	505000	28,592		0,212		
6	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,14	510000	28,875		0,031		
7	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,22	515000	29,158		0,011		
8	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,21	515000	29,158		0,011		
9	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	510000	28,875		0,031		
10	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	510000	28,875		0,031		
11	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,38	515000	29,158		0,011		
12	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	515000	29,158		0,011		
13	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,05	510000	28,875		0,031		
14	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	510000	28,875		0,031		
15	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,99	515000	29,158		0,011		
16	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	540000	30,573		2,315		
Jumlah							464,827		3,346		

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 10%**

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Ukuran Benda uji	Berat (kg)	Tekan Hancur (N)	Tegangan Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	s (MPa)	fc' (MPa)
1	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	500000	28,309	28,822	0,263	0,907	27,606
2	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,08	510000	28,875		0,003		
3	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,88	515000	29,158		0,113		
4	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,96	515000	29,158		0,113		
5	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,9	460000	26,044		7,716		
6	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,02	510000	28,875		0,003		
7	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	515000	29,158		0,113		
8	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,19	515000	29,158		0,113		
9	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	510000	28,875		0,003		
10	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,21	510000	28,875		0,003		
11	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	515000	29,158		0,113		
12	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	515000	29,158		0,113		
13	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,12	510000	28,875		0,003		
14	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,99	510000	28,875		0,003		
15	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	515000	29,158		0,113		
16	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	520000	29,441		0,383		
Jumlah							461,146		9,171		

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 15%**

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Ukuran Benda uji	Berat (kg)	Tekan Hancur (N)	Tegangan Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	s (MPa)	fc' (MPa)
1	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,84	415000	23,496	27,955	19,879	2,551	24,537
2	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,2	500000	28,309		0,125		
3	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,13	510000	28,875		0,846		
4	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,12	510000	28,875		0,846		
5	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,17	515000	29,158		1,447		
6	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	515000	29,158		1,447		
7	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,68	500000	28,309		0,125		
8	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,82	515000	29,158		1,447		
9	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,79	500000	28,309		0,125		
10	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,72	380000	21,515		41,476		
11	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,00	510000	28,875		0,846		
12	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,95	510000	28,875		0,846		
13	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,89	515000	29,158		1,447		
14	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	515000	29,158		1,447		
15	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,87	490000	27,742		0,045		
16	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,83	500000	28,309		0,125		
Jumlah							447,275		72,524		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 20%

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Ukuran Benda uji	Berat (kg)	Tekan Hancur (N)	Tegangan Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc'-fc'r) <sup>2</sup>	s (MPa)	fc' (MPa)
1	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,83	480000	27,176	25,885	1,668	3,118	21,707
2	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	475000	26,893		1,017		
3	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,73	470000	26,610		0,526		
4	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,66	480000	27,176		1,668		
5	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,67	480000	27,176		1,668		
6	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,85	485000	27,459		2,480		
7	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,63	475000	26,893		1,017		
8	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,08	475000	26,893		1,017		
9	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,52	485000	27,459		2,480		
10	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,69	480000	27,176		1,668		
11	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,7	470000	26,610		0,526		
12	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,68	475000	26,893		1,017		
13	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,75	310000	17,551		69,444		
14	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,61	475000	26,893		1,017		
15	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,67	405000	22,930		8,730		
16	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,9	395000	22,364		12,397		
Jumlah							414,154		108,341		

Sumber : Data Hasil Penelitian

### 5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Untuk pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder 15 x 30 cm pada umur 28 hari. Pada setiap variasi jumlah benda uji untuk kuat tarik belah berjumlah 4 benda uji.

Berikut adalah perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik belah beton pada setiap variasi dan untuk keseluruhannya dibuat dalam bentuk table.

1. Kuat tarik belah PET 0,5% dan fly ash 0%

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2xP}{3.14x dxL} = \frac{2 \times 200000}{3.14 \times 150 \times 300} = 2,831 \text{ MPa}$$

2. Kuat tarik belah PET 0,5% dan fly ash 5%

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2xP}{3.14x dxL} = \frac{2 \times 210000}{3.14 \times 150 \times 300} = 2,972 \text{ MPa}$$

3. Kuat tarik belah PET 0,5% dan fly ash 10%

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2xP}{3.14x dxL} = \frac{2 \times 235000}{3.14 \times 150 \times 300} = 3,326 \text{ MPa}$$

4. Kuat tarik belah PET 0,5% dan fly ash 15%

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2xP}{3.14x dxL} = \frac{2 \times 190000}{3.14 \times 150 \times 300} = 2,689 \text{ MPa}$$

5. Kuat tarik belah PET 0,5% dan fly ash 20%

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2xP}{3.14x dxL} = \frac{2 \times 155000}{3.14 \times 150 \times 300} = 2,194 \text{ MPa}$$

**Tabel 5.6 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 0%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
1	16/05/2012	14/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,91	200000	2,831	2,803
2	16/05/2012	14/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,96	197000	2,788	
3	16/05/2012	14/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,19	200000	2,831	
4	16/05/2012	14/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,92	195000	2,760	
							11,210	

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

**Tabel 5.7 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 5%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
1	18/05/2012	15/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,94	210000	2,972	3,255
2	18/05/2012	15/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,2	250000	3,539	
3	18/05/2012	15/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	230000	3,255	
4	18/05/2012	15/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,80	230000	3,255	
							13,022	

*Sumber : Data Hasil Penelitian*



**Tabel 5.8 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 10%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
1	20/05/2012	17/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,8	235000	3,326	3,202
2	20/05/2012	17/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	205000	2,902	
3	20/05/2012	17/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,74	235000	3,326	
4	20/05/2012	17/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,02	230000	3,255	
							12,810	

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.9 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 15%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
1	24/05/2012	21/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,8	190000	2,689	2,795
2	24/05/2012	21/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,79	195000	2,760	
3	24/05/2012	21/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,84	190000	2,689	
4	24/05/2012	21/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,86	215000	3,043	
							11,182	

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.10** Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 15%

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
1	27/05/2012	24/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,62	155000	2,194	2,229
2	27/05/2012	24/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,94	195000	2,760	
3	27/05/2012	24/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,64	120000	1,699	
4	27/05/2012	24/05/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,84	160000	2,265	
							8,917	

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

### 5.1.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Untuk pengujian modulus elastisitas beton ini dilakukan pada benda uji silinder 15 x 30 cm dengan umur beton 28 hari, dimana pada setiap variasi berjumlah 16 benda uji, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat perhitungan dengan menggunakan data modulus elastisitas beton pada setiap variasi yang kemudian disajikan dalam bentuk table.

#### a. Perhitungan Regangan Beton ( $\epsilon$ )

1. Perhitungan regangan beton dengan variasi *fly ash* 0%

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{1,50}{300} = 0,005$$



#### b. Perhitungan Kuat Tekan Beton ( $f'c$ )

1. Tegangan hancur riil PET 0,5% dan *fly ash* 0%

$$f'c = \frac{P}{A.Fu} = \frac{P}{3,14 \times r^2 \cdot 1} = \frac{520000}{3,14 \times 75^2 \cdot 1} = 29,441 \text{ MPa}$$

#### c. Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ( $F'c$ )

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{f'c}{\epsilon} \\ &= \frac{29,44}{0,005} \\ &= 5888,18 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### d. Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

$$\begin{aligned} \text{M. Elastisitas Teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c'} \\ &= 4700 \times \sqrt{29,441} \\ &= 25502,2 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**Dimana :**

$\varepsilon$  = Regangan

$\Delta L$  = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

$L$  = Panjang benda uji

$f_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = Beban maksimum (N)

$A$  = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$E_t$  = Modulus elastisitas teoritis (MPa)

Selanjutnya hasil perhitungan modulus elastisitas untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

**Tabel 5.11 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$	$f_c$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	E teoritis (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,02	520000	200	0,1	0,00050	29,441	58881,8	25501,95	18646,79
2	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,05	485000	200	0,2	0,00100	27,459	27459,3	24628,77	
3	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,92	480000	200	0,25	0,00125	27,176	21741	24501,48	
4	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,95	480000	200	0,5	0,00250	27,176	10870,5	24501,48	
5	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,04	480000	200	0,4	0,00200	27,176	13588,1	24501,48	
6	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,96	485000	200	0,3	0,00150	27,459	18306,2	24628,77	
7	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,98	480000	200	0,4	0,00200	27,176	13588,1	24501,48	
8	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,15	480000	200	0,15	0,00075	27,176	36235	24501,48	
9	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,82	475000	200	0,7	0,00350	26,893	7683,75	24373,54	
10	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,92	490000	200	0,3	0,00150	27,742	18494,9	24755,39	
11	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	490000	200	0,6	0,00300	27,742	9247,46	24755,39	
12	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,01	485000	200	0,8	0,00400	27,459	6864,83	24628,77	
13	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	485000	200	0,5	0,00250	27,459	10983,7	24628,77	
14	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	480000	200	0,4	0,00200	27,176	13588,1	24501,48	
15	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,04	480000	200	0,35	0,00175	27,176	15529,3	24501,48	
16	16/05/2012	14/6/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,93	540000	200	0,4	0,00200	30,573	15286,6	1624,23	

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.12 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 5%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$	$f_c$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	E teoritis (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,27	500000	200	0,3	0,00150	28,309	18872,4	25006,72	20425,51
2	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,11	510000	200	0,3	0,00150	28,875	19249,8	25255,55	
3	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,00	515000	200	0,25	0,00125	29,158	23326,3	25379,05	
4	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	515000	200	0,3	0,00150	29,158	19438,5	25379,05	
5	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,13	505000	200	0,8	0,00400	28,592	7147,91	25131,44	
6	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,14	510000	200	0,3	0,00150	28,875	19249,8	25255,55	
7	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,22	515000	200	0,2	0,00100	29,158	29157,8	25379,05	
8	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,21	515000	200	0,3	0,00150	29,158	19438,5	25379,05	
9	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	510000	200	0,3	0,00150	28,875	19249,8	25255,55	
10	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	510000	200	0,15	0,00075	28,875	38499,6	25255,55	
11	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,38	515000	200	0,5	0,00250	29,158	11663,1	25379,05	
12	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	515000	200	0,3	0,00150	29,158	19438,5	25379,05	
13	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,05	510000	200	0,25	0,00125	28,875	23099,8	25255,55	
14	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	510000	200	0,2	0,00100	28,875	28874,7	25255,55	
15	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,99	515000	200	0,6	0,00300	29,158	9719,27	25379,05	
16	18/05/2012	15/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	540000	200	0,3	0,00150	30,573	20382,2	25987,75	

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.13 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 10%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$	$f_c$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	E teoritis (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	500000	200	0,35	0,00175	28,309	16176,3	25006,72	18417,84
2	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,08	510000	200	0,2	0,00100	28,875	28874,7	25255,55	
3	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,88	515000	200	0,2	0,00100	29,158	29157,8	25379,05	
4	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,96	515000	200	0,5	0,00250	29,158	11663,1	25379,05	
5	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,9	460000	200	0,7	0,00350	26,044	7441,11	23985,61	
6	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,02	510000	200	0,35	0,00175	28,875	16499,8	25255,55	
7	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	515000	200	0,2	0,00100	29,158	29157,8	25379,05	
8	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,19	515000	200	0,7	0,00350	29,158	8330,81	25379,05	
9	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	510000	200	0,6	0,00300	28,875	9624,91	25255,55	
10	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,21	510000	200	0,4	0,00200	28,875	14437,4	25255,55	
11	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,1	515000	200	0,8	0,00400	29,158	7289,46	25379,05	
12	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,09	515000	200	0,15	0,00075	29,158	38877,1	25379,05	
13	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,12	510000	200	0,2	0,00100	28,875	28874,7	25255,55	
14	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,99	510000	200	0,5	0,00250	28,875	11549,9	25255,55	
15	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,06	515000	200	0,8	0,00400	29,158	7289,46	25379,05	
16	20/05/2012	17/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,03	520000	200	0,2	0,00100	29,441	29440,9	25501,95	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.14 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 15%

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$	$f_c$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	E teoritis (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,84	415000	200	0,8	0,00400	23,496	5874,03	22782,21	15747,55
2	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,2	500000	200	0,2	0,00100	28,309	28308,6	25006,72	
3	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,13	510000	200	0,5	0,00250	28,875	11549,9	25255,55	
4	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,12	510000	200	0,2	0,00100	28,875	28874,7	25255,55	
5	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,17	515000	200	0,6	0,00300	29,158	9719,27	25379,05	
6	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	515000	200	0,2	0,00100	29,158	29157,8	25379,05	
7	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,68	500000	200	0,3	0,00150	28,309	18872,4	25006,72	
8	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,82	515000	200	0,35	0,00175	29,158	16661,6	25379,05	
9	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,79	500000	200	0,4	0,00200	28,309	14154,3	25006,72	
10	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,72	380000	200	0,5	0,00250	21,515	8605,8	21800,36	
11	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13	510000	200	0,5	0,00250	28,875	11549,9	25255,55	
12	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,95	510000	200	0,4	0,00200	28,875	14437,4	25255,55	
13	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,89	515000	200	0,3	0,00150	29,158	19438,5	25379,05	
14	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,07	515000	200	0,6	0,00300	29,158	9719,27	25379,05	
15	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,87	490000	200	0,9	0,00450	27,742	6164,98	24755,39	
16	24/05/2012	21/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,83	500000	200	0,3	0,00150	28,309	18872,4	25006,72	

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Tabel 5.15 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 20%**

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	$\Delta L$ (mm)	$\epsilon$	$f_c$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	E teoritis (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,83	480000	200	0,5	0,00250	27,176	10870,5	21657,60	9885,01
2	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,97	475000	200	0,4	0,00200	26,893	13446,6	21798,60	
3	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,73	470000	200	0,8	0,00400	26,610	6652,51	21944,30	
4	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,66	480000	200	0,7	0,00350	27,176	7764,63	21220,50	
5	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,67	480000	200	0,6	0,00300	27,176	9058,74	20924,40	
6	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,85	485000	200	0,4	0,00200	27,459	13729,7	21511,90	
7	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,63	475000	200	0,5	0,00250	26,893	10757,3	20313,40	
8	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	13,08	475000	200	0,5	0,00250	26,893	10757,3	22226,30	
9	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,52	485000	200	0,5	0,00250	27,459	10983,7	23857,20	
10	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,69	480000	200	0,6	0,00300	27,176	9058,74	21798,60	
11	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,7	470000	200	0,5	0,00250	26,610	10644	21657,60	
12	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,68	475000	200	0,6	0,00300	26,893	8964,38	21798,60	
13	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,75	310000	200	0,45	0,00225	17,551	7800,58	21511,90	
14	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,61	475000	200	0,5	0,00250	26,893	10757,3	21657,60	
15	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,67	405000	200	0,8	0,00400	22,930	5732,48	22508,30	
16	27/05/2012	24/06/2012	28	Silinder 15x30 cm	12,9	395000	200	0,4	0,00200	22,364	11181,9	22226,30	

Sumber : Data Hasil Penelitian

## 1.2 Pengujian Interval Kepercayaan

Data-data penelitian yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan pengujian interval kepercayaan, dimana tujuannya adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan (sudjana, 1982)

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

### 1.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan

Dibawah ini adalah pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan pada setiap variasi.

**Tabel 5.16 Data Pengujian Kuat Tekan**

No	Kuat Tekan (MPa)					
	Variasi Fly Ash	0%	5%	10%	15%	20%
1		29,441	28,309	28,309	23,496	27,176
2		27,459	28,875	28,875	28,309	26,893
3		27,176	29,158	29,158	28,875	26,61
4		27,176	29,158	29,158	28,875	27,176
5		27,176	28,592	26,044	29,158	27,176
6		27,459	28,875	28,875	29,158	27,459
7		27,176	29,158	29,158	28,309	26,893
8		27,176	29,158	29,158	29,158	26,893
9		26,893	28,875	28,875	28,309	27,459
10		27,742	28,875	28,875	21,515	27,176
11		27,742	29,158	29,158	28,875	26,61
12		27,459	29,158	29,158	28,875	26,893
13		27,459	28,875	28,875	29,158	17,551
14		27,176	28,875	28,875	29,158	26,893
15		27,176	29,158	29,158	27,742	22,93
16		30,573	30,573	29,441	28,309	22,364

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel diatas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n} \\ &= \frac{29.441+27.459+\dots+30,57}{16} \\ &= 27.654 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((29.441-27.54)^2+ \dots+(30,57-27.654)^2)}{16-1}} \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

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

$$\bullet \quad dk = n - 1 = 16 - 1 = 15$$

$$\bullet \quad t_{0,975} = 2,131 \text{ (tabel distribusi t)}$$

Dimana :  $X$  = Nilai rata-rata

$s$  = Standart deviasi

$P$  = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$= x - \left( t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{16}} \right)$$

$$= 27.654 - \left( 2,131 \times \frac{0,97}{\sqrt{16}} \right) < \mu < 27.654 + \left( 2,131 \times \frac{0,97}{\sqrt{16}} \right)$$

$$= 27.137 < \mu < 28.169$$

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

**Tabel 5.17 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Semua Variasi**

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0%	26,149	1,123	0,975	15	2,131	27,138	< $\mu$ <	28,169
5%	28,318	0,548	0,975	15	2,131	28,799	< $\mu$ <	29,303
10%	27,606	0,974	0,975	15	2,131	28,405	< $\mu$ <	29,238
15%	24,537	1,234	0,975	15	2,131	26,783	< $\mu$ <	29,186
20%	21,707	0,718	0,975	15	2,131	24,452	< $\mu$ <	27,417

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi fly ash 0% yang memenuhi syarat berjumlah 13 buah, pada variasi fly ash 5% yang memenuhi syarat berjumlah 13 buah, pada variasi fly ash 10% yang memenuhi syarat berjumlah 13 buah, pada variasi fly ash 15% yang memenuhi syarat berjumlah 13 buah, dan pada variasi fly ash 20% yang memenuhi syarat berjumlah 13 buah, setelah di sortir maka datanya seperti tabel berikut.

**Tabel 5.18 Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

No	Kuat Tekan (MPa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	0	0	0	0	27,176
2	27,459	28,875	28,875	28,309	26,893
3	27,176	29,158	29,158	28,875	26,61
4	27,176	29,158	29,158	28,875	27,176
5	27,176	0	0	29,158	27,176
6	27,459	28,875	28,875	29,158	27,459
7	27,176	29,158	29,158	28,309	26,893
8	27,176	29,158	29,158	29,158	26,893
9	0	28,875	28,875	28,309	27,459
10	27,742	28,875	28,875	0	27,176
11	27,742	29,158	29,158	28,875	26,61
12	27,459	29,158	29,158	28,875	26,893
13	27,459	28,875	28,875	29,158	0
14	27,176	28,875	28,875	29,158	26,893
15	27,176	29,158	29,158	0	0
16	0	0	0	28,309	0

Sumber : Data Hasil Penelitian

### 5.2.3 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Ini adalah pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah :

**Tabel 5.19** Data Pengujian Kuat Tarik Belah

No.	Kuat Tarik Belah (MPa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	2.831	2.972	3.326	2.689	2.194
2	2.788	3.539	2.902	2.760	2.760
3	2.831	3.255	3.326	2.689	1.699
4	2.760	3.255	3.255	3.043	2.265

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel diatas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$   
 $= \frac{2,831+2,788+2,831+2,760}{4}$   
 $= 2,803 \text{ MPa}$

- $s = \sqrt{\frac{((2,831-2,803)^2 + \dots + (2,760-2,803)^2)}{4-1}}$   
 $= 0,035$

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

- $dk = n - 1 = 4 - 1 = 3$

- $t_{0,975} = 3,182$  (tabel distribusi t)

Dimana :  $X =$  Nilai rata-rata

$s =$  Standart deviasi

$P =$  Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left( t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,803 - \left( 3,182 \times \frac{0,035}{\sqrt{4}} \right) < \mu < 2,803 + \left( 3,182 \times \frac{0,035}{\sqrt{4}} \right) \\
 &= 2,747 < \mu < 2,858
 \end{aligned}$$

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

**Tabel 5.20 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah**

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0%	2.803	0,035	0,975	3	3.182	2.746	< $\mu$ <	2.858
5%	3.255	0,231	0,975	3	3.182	2.888	< $\mu$ <	3.623
10%	3.202	0,220	0,975	3	3.182	2.852	< $\mu$ <	3.553
15%	2.795	0,168	0,975	3	3.182	2.527	< $\mu$ <	3.063
20%	2.229	0,434	0,975	3	3.182	1.538	< $\mu$ <	2.920

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas maka data pada hasil kuat tarik belah pada semua variasi, semua memenuhi syarat maka datanya sebagai berikut :

**Tabel 5.21 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

No.	Kuat Tarik Belah (MPa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	2.831	2.972	3.326	2.689	2.194
2	2.788	3.539	2.902	2.760	2.760
3	2.831	3.255	3.326	2.689	1.699
4	2.760	3.255	3.255	3.043	2.265

Sumber : Data Hasil Penelitian

## 5.2.4 Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

Dibawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk modulus elastisitas dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

**Tabel 5.22** Data Pengujian Modulus Elastisitas

No.	Modulus Elastisitas (MPa)				
	Variasi 0%	Variasi 5%	Variasi 10%	Variasi 15%	Variasi 20%
1	58881,8	18872,4	16176,3	5874,03	10870,5
2	27459,3	19249,8	28874,7	28308,6	13446,6
3	21741	23326,3	29157,8	11549,9	6652,51
4	10870,5	19438,5	11663,1	28874,7	7764,63
5	13588,1	7147,91	7441,11	9719,27	9058,74
6	18306,2	19249,8	16499,8	29157,8	13729,7
7	13588,1	29157,8	29157,8	18872,4	10757,3
8	36235	19438,5	8330,81	16661,6	10757,3
9	7683,75	19249,8	9624,91	14154,3	10983,7
10	18494,9	38499,6	14437,4	8605,8	9058,74
11	9247,46	11663,1	7289,46	11549,9	10644
12	6864,83	19438,5	38877,1	14437,4	8964,38
13	10983,7	23099,8	28874,7	19438,5	7800,58
14	13588,1	28874,7	11549,9	9719,27	10757,3
15	15529,3	9719,27	7289,46	6164,98	5732,48
16	15286,6	20382,2	29440,9	18872,4	11181,9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel diatas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Modulus Elastisitas}}{n} \\ &= \frac{58881,8+27459,3+\dots+15286,6}{16} \\ &= 18646,79\text{MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((58881,8-18646,79)^2 + \dots + (15286,6-18646,79)^2)}{16-1}} \\ &= 5856,85 \end{aligned}$$

- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 16 - 1 = 15$
- $t_{0,975} = 2,131$  (tabel distribusi t)

Dimana :  $X =$  Nilai rata-rata

$s =$  Standart deviasi

$P =$  Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 18646,79 - \left( 2,131 \times \frac{5856,86}{\sqrt{16}} \right) < \mu < 18646,79 + \left( 2,131 \times \frac{5856,86}{\sqrt{16}} \right)$$

$$= 11659,97873 < \mu < 25633,60466$$

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

**Tabel 5.23 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas**

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0%	16426,63	5856,85	0,975	15	2,131	11659,97873	< $\mu$ <	25633,60466
5%	25458,67	5919,38	0,975	15	2,131	16373,16189	< $\mu$ <	24477,86429
10%	15938,73	9196,32	0,975	15	2,131	12820,82483	< $\mu$ <	409277,9633
15%	13485,23	6464,68	0,975	15	2,131	11471,90629	< $\mu$ <	401557,9533
20%	9885,01	2205,01	0,975	15	2,131	8709,739943	< $\mu$ <	22963,58931

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Tabel 5.24 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No.	Modulus Elastisitas (MPa)				
	Variasi 0%	Variasi 5%	Variasi 10%	Variasi 15%	Variasi 20%
1	58881,8	18872,4	16176,3	5874,03	10870,5
2	27459,3	19249,8	28874,7	28308,6	13446,6
3	21741	23326,3	29157,8	11549,9	6652,51
4	10870,5	19438,5	11663,1	28874,7	7764,63
5	13588,1	7147,91	7441,11	9719,27	9058,74
6	18306,2	19249,8	16499,8	29157,8	13729,7
7	13588,1	29157,8	29157,8	18872,4	10757,3
8	36235	19438,5	8330,81	16661,6	10757,3
9	7683,75	19249,8	9624,91	14154,3	10983,7
10	18494,9	38499,6	14437,4	8605,8	9058,74
11	9247,46	11663,1	7289,46	11549,9	10644
12	6864,83	19438,5	38877,1	14437,4	8964,38
13	10983,7	23099,8	28874,7	19438,5	7800,58
14	13588,1	28874,7	11549,9	9719,27	10757,3
15	15529,3	9719,27	7289,46	6164,98	5732,48
16	15286,6	20382,2	29440,9	18872,4	11181,9

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

### **5.3 Pengujian Hipotesis**

#### **5.3.1 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan**

Untuk melakukan uji hipotesis penelitian, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penggunaan PET 0,5% dan fly ash dengan tanpa fly ash.

**Tabel 5.25** Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No.	Fly Ash 0%		Fly Ash 5%		Fly Ash 10%		Fly Ash 15%		Fly Ash 20%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	27,176	738,53	
2	27,459	754,00	28,875	833,77	28,875	833,77	28,309	801,40	26,893	723,23	
3	27,176	738,53	29,158	850,19	29,158	850,19	28,875	833,77	26,61	708,09	
4	27,176	738,53	29,158	850,19	29,158	850,19	28,875	833,77	27,176	738,53	
5	27,176	738,53	0	0	0	0,00	29,158	850,19	27,176	738,53	
6	27,459	754,00	28,875	833,77	28,875	833,77	29,158	850,19	27,459	754,00	
7	27,176	738,53	29,158	850,19	29,158	850,19	28,309	801,40	26,893	723,23	
8	27,176	738,53	29,158	850,19	29,158	850,19	29,158	850,19	26,893	723,23	
9	0	0	28,875	833,77	28,875	833,77	28,309	801,40	27,459	754,00	
10	27,742	769,62	28,875	833,77	28,875	833,77	0	0	27,176	738,53	
11	27,742	769,62	29,158	850,19	29,158	850,19	28,875	833,77	26,61	708,09	
12	27,459	754,00	29,158	850,19	29,158	850,19	28,875	833,77	26,893	723,23	
13	27,459	754,00	28,875	833,77	28,875	833,77	29,158	850,19	0	0	
14	27,176	738,53	28,875	833,77	28,875	833,77	29,158	850,19	26,893	723,23	
15	27,176	738,53	29,158	850,19	29,158	850,19	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	28,309	801,40	0	0	
SY	355,55		377,36		377,36		374,53		351,31		1836,097
SY <sup>2</sup>	9724,97		10953,92		10953,92		10791,61		9494,48		51918,89
n	13		13		13		13		13		65

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 \\ &= 9724.97 + 10953.92 + 10953.92 + 10791.61 + 9494.48 \\ &= 51918.89\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= \frac{(\sum Y)^2}{n_{\text{total}}} \\ &= \frac{1836,097^2}{65} \\ &= 51865,42\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left( \frac{355.55^2}{13} + \frac{377.36^2}{13} + \frac{377.36}{13} + \frac{374.53^2}{13} + \frac{351.31^2}{13} \right) - 51865,42 \\ &= 49,863\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 51918.89 - 51865,42 - 49,863 \\ &= 3.61\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

**Tabel 5.26 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan**

Sumber Variasi	DK	JK	KT
Rata-rata	1	51865,42	51865,42
Antar perlakuan	4	49,863	12,466
Dalam perlakuan	60	3,61	0,0602
Jumlah	65		

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

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

$$F_{hitung} = \frac{12,466}{0,0602} = 207,076$$

Dalam tabel fisher pada buku Statistika Untuk Penelitian (Sugiyono, 2012; 383), nilai  $F_{tabel} (0,05 ; 4 ; 65) = 2,51$ , jadi nilai  $F_{hitung} = 207,076 > F_{tabel} = 2.51$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) 0,5% dengan fly ash terhadap nilai kuat tekan beton.

### **5.3.2 Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton**

Untuk melakukan uji hipotesis penelitian, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penggunaan PET 0,5% dan fly ash dengan tanpa fly ash.

**Tabel 5.27 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No.	Variasi 0%		Variasi 5%		Variasi 10%		Variasi 15%		Variasi 15%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	2,831	8,015	2,972	8,833	3,326	11,062	2,689	7,231	2,194	4,814	
2	2,788	7,773	3,539	12,525	2,902	8,422	2,760	7,618	2,760	7,618	
3	2,831	8,015	3,255	10,595	3,326	11,062	2,689	7,231	1,699	2,887	
4	2,760	7,618	3,255	10,595	3,255	10,595	3,043	9,260	2,265	5,130	
<b>SY</b>	11,210		13,021		12,809		11,181		8,918		57,139
<b>SY<sup>2</sup></b>	31,420		42,547		41,141		31,339		20,448		166,895
<b>n</b>	4		4		4		4		4		20

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 \\ &= 31,420 + 42,547 + 41,141 + 31,339 + 20,448 \\ &= 166,895\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= \frac{(\sum y)^2}{n_{\text{total}}} \\ &= \frac{57,139^2}{20} \\ &= 163,24\end{aligned}$$



- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left( \frac{11,210^2}{4} + \frac{13,021^2}{4} + \frac{12,089^2}{4} + \frac{11,181^2}{4} + \frac{8,918^2}{4} \right) - 163,24 \\ &= 2,717\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 166,895 - 163,24 - 2,717 \\ &= 0,938\end{aligned}$$



Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

**Tabel 5.28** Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Belah

Sumber Variasi	DK	JK	KT
Rata-rata	1	163,24	163,24
Antar perlakuan	4	2,717	0,679
Dalam perlakuan	15	0,938	0,063
Jumlah	20		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{0,679}{0,063} = 10,952$$

Dalam tabel fisher pada buku Statistika Untuk Penelitian (Sugiyono, 2012; 383), nilai  $F_{tabel} (0,05 ; 4 ; 20) = 2,87$ , jadi nilai  $F_{hitung} = 10,952 > F_{tabel} = 2,87$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) 0,5% dengan fly ash terhadap nilai kuat tarik belah beton.

### **5.3.3 Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton**

Untuk melakukan uji hipotesis penelitian, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penggunaan PET 0,5% dan fly ash dengan tanpa fly ash.

**Tabel 5.29 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No.	Fly Ash 0%		Fly Ash 5%		Fly Ash 10%		Fly Ash 15%		Fly Ash 20%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	58881,8	3467066371,24	18872,4	356167481,76	16176,3	261672681,69	5874,03	34504228,44	10870,5	118167770,25	
2	27459,3	754013156,49	19249,8	370554800,04	28874,7	833748300,09	28308,6	801376833,96	13446,6	180811051,56	
3	21741	472671081,00	23326,3	544116271,69	29157,8	850177300,84	11549,9	133400190,01	6652,51	44255889,30	
4	10870,5	118167770,25	19438,5	377855282,25	11663,1	136027901,61	28874,7	833748300,09	7764,63	60289479,04	
5	13588,1	184636461,61	7147,91	51092617,37	7441,11	55370118,03	9719,27	94464209,33	9058,74	82060770,39	
6	18306,2	335116958,44	19249,8	370554800,04	16499,8	272243400,04	29157,8	850177300,84	13729,7	188504662,09	
7	13588,1	184636461,61	29157,8	850177300,84	29157,8	850177300,84	18872,4	356167481,76	10757,3	115719503,29	
8	36235	1312975225,00	19438,5	377855282,25	8330,81	69402395,26	16661,6	277608914,56	10757,3	115719503,29	
9	7683,75	59040014,06	19249,8	370554800,04	9624,91	92638892,51	14154,3	200344208,49	10983,7	120641665,69	
10	18494,9	342061326,01	38499,6	1482219200,16	14437,4	208438518,76	8605,8	74059793,64	9058,74	82060770,39	
11	9247,46	85515516,45	11663,1	136027901,61	7289,46	53136227,09	11549,9	133400190,01	10644	113294736,00	
12	6864,83	47125890,93	19438,5	377855282,25	38877,1	1511428904,41	14437,4	208438518,76	8964,38	80360108,78	
13	10983,7	120641665,69	23099,8	533600760,04	28874,7	833748300,09	19438,5	377855282,25	7800,58	60849048,34	
14	13588,1	184636461,61	28874,7	833748300,09	11549,9	133400190,01	9719,27	94464209,33	10757,3	115719503,29	
15	15529,3	241159158,49	9719,27	94464209,33	7289,46	53136227,09	6164,98	38006978,40	5732,48	32861326,95	
16	15286,6	233680139,56	20382,2	415434076,84	29440,9	866766592,81	18872,4	356167481,76	11181,9	125034887,61	
SY	298348,64		326807,98		294685,25		251960,85		158160,36		1329963,08
SY <sup>2</sup>	8143143658,44		7542278366,60		7081513251,17		4864184121,64		1636350676,25		29267470074,10
n	16		16		16		16		16		80

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan

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

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 \\ &= 8143143658,44 + 7542278366,60 + 7081513251,17 + \\ &\quad 4864184121,64 + 1636350676,25 \\ &= 29267470074,10 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= \frac{(\sum y)^2}{n_{total}} \\ &= \frac{1329963,08^2}{80} \\ &= 22110022427 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned} P_y &= \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left( \frac{298348,64^2}{16} + \frac{326807,98^2}{16} + \frac{294685,25^2}{16} + \frac{251960,85^2}{16} + \frac{158160,36^2}{16} \right) - 22110022427 \\ &= 1087085870 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned} E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 29267470074,10 - 22110022427 - 1087085870 \\ &= 6070361776,782 \end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

**Tabel 5.30 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan**

Sumber Variasi	DK	JK	KT
Rata-rata	1	29267470074	29267470074
Antar perlakuan	4	1087085870	271771467,5
Dalam perlakuan	75	6070361777	80938157,02
Jumlah	80		

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

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

$$F_{hitung} = \frac{271771467,5}{80938157,02} = 3,36$$

Dalam tabel fisher pada buku Statistika Untuk Penelitian (Sugiyono, 2012; 383), nilai  $F_{tabel} (0,05 ; 4 ; 80) = 2,48$ , jadi nilai  $F_{hitung} = 3,36 > F_{tabel} = 2.48$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) 0,5% dengan fly ash terhadap nilai modulus elastisitas beton.

## 5.4 Analisa Regresi

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

Untuk menganalisa variasi penambahan bahan tambahan terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik sebagai regresi, dengan bentuk persamaan  $\hat{Y} = a + bX + cX^2$ .

Dengan persamaan perhitungan

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

$$\Sigma xY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3$$

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



### 5.4.1 Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan

Perhitungan di bawah ini diambil data kuat tekan untuk diuji dengan regresi

**Tabel 5.31** Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan

No.	Variasi (%)	Nilai	x <sup>2</sup>	x <sup>3</sup>	x <sup>4</sup>	xy	x <sup>2</sup> y	y <sup>2</sup>
1	0	26,149	0	0	0	0	0	683,77
2	5	28,318	25	125	625	141,59	707,95	801,909
3	10	27,606	100	1000	10000	276,06	2760,6	762,091
4	15	24,537	225	3375	50625	368,06	5520,8	602,064
5	20	21,707	400	8000	160000	434,14	8682,8	471,194
Total	50	128,32	750	12500	221250	1219,8	17672	3321,03

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.29, maka didapat persamaan:

$$128,32 = 5a + 50b + 750c$$

$$1219,8 = 50a + 750b + 12500c$$

$$17672 = 750a + 12500b + 221250c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 26,43$$

$$b = 0,452$$

$$c = -0,035$$

Maka didapat persamaan

$$\hat{Y} = -0,035x^2 + 0,452x + 26,43$$

Mencari koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left( \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left( \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 0,452 \left( 1219,8 - \frac{(50 \times 128,32)}{5} \right) \right\} + \left\{ -0,035 \left( 17672 - \frac{750 \times 128,32}{5} \right) \right\} \\ &= -28,66 + 55,16 = 26,50 \end{aligned}$$

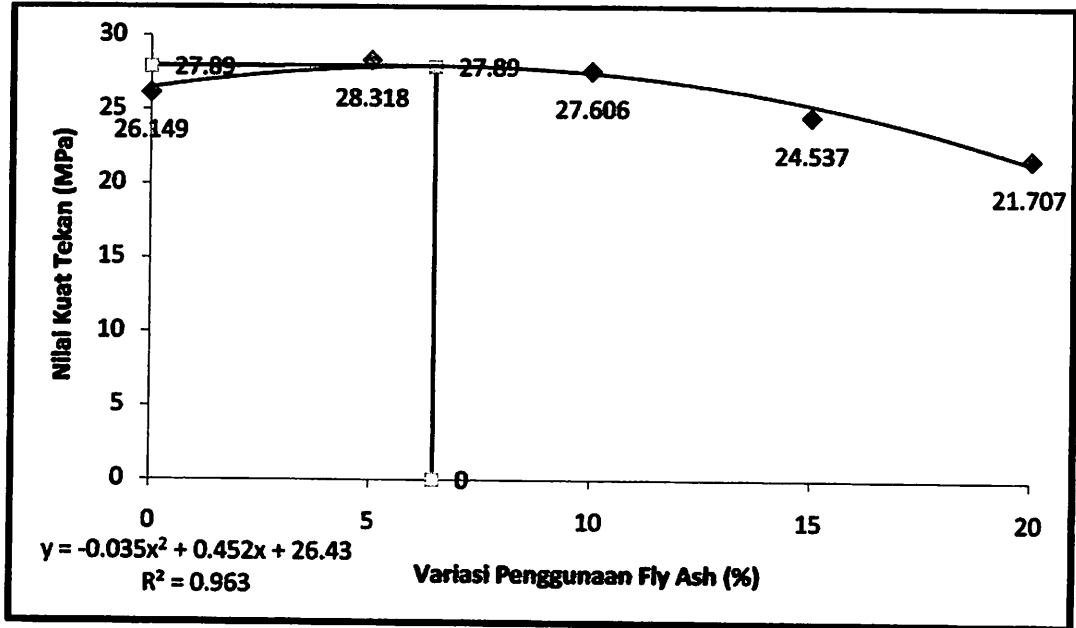
$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 3321,03 - \frac{(128,32)^2}{5} \\ &= 27,825 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(ba)}{JK(E)} \\ &= \frac{26,503}{27,825} \\ &= 0,963 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisa regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah kuat tekan sebagai variable terkait dengan penambahan variasi fly ash dari variasi 0% sampai 20% sebagai variable terikat, untuk kuat tekan menghasilkan  $\hat{Y} = -0,035x^2 + 0,452x + 26,43$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,96 hal ini berarti 9,63% perubahan dari nilai kuat tekan dipengaruhi

oleh penambahan bahan tambahan berupa fly ash hal ini dikarenakan sifat fly ash yang dapat mengikat agregat dengan baik namun pada penambahan fly ash sebanyak 10% kuat tekan beton mengalami penurunan. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

**Grafik 5.1 Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan**



Sumber : Data Hasil Penelitian

#### 5.4.2 Analisa Regresi Untuk Tarik Belah

Perhitungan di bawah ini diambil data kuat tarik belah untuk diuji dengan regresi.

**Tabel 5.32 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Belah**

No.	Variasi (%)	Nilai	x2	x3	x4	xy	x2y	y2
1	0	2,803	0	0	0	0	0	7,85681
2	5	3,255	25	125	625	16,275	81,375	10,595
3	10	3,202	100	1000	10000	32,02	320,2	10,2528
4	15	2,795	225	3375	50625	41,925	628,88	7,81203
5	20	2,229	400	8000	160000	44,58	891,6	4,96844
Total	50	14,284	750	12500	221250	134,8	1922,1	41,4851

Sumber : Data Hasil Penelitian



Dari tabel 5.30 di dapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}14.284 &= 5a + 50b + 750c \\134.8 &= 50a + 750b + 12500c \\1922.1 &= 750b + 12500b + 221250c\end{aligned}$$

Dari tiga persamaan didapat :

$$a = 2.837$$

$$b = 0.104$$

$$c = -0.006$$

Maka didapat persamaan

$$\hat{Y} = -0,006x^2 + 0,104x + 2,837$$

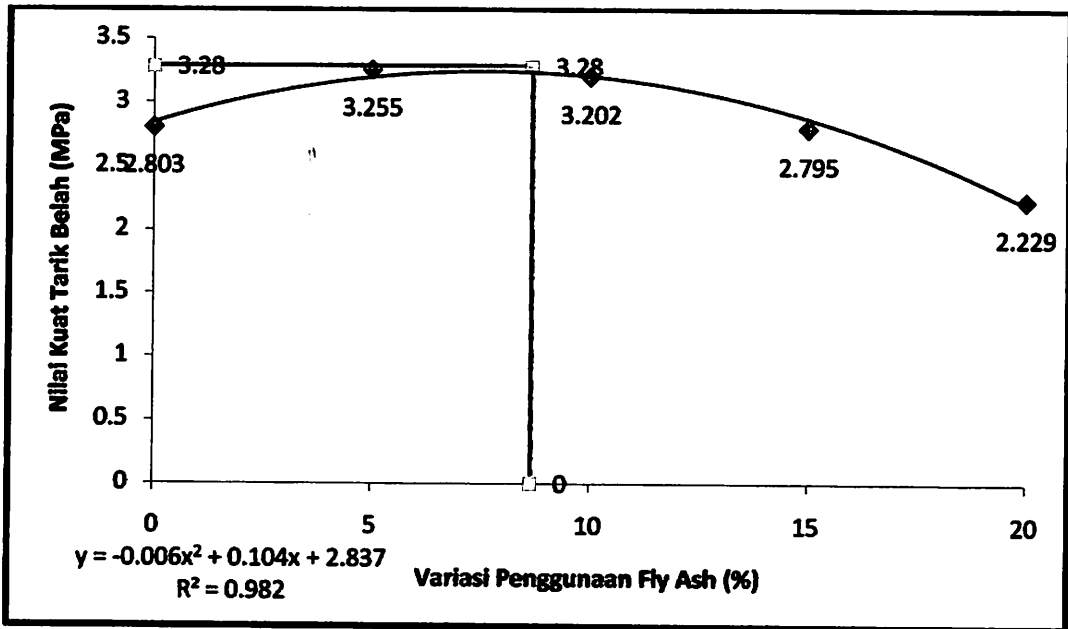
Mencari koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$\begin{aligned}JK(b|a) &= \left\{ b \left( \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left( \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right) \right\} \\&= \left\{ 0.1038 \left( 134.8 - \frac{(50 \times 14.284)}{5} \right) \right\} + \left\{ -0.0068 \left( 1922.1 - \frac{750 \times 14.284}{5} \right) \right\} \\&= 0.6648\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\&= 41.4851 - \frac{(14.284)^2}{5} \\&= 0.679\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R^2 &= \frac{JK(ba)}{JK(E)} \\&= \frac{0.6648}{0.679} \\&= 0.98\end{aligned}$$

**Grafik 5.2 Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Belah**



Sumber : Data Hasil Penelitian

### 5.4.3 Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas

Perhitungan di bawah ini diambil data modulus elastisitas untuk diuji dengan regresi.

**Tabel 5.33 Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas**

No.	Variasi (%)	Nilai	x <sup>2</sup>	x <sup>3</sup>	x <sup>4</sup>	xy	x <sup>2</sup> y	y <sup>2</sup>
1	0	6295,4	0	0	0	0	0	39631431,62
2	5	6721,3	25	125	625	33606,65	168033,3	45176276,97
3	10	6449,2	100	1000	10000	64492,1	644921	41592309,62
4	15	5260,3	225	3375	50625	78904,8	1183572	27670966,5
5	20	4361,8	400	8000	160000	87236	1744720	19025299,24
Total	50	29088	750	12500	221250	264239,6	3741246	173096284

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.31 di dapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 29088 &= 5a + 50b + 750c \\
 264239,6 &= 50a + 750b + 12500c \\
 3741246 &= 750b + 12500c + 221250c
 \end{aligned}$$

Dari tiga persamaan didapat :

$$a = 18787$$

$$b = 467,1$$

$$c = -45,55$$

Maka didapat persamaan

$$\hat{Y} = -45,55x^2 + 467,1x + 18787$$

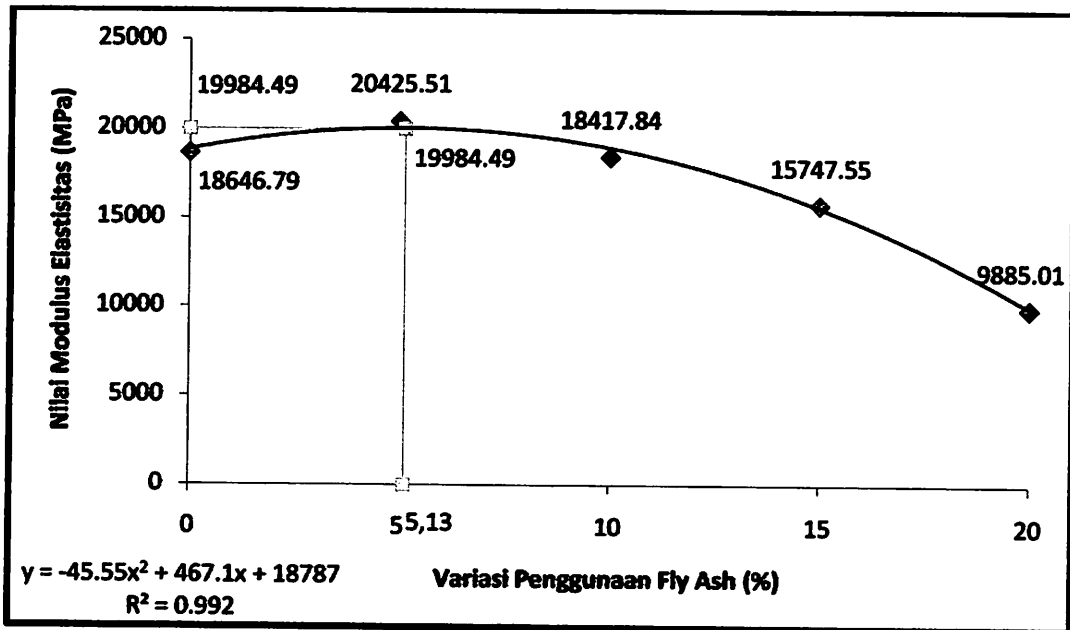
$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left( \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left( \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 467,1 \left( 720219,4 - \frac{(50 \times 83122,7)}{5} \right) \right\} + \left\{ -45,55 \left( 9849625 - \frac{750 \times 83122,7}{5} \right) \right\} \\ &= -51851649,96 + 119285429 = 67433779,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 1449819820 - \frac{(83122,7)^2}{5} \\ &= 67943168,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(ba)}{JK(E)} \\ &= \frac{67433779,04}{67943168,94} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$



**Grafik 5.3 Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas**



*Sumber : Data Hasil Penelitian*

Berdasarkan hasil analisa regresi diatas mengenai hubungan variasi *fly ash* terhadap beton PET 0.5% dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan penambahan variasi *fly ash* dengan kadar 5% dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton. Untuk setiap kenaikan dari masing-masing nilai pengujian beton PET 0,5% dengan bahan tambah *fly ash* 5% memberi kenaikan sebesar 8,3% untuk kuat tekan, 16,1% untuk kuat tarik belah dan 9,5% untuk modulus elastisitas.

### 5.5 Nilai Optimum Variasi Campuran

Nilai variasi optimum campuran adalah suatu nilai puncak dari grafik parabola polinier yang didapat dari regresi. Adapun cara mendapatkan nilai optimum adalah dengan mencari nilai deferensi atau menurunkan persamaan polinier kuadrat dimana  $Y = 0$

Sebagai contoh perhitungan akan dicari nilai kuat tekan optimum dari variasi campuran fly ash 0%,5%,10%,15% dan 20%.

- Persamaan kuat tekan beton :

$$-0,035x^2 + 0,452x + 26,43$$

- Defrensial/penurunan persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2. (-0,035)x + 0,452 = 0$$

$$-0,07 x + 0,452 = 0$$

$$X = \frac{0,452}{0,07} = 6,45$$

- Kuat Tekan Optimum, Variasi x = 6,5

$$Y = -0,035(6,45)^2 + 0,452 (6,45) + 26,43$$

$$Y = 27,89 \text{ MPa}$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 6,45% (variasi 0%;5%;10%;15%;20%) sebesar 27,89 MPa. Sebagai variasi acuan dipakai variasi optimum dari kuat tekan beton dengan variasi optimum sebesar 6,45%.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

**Tabel 5.34 Tabel Variasi dan Nilai Optimum**

No.	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Maksimum (MPa)
1	Kuat Tekan	6,45	27,89
2	Kuat Tarik Belah	8,67	3,28
3	Modulus Elastisitas	5,13	19984,49

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

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

1. Terjadi peningkatan nilai sifat mekanis pada beton PET 0,5% dengan penambahan *fly ash*, peningkatan terjadi pada penggunaan *fly ash* dengan kadar 5% pada masing-masing sifat mekanis.
2. Dari hasil analisa nilai sifat mekanis beton yang diperoleh dengan pemanfaatan *fly ash* pada beton PET 0,5% memenuhi mutu beton rencana 25 MPa, hal tersebut dibuktikan pada variasi *fly ash* 0%, 5% dan 10% yang memiliki nilai 26,15 MPa, 28,32 MPa dan 27,61 MPa.
3. Variasi optimum penggunaan *fly ash* terhadap beton PET 0,5% yang didapat dari hasil analisa untuk kuat tekan didapatkan nilai optimum penggunaan *fly ash* sebesar 6,45% dengan nilai maksimum 27,89 MPa, untuk kuat tarik belah didapatkan nilai optimum sebesar 8,67% dengan nilai maksimum 3,28 MPa dan untuk modulus elastisitas didapatkan nilai optimum sebesar 5,13% dengan nilai maksimum 19984,49 MPa.

#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat kami himpun selama penelitian yang kami lakukan ini adalah :

1. Untuk penelitian selanjutnya dalam pemakaian bahan tambah *fly ash* sebaiknya memakai variasi 0%-10%.
2. Dilihat dari peningkatan kinerja beton dan kekuatan yang dihasilkan diatas beton normal untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dari aspek ekonomisnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan beton normal sebagai pembanding dari pemanfaatan *poly ethylene terephthalate* (PET) dan *fly ash*.
4. Untuk pelaksanaan pengecoran sebaiknya memperhatikan dengan baik komposisi yang akan digunakan apabila pengecoran dilakukan lebih dari satu tahap pada setiap variasi.
5. Dalam proses penggetaran beton lakukan sebaik mungkin agar beton tidak keropos.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002.** *Petunjuk Praktikum Beton.* Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang; Malang.
- Anonim. 2002.** *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002;* Bandung.
- Ardiansyah Rony. 2010.** Fly Ash Pemanfaatan & Kegunaannya <http://ronymedia.wordpress.com/fly-ash-pemanfaatan-kegunaannya/> Diakses Tanggal 27 Maret 2012.
- Hermansyah Fajar, M. 2008.** *Pembuatan Dan Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang Dengan Abu Dasar Sebagai Agregat Halus.* Skripsi. Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Mahendya Lestariono, Bambang.2008.** *Penggunaan Limbah Botol Plastik (PET) Sebagai Campuran Beton Untuk Meningkatkan Kapasitas Tarik Belah Dan Geser.* Skripsi. Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Prana Indonesia. 2007.** *Plastik #1: PETE atau PET* <http://praindonesia.wordpress.com/plastik-1-pete-atau-pet/> Diakses tanggal 01 April 2012.
- Parsudi, Yoga Christian. 2010.** *Pemanfaatan Limbah Marmer (20%) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambahan Fly Ash Dan Silica Fume Untuk Beton Mutu Tinggi.* Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Setiawan, Arief, 2011.** *Efek Proporsi Additive Super Plasticizer 0,6% dan Accelerator 0,2% Mengikuti Kurva Linier Terhadap Kinerja Dan Variasi Pada Umur Beton.* Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Sjah, Jessica, 2008.** *Pengaruh Pemakaian Cacahan Limbah Gelas Plastik Polypropylene (PP) Pada Kuat Tekan Dan Kuat Geser Material Beton.* Skripsi. Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sudjana, 2002.** *Metoda Statistika.* Penerbit Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2012.** *Statistika Untuk Penelitian,* Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Wikipedia. 2007.** Fly Ash [http://en.wikipedia.org/wiki/Fly\\_ash](http://en.wikipedia.org/wiki/Fly_ash) Diakses tanggal 01 April 2012.



## PERSEMBAHAN

Allhamdulillah aku ucapkan rasa syukur ku kepadaNya yang telah mengizinkan aku melangkah kedepan untuk menghadapi kehidupan selanjutnya dengan gelar sarjanaku.

Hasil karyaku ini aku persembahkan kepada orang-orang yang selama ini telah mendukungku, mendoakan, serta mencintaiku...

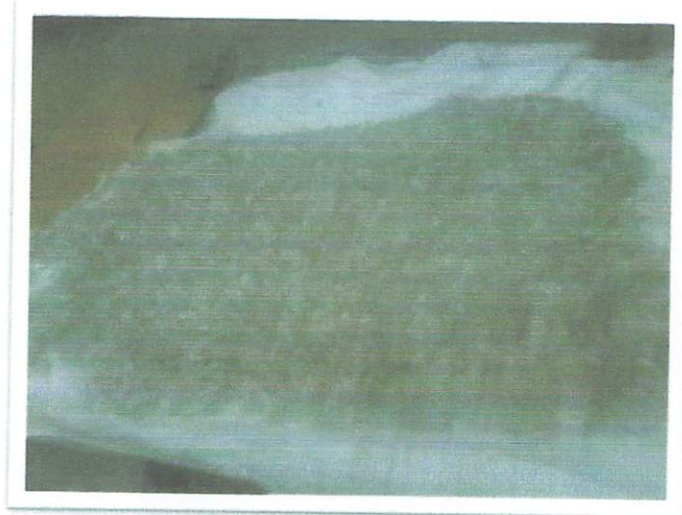
Persembahan yang pertama aku persembahkan kepada kedua orang tuaku yang selama ini mendo'akan anaknya tanpa lelah, terimakasih buat bapakku Soekarman dan mamaku siani karena kalianlah aku bisa merasakan semua ini...

Untuk yang kedua aku persembahkan kepada seorang yang special yang mendampingiku yang merelakan waktunya untukku selama ini, seseorang yang kusayangi, dan seseorang yang akan mendampingiku menjalani kehidupanku berikutnya, Ria Astutik Dwi Jayati, SH aku ucapkan terimakasih atas semua yang telah dia berikan kepada ku...

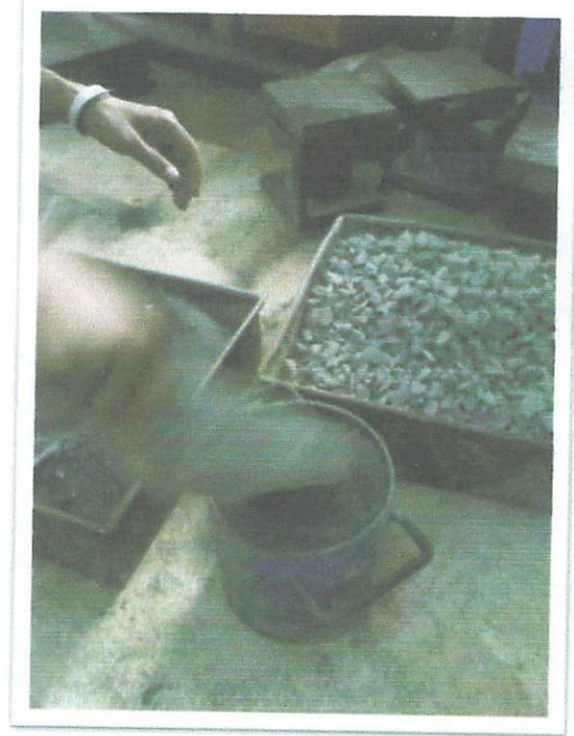
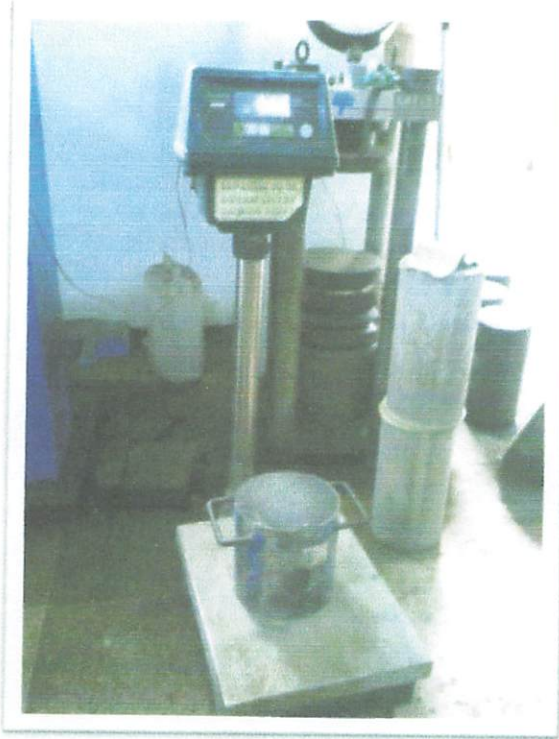
Untuk orang yang menjadi pengganti orangtuaku selama aku berada dimalang aku ucapkan terimakasih kepada bapa Suryadi Saryo Putro, SE dan ibu Sujati, terimakasih telah membimbingku selama aku ada di Malang...

Buat teman-teman Sipil S1 2007 yang udah lulus duluan sampe ketemu didunia kerja semoga ntar bisa jadi partner kerja yang solid truss buat teman-teman yang belum lulus cepetan lulus jangan betah2 dikampus and terus semangat...

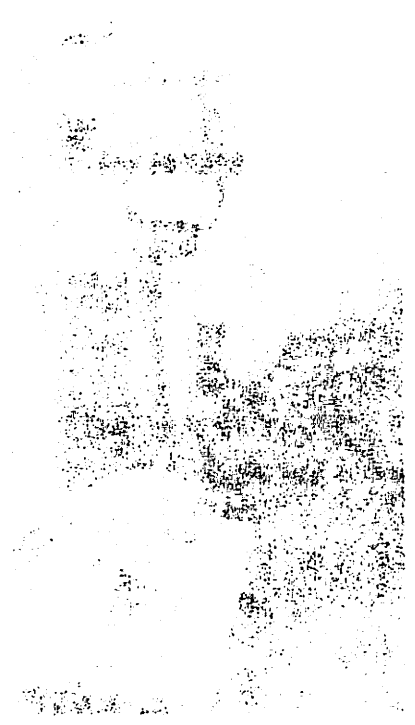
Buat teman-teman team penelitian beton RET terimakasih atas kerjasamanya selama melaksanakan penelitian...



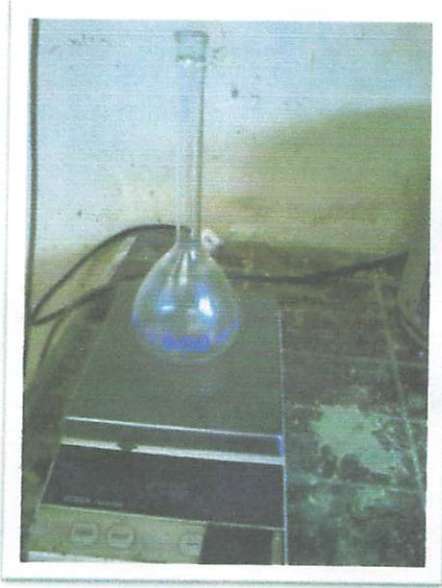
**CACAHAN PLASTIK POLY  
ETHYLENE TERPHTALATE (PET)**



**PEMERIKSAAN BERAT  
ISI AGREGAT HALUS**



REKORSAH BINA  
SULAWESI BARU

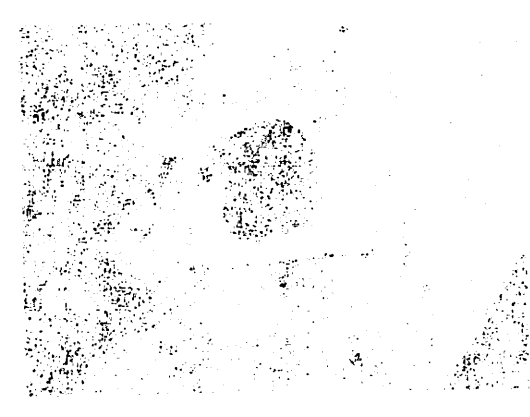
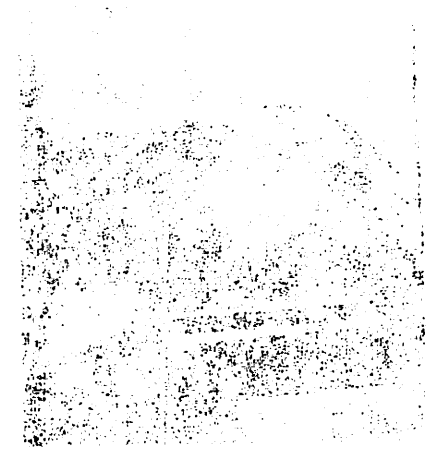


**PEMERIKSAAN BERAT  
JENIS AGREGAT HALUS**

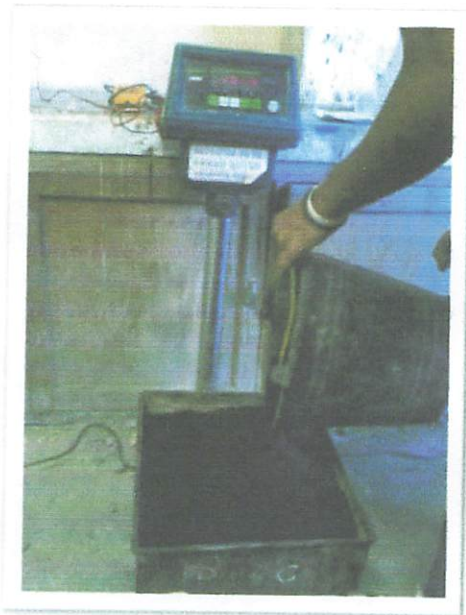
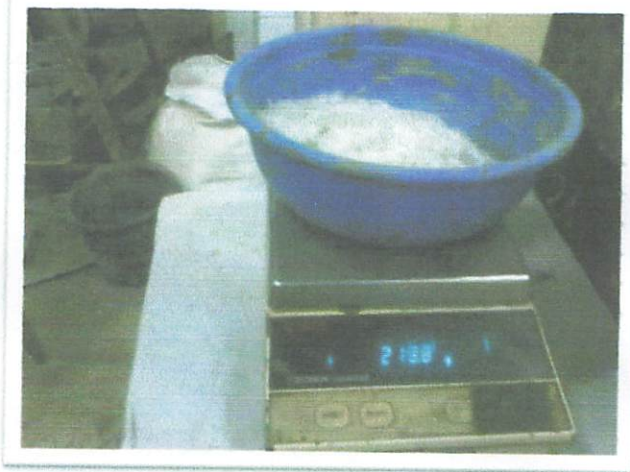


**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**





FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
 U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE



**PENIMBANGAN MATERIAL  
PENYUSUN BETON**



**PELAKSANAAN PENGECORAN**





INFORMATION AVAILABLE





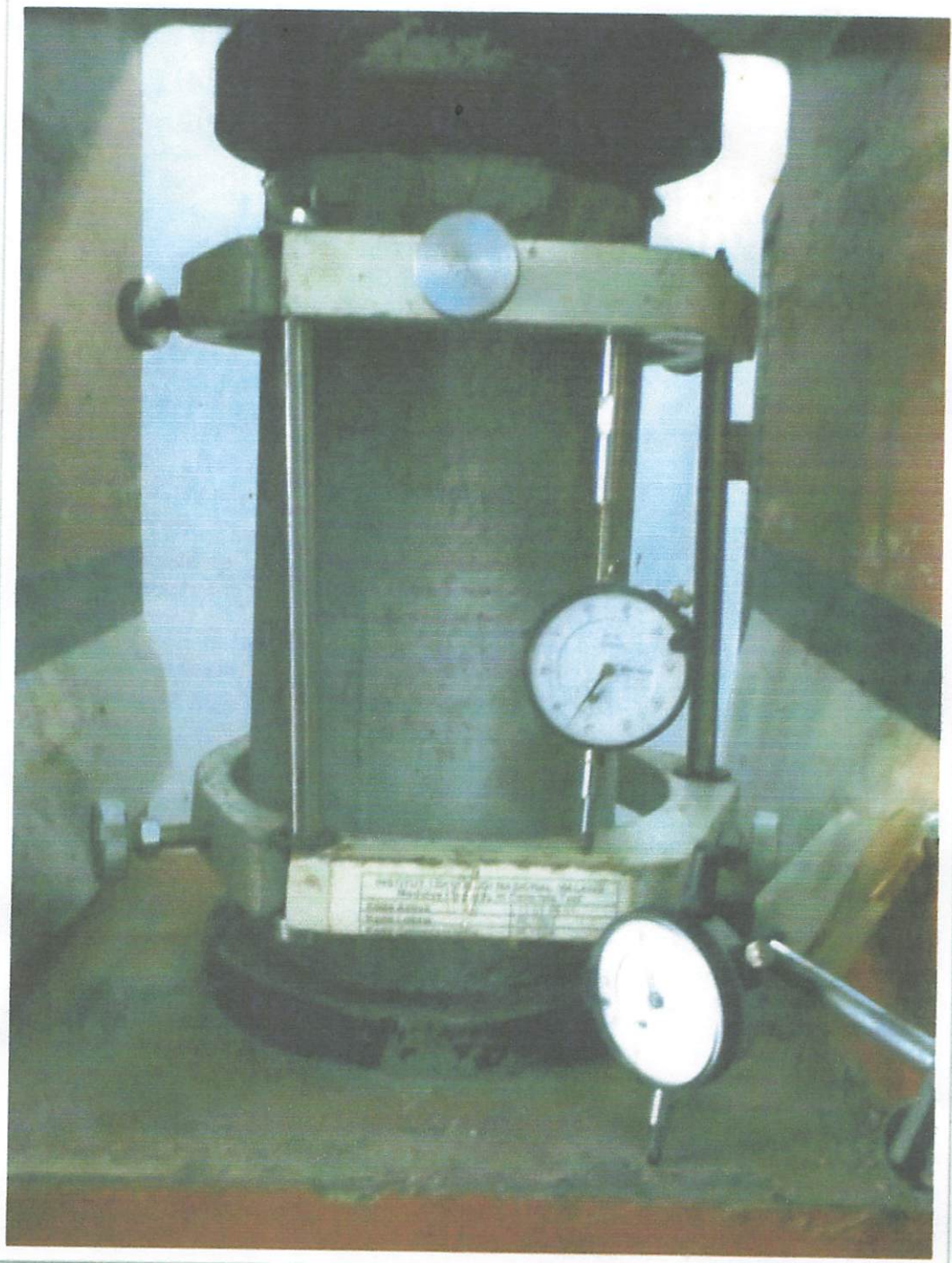
**PROSES MEMBERI MORTAR BELERANG**



**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON**







**PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON**



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- 0105.04/21/B/TA/II/Gnp 2012  
Lampiran : -  
Perihal : Bimbingan Skripsi

01 Mei 2012

Kepada Yth : Bpk./ Ibu Ir. Eding Iskak Imananto., MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
Di -

MALANG

Dengan Hormat,

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

Nama : Bayu Kurniawan  
Nim : 07 21 031  
Prodi : Teknik Sipil ( S-1 )

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
*"Studi Penelitian Pemanfaatan Limbah Plastik Ethlyene Terephthalate (PET) 0,5% dan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton Dengan Mutu Beton Rencana  $f'c' = 25$  MPa"*.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 ( Enam ) bulan terhitung mulai tanggal :  
01 Mei 2012 s/d 30 Oktober 2012. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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

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

Tembusan Kepada Yth :  
1. 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- 0105.04/23/B/TA/II/Gnp 2012  
Lampiran : -  
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

01 Mei 2012

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

**MALANG**

Dengan Hormat,

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

Nama : **Bayu Kurniawan**

Nim : **07 21 031**

Prodi : **Teknik Sipil ( S-1 )**

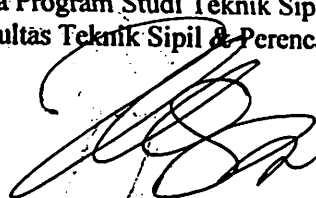
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
***"Studi Penelitian Pemanfaatan Limbah Plastik Ethlyene Terephthalate (PET) 0,5% dan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton Dengan Mutu Beton Rencana  $f'c' = 25$  MPa"***.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 ( Enam ) bulan terhitung mulai tanggal :  
**01 Mei 2012 'a 30 Oktober 2012**. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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

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

Tembusan Kepada Yth :  
1. Arsip.



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2 Malang

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bayu Kurniawan  
NIM : 07 21 031  
PRODI : Teknik Sipil S1  
Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji., MT

No.	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
1	28.7.12	- Rumusan masalah no 3 apa masalahnya - Bab III, pengujian, telusuri rumusnya	
2	30.7.12	- Rumusan Masalah perbaiki - Bab III, pengujian, tuliskan rumusnya, Ceritakan. - Bab V perhitungan Strop Variasi di tampilkan	
3	3.8.12	- Batasan masalah dg tujuan hrs fintrsn dg rumusan masalah - Hipotesis yg jelas - rumus kuat tekan yg lengkap (Bsn teori) - Bab III yg lengkap.	
4	6.8.12	- Jbn Modulus Elastisitas Saja - Materi kuat tekan Saja - Cara hit. kuat tekan cukup saja saja yg lengkap. - Analisis s. Kurang - Bab V Cari nilai optimum	
5	9.8.12	on 4; Semuanya	





**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG**

**Jl. Bendungan Sigura – gura No. 2**

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Bayu Kurniawan  
 NIM : 07 21 031  
 PRODI : Teknik Sipil S1  
 Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto., MT

No.	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
1	$\frac{29}{05}$ '12	- Bab I - ok, sesuai proposal. - Bab II $\rightarrow$ $\oplus$ rumus <sup>2</sup> distribusi - Bab III - ok, sesuai proposal. - Mix desain $\rightarrow$ $\oplus$ grafik & tabel <sup>2</sup> - Lanjutkan	
2	$\frac{04}{07}$ '12	- Bab II $\rightarrow$ $\oplus$ rumus regresi - Bab IV $\rightarrow$ $\oplus$ validasi data (interval kepercayaan) - simpulkan sesuai arahan - Bab V - interval data off. dipakai $\alpha = 5\%$  - buat tabel: 16 data $\rightarrow$ 6 data ? - ok persamaannya jrit. - buat grafik/kurva <sup>2</sup> hubungan ko var. vs parameter	
3	$\frac{08}{07}$ '12	- validasi data ok - Hypok - grafik polinomial $\rightarrow$ cek - perbaikan sesuai arahan	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

Jl. Bendungan Sigura - gura No. 2 Malang

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bayu Kurniawan  
NIM : 07 21 031  
PRODI : Teknik Sipil S1  
Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto., MT

No.	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
4	13/12/07	Revisi optimum fly ash max <sup>2</sup> - al buat kesimpulan & abstrak.	
5	18/12/07	kesimpulan → sesuai dg RM. Skripsi Ace, Siapa Y. Seminar hasil dan jurn	



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG \_\_\_\_\_

Nama

Bayu Kurniawan

NIM

07.21.014

Hari tanggal

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

Bayan dir untuk butiran  
Am Jir Si tergelas.

Abstrak Experience

Ag 11/08 '12

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang,

20

Dosen Pembahas

Malang,

20

Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG

Nama: Bayu Kesmanan  
 NIM: 0721014  
 Hari tanggal: Jumat 10 Agustus 2012

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

- Bagian Aler
- Rumusan masalah lebih
- Daftar pustaka lebih

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui:

Malang, \_\_\_\_\_ 2012  
 Dosen Pembahas

Malang, \_\_\_\_\_ 2012  
 Dosen Pembahas



**FORM REVISI / PERBAIKAN**  
 BIDANG Penelitian

Nama : Paya Kesriawan  
 NIM : 0721031  
 Hari / tanggal : Senin, 13 Agustus 2012

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Abstrak
- Formulasi Masalah
- Kesimpulan
- Bagian akhir

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 2012  
 Dosen Penguji

Malang, \_\_\_\_\_ 2012  
 Dosen Penguji



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bembungan Siguru-guru 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG \_\_\_\_\_

Nama : Bayu  
 NIM : \_\_\_\_\_  
 Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

perbaiki susai dan

15/9 12

[Signature]

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, \_\_\_\_\_ 2011  
 Dosen Penguji

Malang, \_\_\_\_\_ 2011  
 Dosen Penguji

( \_\_\_\_\_ )

( [Signature] )