

# SKRIPSI

## **EFEK PROPORSI ADDITIVE *SUPERPLASTICIZER* 0,6% DAN *RETARDER* 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON**



Disusun Oleh :

**DEVIANTO**

**05. 21. 076**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER DAN RETARDER  
MENGIKUTI KURVA LINIER TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR  
BETON**

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

*Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh :**


**DEVIANTO**


**05. 21. 076**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**( Ir. A. Agus Santosa, MT. )**

  
**(Eri Andrian Yudianto, ST. MT.)**

**Mengetahui,**

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

  
**( Ir. H. Hirijanto, MT. )**

## LEMBAR PENGESAHAN

EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER DAN RETARDER  
MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR  
BETON

### SKRIPSI

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

**Disusun Oleh :**

**DEVIANTO**

**05. 21. 076**

**Disahkan Oleh:**

**Ketua**



**( Ir. H Hirijanto, MT )**

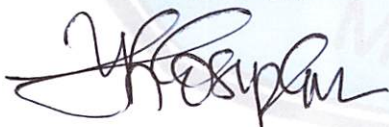
**Sekretaris**



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

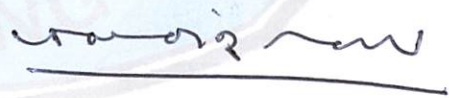
**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



**( Yosimson P. Manaha, ST. MT )**

**Dosen Penguji II**



**( Ir. H. Sudirman Indra, MSc )**

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

## ABSTRAKSI

Devianto, 2011, “EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTISIZER* 0,6% DAN *RETARDER* 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”.

Dosen Pembimbing I : A Agus Santosa, Dosen Pembimbing II : Eri Andrian Yudianto.

---

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi banyak diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan. Ini dapat dilihat dari penggunaan konstruksi beton di semua jenis bangunan. Perkembangan teknologi menuntut beton dengan kualitas lebih baik dan juga ekonomis.

Tujuan penelitian memberikan alternatif tentang penggunaan *additive Superplasticizer* dan *Retarder* bahan tambahan terhadap sifat mekanis dan workabilitas beton yang nantinya akan menjadi suatu jawaban terhadap pembangunan yang membutuhkan waktu pekerjaan yang singkat.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan tambahan *additive Superplasticizer* dan *Retarder* berpengaruh peningkatan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat *additive Superplasticizer* 0,6% dan *Retarder* 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan umur 28 hari menghasilkan 34,150%. Dikarenakan pengikatan campuran yang lebih cepat akibat penambahan *additive* dan penggunaan air yang sedikit, benda uji yang dihasilkan berwarna lebih pekat, lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi.

**Kata Kunci :** *Additive*, *Retarder*, *Superplasticizer*, Sifat fisik beton, Sifat Mekanis beton.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE *SUPERPLASTISIZER* 0,6% DAN *RETARDER* 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN PADA VARIASI UMUR BETON”**

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

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

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo MT. selaku sebagai Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Agus A. Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan sekaligus pembimbing I,
3. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian,
4. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Kepala Laboratorium Beton,
5. Bapak Eri Andrian Yudianto, ST, MT. selaku Pembimbing II,
6. Bapak Ir. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1,

7. Spesial rasa hormat kepada orang Tua dan kakak tercinta serta keluarga besar rekan-rekan civil '05 dan Marina ikawati lisandi, atas segala bantuannya.

Penyusun menyadari bahwa pada Skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahannya. Oleh karena itu, Penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritikan dan bimbingan yang bersifat membangun.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
ABSTRAKSI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GRAFIK .....	xvii
DAFTAR NOTASI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Batasan Penelitian .....	5
1.7. Hipotesa Penelitian.....	5
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7

2.1.1	Penelitian Terdahulu .....	7
2.1.2	Pengertian Beton .....	9
2.1.3	Material Pembentuk Beton .....	10
2.1.3.1	Semen .....	10
2.1.3.2	Agregat Halus (Pasir) .....	11
2.1.3.3	Agregat Kasar (Kerikil) .....	13
2.1.3.4	Air .....	15
2.1.3.5	High Range Water Reducer Superplactisizer (HRWR) .....	15
2.1.3.6	Retarder .....	16
2.2.	Sifat Mekanis Beton .....	16
2.2.1	Kuat Tekan .....	16
2.2.2	Kuat Tarik Belah .....	19
2.2.3	Kuat Tarik Lentur .....	20
2.2.4	Modulus Elastisitas .....	22
2.3.	Sifat Fisik Beton.....	24
2.3.1	Porositas .....	24
2.3.2	Workabilitas .....	25
2.4.	Analisa Varian dua Arah .....	25
2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan.....	26
2.6.	Pengertian Hipotesis.....	27
2.6.1	Hipotesis Penelitian.....	30
2.7.	Analisa Regresi .....	31



<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
	3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
	3.2. Metode Penelitian .....	32
	3.3. Populasi dan Sampel .....	32
	3.4. Alat dan Bahan Penelitian .....	33
	3.5. Metode Pengumpulan Data .....	38
	3.6. Teknik Analisa Data .....	39
<b>BAB IV</b>	<b>PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
	4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton .....	40
	4.1.1. Perhitungan Mix Design Mengacu Pada SNI .....	40
	4.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan .....	49
	4.2.1. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan / m <sup>3</sup> .....	49
	4.3. Pelaksanaan Campuran Beton .....	52
	4.3.1. Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran) .....	52
	4.3.2. Uji Slum Beton .....	53
	4.3.3. Pembuatan dan Persiapan Benda Uji .....	54
	4.3.4. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Tarik Lentur Beton .....	58
	4.3.5. Pengujian Porositas .....	62
	4.3.6. Pengujian Modulus Elastisitas .....	63
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>66</b>
	5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton .....	66

5.1.1.	Data Pengujian Kuat Tekan .....	66
5.1.2.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah .....	71
5.1.3.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur .....	73
5.1.4.	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas .....	76
5.1.5.	Hasil Pengujian Porositas .....	78
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan .....	81
5.2.1.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan .....	81
5.2.2.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah .....	86
5.2.3.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur .....	90
5.2.4.	Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas .....	94
5.2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan Porositas .....	98
5.3.	Pengujian Hipotesis .....	103
5.3.1.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur.....	103
5.3.2.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari.....	105
5.3.3.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 Hari .....	109
5.3.4.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Dengan Variasi Umur 28 Hari .....	111
5.3.5.	Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur.....	113
5.3.6.	Pengujian Hipotesis Porositas Beton	

	Dengan Variasi Umur.....	115
5.4.	Analisis Dan Pembahasan .....	118
5.4.1	Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur	
	3, 7, 14 dan 28 hari .....	118
5.4.2	Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari ...	119
5.4.3	Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari .	120
5.4.4	Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi	
	Umur 3, 7, 14 dan 28 hari.....	121
5.4.5	Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur	
	3, 7, 14 dan 28 hari .....	123
5.4.6	Workabilitas .....	124
5.5	Analisa Regresi .....	125
5.5.1	Analisa Regresi .....	126
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	145
6.1.	Kesimpulan .....	145
6.2.	Saran .....	145

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan.....	41
Tabel 4.2	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	42
Tabel 4.3	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos .....	43
Tabel 4.4	Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu.....	44
Tabel 4.5	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan .....	49
Tabel 4.6	Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar.....	51
Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Tanpa Penambahan.....	70
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....	70
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan.....	70
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....	70
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan .....	70
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....	70

Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Tanpa Penambahan .....	70
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....	70
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	72
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton .....	75
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	78
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari.....	78
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari.....	78
Tabel 5.14	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari.....	78
Tabel 5.15	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari .....	80
Tabel 5.16	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari .....	80
Tabel 5.17	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari .....	80
Tabel 5.18	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari .....	80
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan.....	81
Tabel 5.20	Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan .....	83
Tabel 5.21	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....	83

<b>Tabel 5.22 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabel 5.23 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,6% +</b>	
<b>Retarder 0,2% Dengan Bahan Tambahan .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabel 5.24 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian</b>	
<b>Interval Kepercayaan .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabel 5.25 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabel 5.26 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan</b>	
<b>Tambahan. ....</b>	<b>88</b>
<b>Tabel 5.27 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan</b>	
<b>Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan .....</b>	<b>88</b>
<b>Tabel 5.28 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabel 5.29 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2% .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabel 5.30 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabel 5.31 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan....</b>	<b>91</b>
<b>Tabel 5.32 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan</b>	
<b>Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabel 5.33 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>92</b>

<b>Tabel 5.34 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>93</b>
<b>Tabel 5.35 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan.....</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian</b>	
<b>Interval Kepercayaan.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabel 5.36 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabel 5.37 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan .</b>	<b>95</b>
<b>Tabel 5.38 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan</b>	
<b>Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabel 5.39 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%Setelah Dilakukan Pengujian</b>	<b>96</b>
<b>Tabel 5.40 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabel 5.41 Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabel 5.42 Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan.....</b>	<b>99</b>
<b>Tabel 5.43 Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah</b>	
<b>Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabel 5.44 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer</b>	
<b>0,6% + Retarder 0,2% .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabel 5.45 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan</b>	
<b>Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2%.....</b>	<b>101</b>

Tabel 5.46	Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,6% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan .....	102
Tabel 5.47	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	104
Tabel 5.48	Analisa Varian untuk Kuat Tekan .....	106
Tabel 5.49	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	107
Tabel 5.50	Analisa Varian untuk Kuat Tekan .....	107
Tabel 5.51	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	108
Tabel 5.52	Analisa Varian untuk Kuat Tekan .....	108
Tabel 5.53	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	109
Tabel 5.54	Analisa Varian untuk Kuat Tekan .....	109
Tabel 5.55	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	110
Tabel 5.56	Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah .....	111
Tabel 5.57	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	112
Tabel 5.58	Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur .....	113
Tabel 5.59	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	114



Tabel 5.60	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas .....	115
Tabel 5.61	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan .....	116
Tabel 5.62	Analisa Varian untuk Porositas .....	117
Tabel 5.63	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 3 Hari .....	126
Tabel 5.64	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 7 Hari .....	129
Tabel 5.65	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 14 Hari .....	130
Tabel 5.66	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 28 Hari .....	131
Tabel 5.67	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah Variansi Umur 28 Hari .....	133
Tabel 5.68	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Lentur Variansi Umur 28 Hari .....	134
Tabel 5.69	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 3 Hari.....	135
Tabel 5.70	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 7 Hari.....	136
Tabel 5.71	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 14 Hari.....	137

<b>Tabel 5.72 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus</b>	
Elastisitas Variasi Umur 28 Hari.....	138
<b>Tabel 5.73 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas</b>	
Variansi Umur 3 Hari .....	140
<b>Tabel 5.74 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas</b>	
Variansi Umur 7 Hari .....	141
<b>Tabel 5.75 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas</b>	
Variansi Umur 14 Hari .....	142
<b>Tabel 5.76 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas</b>	
Variansi Umur 28 Hari .....	143

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Kurva hubungan kekuatan tekan w/c .....	42
Grafik 4.2	Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	45
Grafik 4.3	Perkiraan berat jenis beton segar .....	46
Grafik 5.1	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Kuat Tekan Beton.....	118
Grafik 5.2	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Belah Beton .....	119
Grafik 5.3	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton.....	121
Grafik 5.4	Hubungan Antara Variasi Umur 3 Hari Dengan Modulus Elastisitas Beton .....	121
Grafik 5.5	Hubungan Antara Variasi Umur 7 Hari Dengan Modulus Elastisitas Beton .....	121
Grafik 5.6	Hubungan Antara Variasi Umur 14 Hari Dengan Modulus Elastisitas Beton .....	122
Grafik 5.7	Hubungan Antara Variasi Umur 28 Hari Dengan Modulus Elastisitas Beton .....	122
Grafik 5.8	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Porositas Beton .....	123
Grafik 5.9	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari .....	127
Grafik 5.10	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari .....	128
Grafik 5.11	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari.....	129

Grafik 5.12 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari .....	130
Grafik 5.13 Analisa Regresi Kuat Tekan Keseluruhan.....	130
Grafik 5.14 Analisa Regresi Kuat Tarik Belah.....	131
Grafik 5.15 Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur.....	132
Grafik 5.16 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari....	133
Grafik 5.17 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari....	134
Grafik 5.18 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari .	135
Grafik 5.19 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari .	136
Grafik 5.20 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Keseluruhan .....	136
Grafik 5.21 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	137
Grafik 5.22 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari .....	138
Grafik 5.23 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari .....	139
Grafik 5.24 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari .....	140
Grafik 5.25 Analisa Regresi Porositas Keseluruhan.....	144

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji ( $\text{mm}^2$ )
b	= Lebar balok (mm)
B	= Berat Piknometer diisi Air pada $25^\circ\text{C}$
Ba	= Berat Contoh di Dalam Air
Bj air	= Berat Jenis Air 1 gr / ml
Bj	= Berat Contoh Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Contoh Kering Oven
Bt	= Berat piknometer + contoh SSD + air ( $25^\circ\text{C}$ )
d	= Diameter silinder benda uji (mm)
$\varepsilon$	= Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)
Ec	= Modulus Elastisitas (MPa)
E t	= Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)
$f'_c$	= Tegangan hancur (MPa)
$f_c$	= Kuat Tekan Beton (MPa)
$f_{cr}$	= Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)
Fu	= Faktor umur
H <sub>0</sub>	= Hipotesis nol, menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan
H <sub>a</sub>	= Hipotesis alternatif, menyatakan ada perbedaan antar perlakuan
L	= Panjang benda uji (mm)

P	= Beban maksimum (N)
t	= Tinggi balok (mm)
V	= Isi Wadah (cm <sup>3</sup> )
V benda uji	= Volume benda uji (cm <sup>3</sup> , dimana : 1ml = 1cm <sup>3</sup> )
Wa	= Berat Benda Uji Keadaan Kering oven
Wssd	= Berat Benda Uji Keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau Jenuh Permukaan kering (gr)
μ	= Nilai Rata-Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok Perlakuan
ΔL	= Perubahan panjang dari benda uji (mm)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm.....	18
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm .....	19
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm .....	20
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test .....	52
Gambar 4.2	Alat Uji Kuat Tekan .....	57
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm .....	59
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm .....	60
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	63

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi banyak diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Beberapa diantaranya adalah harganya relatif murah, mempunyai kekuatan tekan yang besar, tahan lama, tahan terhadap api, bahan baku mudah didapat dan tidak mengalami pembusukan. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strenght*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi. Beton sendiri merupakan campuran homogen dengan perbandingan tertentu antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air serta ditambah pula dengan bahan campuran tertentu bila dianggap perlu. Ada sedikitnya empat proses yang dilakukan dalam pembuatan beton. Keempat proses ini mempunyai peran sangat penting dan berpengaruh satu sama lain. Jadi, jika salah satu dari keempat proses mengalami kesalahan yang fatal. Maka akan mempengaruhi mutu suatu beton yang dibuat. Keempat proses itu adalah pemilihan bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan beton, menentukan alternatif metode campuran (komposisi campuran beton), metode pencampuran bahan-bahan beton hingga



tahap pencetakan dan perawatan (*curing*) beton yang dicetak. Pembangunan struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi di Jepang mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan pencampuran beton dengan bahan additive agar didapat pencampuran yang sempurna. Di Jepang pada pertengahan tahun 1980 mulai menggunakan beton campuran bahan additive guna memperoleh mutu beton yang lebih baik, pada awal tahun 1990 (Okamura et.al. 2003). Salah satu bahan kimia yang mempengaruhi kemampuan beton untuk mengalir adalah *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang ada di pasaran terbagi ke dalam empat basis kelompok yaitu, *polycarboxylate ether*, *modified lignosulfonates*, *sulfonated melamin formadehyded condensate* dan *sulfonated naphtalein formaldehyde condensate*. Tiap jenis *superplasticizer* memberikan reaksi yang berbeda, tergantung konfigurasi kimia dan berat molekulnya. Dosis *superplasticizer*, jenis semen, komposisi mix desain beton menentukan kemampuan *superplasticizer* untuk melakukan reaksi (Papayianni et. al, 2005). Kemampuan menahan beban lentur merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam mendisain elemen-elemen struktur balok dan pelat struktur gedung serta beton yang digunakan pada perkerasan kaku (*rigid pavement*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan pengaliran (*flow ability*)

dan kuat lentur beton dengan menggunakan *superplasticizer* berbasis *Polycarboxilate* (0.4, 0.6 dan 0.8% dari berat semen).

## 1.2 Identifikasi masalah

Tuntutan yang dihadapi oleh praktisi di lapangan sehubungan dengan pemakaian beton sebagai bahan bangunan sangat bervariasi, seperti waktu pengikatan yang kurang, tingkat kelecakan yang tinggi dan efisiensi pemakaian semen tanpa mengurangi kekuatan. Kemajuan di bidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Baik pada pembangunan perumahan, gedung-gedung, jembatan, bendungan, jalan raya, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Sulitnya pengerjaan dan lamanya waktu pengiriman dari pabrik ke tempat pembangunan sering kali mengalami hambatan. Sehingga untuk mengatasinya, diperlukan additive yang mampu memperlambat proses pengerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku beton setelah ditambahkan dengan *admixture* yang mempunyai sifat sebagai *retarder*, *plasticizer* dan sekaligus *water reducer*.

Dari alasan di atas, penyusun mengadakan suatu penelitian dengan *Superplasticizer dan Retarder* sebagai bahan tambahan ke dalam campuran beton yang merupakan suatu jawaban terhadap pembangunan dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER DAN RETARDER MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR BETON”**.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah yang dapat diangkat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan bahan additive *Superplasticizer* dan *retarder* berpengaruh terhadap Sifat Mekanis (kuat tekan, kuat tarik lentur) dan sifat fisik (workabilitas, Modulus Elastisitas) pada beton?
2. Berapa besar peningkatan kekuatan beton dengan menggunakan penambahan *superplasticizer* dan *retarder* pada variasi umur 3, 7, 14, 28 hari?

### **1.4 Tujuan penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat batu pecah dengan tambahan additive *superplasticizer* dan *retarder* terhadap sifat fisik dan mekanis,
2. Mengetahui besar peningkatan kekuatan beton dengan dengan campuran additive pada variasi umur yang berbeda.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian ini di harapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat additive *superplasticizer* dan *retarder*

2. Memberikan informasi tentang perbandingan kekuatan pada variasi umur beton
3. Bagi peneliti, memberikan informasi dasar untuk penelitian selanjutnya dan memberikan masukan pada ilmu pengetahuan

### **1.6 Batasan penelitian**

1. Kuat tekan beton rencana ( $f'c$ ) 20 MPa
2. Bahan utama yang digunakan *superplasticizer* (sikamen LN) dan *retarder*
3. Pengujian *superplasticizer* dan *retarder* mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14,28 hari
4. Pengujian yang dilaksanakan antara lain *compression test* dan *bending*

### **1.7 Hipotesa penelitian**

Pengertian hipotesa/hipotesis dalam bidang penelitian adalah jawaban sementara (asumsi) dari suatu permasalahan yang dihadapi atau diteliti yang didasarkan pada teori-teori yang menguatkan, dimana jawaban ini mungkin benar mungkin juga salah.

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari

- Terjadi perubahan additive *retarder* jika dicampur karena sifat *retarder* adalah sebagai memperlambat proses pengerasan semen,
- Terjadi perubahan *superplasticizer* dan *retarder* jika di campur karena sifat *superplasticizer* adalah sebagai penggunaan *water reducer* (*superplsticizer*) bertujuan untuk mengurangi air campuran sebesar 5-20%.

yang dapat mengakibatkan mengecilnya perbandingan faktor air semen (dapat mencapai 0,25-0,40) yang dapat menimbulkan kerusakan pada beton mutu tinggi karena terlalu encer. *Water reducer* ini juga bisa dikombinasikan dengan retarder pada *ready mix plant*. Akan tetapi, kita perlu untuk meneliti kedua kandungan tersebut, terutama dalam pengecoran di daerah yang cukup panas penggunaannya dapat mempengaruhi pencapaian kekuatan beton pada kemudian hari.

1. Bahan yang digunakan :

a. Material Penyusun :

- Semen : Semen Tiga roda Type 1 (40 kg).
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- *Superplasticizer* : Sikament LN (PT Sika, Surabaya)
- *Retarder* : PT Sika, Surabaya

b. Variasi Campuran :

- Beton dengan tanpa penambahan additive 0%
- *Superplasticizer* 0,6 % + *retarder* 0,2 %

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan *superplasticizer* yang dilakukan oleh Chandra A; Suryono S.Y. dari Universitas Kristen Petra (2003) dengan judul “Penelitian awal mortar yang menggunakan admixture berupa *superplasticizer*, *polypropylene fiber* dan *styrenne butadienne rubber*”. Dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil analisa data yang dilakukan diketahui beberapa properties, seperti *compressive strength*, yang terkecil 5.78 MPa, sedangkan yang terbesar 17.19 Mpa, *tensile strength* yang terkecil 0.392 MPa, sedangkan yang terbesar 1.871 MPa, *shrinkage* yang terkecil 0.34 mm, sedangkan yang terbesar 0.83 mm, *density* yang terkecil 1.75 gr/cm sedangkan yang terbesar 1.99 gr/cm, *water absorption* yang terkecil 6.264 %, sedangkan yang terbesar 9.883 %, *initial surface absorption*-nya pada waktu 30 detik pertama, yang terkecil adalah 3.75ml/m, sedangkan yang terbesar 17.25 ml/m. Mix dengan komposisi paling baik adalah mix dengan komposisi semen : pasir = 1:5, *superplasticizer* 0.4%, pp fiber 0.025 %, latex 0.5%.

Penelitian tentang pengaruh *plastiment-vz* dilakukan Universitas Kristen Petra dalam website mereka <http://www.dewey.petra.ac.id> dengan judul “**Studi Pengaruh *Admixstur Plastiment-vz* Pada Beton**” Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *admixture Plastiment-VZ* berdampak meningkatkan kekuatan

beton terutama kekuatan awal 7 hari, serta waktu pengikatan awal dan akhir beton.

Penelitian tentang pengaruh penambahan *Additive Accelerator* dan *Retarder* dilakukan oleh Dini R.R .R.S dan Perdana T.P.A sebagai Tugas akhir dengan judul “ **Pengaruh Penambahan Additive Accelerator Dan Retarder Terhadap Thickening Time Dengan Variasi Temperatur Dan Konsentrasi** ” Dan hasil penelitian menunjukkan parameter yang perlu diperhatikan dalam proses penyemenan adalah lamanya waktu semen masih dapat dipompakan atau *thickening time*, dimana *thickening time* ini tidak boleh melebihi lamanya proses pemompaan semen, karena jika semen mengeras sebelum waktu pemompaan selesai akan menghambat bahkan bisa menghentikan proses penyemenan, di satu sisi waktu pengeringan juga tidak boleh terlalu lama, idealnya setelah proses pemompaan semen, diharapkan semen sudah mengering sempurna, karena jika terlalu lama otomatis akan menambah biaya operasional. Namun kenyataannya di lapangan sangat susah untuk mencapai kondisi ideal ini. Untuk mengatasi masalah diatas dapat kita tambahkan additive ke dalam semen, baik berupa *accelerator* untuk mempercepat proses pengeringan maupun pada *retarder* untuk proses pengeringan.

Penelitian tentang pengaruh penambahan *supeplasticizer* tipe p dan n yang dilakukan oleh pemilik website <http://dewey.petra.ac.id> dengan judul “**Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Tipe Polycarboxylate Dan Naphthalene Pada Mortar Segar Dengan Menggunakan Semen Lokal**” Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum *superplasticizer* tipe P *compatible* dengan semen lokal yang digunakan. Pada *superplasticizer* tipe N terlihat pengaruh

kompatibilitas yang mencolok antara *superplasticizer* dengan jenis semen yang digunakan. *Superplasticizer* tipe P juga mampu memberikan *flowability* dan retention yang lebih baik dibandingkan *superplasticizer* tipe N. Terlihat juga pengaruh antara *flowability* dengan kuat tekan mortar. Pemakaian dosis *superplasticizer* tipe N yang tinggi menyebabkan mortar mengalami perlambatan pada perkembangan kekuatannya bahkan kehilangan kekuatan akhir, sedangkan pada tipe P tidak menimbulkan pengaruh pada kekuatan akhir.

### 2.1.2 Pengertian Beton

Beton adalah bahan dasar dari campuran semen *portland* (semen hidraulik yang lain), agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (Anonim, (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)).

Secara umum tujuan dari rancangan campuran beton sebagai berikut :

1. Agar memenuhi persyaratan kuat tekan karakteristik.
2. Agar memiliki sifat keawetan.
3. Agar menghasilkan penampilan yang baik
4. Agar memiliki kemampuan untuk dicampur, diangkut, dicor, dipadatkan, dan dipelihara secara efisien.
5. Agar sedapat mungkin menghasilkan harga yang ekonomis.

(Amri S: Teknologi Beton A - Z hal 77)



## 2.1.3 Material Pembentuk Beton

### 2.1.3.1 Semen

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

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

Dalam pembuatan beton semen memegang peranan penting. Semen yang digunakan di sini adalah semen hidrolis dimana salah satunya yang sering digunakan adalah semen portland. Semen yang dicampur dengan air akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat pada campuran beton. Oleh karena itu kualitas semen sangat mempengaruhi kualitas beton.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Type I (Semen Penggunaan Umum), digunakan untuk konstruksi pada umumnya dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
2. Type II (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi sedang), secara umum digunakan untuk beton masif yang besar. Misalnya untuk pekerjaan dasar bendungan dan jembatan besar.
3. Type III (Semen yang mempunyai kekuatan awal tinggi), biasanya diguna untuk mengganti semen type pada pekerjaan yang mendesak yang harus

dilakukan pada musim dingin. Misalnya untuk pekerjaan konstruksi bangunan dan lain-lain.

4. Type IV (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi rendah), penggunaannya sama dengan type II.
5. Type V (semen bahan sulfat), dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah. Misalnya pelapisan saluran air dalam terowongan.

Dari hasil analisa mengenai semen Portland, kapur merupakan komponen dengan jumlah terbanyak, disusul oleh silika, alumina dan oksida besi. Disamping itu terdapat komponen-komponen lainnya, jumlah oksida-oksida tersebut berjumlah :

- |  |           |
|--|-----------|
| - Kapur (CaO)                                      | 60% - 66% |
| - Silika (SiO <sub>2</sub> )                       | 19% - 25% |
| - Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )        | 3% - 8%   |
| - Oksida Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )    | 1% - 5%   |
| - Oksida Magnesium (MgO) dibatasi sampai dengan 4% |           |

(Subakti A, (1995), *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Hal 11)

### 2.1.3.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat 1, maka agregat halus harus memenuhi satu, dari beberapa atau semua ayat berikut ini:

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
2. Agregat halus boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan umur yang sama.
4. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
  - a. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2%
  - b. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10 %
  - c. Sisa ayakan di atas 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.
5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

### 2.1.3.3 Agregat Kasar (Kerikil)

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

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat kasar tidak boleh terdapat lumpur lebih dari 1% (ditentukan terdapat berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat—zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

4. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 t, dimana harus memenuhi syarat-syarat berikut :
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% atau dengan mesin pengaus Los Angelos, dimana tidak terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1, harus memenuhi syarat-syarat berikut :
  - Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0% beratnya.
  - Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98% berat.
  - Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.

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

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

#### **2.1.3.4 Air**

Air memegang peranan penting dalam pengerjaan beton baik saat pembuatan maupun setelah pembuatan. Air pada saat pembuatan beton diperlukan untuk membantu proses hidrasi semen dan sebagai pelincir campuran kerikil, pasir, dan semen, sedangkan setelah selesai pengerjaan beton air diperlukan untuk merawat beton.

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

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

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

#### **2.1.3.5 *High Range Water Reducer Superplasticizers (HRWR)***

*Penerapan:*

- Untuk memfasilitasi penempatan dan pemadatan (contoh pada elemen beton bertulang yang ditulangi dalam jumlah banyak)
- Untuk meningkatkan kekuatan
- Untuk menghasilkan bentuk permukaan yang berkualitas tinggi
- Untuk memfasilitasi pumping

*Pengaruh:*

Meningkatkan fluiditas beton dengan pengaruh yang kecil pada waktu setting

*Keterangan:*

Kecocokan dengan zat tambahan lain dalam campuran harus diperiksa, penambahan kembali air pada beton lebih dari sekali untuk mengembalikan slump dapat menyebabkan reduksi kekuatan ultimate.

### **2.1.3.6 Retarder**

*Retarder* adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan (setting time) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (workable) untuk waktu yang lebih lama. Temperatur yang tinggi 30°-32° C atau sering menyebabkan makin cepatnya hardening, yang menyebabkan sukarnya penuangan dan penyelesaian. Salah satu cara untuk menggulangnya adalah dengan menurunkan temperature dengan mendinginkan air atau agregat atau keduanya. Retarder tidak menurunkan temperature awal. fungsi retarder adalah memperlambat waktu pengikatan (set) dan pengerasan (hardening). Untuk pengangkutan yang lama, misalnya pada pembuatan beton jadi (ready mix), menunda waktu pengikatan awal dengan tetap menjaga kelecakannya.

## 2.2 Sifat Mekanis Beton

### 2.2.1 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu dari sifat fisik yang terpenting dari beton, karena nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Disamping itu pula banyak faktor lain yang mesti dipertimbangkan, misalnya factor *durabilitas*, *impermeabilitas* dan lain sebagainya. Yang dimaksud dengan nilai kuat tekan beton berdasarkan ASTM. Dalam pasal 3.33 (SNI 03-2847/S-12-2002) kuat tekan beton yang disyaratkan  $f'_c$  adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm), untuk dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam satuan Mpa. Bila nilai  $f'_c$  didalam tanda akar, maka hanya nilai numerik dalam tanda akar saja yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan MPa.

Kuat tekan beton diambil berdasarkan kuat tekan pada umur 28 hari, karena nilai kuat tekan beton pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi  $C_3S$  dan  $C_2S$  yang merupakan komponen karakteristik dari semen yang berlangsung di dalam beton. Semakin cepat jalannya reaksi semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton yang dicapai, sebaliknya semakin lambat jalannya reaksi semakin rendah pula nilai kuat beton yang dicapai.

Selanjutnya pengujian yang paling dikenal yang dilakukan pada beton adalah pengujian kekuatan beton. Ada beberapa alasan dilakukan pengujian ini :

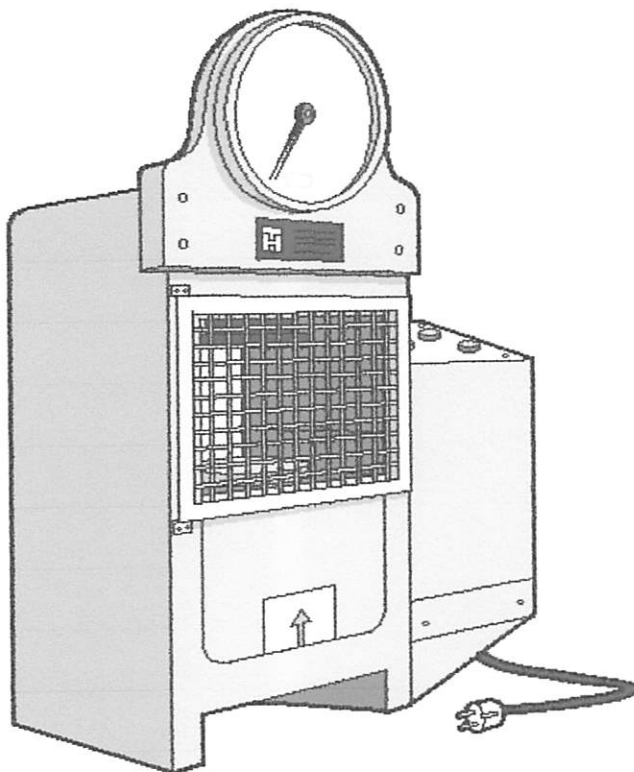
1. Pengujian dilakukan adalah bertujuan untuk menguji apakah kekuatan beton telah tercapai sesuai rencana atau belum dan untuk menentukan



langkah-langkah preventif dengan tidak mengesampingkan nilai-nilai ekonomis.

2. Pengujian dilakukan dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm atau balok 150 x150 x 600 mm.
3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnnya memenuhi dua syarat yang diberikan, nilai-nilainya sebagai berikut :
  - a. Nilai rata-rata dari hasil benda uji (terdiri dari empat pasangan benda uji) tidak kurang dari ( $f'c + 0.82s$ ), dengan s adalah standar defiasi.
  - b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari  $0.85f'c$

*(Ir. Tri Mulyono MT (2004), Teknologi Beton)*



**Gambar 2.1 : Alat Uji Kuat Tekan**

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \times 1,04$$

Dimana :  $f'c$  = Tegangan hancur (MPa)

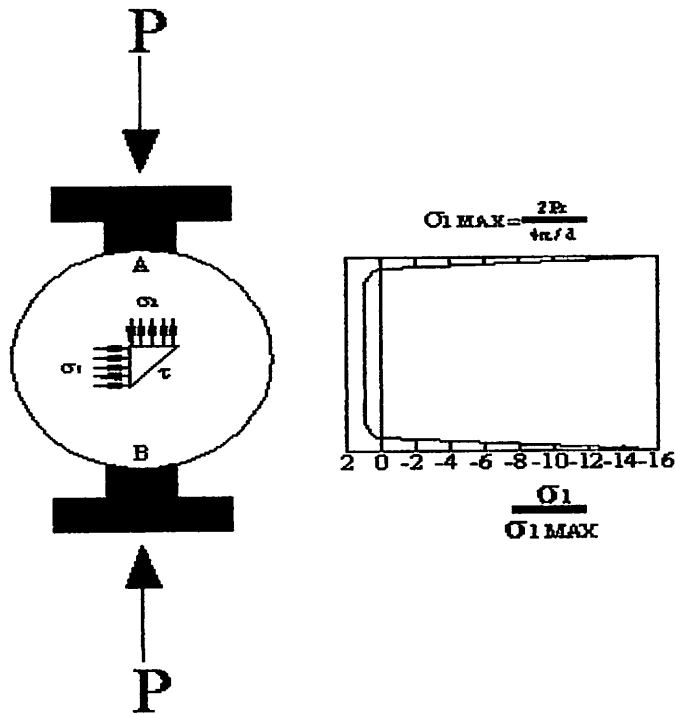
$P$  = beban maksimum (N)

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

1,04 = Faktor konversi benda uji silinder 100 x 200 mm  
ke silinder 150 mm x 300 mm.

### 2.2.2 Kuat Tarik Belah

Sebagaimana rincian pada ASTM C 496, pengujian kuat tarik belah dilakukan pada benda uji berbentuk silinder dengan cara meletakkan silinder pada posisi berbaring (horizontal) dan pada bagian atas dan bawah dilapisi papan bantalan yang berguna menyebarkan gaya sepanjang bentang silinder, kemudian diberi beban tegak lurus bentang silinder.



**Gambar 2.2. : Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm**

Tegangan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2.P}{3,14.d.L}$$

Dimana :  $P = \text{Beban Maksimum (N)}$

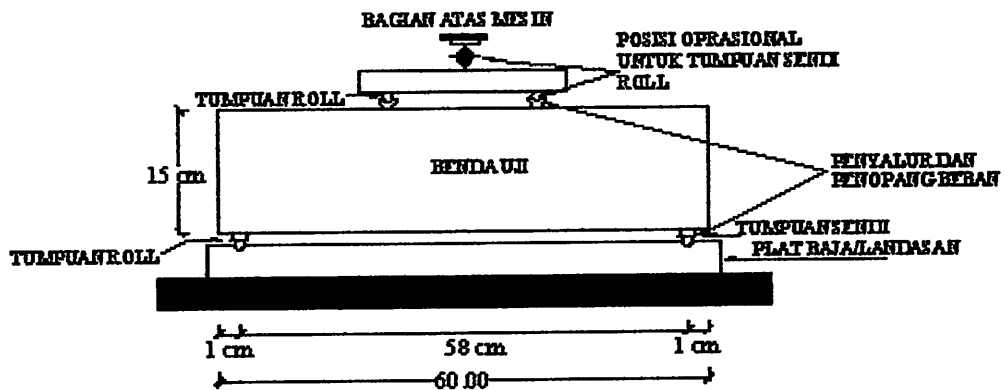
$d = \text{Diameter silinder benda uji (mm)}$

$L = \text{Panjang silinder benda uji (mm)}$

### 2.2.3 Kuat Tarik Lentur

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

Untuk menaksirkan kekuatan beton yang menyebar adalah dengan cara pengujian tarik lentur dengan benda uji adalah berbentuk balok yang berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.



**Gambar 2.3. : Uji Tarik Lentur Balok**

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{\frac{1}{4} P.L}{\frac{1}{6} b.t^2}$$

- Dimana :
- P = Beban maksimum (N)
  - L = Panjang benda uji (mm)
  - b = Lebar balok (mm)
  - t = Tinggi balok (mm)

## 2.2.4 Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas adalah sebuah konstanta bahan yang mempunyai nilai tertentu untuk suatu bahan tertentu. Tiap bahan mempunyai modulus elastisitas (E) tersendiri yang mempunyai gambaran mengenai perilaku itu bila mengalami beban tarik atau beban tekan. Bila nilai E semakin kecil, maka semakin mudah bahan untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan.

Seperti yang kita ketahui beton adalah bahan yang bukan benar-benar elastis, dimana modulus elastisitas beton selalu berubah-ubah menurut kekuatan atau mutu beton. Modulus elastisitas beton tergantung pada umur beton, sifat agregat dan semen.

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Rengangan Beton ( $\epsilon$ )

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

- Perhitungan Kuat Tekan Beton ( $f'c$ )

$$f'c = \frac{P}{A}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ )

$$E_c = \frac{f'c}{\epsilon}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

$$E \text{ teoritis} = 4700 \times \sqrt{f'c}$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)

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

$L$  = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

$f'c$  = 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)

## 2.3 Sifat Fisik Beton

### 2.3.1 Porositas

Hubungan Porositas dengan kekedapan dan keawetan beton sangatlah erat, karena beton yang awet dapat diperoleh dengan beton yang berporositas minimum (Subakti.A Bab XII; 9). Dalam industri beton sering diteliti berbagai bahan pengisi yang dapat mengurangi besarnya porositas (kadar air void), seperti *Silika Fume*, *Fly Ash* dan bahan pengisi lainnya. Bahan-bahan tersebut dapat mengisi rongga-rongga udara antar partikel, sehingga beton menjadi lebih padat dan kekedapannya akan bertambah

Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah

- Perhitungan Volume Pori Terbuka ( $V_p$ )

$$= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}}$$

- Perhitungan Porositas

$$\text{Porositas} = \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\%$$

Dimana :

$W_{ssd}$  = berat benda uji keadaan saturated surface dry (SSD) atau jenuh permukaan kering (gr)

$W_a$  = berat benda uji keadaan kering oven

$B_j \text{ air}$  = berat jenis air 1 gr / ml

$V \text{ benda uji}$  = Volume benda uji ( $\text{cm}^3$ , dimana : 1 ml =  $1 \text{cm}^3$ )

### **2.3.2 Workabilitas**

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dari tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya.

Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain :

1. Jumlah Air Pencampur.

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan

2. Kandungan Semen.

Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya akan lebih tinggi.

3. Gradasi Campuran Pasir-Krikil.

Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.

4. Bentuk Butiran Agregat Kasar.

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan .

5. Butir Maksimum.

6. Cara Pemadatan dan Alat Pemadat.

(Subakti. A Uji Kekuatan Beton, hal: 105)

### **2.4 Analisa Varian dua Arah**

Teknik analisa data statistik yang digunakan ketika kelompok-kelompok variabel bebas lebih dari dua. Pada anova kita asumsikan bahwa distribusi dari masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal. Dari hasil pengujian, data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa varian dua arah, yang merupakan nilai pengamatan ulang dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa pengamatan dari  $i$  sampai ke  $n$  dianggap mempunyai nilai yang



heterogen. Uji yang dipergunakan dalam anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian dari 2 sampel.

## **2.5 Pengujian Interval Kepercayaan**

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

Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan. Pertimbangannya adalah dengan semakin besar tingkat kepercayaan yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan bahwa parameter populasi yang diestimasi terletak dalam interval yang terbentuk, namun penelitian itu menjadi semakin tidak teliti. Apabila kita menetapkan interval kepercayaan sebesar 95% maka dengan kata lain kita menetapkan alpha sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan. Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai parameter di tingkat populasi akan berada pada interval  $\pm Z$  standard error dari rata-rata populasi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan. Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya

(95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji secara statistik.

## 2.6 Pengertian Hipotesis

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

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

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

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

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

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

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

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

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

a. Distribusi Binomial

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

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

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

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

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

f. Distribusi Fisher (F)

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

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

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

### **2.6.1 Hipotesis Penelitian**

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

1. Hipotesis nihil ( $H_0$ ) : Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah dengan menggunakan bahan tambahan tidak akan mempengaruhi sifat mekanis beton.
2. Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) : Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah dengan menggunakan bahan tambahan akan mempengaruhi sifat mekanis beton.

Dari semua cara di atas semua dapat digunakan untuk merumuskan suatu hipotesa tertentu pada suatu penelitian. Dimana prinsip dari hipotesa tersebut adalah setiap percobaan hanya mempunyai hasil sukses atau gagal dan probabilitas pada setiap percobaan harus sama (konstant).

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

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

## 2.7 Analisa regresi

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

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

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang yang dimulai dari pengujian bahan, rancangan campuran, pengecoran, dan percetakan benda uji serta pengetesan sampel.

#### **3.2. Metode Penelitian**

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

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

#### **3.3. Populasi dan Sampel**

Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini benda uji keseluruhan dapat disebut Populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari

anggota populasi disebut sampel. Ditentukan variasi campuran dan jumlah sampel (benda uji) sebagai berikut :

1. Benda uji tanpa penambahan additive sebagai acuan ( 0%) dengan menggunakan silinder 15 x 30 cm.
2. Benda Uji dengan penambahan superplasticizer 0,6% + retarder 0,2% dengan menggunakan silinder 15 x 30 cm, silinder 10 x 20 cm, balok 15 x 15 x 60 cm

### **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 :

- Semen : Semen Tiga roda Type I (40 kg),
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang,
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan,
- Air : Air dari PDAM Kota Malang,
- Superplasticizer : Sikament LN (PT Sika, Surabaya),
- Retarder : PT Sika, Surabaya

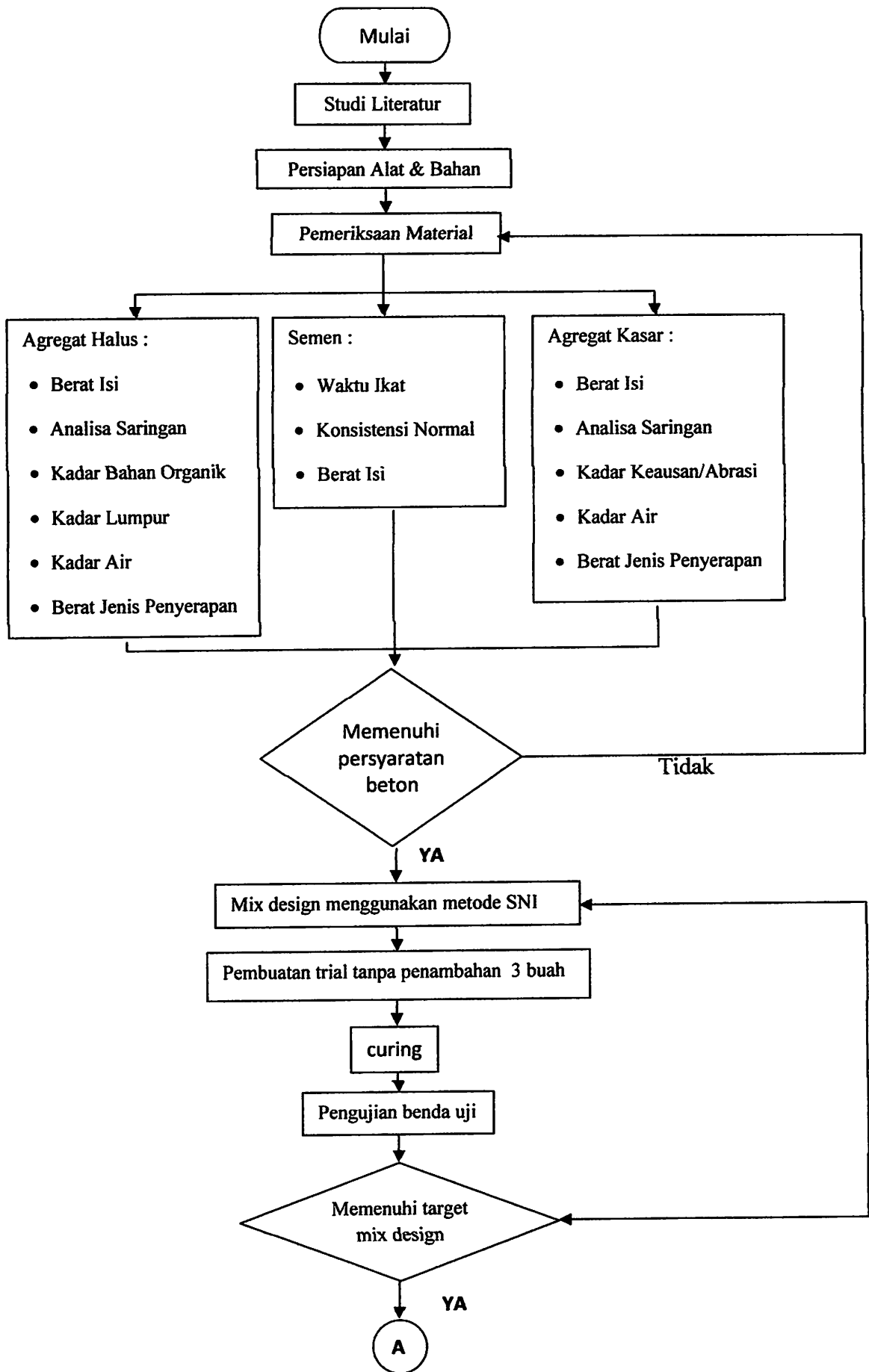
b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

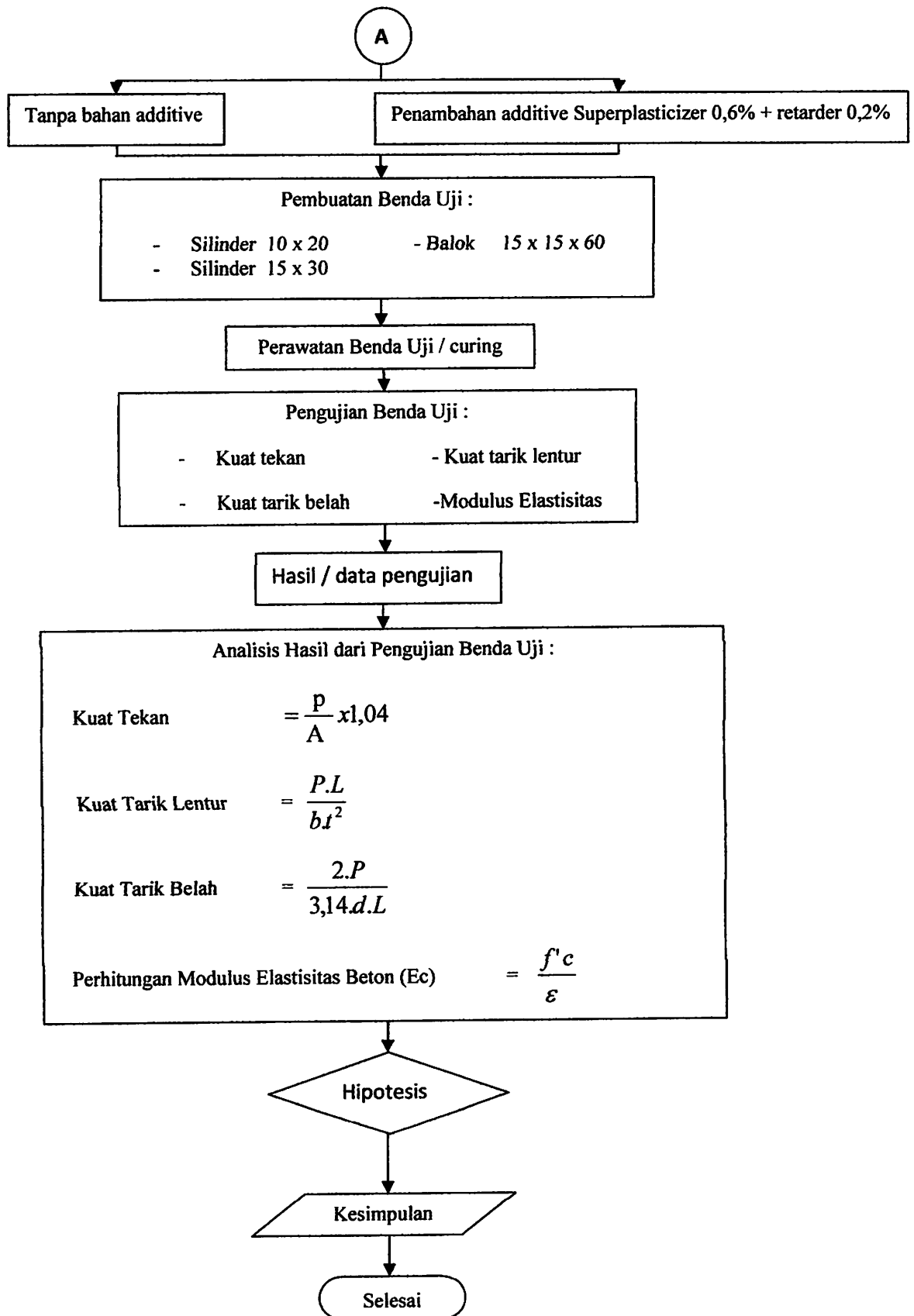
- Satu set saringan 76.2 mm (3"); 53.5 mm (2.5"); 35.5 mm (1"); 19.5 mm (3/4"); 12.5 mm (1/2"); 9.5 mm (3/8"); No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 ( Standart ASTM ).



- Neraca analitik kapasitas maksimum 200 gr dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh, berikut satu set timbangan terdiri dari 50 gr sampai dengan 100 gr.
- Kuas untuk membersihkan cetakan benda uji, sikat kuningan dan sendok.
- Gelas ukur 200 H dengan ketelitian 1 ml.
- Talam – talam.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, untuk memanasi suhu sampai (  $110 \pm 5$  )° C.
- Mesin pengguncang saringan.
- Keranjang kawat ukuran 3.35 mm, atau 2.36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas kira - kira 5 kg.
- Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai dengan pemeriksaan.
- Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- Kerucut Terpancung (cone), diameter bagian atas (  $40 \pm 3$  ) mm, diameter bagian dalam (  $90 \pm 3$  ) mm, tinggi (  $75 \pm 3$  ) mm dibuat dari logam tebal minimum 0.8 mm.
- Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata (  $34 \pm 15$  ) gr, diameter permukaan penumbuk (  $25 \pm 3$  ) mm.

- Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1° C.
- Bejana tempat air.
- Air suling.
- Cetakan berupa kerucut terpancung dengan bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm.
- Tongkat pemangkat dengan diameter 16 cm, panjang 60 cm, ujung dibulatkan dan sebaiknya dari baja tahan karat.
- Sendok cekung.
- Cetakan
- Mesin pengaduk beton.
- Dan peralatan tambahan lainnya.





**Gambar 3.1.: Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian**

### **3.5. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua, yaitu pengumpulan data hasil pemeriksaan material dan pengumpulan data hasil pengujian benda uji.

- a. Untuk data hasil pemeriksaan material didapat dari hasil :
  - Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar.
  - Pemeriksaan zat organik dalam agregat halus dan kasar.
  - Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus dan kasar.
  - Pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar.
  - Pemeriksaan kadar air agregat halus dan kasar.
  - Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar.
- b. Sedangkan untuk data pengujian benda uji didapat dari :
  - Data hasil uji kuat tekan.
  - Data hasil uji tekan tarik belah.
  - Data hasil uji tekan tarik lentur.
  - Data hasil uji modulus elastisitas.
  - Data hasil uji porositas.
  - Hasil uji workabilitas.

### **3.6. Teknik Analisa Data**

Selanjutnya dari data-data yang didapat dilakukan perhitungan secara analitis dan eksperimen. Dari hasil perhitungan secara analitis dan eksperimen tersebut untuk selanjutnya dicari prosentase kesalahannya. Perlakuan yang terjadi dalam satu kelompok diakibatkan oleh penambahan zat additive pada beton. Untuk mengetahui kontribusi bahan tambahan pada beton. Sebelumnya akan dilakukan perhitungan secara statistik mengenai hubungannya apakah zat additive sebagai bahan campuran berpengaruh terhadap sifat mekanis beton.

## BAB IV

### PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Beton

##### 4.1.1 Perhitungan Mix Design Beton untuk Mutu $f'c$ 20 MPa Mengacu Pada SNI

- **Data – data hasil test material**

- Berat isi agregat halus = 1,602 gr/cm<sup>3</sup>
- Berat isi agregat kasar = 1,424 gr/cm<sup>3</sup>
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Ukuran Agregat Maksimum = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,68 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1,26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD

1. Kekuatan tekan karakteristik = 20 MPa = 20 N/mm<sup>2</sup>

$$= 20 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2$$
$$= 200 \text{ kg/cm}^2$$

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

**Tabel 4.1: Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan**

Isi pekerjaan		Deviasi standar S (MPa)		
Sebutan	Jumlah beton (m <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

3. Faktor margin = 1,34 x Deviasi Standart  
 = 1,34 x 6,00 = 8,04 MPa .....(persamaan 1)  
 = 2,33 x Deviasi Standart – 3,5  
 = 2,33 x 6 – 3,5 = 10,480 MPa.....(persamaan 2)

4. Kuat Tekan Rencana = Kuat tekan karakteristik + Faktor Margin

Persamaan 1 = 20 + 8,04 = 28,04 MPa

Persamaan 2 = 20 + 10,480 = 30,480 MPa

Untuk kuat tekan rencana dipakai nilai yang terbesar yaitu 30,480 MPa.

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

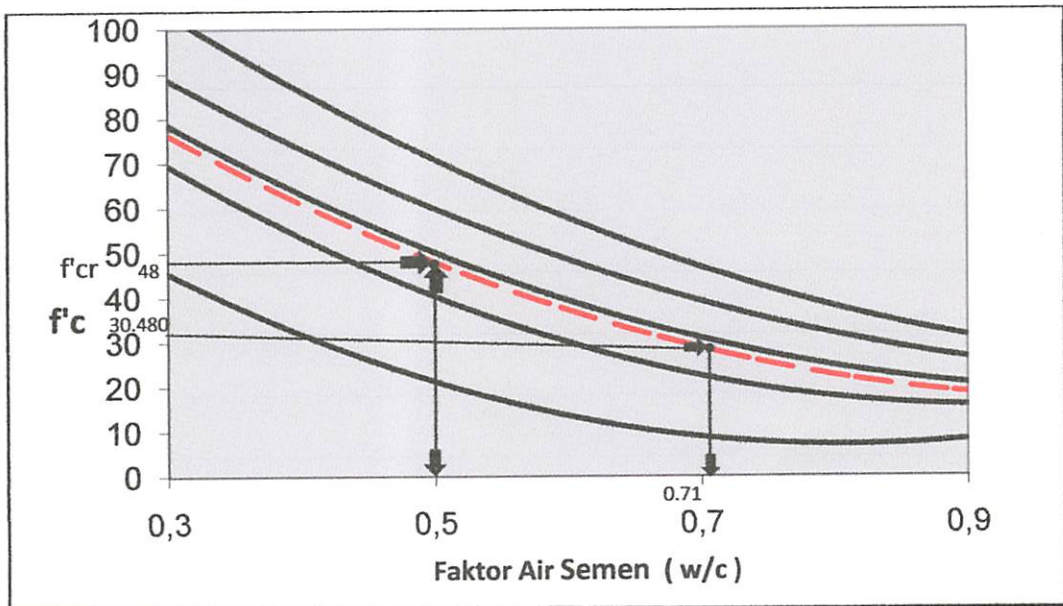
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

7. Faktor air semen (W/C) :



**Tabel 4.2 : Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) = 0,5**

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



**Grafik 4.1 : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C**

Dari grafik 4.1 diperoleh dengan  $f'c = 30,48$  MPa

$$\frac{w}{c} \text{ rasio rencana} = 0,71$$

Dari pembacaan tabel diatas didapat  $W/C = 0,71$ , setelah dilakukan trial mix ternyata tidak dapat memenuhi target yang ditentukan, maka digunakan  $W/C$  minimal = 0,5

8. Faktor air semen maksimum :

**Tabel 4.3 : Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos**

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

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c maksimum pada tabel 4.17 yaitu = 0,45

9. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan : terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.7) dan Faktor air semen maksimum (no.8) adalah 0,5
10. Slump rencana = 25 – 50 mm
11. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no  $3/4$  / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

Kadar air bebas : 196,8997

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

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

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 4.18 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas 195 mm

$$\begin{aligned}
 12. \quad \text{Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{FAS(rencana)}} \\
 &= \frac{196,8997}{0.71} = 277,3235 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

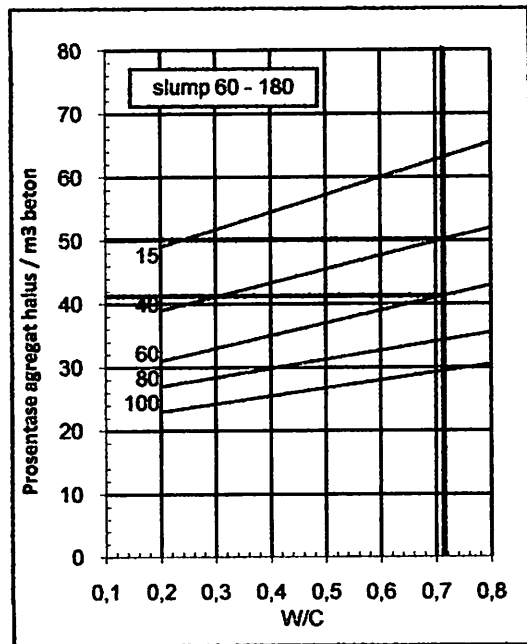
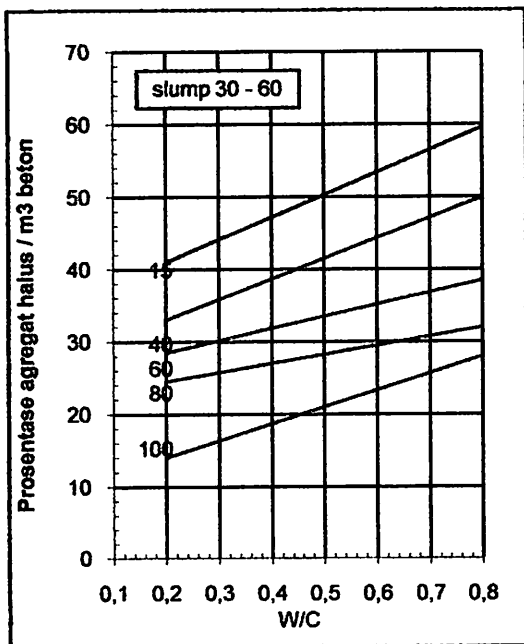
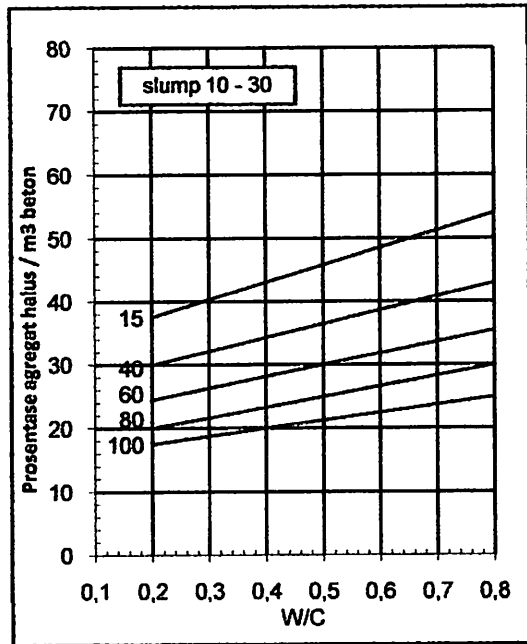
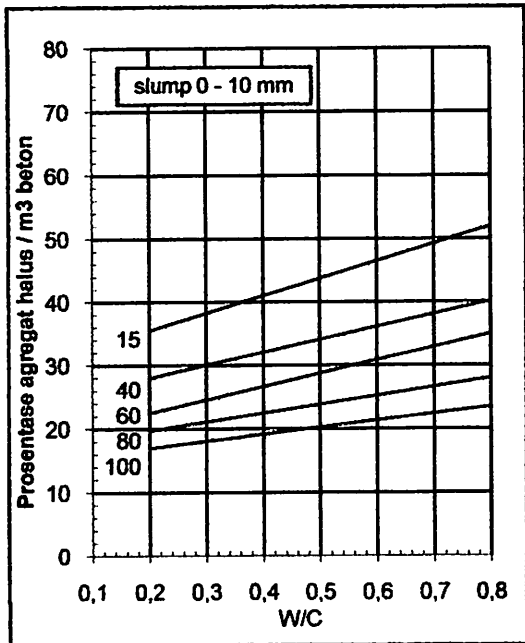
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.3 dengan w/c maksimum 0.45 diperoleh jumlah semen minimum 400 kg/m<sup>3</sup>

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.13) dengan jumlah semen minimum (no.12), yaitu 277.3235 kg/m<sup>3</sup>.

15. Proporsi agregat Halus dengan slump 25-50 mm.

Dengan menggunakan 4 grafik



**Grafik 4. 2. : Penentuan Presentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm**

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{50\% + 41,9\%}{2} = 45,95\%$$

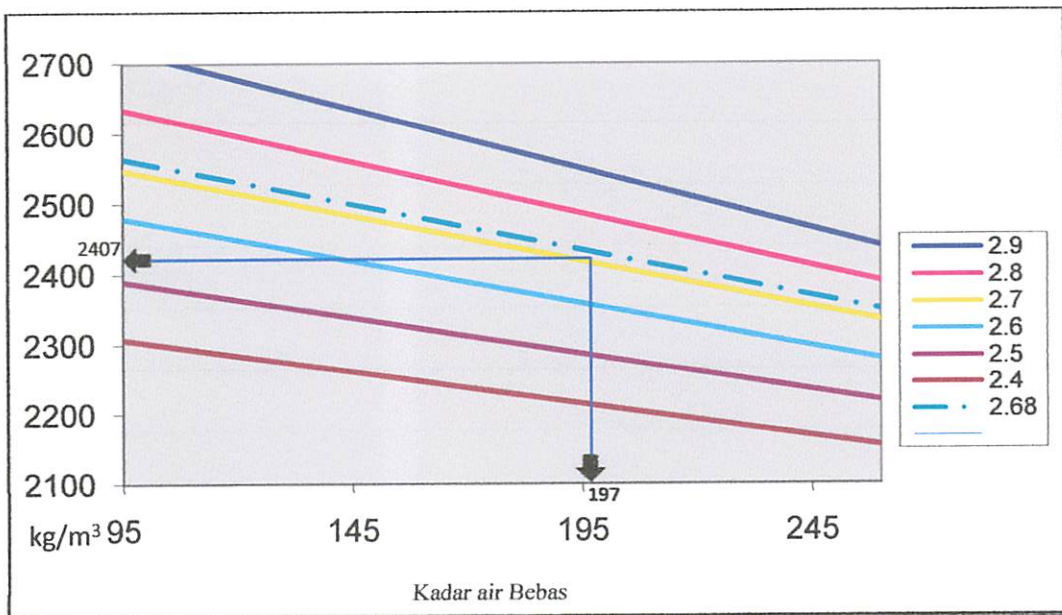
16. Proporsi agregat kasar :  $100\% - 45,95\% = 54,05\%$
17. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) :2,66
18. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) :2,71
19. Berat jenis agregat gabungan :
 
$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)}$$

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

$$/100 \%$$

$$= ((45,95)(2,66) + (54,05)(2,71))/100$$

$$= 2,687$$
20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.3 di dapat 2407



**Grafik 4. 3 : Perkiraan berat jenis beton segar**

21. Total jumlah agregat

= Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – jumlah semen yang di rencanakan (no.12)

$$= (2407)-(196,8997)-(277,3235) = 1932,7768 \text{ kg/m}^3$$

22. Jumlah agregat halus :

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

$$= \frac{45,00 \times 1932,7768}{100}$$

$$= 869,74 \text{ kg/m}^3$$

23. Jumlah agregat kasar

$$= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:17) x jumlah total agregat (no. 21)}}{100}$$

$$= \frac{55,00 \times 1932,7768}{100}$$

$$= 1063,03 \text{ kg/m}^3$$

24. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 3,68 %

25. Kadar air agregat kasar (asli): sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,26 %

26. Kadar air agregat halus (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 4,59 %

27. Kadar air Agregat kasar (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 1,81 %

28. Kelebihan air dalam agregat halus

$$\begin{aligned} & \text{Agregat halus} \times \frac{\text{Kadar air agregat halus (SSD)} \times \text{Kadar air agregat halus (asli)}}{100 - \text{Kadar air agregat halus (asli)}} \\ & = 869,74 \times \frac{4,59 \times 3,68}{100 - 3,68} = 0,91 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

29. Kelebihan air dalam agregat kasar

$$\begin{aligned} & \text{Agregat kasar} \times \frac{\text{Kadar air agregat kasar (SSD)} \times \text{Kadar air agregat kasar (asli)}}{100 - \text{Kadar air agregat kasar (asli)}} \\ & 1031,70 \times \frac{1,81 \times 1,26}{100 - 1,26} = 0,54 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

30. Jumlah agregat halus

$$\begin{aligned} & = \{ [100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat halus (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no. 22)} \} \\ & = \{ [100 + (3,68)] / [100 + (4,59)] \times (869,744) \} = 862,18 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

31. Jumlah agregat kasar

$$\begin{aligned} & = \{ [100 + \text{Kadar air agregat kasar (asli) (no.26)}] / [100 + \text{Kadar air agregat kasar (SSD) (no.28)}] \times \text{Jumlah agregat kasar (no. 24)} \} \\ & = \{ [100 + (1,26)] / [100 + (1,81)] \times (1031,7) \} = 1057,36 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

32. Jumlah air

$$\begin{aligned} & = \text{Kadar air bebas (no. 11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ & \quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ & = 196,9 + 0,91 + 0,54 = 198,35 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 277,32 kg/m<sup>3</sup> untuk semen ( no:14)
- 862,18 kg/m<sup>3</sup> untuk agregat halus ( no:30)
- 1057,36 kg/m<sup>3</sup> untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 198,35 kg/m<sup>3</sup> untuk jumlah kadar air ( no:32)

**Tabel 4.5 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan**

<b>Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan</b>				
<b>Jumlah</b>	<b>Semen (kg)</b>	<b>Agregat halus (kg)</b>	<b>Agregat kasar (kg)</b>	<b>Air (kg)</b>
Per m <sup>3</sup>	277,32	862,18	1057,36	198,35
Perbandingan berat	1	3,11	3,81	0,72

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

## 4.2 Perhitungan kebutuhan bahan

### 4.2.1 Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan/m<sup>3</sup>.

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu 0,03 m<sup>3</sup>. Maka untuk membuat benda uji sebanyak 124 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 72 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 23 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 3 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:



**A. Perhitungan volume silinder d x t = 10 x 20**

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 5^2 \times 20) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,0011804 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :        1,2 merupakan nilai factor kehilangan  
                              n = jumlah benda uji.

**B. Perhitungan volume silinder d x t = 15 x 30**

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 7,5^2 \times 30) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,006359 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :        1,2 merupakan nilai factor kehilangan  
                              n = jumlah benda uji.

**C. Perhitungan volume silinder p x l x t = 15 x 15 x 30**

$$\begin{aligned} &= (p \times l \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (30 \times 15 \times 15) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,0081 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :        1,2        = merupakan nilai factor kehilangan  
                              n         = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.6 : Kebutuhan Total Bahan Untuk Setiap Kali Pencampuran Agregat Kasar**

	jenis	ukuran	jumlah	f.kehilangan	Volume	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
k. tekan	silinder	=0,1*0,2	12	1.2	0.0019	0.0226	0.0226	0.0226	0.0226
		=0,15*0,3	8	1.2	0.0064	0.0509	0.0509	0.0509	0.0509
k. tarik lentur	balok	=0,15*0,15*0,6	4	1.2	0.0162	0.0684	0.0684	0.0684	0.0684
k. tarik belah	silinder	=0,15*0,3	4	1.2	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064

**BERAT ADDITIVE**

sp	100 ml	110.1	gr	1101.0	Liter
accelerator	101 ml	119.8	gr	1198.0	Liter
retarder	102 ml	112.8	gr	1128.0	Liter

**superplasticizer 0.6% \* 0.2%**

**SILINDER 15\*30**

	v 1	v 2	v1*v2	benda uj	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,0064	1,76333922	3	5,29	0,60%	0,20%
agregat	757,97	0,0064	4,819552245	3	14,46	3,17%	1,06%
agregat	1182,29	0,0064	7,517590965	3	22,55	34,9458567	11,9342798
air	195,82	0,0064	1,24512147	3	3,74		

**silinder 10\*20**

	v 1	v 2	v1*v2	benda uj	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,0019	0,52247088	12	6,26965056	0,60%	0,20%
agregat	757,97	0,0019	1,42801548	12	17,13618576	0,0376179	0,0125393
agregat	1182,29	0,0019	2,22743436	12	26,72921232	41,4173116	14,1443317
air	195,82	0,0019	0,36892488	12	4,42709856		

**balok 15\*15\*60**

	v 1	v 2	v1*v2	benda uj	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,0162	4,492584	1	4,492584	0,60%	0,20%
agregat	757,97	0,0162	12,279114	1	12,279114	0,0269555	0,00898517
agregat	1182,29	0,0162	19,153098	1	19,153098	29,6780099	10,1352695
air	195,82	0,0162	3,172284	1	3,172284		

Sumber : Data Hasil Penelitian

### **4.3 Pelaksanaan Campuran Beton**

#### **4.3.1 Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)**

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

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

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

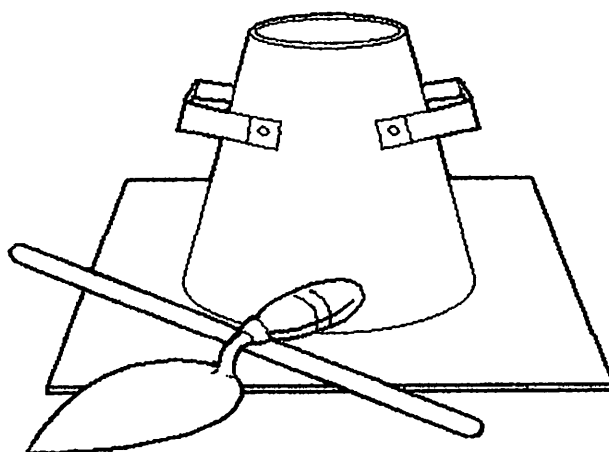
#### 4.3.2 Uji Slump Beton

##### A. Tujuan

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

##### B. Peralatan

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



**Gambar 4.1 : Aparatus Slump Test**

### **C. Prosedur Pelaksanaan**

- a. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
- b. Letakkan cetakan di atas pelat.
- c. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira  $\frac{1}{3}$  isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat 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.
- d. 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.
- e. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- f. Balikkan cetakan dan letakkan di samping benda uji.
- g. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.

#### **4.3.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji**

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

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji beton dengan menggunakan additive

sebagai bahan campuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

## **B. Peralatan**

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

## **C. Prosedur Pelaksanaan**

- a. Benda uji (silinder atau balok) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin/lemak/minyak agar mudah nanti dilepaskan dari beton hasil cetakan.

- b. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.
- c. Padatkan adukan dalam cetakan, sampai permukaan adukan beton mengkilap.
- d. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat 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.
- e. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

#### **D. Perawatan Benda Uji**

##### **Langkah – langkah perawatan benda uji**

- 1. Setelah pelepasan benda uji, benda uji dideiamkan selama 24 jam pada tempat yang terlindung. Ini bertujuan agar pada benda uji tidak terjadi penguapan yang berlebihan akibat sinar matahari maupun penambahan

air akibat hujan. Kemudian benda uji diberi tanda sesuai dengan kelompok identitas masing-masing.

2. Benda uji diletakkan dalam bak peredaman atau ditutupi dengan karung yang basah hingga mencapai umur pengetesan.

#### **E. Persiapan Pengujian**

- a. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
- b. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
- c. Untuk benda uji silinder (10 x 20) cm, lapislah permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang dengan cara sebagai berikut :
  - Lelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh (melting pot) sampai suhu kira-kira 130°C.
  - Tuangkan belerang cair ke dalam cetakan pelapis (capping plate) yang dinding dalamnya telah dilapisi gemuk tipis-tipis. Diamkan sampai mortar belerang mengeras.
  - Dengan cara yang sama lakukan pelapisan pada permukaan yang lainnya.
- d. Pemeriksaan kekuatan beton biasanya dilakukan pada umur 28 hari.



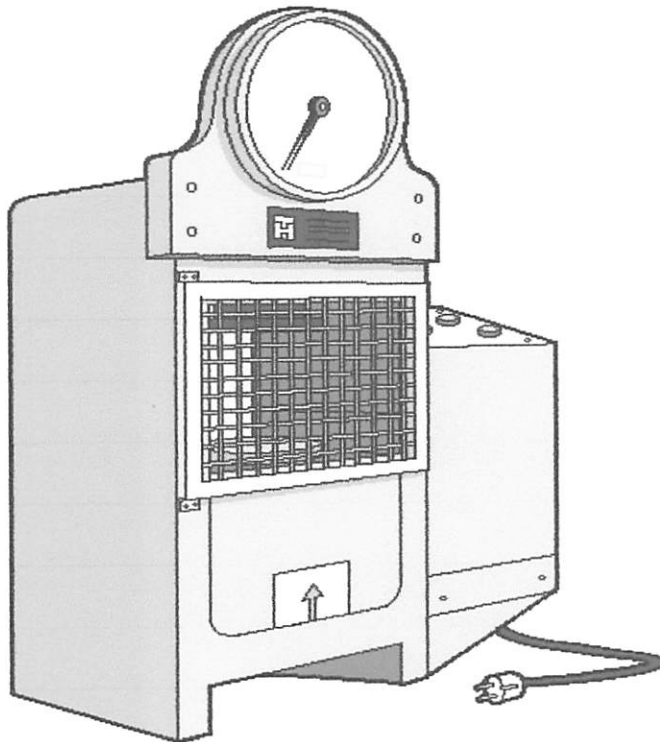
#### 4.3.4 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

##### A. Tujuan

Tujuan Pelaksanaan pengujian ini adalah untuk Menentukan kekuatan tekan, tekan-belah dan lentur beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

##### B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : Alat Uji Kuat Tekan

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \times 1,04$$

Dimana :  $f'c$  = Tegangan hancur (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm)

1,04 = Faktor konversi benda uji silinder 100 x 200 mm  
ke silinder 150 mm x 300 mm.

### C. Pengujian

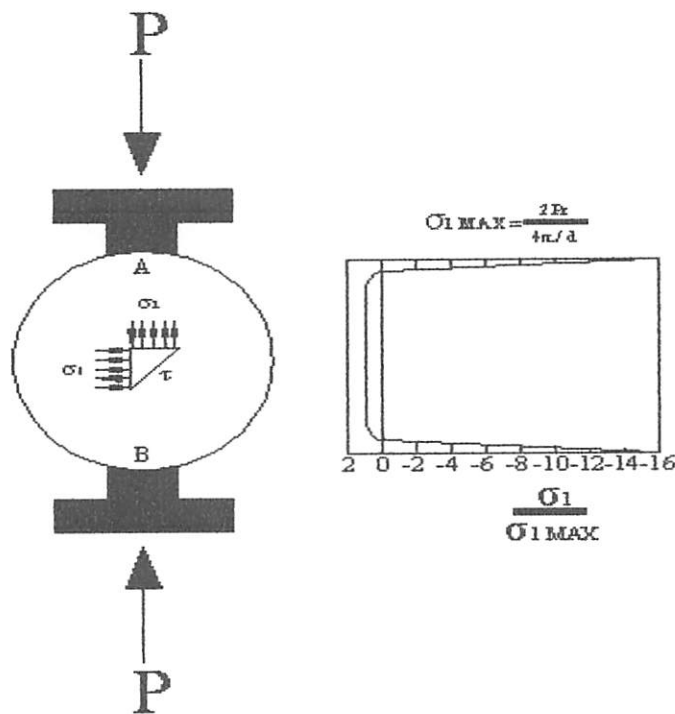
#### a. Kuat Tekan Beton :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm<sup>2</sup> s/d 6 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya.

#### b. Kekuatan Tekan-Belah :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji

- Pasang benda uji pada pemegang benda uji belah secara secara sentris, kemudian letakkan benda uji beserta pemegangnya pada mesin tekan secara sentris.
- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara  $4 \text{ kg/cm}^2$  s/d  $6 \text{ kg/cm}^2$  per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji terbelah.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.



Gambar 4.3 : Uji Tarik Belah Silinder

Tegangan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2.P}{3,14.d.L}$$

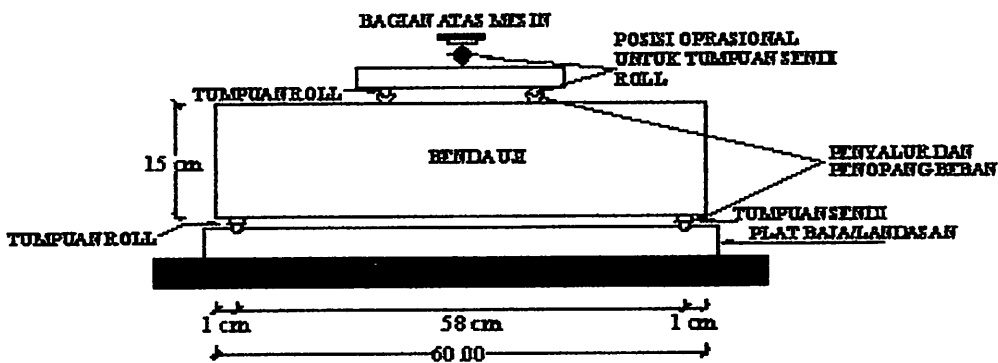
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Lentur :

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



Gambar 4.4 : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{P.L}{bt^2}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

#### **4.3.5 Pengujian Porositas**

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

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

##### **B. Peralatan**

- a. Alat timbang dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
- c. Bak air peredam

##### **C. Pelaksanaan**

- a. Benda uji yang telah mencapai umur tertentu, diredam dalam bak peredam selama 24 jam.
- b. Benda uji diambil dari peredaman kemudian dilab dengan kain dan ditimbang serta dicatat beratnya.
- c. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven dengan suhu  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  24 jam.

- d. Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya.

#### **4.3.6 Pengujian Modulus Elastisitas**

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

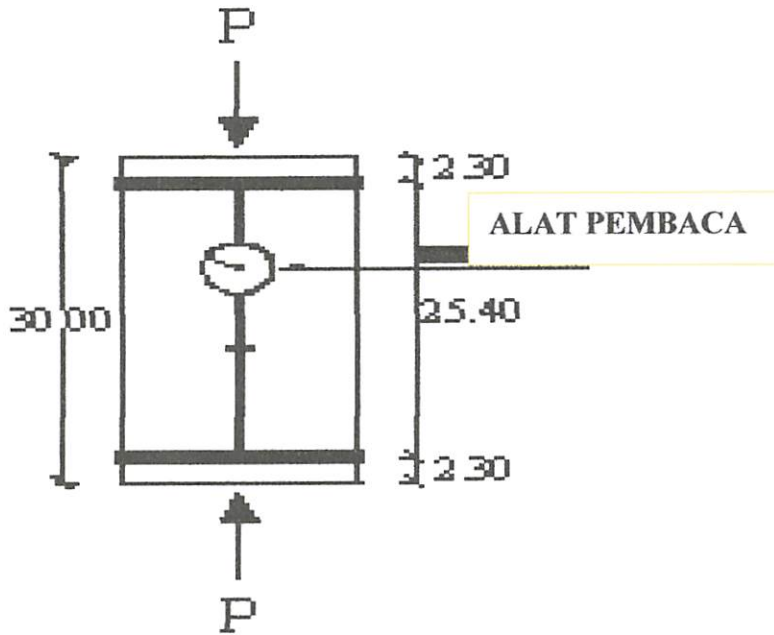
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

##### **B. Peralatan**

Strain Gauge atau alat pengukur deformasi bentuk (pengukur  $\Delta L$ ) yang diletakkan menempel secara magnetis pada mesin uji kuat tekan.

##### **C. Pelaksanaan**

- a. Alat ukur strain gauge diletakkan pada mesin uji tekan, diusahakan jarum penunjuk dapat dilihat dengan jelas dan aman dari serpihan pecahan beton
- b. Jarum petunjuk diatur pada posisi nol.
- c. Pembacaan jarum penunjuk dilakukan tepat pada saat beton pecah.



Gambar 4.5 : Uji Modulus Elastisitas

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Rengangan Beton ( $\epsilon$ )

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

- Perhitungan Kuat Tekan Beton ( $f'_c$ )

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ )

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

$$E \text{ teoritis} = 4700 \times \sqrt{f'_c}$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)

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

$L$  = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

$f_c$  = 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)



## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

##### 5.1.1. Data Pengujian Kuat Tekan

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada variasi umur 3,7,14,28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tegangan hancur beton perlakuan tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Tegangan Tekan Beton**

$$\sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (3 hari)} = \frac{P}{A} \times 1,04$$

$$= \frac{7000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04$$

$$= 9,2739 \text{ MPa}$$

$$\sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (7 hari)} = \frac{P}{A} \times 1,04$$

$$= \frac{115000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04$$

$$= 15,2375 \text{ MPa}$$

$$\sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (14 hari)} = \frac{P}{A} \times 1,04$$

$$= \frac{160000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04$$

$$= 21,1975 \text{ MPa}$$

$$\sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (28 hari)} = \frac{P}{A} \times 1,04$$

$$= \frac{180000}{3,14 \times 50^2 \times 1} \times 1,04$$

$$= 23,8471 \text{ MPa}$$

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji ( $\text{mm}^2$ )

1,04 = Nilai konfersi dari silinder 100 x 200 mm ke silinder 150  
x 300 mm

1 = Faktor umur 28 hari

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{134,4713}{15} \\
 &= 8,96 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{((9,2739-15,414)^2 \dots\dots\dots + (8,6115-15,414)^2)}{15-1}} \\
 &= 0,7611 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1 sehingga :

$$s = 0,7611 \times 1 = 0,7611 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 \cdot s$$

$$f'c = f'_{cr} - 1,34 \cdot s$$

$$= 8,9648 - (1,34 \times 0,7611) = 10,6915 \text{ MPa} \dots\dots\dots(\text{persamaan 1})$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33.s - 3,5$$

$$f'_c = f'_{cr} - 2,33 .s + 3,5$$

$$= 8,9648 - (2,33 \times 0,7611) + 3,5 = 10,6915 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terkecil yaitu 10,6915 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

in Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari  
tampa penambahan

No	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	$f_c^r$ (MPa)	$(f_c^r - f_c^r/2)$ (MPa)	$s$ (MPa)	$f_c^c$ (MPa)
1	115000	15,2357		0,3236		
2	110000	14,5732		0,0078		
3	115000	15,2357		0,3396		
4	99000	12,9860		4,3080		
5	120000	15,8831		1,5290		
6	90000	11,9226		7,4957		
7	105000	13,9708		0,5636		
8	115000	15,2357	14,6616	0,5296	1,5561	14,9972
9	120000	15,8831		1,5290		
10	115000	15,2357		0,3236		
11	110000	14,5732		0,0078		
12	120000	15,8831		1,5290		
13	105000	13,9708		0,5636		
14	115000	15,2357		0,3236		
15	110000	14,5732		0,0078		
Sumber		219,9236		19,1902		

in Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari  
teter 0,6 % + retarder 0,2

No	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	$f_c^r$ (MPa)	$(f_c^r - f_c^r/2)$ (MPa)	$s$ (MPa)	$f_c^c$ (MPa)
1	175000	23,1847		1,4217		
2	165000	21,8589		0,0176		
3	170000	22,5223		0,2808		
4	150000	19,8726		4,4933		
5	175000	23,1847		1,4217		
6	155000	20,5350		2,1238		
7	160000	21,1975		0,5319		
8	170000	22,5223	21,9924	0,2808	1,2726	22,5272
9	175000	23,1847		1,4217		
10	170000	22,5223		0,2808		
11	165000	21,8589		0,0176		
12	175000	23,1847		1,4217		
13	155000	20,5350		2,1238		
14	170000	22,5223		0,2808		
15	160000	21,1975		0,5319		
Sumber		329,883303		16,46984929		

in Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 28 hari  
tapa penambahan

No	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	$f_c^r$ (MPa)	$(f_c^r - f_c^r/2)$ (MPa)	$s$ (MPa)	$f_c^c$ (MPa)
1	180000	23,8471		2,3890		
2	170000	22,5223		0,0488		
3	175000	23,1847		0,7801		
4	140000	18,5478		14,0904		
5	180000	23,8471		2,3890		
6	140000	18,5478		14,0904		
7	160000	21,1975		1,2189		
8	175000	23,1847	22,3015	0,7801	2,0468	21,0324
9	180000	23,8471		2,3890		
10	175000	23,1847		0,7801		
11	170000	22,5223		0,0488		
12	180000	23,8471		2,3890		
13	160000	21,1975		1,2189		
14	175000	23,1847		0,7801		
15	165000	21,8589		0,1590		
Sumber		334,3223		43,5875		

Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 28 hari  
teter 0,6 % + retarder 0,2

No	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	$f_c^r$ (MPa)	$(f_c^r - f_c^r/2)$ (MPa)	$s$ (MPa)	$f_c^c$ (MPa)
1	270000	35,7707		3,2783		
2	210000	27,8217		37,6803		
3	260000	34,4459		0,2360		
4	260000	34,4459		0,2360		
5	270000	35,7707		3,2783		
6	250000	33,1210		0,7040		
7	260000	34,4459		0,2360		
8	260000	34,4459	33,9601	0,2360	2,8678	31,9431
9	270000	35,7707		3,2783		
10	260000	34,4459		0,2360		
11	250000	33,7834		0,0312		
12	270000	35,7707		3,2783		
13	240000	31,7962		4,9825		
14	260000	34,4459		0,2360		
15	250000	33,1210		0,7040		
Sumber		509,4013		58,3812		

### 5.1.2 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah

Untuk pengujian tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Terdapat 2 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

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

- **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton :**

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{3,14.d.L} \\ &= \frac{2 \times 180000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 2,5714 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)

d = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

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

**Tabel 5. 9. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah**

<b>Perlakuan</b>	<b>No</b>	<b>Tanggal buat</b>	<b>Tanggal test</b>	<b>Umur (hari)</b>	<b>Bentuk Benda uji</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>Tek. Hancur (N)</b>	<b>Teg. Hancur (Mpa)</b>	<b>Kuat Tarik Belah Rata-rata (Mpa)</b>
<b>Tanpa Bahan Tambah</b>	1	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,230	180000	2,5478	2,5714
	2	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	12,880	170000	2,4062	
	3	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,330	195000	2,7601	
<b>superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%</b>	1	09/12/2010	06/01/2010	28	Silinder 15x30	13,050	235000	3,3263	3,3734
	2	09/12/2010	06/01/2010	28	Silinder 15x30	12,970	220000	3,1139	
	3	09/12/2010	06/01/2010	28	Silinder 15x30	12,870	260000	3,6801	

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

### 5.1.3 Pengujian Tarik Lentur Beton

Untuk pengujian tarik lentur beton ini dilakukan pada benda uji balok 150 x 150 x 600 mm pada umur 28 hari. Terdapat 2 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

Metode untuk menguji tarik lentur beton ini disarankan aman subakti dalam buku teknologi beton yaitu ASTM C 78, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik lentur sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik lentur beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Kuat Tarik Lentur Beton :**

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Lentur} &= \frac{\frac{1}{4} P.L}{\frac{1}{6} b.t^2} \\ &= \frac{\frac{1}{4} 21000 \times 580}{\frac{1}{6} 150 \times 150^2} \\ &= 3,6089 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)  
L = Panjang benda uji (mm)  
b = Lebar balok (mm)  
t = Tinggi balok (mm)



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

**Tabel 5.10. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton**

<b>Perlakuan</b>	<b>No</b>	<b>Tanggal buat</b>	<b>Tanggal test</b>	<b>Umur (hari)</b>	<b>Bentuk Benda uji</b>	<b>L (mm)</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>Tek. Hancur (N)</b>	<b>Teg. Hancur (Mpa)</b>	<b>Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)</b>
<b>Tanpa Bahan Tambahkan</b>	1	02/12/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	31,365	21000	3,6089	3,6662
	2	02/12/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	33,003	23000	3,9526	
	3	02/12/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	32,661	20000	3,4370	
<b>Superplasticizer 0,6 % + Retarder 0,2 %</b>	1	09/12/2010	06/01/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,850	33000	5,6711	5,3274
	2	09/12/2010	06/01/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,740	31000	5,3274	
	3	09/12/2010	06/01/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,380	29000	4,9837	

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

#### 5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Untuk pengujian Modulus elastisitas Beton ini dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada variasi umur 3,7,14,28 hari. Terdapat 2 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 5 benda uji.

Metode untuk menguji Modulus Elastisitas Beton ini disarankan Aman Subakti dalam buku Teknologi Beton, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data modulus elastisitas beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan.

- **Perhitungan Rengangan Beton ( $\epsilon$ )**

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,112}{300} \\ &= 0,00371\end{aligned}$$

- **Perhitungan Kuat Tekan Beton ( $f_c$ )**

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{445000}{(3,14 \times 75^2)} \\ &= 25,195 \text{ MPa}\end{aligned}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ )**

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{f'c}{\varepsilon} \\ &= \frac{25,195}{0,00371} \\ &= 6798,333 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

$$\begin{aligned} E \text{ teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \times \sqrt{25,195} \\ &= 23591,295 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)

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

L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

$f'c$  = kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

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

$E_c$  = Modulus Elastisitas (MPa)

Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
2572.275	15415.179	14994.021
2683.602	15616.693	
2114.552	14145.938	
2525.113	15210.995	
2399.031	14581.300	
3453.645	17682.423	17131.950
3580.945	17858.372	
2831.989	16206.208	
3342.676	17325.165	
3167.988	16587.583	

Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
3848.1735	18545.4817	18826.5544
4394.3031	18879.6614	
4008.8379	18032.6040	
4683.4020	19848.4706	
4590.9985	19208.0279	
4997.6279	20922.1250	21556.9364
5821.3110	21511.5960	
5349.3128	20621.0715	
6220.2618	22644.5502	
6193.3220	22085.3392	

Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
5194.2318	20621.0715	21701.02106
6115.5928	22782.2083	
5574.2186	22226.4610	
5400.6798	21218.9076	
6371.9755	21656.4568	
6859.1296	23458.3850	24765.09872
8120.0396	25987.7482	
7415.9715	25379.0514	
7194.7832	24244.9169	
8495.9674	24755.3922	

Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
6798.3328	23591.2947	24051.2300
7147.1386	24628.7653	
6491.4951	23985.6055	
7575.9536	25131.4450	
7136.6126	22919.0396	
9665.1372	27846.3075	28245.7694
9774.1218	28512.0503	
9071.9652	28069.9763	
10103.3126	28730.5367	
10923.3866	28069.9763	

### 5.1.5 Hasil Pengujian Porositas Beton

Untuk pengujian Porositas beton ini dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada umur 28 hari. Terdapat 2 kelakuan panambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

Metode untuk menguji Porositas beton ini didasarkan pada teori volume pori terbuka (Kardiona Tjakrodimulyo, Teknologi beton), sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian Porositas sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data Porositas beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Volume Pori Terbuka (Vp)**

$$\begin{aligned} &= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}} \\ &= \frac{3738 - 3558}{1} \\ &= 180 \text{ ml} \end{aligned}$$

- **Perhitungan Porositas**

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\% \\ &= \frac{180}{3,14 \times 5^2 \times 20} \times 100\% \\ &= 11,975 \% \end{aligned}$$

Dimana :

W<sub>ssd</sub> = berat benda uji keadaan saturated surface dry (SSD) atau  
jenuh permukaan kering (gr)

W<sub>a</sub> = berat benda uji keadaan kering oven

B<sub>j air</sub> = berat jenis air 1 gr / ml

V benda uji = Volume benda uji (cm<sup>3</sup>, dimana : 1ml = 1cm<sup>3</sup>)

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

Porositas (%)	Rata-Rata %
15.2866242 15.0955414 16.36942675	15.58386412
11.34968153 11.15286624 12.46496815	11.65583864

Porositas (%)	Rata-Rata %
10.76433121 12.7388535 12.92993631	12.14437367
6.363694268 8.594267516 8.856687898	7.938216561

Porositas (%)	Rata-Rata %
11.46496815 11.91082803 12.92993631	12.10191083
7.085350318 7.675796178 8.856687898	7.872611465

Porositas (%)	Rata-Rata %
11.46496815 12.80254777 11.65605096	11.97452229
7.282165605 8.463057325 7.282165605	7.675796178



## 5.2 Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

### 5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan

Dibawah ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan Tanpa bahan Tambahan Additive.

**Tabel 5.19. Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	9,2739	15,2357	21,1975	23,8471
2	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
3	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
4	7,2866	12,5860	16,5605	18,5478
5	9,9363	15,8981	21,8599	23,8471
6	7,9490	11,9236	16,5605	18,5478
7	8,6115	13,9108	18,5478	21,1975
8	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
9	9,2739	15,8981	21,1975	23,8471
10	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
11	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
12	9,2739	15,8981	21,1975	23,8471
13	8,6115	13,9108	18,5478	21,1975
14	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
15	8,6115	14,5732	19,2102	21,8599

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$   
 $= \frac{23,8471 + \dots + 21,8599}{15}$   
 $= 22,3015 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((23,8471 - 21,8599)^2 + \dots + (23,8471 - 21,8599)^2)}{15 - 1}}$   
 $= 2,0468$
- P  $= \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$
- $t_{0,975} = 2,145$

- Dimana :
- X = Nilai rata-rata
  - s = Standar deviasi
  - P = Persentil
  - $t_{0,975}$  = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 22,3015 - \left( 2,145 x \frac{2,0468}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 22,3015 + \left( 2,145 x \frac{2,0468}{\sqrt{15}} \right)$$

$$= 21,1679 < \mu < 23,4351$$

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

**Tabel 5.20 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan**

Variasi	X	S	P	dk	t <sub>0,975</sub>	Interval Kepercayaan		
3	8,9648	0,7611	0,975	14	2,145	8,5433	< μ <	9,3863
7	14,6616	0,8828	0,975	14	2,145	13,9094	< μ <	15,4137
14	19,7843	1,3581	0,975	14	2,145	18,7435	< μ <	20,8251
28	22,3015	2,0468	0,975	14	2,145	21,1679	< μ <	23,4351

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan pada umur 3 hari yang memenuhi syarat berjumlah 12 buah, pada umur 7 hari yang memenuhi syarat ada 10 buah, pada umur 14 hari yang memenuhi syarat ada 7 buah, pada umur 28 hari yang memenuhi syarat ada 9 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.21. Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	9,2739	15,2357	21,1975	23,8471
2	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
3	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
4	7,2866	12,5860	16,5605	18,5478
5	9,9363	15,8981	21,8599	23,8471
6	7,9490	11,9236	16,5605	18,5478
7	8,6115	13,9108	18,5478	21,1975
8	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
9	9,2739	15,8981	21,1975	23,8471
10	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
11	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
12	9,2739	15,8981	21,1975	23,8471
13	8,6115	13,9108	18,5478	21,1975
14	9,2739	15,2357	20,5350	23,1847
15	8,6115	14,5732	19,2102	21,8599

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.22. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
2	13,9108	21,8599	29,8089	27,8217
3	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
4	14,5732	19,8726	24,5096	34,4459
5	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
6	11,2611	20,5350	24,5096	33,1210
7	11,9236	21,1975	27,8217	34,4459
8	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
9	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
10	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
11	13,9108	21,8599	29,8089	33,7834
12	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
13	13,2484	20,5350	27,8217	31,7962
14	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
15	13,2484	21,1975	29,1465	33,1210

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$$

$$= \frac{35,7707 + \dots + 33,1210}{15}$$

$$= 33,9601$$

- $$s = \sqrt{\frac{((35,7707 - 33,1210)^2 + \dots + (35,7707 - 33,1210)^2)}{15 - 1}}$$

$$= 2.3678$$

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

- $$dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$$

- $t_{0,975} = 2,145$
- Dimana : X = Nilai rata-rata  
s = Standar deviasi  
P = Persentil  
 $t_{0,975}$  = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
&= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
&= 33,9601 - \left( 2,145 x \frac{2.3678}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 33,9601 + \left( 2,145 x \frac{2.3678}{\sqrt{15}} \right) \\
&= 32,6487 < \mu < 35,2715
\end{aligned}$$

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

**Tabel 5.23. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3	13,7342	1,1422	0,975	14	2,145	21,2875	$< \mu <$	14,3668
7	21,9924	0,3459	0,975	14	2,145	21,2875	$< \mu <$	22,6972
14	29,4998	1,1422	0,975	14	2,145	27,9581	$< \mu <$	31,0415
28	33,9601	2,3678	0,975	14	2,145	32,6487	$< \mu <$	35,2715

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan superplasticizer 0,6% dan Retarder 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 9 buah, pada

umur 7 hari 3 buah, pada umur 14 hari 7 buah, pada umur 28 hari 8 buah, Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.24. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan penambahan superplasticizer 0,6 + retarder 0,2**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
2	13,9108	21,8599	29,8089	27,8217
3	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
4	14,5732	19,8726	24,5096	34,4459
5	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
6	11,2611	20,5350	24,5096	33,1210
7	11,9236	21,1975	27,8217	34,4459
8	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
9	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
10	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
11	13,9108	21,8599	29,8089	33,7834
12	14,5732	23,1847	31,7962	35,7707
13	13,2484	20,5350	27,8217	31,7962
14	13,9108	22,5223	30,4713	34,4459
15	13,2484	21,1975	29,1465	33,1210

Sumber : Data Hasil Penelitian

### 5.2.2 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah :

**Tabel 5.25. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan tambahan**

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	0
1	2.5478
2	2.4062
3	2.7601

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n} \\ &= \frac{2.5478 + 2.4062 + 2.7601}{3} \\ &= 2.57 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((2.5478 - 2.57)^2 + (2.4062 - 2.57)^2 + (2.7601 - 2.57)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0.207 \end{aligned}$$

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

$$\bullet \quad dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\bullet \quad t_{0,975} = 4.303$$

Dimana :  $X$  = Nilai rata-rata

$s$  = Standar deviasi

$P$  = Persentil

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

• Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned} &= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 2,57 - \left( 4.303 x \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,57 + \left( 4.303 x \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right) \\ &= 2,058 < \mu < 3,085 \end{aligned}$$

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

**Tabel 5.26. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan**

Variasi	X	S	P	d k	t <sub>0,97</sub> 5	Interval Kepercayaan		
TANPA penambahan	2,571 4	0,206 6	0,97 5	2	4,303	2,058 1	< μ <	3,084 6
Superplasticizer 0,6%+Retarder0,2%	3,349 8	0,288 3	0,97 5	2	4,303	2,549 2	< μ <	4,197 7

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

**Tabel 5.27. Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	0
1	2.5478
2	2.4062
3	2.7601

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Tabel 5.28. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,6 % dan Retarder 0,2 %**

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,6% + retarder 0,2%
1	3,3263
2	3,1139
3	3,6801

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$$

$$= \frac{3,3263 + 3,1139 + 3,6801}{3}$$

$$= 3,6801 \text{ MPa}$$

- $$s = \sqrt{\frac{((3,3263 - 3,6801)^2 + (3,1139 - 3,6801)^2 + (3,6801 - 3,6801)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0,3318$$

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

- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $$t_{0,975} = 4.303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 3,6801 - (4.303 \times 0,3318) < \mu < 3,6801 + \left( 4.303 \times \frac{0,3318}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 2,5492 < \mu < 4,1977$$

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

**Tabel 5.29. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Tambahan Superplasticizer 0,6%+Retarder 0,2%**

Variasi	X	S	P	d k	t <sub>0,97</sub> 5	Interval Kepercayaan		
TANPA penambahan	2,571 4	0,206 6	0,97 5	2	4,303	2,058 1	< μ <	3,084 6
Superplasticizer 0,6%+Retarder 0,2%	3,373 4	0,331 8	0,97 5	2	4,303	2,549 2	< μ <	4,197 7

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah.

### 5.2.3 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur :

**Tabel 5.30. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan**

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	0
1	3,609
2	3,953
3	3,437

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$$
$$= \frac{3,609 + 3,953 + 3,437}{3}$$
$$= 3,666 \text{ MPa}$$

- $$s = \sqrt{\frac{((3,609 - 3,666)^2 + (3,953 - 3,666)^2 + (3,437 - 3,666)^2)}{3 - 1}}$$
$$= 0,305$$

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

- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $$t_{0,975} = 4.303$$

Dimana :  $X$  = Nilai rata-rata

$s$  = Standar deviasi

$P$  = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$
$$= 3,666 - \left( 4.303 x \frac{0.305}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,666 + \left( 4.303 x \frac{0.305}{\sqrt{3}} \right)$$
$$= 2,910 < \mu < 4,423$$

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

**Tabel 5.31. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan**

**Tambahan**

Variasi	X	S	P	d k	t <sub>0,975</sub>	Interval Kepercayaan		
Tanpa bahan tambahan	3,666	0,305	0,975	2	4,303	2,910	< μ <	4,423

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

**Tabel 5.32. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	0
1	3,609
2	3,953
3	3,437

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.33. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Penambahan Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%**

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,6% + retarder 0,2%
1	4,6400
2	4,4681
3	4,1244

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$$

$$= \frac{4.6400 + 4.4681 + 4.1244}{3}$$

$$= 5,3274 \text{ MPa}$$

- $$s = \sqrt{\frac{((4.6400 - 5,3274)^2 + (4.4681 - 5,3274)^2 + (4.1244 - 5,3274)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0.3987$$

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

- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $$t_{0,975} = 4.303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 5,3274 - \left( 4.303 \times \frac{0.3987}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 5,3274 + \left( 4.303 \times \frac{0.3987}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 4,3369 < \mu < 6,3179$$

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

**Tabel 5.34. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur dengan penambahan Superplasticizer 0,6% dan 0,2% Retarder**

Variasi	X	S	P	dk	t <sub>0,975</sub>	Interval Kepercayaan		
TANPA penambahan	3,6662	0,3045	0,975	2	4,303	2,9097	< μ <	4,4227
Superplasticizer 0,6%+Retarder0,2%	5,3274	0,3987	0,975	2	4,303	4,3369	< μ <	6,3179

Sumber: Data Hasil Peneliti

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Maka datanya seperti pada tabel berikut :

**Tabel 5.35. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Tambahan superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2% kuat tarik lentur
Variasi	28
1	4,6400
2	4,4681
3	4,1244

Sumber : Data Hasil Penelitian

### 5.2.4 Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Modulus Elastisitas:

**Tabel 5.36. Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan**

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Varias i	3	7	14	28
1	2572,2750	3848,1735	5194,2318	6798,3328
2	2683,6023	4394,3031	6115,5928	7147,1386
3	2114,5519	4008,8379	5574,2186	6491,4951
4	2525,1129	4683,4020	5400,6798	7575,9536
5	2399,0308	4590,9985	6371,9755	7136,6126

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data 3 hari pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n}$   
 $= \frac{2572,2750 + \dots + 2399,0308}{5}$   
 $= 2458,9146 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2572,2750 - 2458,9146)^2 + \dots + (2399,0308 - 2458,9146)^2)}{5 - 1}}$   
 $= 252,7423$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2458,9146 - \left( 2,78 x \frac{252,9146}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 2458,9146 + \left( 2,78 x \frac{252,9146}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 2145,1438 < \mu < 2772,6853
 \end{aligned}$$

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

**Tabel 5.37. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas**

**Tanpa Penambahan**

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3	2458,9146	252,7423	0,975	4	2,78	2145,1438	< $\mu$ <	2772,6853
7	4305,1430	421,9916	0,975	4	2,78	3781,2552	< $\mu$ <	4829,0308
14	5731,3397	574,3384	0,975	4	2,78	5018,3187	< $\mu$ <	6444,3607
28	7029,9065	473,6190	0,975	4	2,78	6441,9251	< $\mu$ <	7617,8879

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan yang tidak memenuhi syarat berjumlah 1 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut:



**Tabel 5.38. Data Pengujian Pada Modulus Tanpa Penambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2572.2750	3848.1735	5194.2318	6798.3328
2	2683.6023	4394.3031	6115.5928	7147.1386
3	0	4008.8379	5574.2186	6491.4951
4	2525.1129	4683.4020	5400.6798	7575.9536
5	2399.0308	4590.9985	6371.9755	7136.6126

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.39. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Penambahan Superplastecizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	4006,2285	5997,1535	8106,2441	9665,1372
2	4212,8764	6607,9746	7217,8130	9774,1218
3	3371,4156	6293,3092	7775,9702	9071,9652
4	3899,7883	7282,2578	8572,5076	10103,3126
5	3743,9856	7146,1408	9536,2899	10923,3866

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n}$$

$$= \frac{9665,1372 + \dots + 10923,3866}{5}$$

$$= 3846,8589 \text{ MPa}$$

- $$s = \sqrt{\frac{((9665,1372 - 3846,8589)^2 + \dots + (10923,3866 - 3846,8589)^2)}{5-1}}$$

$$= 366,2727$$

- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2,78$

Dimana :  $X$  = Nilai rata-rata

$s$  = Standar deviasi

$P$  = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 3846,8589 - \left( 2,78 x \frac{366,2727}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 3846,8589 + \left( 2,78 x \frac{366,2727}{\sqrt{5}} \right)$$

$$= 3392,1441 < \mu < 2347,5402$$

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

**Tabel 5.40. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Penambahan Superplastecizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

Variasi	X	S	P	dk	t <sub>0,975</sub>	Interval Kepercayaan		
3	3846,8589	366,2727	0,975	4	2,78	3392,1441	< μ <	2347,5402
7	6665,3672	635,3391	0,975	4	2,78	6665,3672	< μ <	5876,6160
14	8241,7650	1016,0756	0,975	4	2,78	6980,3428	< μ <	9503,1872
28	9907,5847	787,8219	0,975	4	2,78	8929,5314	< μ <	10885,6380

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan yang tidak memenuhi syarat berjumlah 1 buah. Setelah disortir.

### 5.2.5 Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Porositas:

**Tabel 5.41. Data Pengujian Porositas Tanpa Penambahan**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	15,2866	10,7643	11,4650	11,4650
2	15,0955	12,7389	11,9108	12,8025
3	16,3694	12,9299	12,9299	11,6561

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$   
 $= \frac{11,4650 + 12,8025 + 11,6541}{3}$   
 $= 11.97 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((11,4650 - 11.97)^2 + (12,8025 - 11.97)^2 + (11,6561 - 11.97)^2)}{3 - 1}}$   
 $= 0.839$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11.97 - \left( 4.303x \frac{0.839}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11.97 + \left( 4.303x \frac{0.839}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10.833 < \mu < 13.116
 \end{aligned}$$

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

**Tabel 5.42. Interval kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan**

Variasi	X	s	P	dk	t <sub>0,975</sub>	Interval Kepercayaan	
3	15.58	0.797	0.975	2	4.303	14.499	< μ < 16.668
7	12.14	1.391	0.975	2	4.303	10.252	< μ < 14.037
14	12.10	0.871	0.975	2	4.303	10.917	< μ < 13.287
28	11.97	0.839	0.975	2	4.303	10.833	< μ < 13.116

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi Tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah.

Maka datanya seperti pada tabel berikut :

**Tabel 5.43. Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Penambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	15.287	10.764	11.465	11.465
2	15.096	12.739	11.911	12.803
3	16.369	12.930	12.930	11.656

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.44. Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastesizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,350	11,350	7,085	7,282
2	11,153	11,153	7,676	8,463
3	12,465	12,465	8,857	7,282

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$   
 $= \frac{11.350 + 11,153 + 12.465}{3}$   
 $= 11.43 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((11.350 - 11.43)^2 + (11,153 - 11.43)^2 + (12.465 - 11.43)^2)}{3 - 1}}$   
 $= 0.821$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana :  $X$  = Nilai rata-rata

$s$  = Standar deviasi

$P$  = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
&= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
&= 11.43 - \left( 4.303 x \frac{0.821}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11.43 + \left( 4.303 x \frac{0.821}{\sqrt{3}} \right) \\
&= 10,539 < \mu < 12,773
\end{aligned}$$

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

**Tabel 5.45. Interval Kepercayaan Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastecizer 0,6% dan Retarder 0,2%**

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3	15,58	0,797	0,975	2	4,303	14,49 9	< μ <	16,668
7	12,14	1,391	0,975	2	4,303	10,25 2	< μ <	14,037
14	12,10	0,871	0,975	2	4,303	10,91 7	< μ <	13,287
28	11,97	0,839	0,975	2	4,303	10,83 3	< μ <	13,116

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan semua memenuhi syarat berjumlah 3 buah.

Maka datanya seperti pada tabel berikut :

**Tabel 5.46. Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastecizer 0,6% dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,3497	11,3497	7,0854	7,2822
2	11,1529	11,1529	7,6758	8,4631
3	12,4650	12,4650	8,8567	7,2822

### 5.3. Pengujian Hipotesis

#### 5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

**Tabel 5.47. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 3 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	9,27	86,00	0,00	0,00	
2	9,27	86,00	13,91	193,51	
3	9,27	86,00	13,91	193,51	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	8,61	74,16	0,00	0,00	
8	9,27	86,00	13,91	193,51	
9	9,27	86,00	0,00	0,00	
10	9,27	86,00	13,91	193,51	
11	9,27	86,00	13,91	193,51	
12	9,27	86,00	0,00	0,00	
13	8,61	74,16	13,25	175,52	
14	9,27	86,00	13,91	193,51	
15	8,61	74,16	13,25	175,52	
<b>S Y</b>	109,30		109,96		219
<b>S Y<sup>2</sup></b>	996,52		1512,11		2509
<b>n</b>	12		8		20

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 1512,11 \\ &= 2509\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{219^2}{20} \\ &= 2403,7725\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left( \frac{109,30^2}{12} + \frac{109,96^2}{8} \right) - 2403,7725 \\ &= 103,2059\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2509^2 - 2403,7725 - 103,2059 \\ &= 1,6455\end{aligned}$$

Keterangan :

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



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

**Tabel 5.48. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan 3 Hari**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	2508,624	2403,7725	1128,9600
Antar perlakuan	1	103,2059	103,2059	
Dalam perlakuan	18	1,6455	0,0914	
Jumlah	21			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{103,2059}{0,0914} = 1128,9600$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai  $F_{\text{tabel}}$  (0.05 ; 3 ; 49) = 4,4138, Jadi nilai  $F_{\text{hitung}} = 1128,96 > F_{\text{tabel}} = 4,4138$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

### 5.3.2. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari

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

**Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	15,24	232,13	0,00	0,00	
2	14,57	212,38	21,86	477,85	
3	15,24	232,13	22,52	507,25	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	13,91	193,51	0,00	0,00	
8	15,24	232,13	22,52	507,25	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	15,24	232,13	22,52	507,25	
11	14,57	212,38	21,86	477,85	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	13,91	193,51	0,00	0,00	
14	15,24	232,13	22,52	507,25	
15	14,57	212,38	0,00	0,00	
<b>S Y</b>	147,72		133,81		282
<b>S Y<sup>2</sup></b>	2184,79		2984,72		5170
<b>n</b>	10		6		16

**Tabel 5.50. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan 7 Hari**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
<b>Rata-rata</b>	1	5170	4953,6492	912,5191
<b>Antar perlakuan</b>	1	212,6008	212,6008	
<b>Dalam perlakuan</b>	14	3,2618	0,2330	
<b>Jumlah</b>	19			

**Tabel 5.51. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Varias Umur 14 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	19,87	394,92	29,81	888,57	
3	20,54	421,69	30,47	928,50	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	20,54	421,69	30,47	928,50	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	20,54	421,69	30,47	928,50	
11	19,87	394,92	29,81	888,57	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	20,54	421,69	30,47	928,50	
15	19,21	369,03	29,15	849,52	
<b>S Y</b>	141,10		210,65		352
<b>S Y<sup>2</sup></b>	2845,62		6340,67		9186
<b>n</b>	7		7		14

**Tabel 5.52. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan 14 Hari**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
<b>Rata-rata</b>	1	9186	8837,4787	1272,1154
<b>Antar perlakuan</b>	1	345,5556	345,5556	
<b>Dalam perlakuan</b>	12	3,2597	0,2716	
<b>Jumlah</b>	16			

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.53. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	22,52	507,25	0,00	0,00	
3	23,18	537,53	34,45	1186,52	
4	0,00	0,00	34,45	1186,52	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	33,12	1097,00	
7	21,20	449,33	34,45	1186,52	
8	23,18	537,53	34,45	1186,52	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	23,18	537,53	34,45	1186,52	
11	22,52	507,25	33,78	1141,32	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	21,20	449,33	0,00	0,00	
14	23,18	537,53	34,45	1186,52	
15	21,86	477,85	33,12	1097,00	
<b>S Y</b>	202,04		306,70		509
<b>S Y<sup>2</sup></b>	4541,15		10454,43		14996
<b>n</b>	9		9		18

Sumber: data penelitian

**Tabel 5.54. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan 28 Hari**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
<b>Rata-rata</b>	1	14996	14378,6234	1,7031
<b>Antar perlakuan</b>	1	365,1407	365,1407	
<b>Dalam perlakuan</b>	28	6003,2625	214,4022	
<b>Jumlah</b>	17			

### 5.3.3 Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari

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

**Tabel 5.55. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan variasi Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	2,5478	6,4911	3,3263	11,0640	
2	2,4062	5,7899	3,1139	9,6966	
3	2,7601	7,6181	3,6093	13,0273	
<b>Σ Y</b>	7,7141		10,0495		17,7636
<b>Σ Y<sup>2</sup></b>	19,8991		33,7880		54,2030
<b>n</b>	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 7.7141 + 10,0495 \\ &= 17,7636 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{17,7636^2}{6000} \\ &= 54,2030 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left( \frac{19,899^2}{3} + \frac{33,788^2}{3} \right) - 54,2030 \\
 &= 0,9091
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 17,7636 - 53,687 - 0,9091 \\
 &= 19,4464
 \end{aligned}$$

keterangan :

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

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

**Tabel 5.56. Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	54,2030	53,01094	17
Antar Perlakuan	1	0,964989	0,964989	
Dalam Perlakuan	4	0,227056	0,056764	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,964989}{0,056764} = 17$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai  $F_{\text{tabel}}$  (0.05 ; 3 ; 12) = 7,0864 Jadi nilai  $F_{\text{hitung}} = 17,000 > F_{\text{tabel}} = 7,0864$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Belah.

### 5.3.4. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari

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

**Tabel 5.57. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,6% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	3,6089	13,0241	5,6711	32,1615	
2	3,9526	15,6230	5,3274	28,3813	
3	3,4370	11,8132	4,9837	24,8373	
<b>S Y</b>	10,9985		15,9822		26,9807
<b>S Y<sup>2</sup></b>	40,4603		85,3801		125,8404
<b>n</b>	3		3		6,0000

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 10,9985 + 15,9822 \\ &= 26,9807 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{26,9807^2}{6.0000} \\ &= 125,8404 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left( \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left( \frac{40,4603^2}{3} + \frac{85,3801^2}{3} \right) - 125,8404 \\
 &= 4,1396
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 26,9807 - 125,8404 - 4,1396 \\
 &= 44,2632
 \end{aligned}$$

keterangan :

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

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

**Tabel 5.58. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	125,8404	121,3267	44,2632
Antar perlakuan	1	4,1396	4,1396	
Dalam Perlakuan	4	0,3741	0,0935	
Jumlah	17			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{4,1396}{0,0935} = 44,2632$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai  $F_{\text{tabel}}$  (0.05 ; 3 ; 12) = 7.70865 Jadi nilai  $F_{\text{hitung}} = 44,2632 > F_{\text{tabel}} = 7.70865$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Lentur.



### 5.3.5. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

**Tabel 5.59. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 3 hari**

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,6% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	15415,1790	237627742,3921	19044,5524	362694975,2300	
2	15616,6931	243881104,0340	19370,1239	375201698,5138	
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
4	15210,9954	231374380,7502	18713,3175	350188251,9462	
5	14581,2995	212614295,8245	18032,6040	325174805,3786	
<b>S Y</b>	60824,1670		75160,5977		135984,7647
<b>S Y<sup>2</sup></b>	925497523,0007		1413259731,0687		2338757254,0694
<b>n</b>	4		4		8

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 60824,1670 + 75160,5977 \\ &= 135984,7647 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{135984,764^2}{8}$$

$$= 2338757254,0694$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left( \frac{925497528007}{4} + \frac{14132597310687^2}{8} \right) - 2338757254,0694$$

$$= 67219,85544$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 135984,7647 - 2338757254,0694 - 67219,85544$$

$$= 0,001657$$

keterangan :

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

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

**Tabel 5.60. Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	2338757254,0694	2311482028,6069	97,34331
Antar perlakuan	1	25691655,66	25691655,66	
Dalam perlakuan	6	1583569,804	263928,3007	
Jumlah	8			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{25691655,66}{263928,30} = 97,34331$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai  $F_{tabel}$  (0.05 ; 3 ; 18) = 5,9873. Jadi nilai  $F_{hitung} = 97,34331 > F_{tabel} = 5,9873$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_o$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

### 5.3.6. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

**Tabel 5.61. Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 3 hari**

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,6% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	
1	15,2866	233,6809	11,3497	128,8153	
2	15,0955	227,8754	11,1529	124,3864	
3	16,3694	267,9581	12,4650	155,3754	
<b>S Y</b>	46,7516		34,9675		81,72
<b>S Y<sup>2</sup></b>	729,5144		408,5771		1138,09
<b>n</b>	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 46,7516 + 34,9675 \\ &= 81,72 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{81.72^2}{6} \end{aligned}$$

$$= 1138,0915$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left( \frac{729,5144}{3} + \frac{408,5771}{3} \right) - 1138,0915$$

$$= 23,14408$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 81,72 - 1138,0915 - 23,14408$$

$$= 47,58916$$

keterangan :

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

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

**Tabel 5.62. Analisa Varian Untuk Porositas**

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	1133,26	1107,1247	44,988
Antar perlakuan	1	24,00051	24,00051	
Dalam perlakuan	4	2,1339488	0,5334872	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

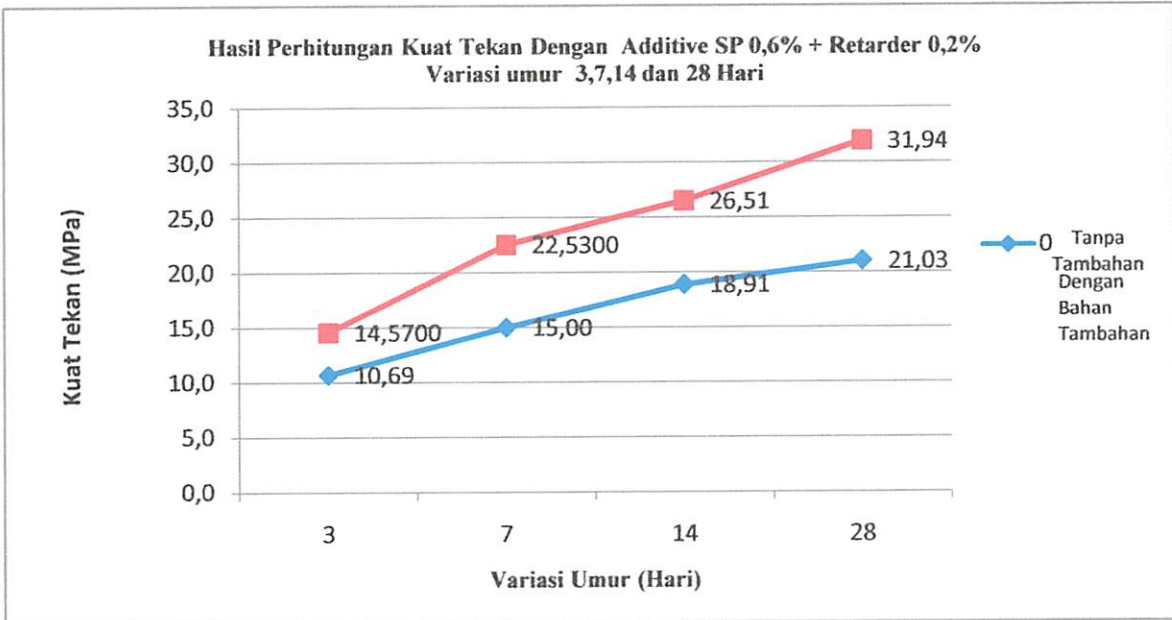
$$F_{\text{hitung}} = \frac{24,00051}{0,5334872} = 44,988$$

Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai  $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 7,70865$  Jadi nilai  $F_{\text{hitung}} = 44,988 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$ . Dengan demikian  $H_a$  diterima  $H_0$  ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,6% dan retarder 0,2% terhadap nilai Porositas Beton.

#### 5.4. Perbandingan dan Pembahasan

##### 5.4.1 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 hari

Berdasarkan hasil perhitungan untuk variasi campuran dan umur dapat dibuat grafik sebagai berikut:

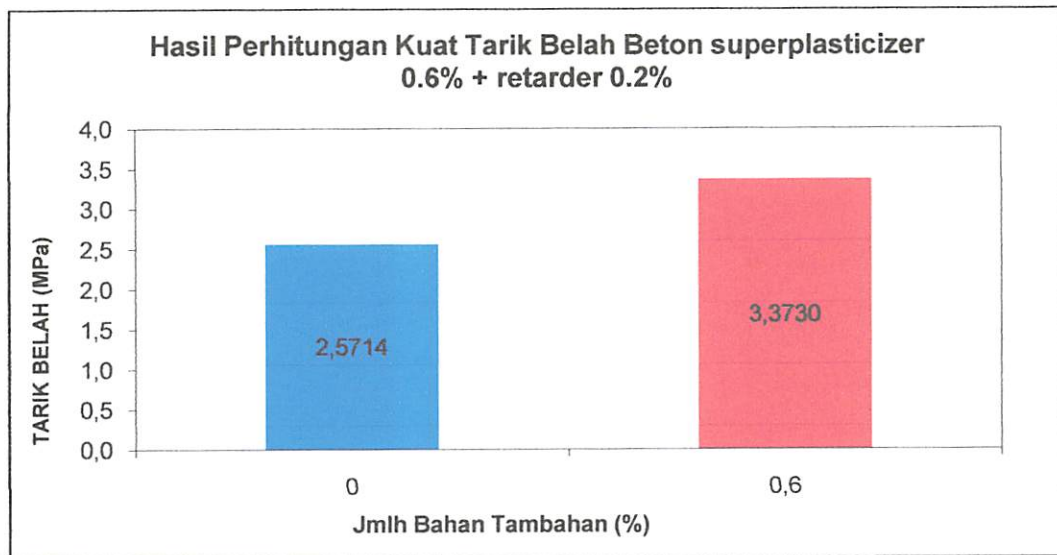


**Grafik 5.1. Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran**

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan *Superplasticizer* 0,6% dan *Retarder* 0,2%. Peningkatan kuat tekan pada benda uji silinder ukuran 10x20, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 26,62%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan sebesar 33,435% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 28,685% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 34,150%. Ini dikarenakan pengikatan campuran yang lebih lambat akibat penambahan zat additive dan penggunaan air yang sedikit maka benda uji yang

dihasilkan memiliki pori yang minim, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

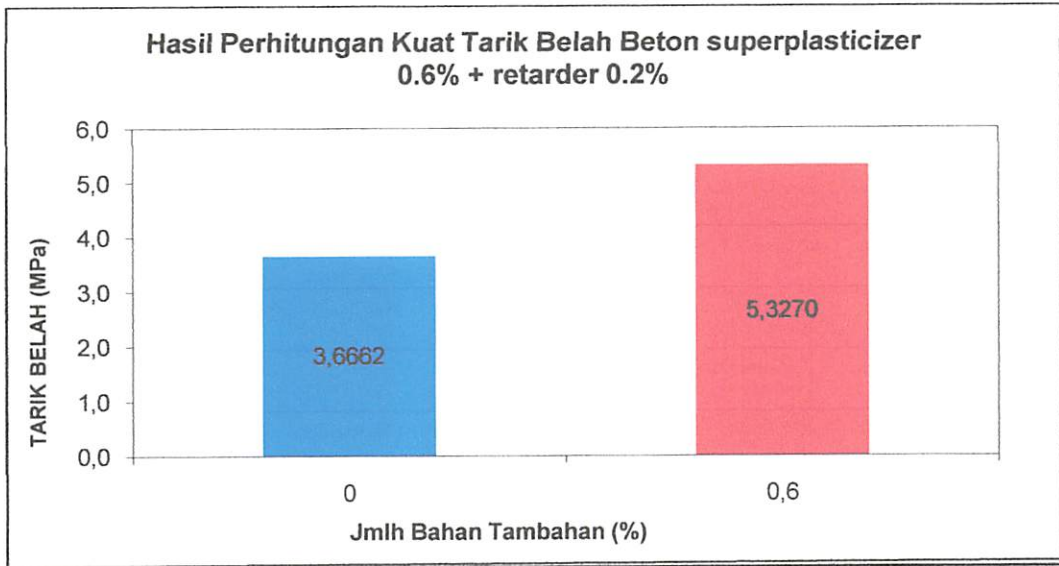
#### 5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah pada Umur 28 hari



**Grafik 5.2. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Belah Beton**

Pada grafik, di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan *Superplasticizer* dan *Retarder* yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tarik belah untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 5,2174%, yakni dari 2,5714 MPa menjadi 3,3730 MPa. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

### 5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari



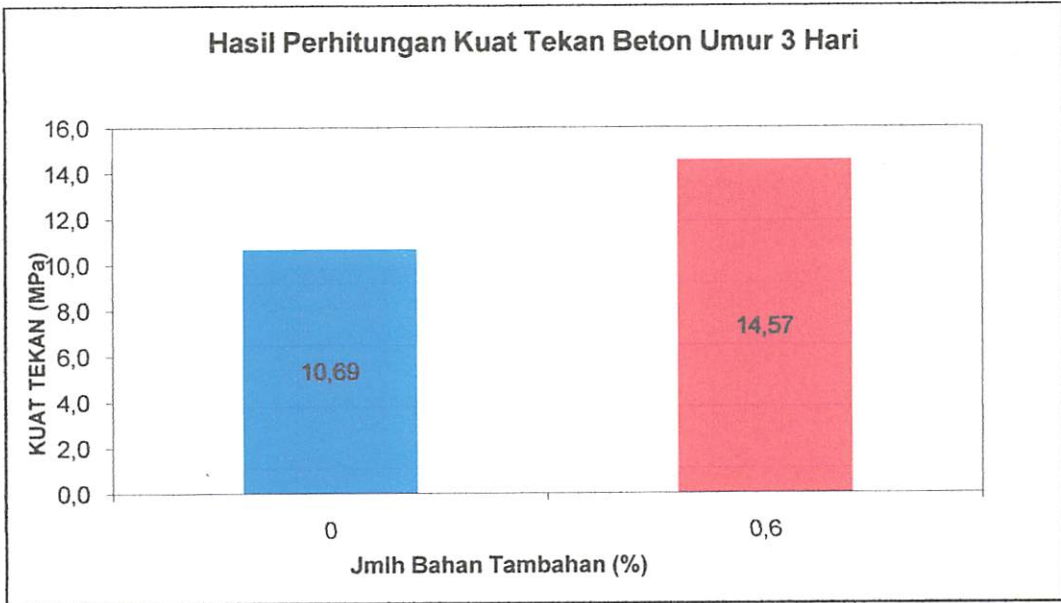
**Grafik 5.3. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton**

Pada grafik 5.10. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan *Superplasticizer* dan *Retarder* yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tarik belah untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 20,005%, yakni dari 3,6662 MPa menjadi 5,3270 MPa. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

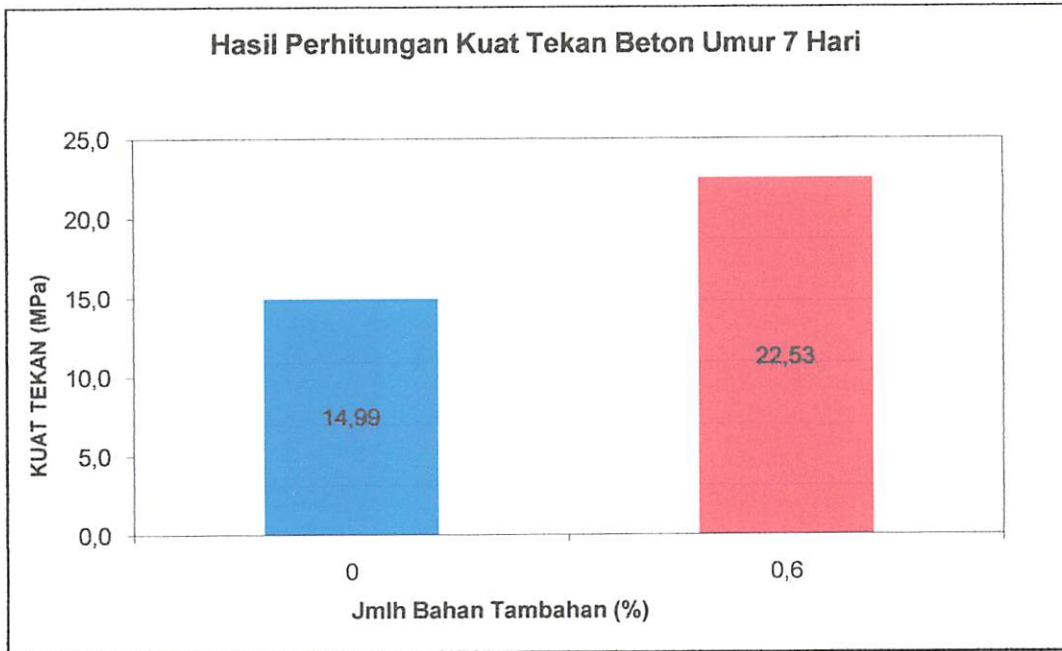


#### 5.4.4. Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur

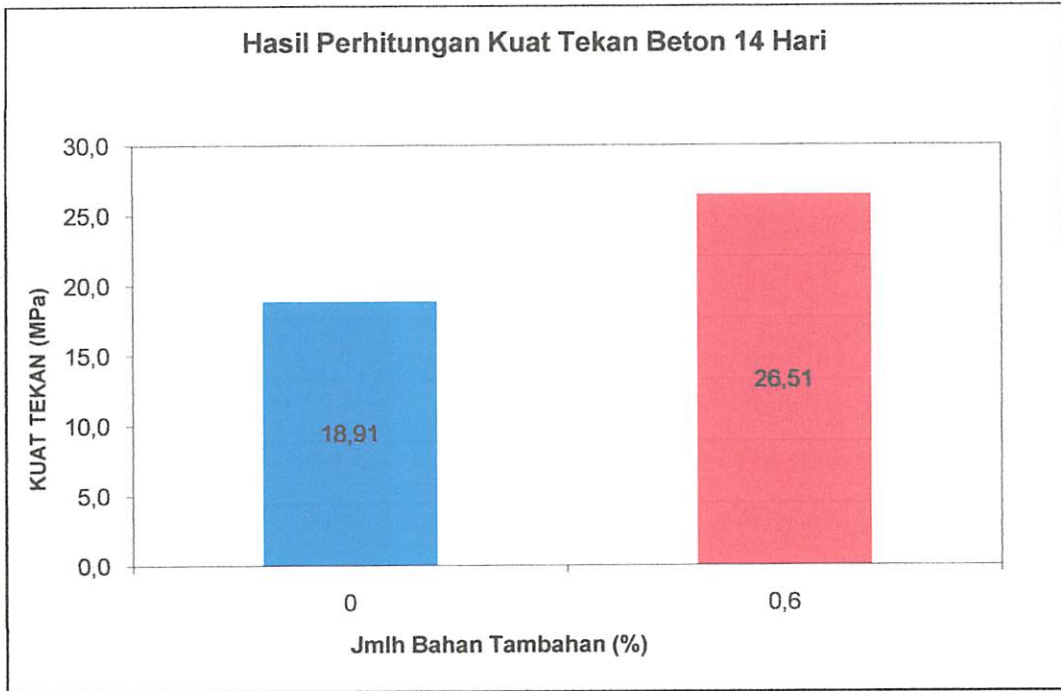
##### 5.4.4.1 Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari



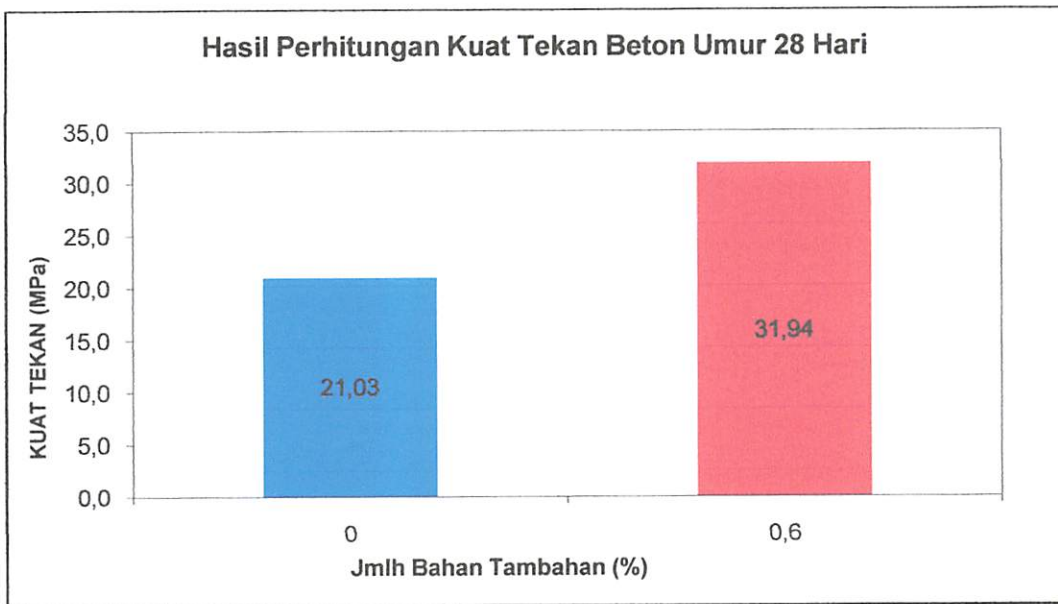
**Grafik 5.4. Hubungan Antara Variasi Umur 3 Hari Dengan Modulus Elastisitas Beton**



**Grafik 5.5. Hubungan Antara Variasi Umur 7 Hari**



**Grafik 5.6. Hubungan Antara Variasi Umur 14 Hari**

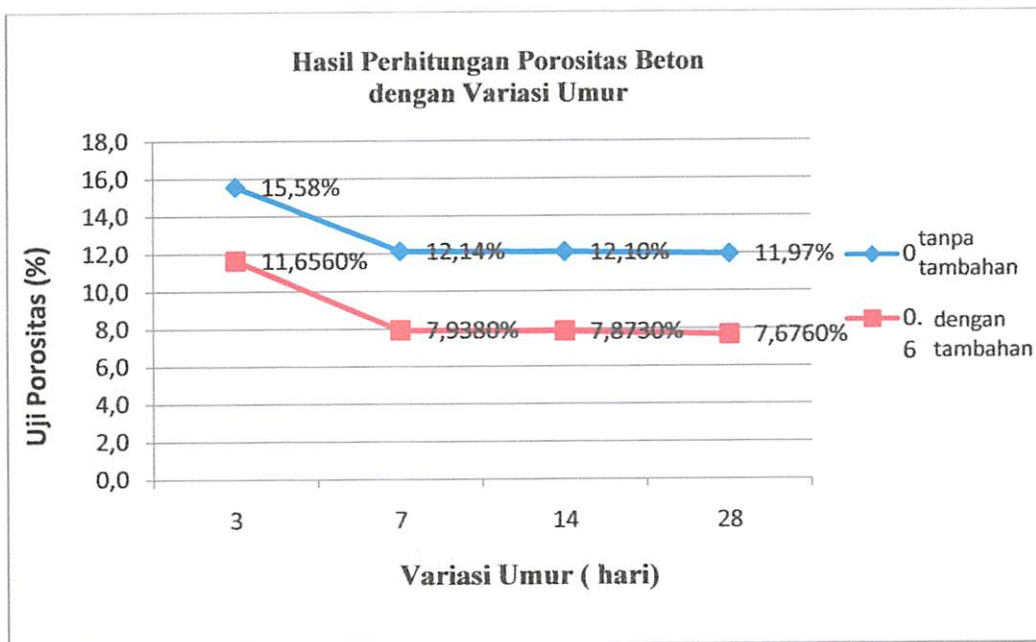


**Grafik 5.7. Hubungan Antara Variasi Umur 28 Hari**

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas akibat penambahan *Superplasticizer* dan *Retarder* yang telah ditambahkan. Peningkatan modulus elastisitas dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 2,772%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 2,925% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 3,283% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 3,134%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai modulus elastisitas lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

#### 5.4.5. Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur

Berdasarkan hasil perhitungan untuk variasi campuran dan umur dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Grafik 5.8. Hubungan Uji Porositas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat penambahan *Superplasticizer* 0,6% dan *Retader* 0,2%. Penurunan porositas pada benda uji balok ukuran 10x20, untuk variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 33,698%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 52,990% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 53,714% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan penurunan sebesar 56,000%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-porinya kecil dari pada benda uji yang dihasilkan dengan penambahan bahan tambahan yang lainnya.

#### **5.4.6. Workabilitas**

Dalam pelaksanaan dilapangan kemudahan dalam pengerjaan sangat berpengaruh terhadap hasil mutu yang di tentukan. Semakin tinggi mutu yang digunakan maka semakin banyak kebutuhan akan semen yang akan berpengaruh pada pemakaian air. Karena kami merencanakan beton mutu normal yang penggunaan air sangat sedikit jadi untuk membantu mempermudah pengerjaan kami menggunakan *Superplasticizer* dan *Retarder* yang berfungsi untuk memperencer dan memperlambat proses pengeringan campuran.

### 5.5 Analisa Regresi

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

Untuk menganalisis variasi penambahan bahan tambahan terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik (Sudjana, 2002; 338) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan  $\hat{Y} = a + bX + cX^2$ .

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

#### 5.5.1. Analisa Regresi

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

**Tabel 5.63. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 3 Hari**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	10.691	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	114.308
2	0,3	12.172	0.090	0.027	0.008	3.652	1.095	148.158
3	0,4	12.423	0.160	0.064	0.026	4.969	1.988	154.326
4	0,5	12.717	0.250	0.125	0.063	6.358	3.179	161.709
5	0,6	14.570	0.360	0.216	0.130	8.742	5.245	212.285
Jmlh	2	62.573	0.860	0.432	0.226	23.721	11.507	790.787

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.77. maka didapat persamaan :

$$\begin{aligned}
 62,573 &= 5a & + 2b & & + 0,86c \\
 23,721 &= 2a & + 0,86b & & + 0,432c \\
 11,507 &= 0,86a & + 0,432b & & + 0,226c
 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{aligned}
 a &= 2,340 \\
 b &= 4,237 \\
 c &= 10,690
 \end{aligned}$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 10,690x^2 - 4,237x + 2,340$$

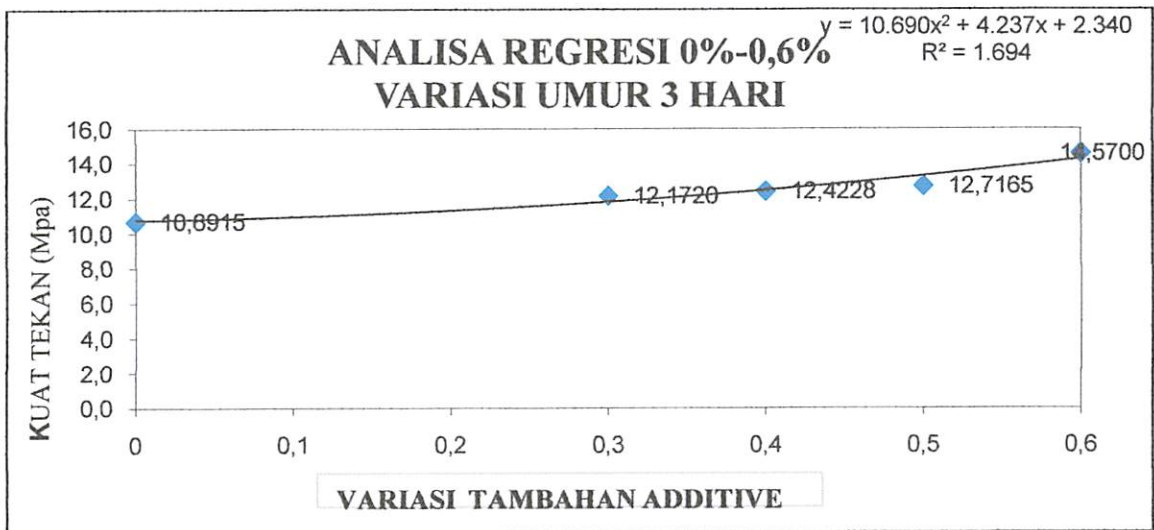
Mencari koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$\begin{aligned}
 JK(b|a) &= \left( b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left( c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\
 &= \left( -4,237 \left\{ 23,721 - \frac{2 \times 62,573}{5} \right\} \right) + \left( -10,690 \left\{ 11,507 - \frac{0,86 \times 62,573}{5} \right\} \right) \\
 &= 13,068
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\
 &= 790,787 - \frac{(62,573)^2}{5} \\
 &= 7,715
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
 &= \frac{13,068}{7,715} \\
 &= 1,694
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan  $y = 10,690x^2 - 4,237x + 2,340$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 1,694. Hal ini berarti bahwa 169,4% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.9. Analisa Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari**

Selanjutnya data disadur dari penelitian, Adam Aulia Purbawisesa (05.21.025), Akhmad Bahaudin (05.21.058), Albarr Aziiz Saputra (05.21.045), Devianto (05.21.076), yang kemudian data keseluruhan yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap sifat mekanis beton akan ditabelkan dan disajikan ke dalam grafik kuadratik.

**Tabel 5.64. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 7 Hari**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	14.997	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	224.915
2	0,3	17.326	0.090	0.027	0.008	5.198	1.559	300.196
3	0,4	18.581	0.160	0.064	0.026	7.432	2.973	345.254
4	0,5	20.861	0.250	0.125	0.063	10.431	5.215	435.181
5	0,6	22.530	0.360	0.216	0.130	13.518	8.111	507.601
Jmlh	2	94.295	0.860	0.432	0.226	36.579	17.858	1813.147

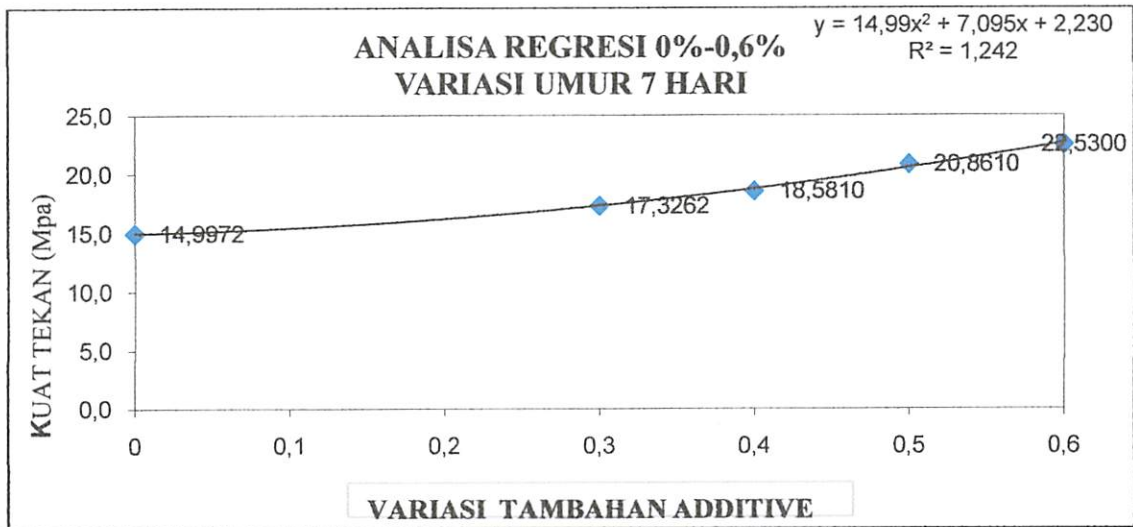
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 14,990x^2 + 7,095 x + 2,230$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 1,242$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.10. Analisa Regresi Kuat Tekan**



**Tabel 5.65. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 14 Hari**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	18.906	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	357.426
2	0,3	22.355	0.090	0.027	0.008	6.706	2.012	499.742
3	0,4	25.617	0.160	0.064	0.026	10.247	4.099	656.226
4	0,5	25.923	0.250	0.125	0.063	12.961	6.481	671.986
5	0,6	26.510	0.360	0.216	0.130	15.906	9.544	702.780
Jmlh	11	119.310	0.860	0.432	0.226	45.821	22.135	2889.160

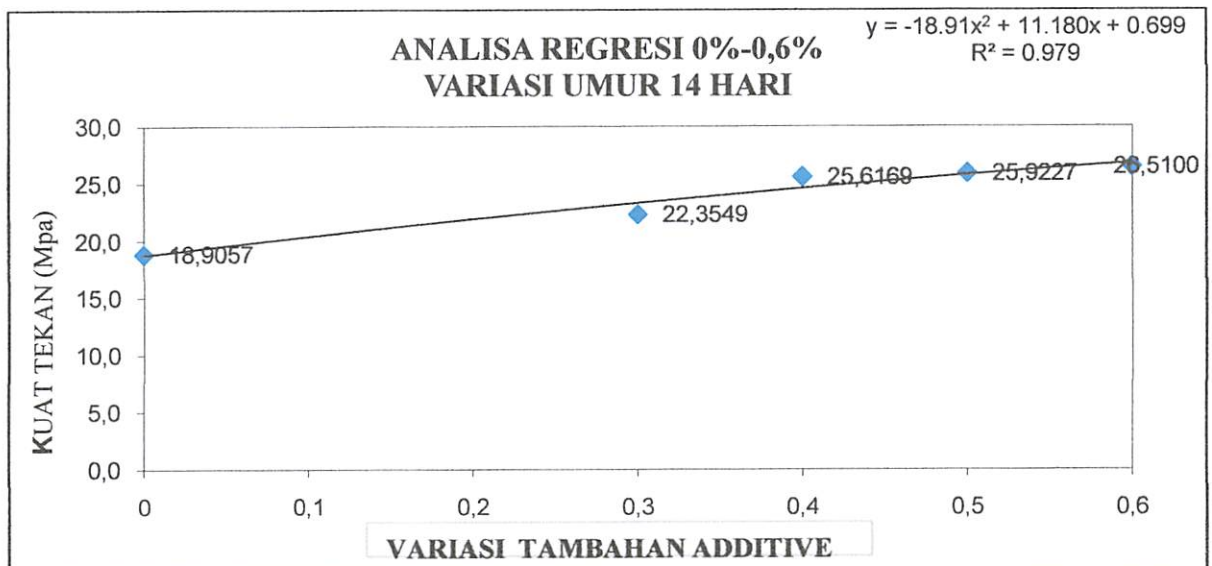
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 18,91 x^2 + 11,180 x + 0,699$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.979$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.11. Analisa Regresi Kuat Tekan**

**Tabel 5.66. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 28 Hari**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	21.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	442.364
2	0,3	24.898	0.090	0.027	0.008	7.469	2.241	619.908
3	0,4	28.177	0.160	0.064	0.026	11.271	4.508	793.949
4	0,5	30.452	0.250	0.125	0.063	15.226	7.613	927.300
5	0,6	31.940	0.360	0.216	0.130	19.164	11.498	1020.164
Jmlh	2	136.499	0.860	0.432	0.226	53.130	25.860	3804.684

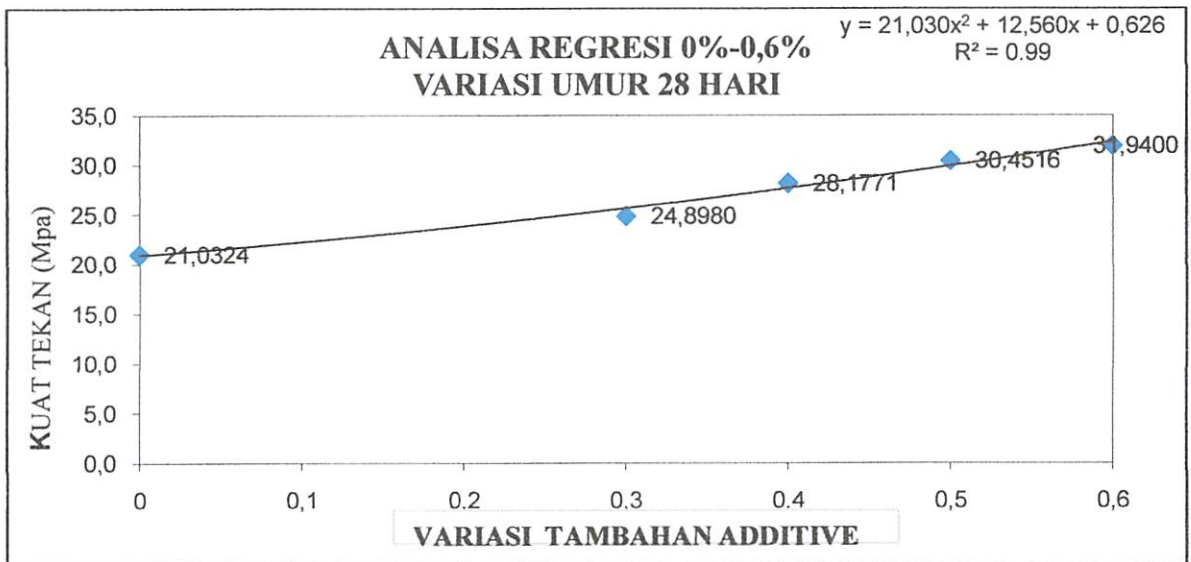
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 21,030 x^2 + 12,560 x + 0,626$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

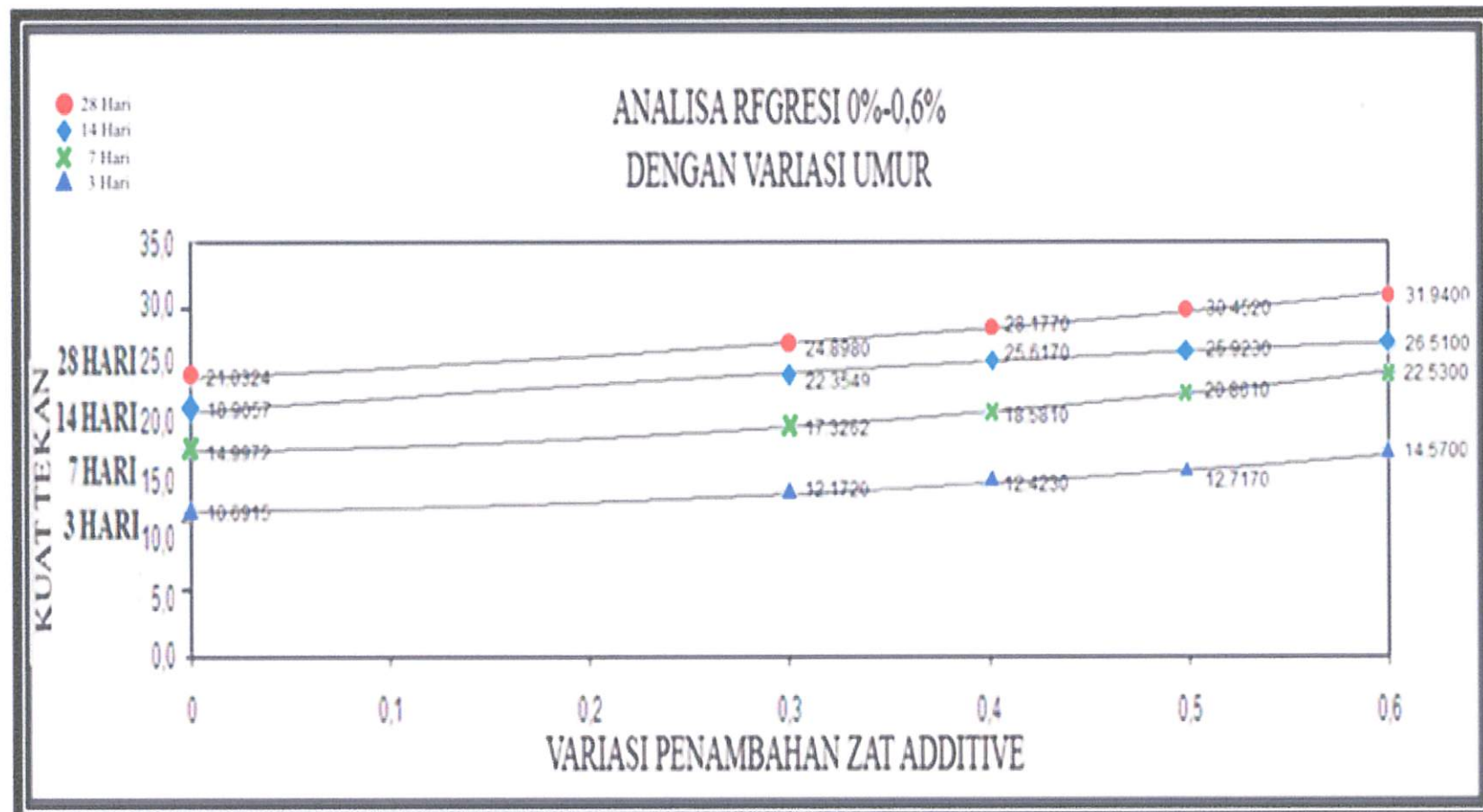
$$R^2 = 0.99$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.12. Analisa Regresi Kuat Tekan**

Grafik 5.13 Analisa Regresi Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.67. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik**

**Belah**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	2.571	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.612
2	0,3	2.713	0.090	0.027	0.008	0.814	0.244	7.360
3	0,4	3.020	0.160	0.064	0.026	1.208	0.483	9.118
4	0,5	3.208	0.250	0.125	0.063	1.604	0.802	10.293
5	0,6	3.373	0.360	0.216	0.130	2.024	1.214	11.377
Jmlh	2	14.885	0.860	0.432	0.226	5.650	2.744	44.760

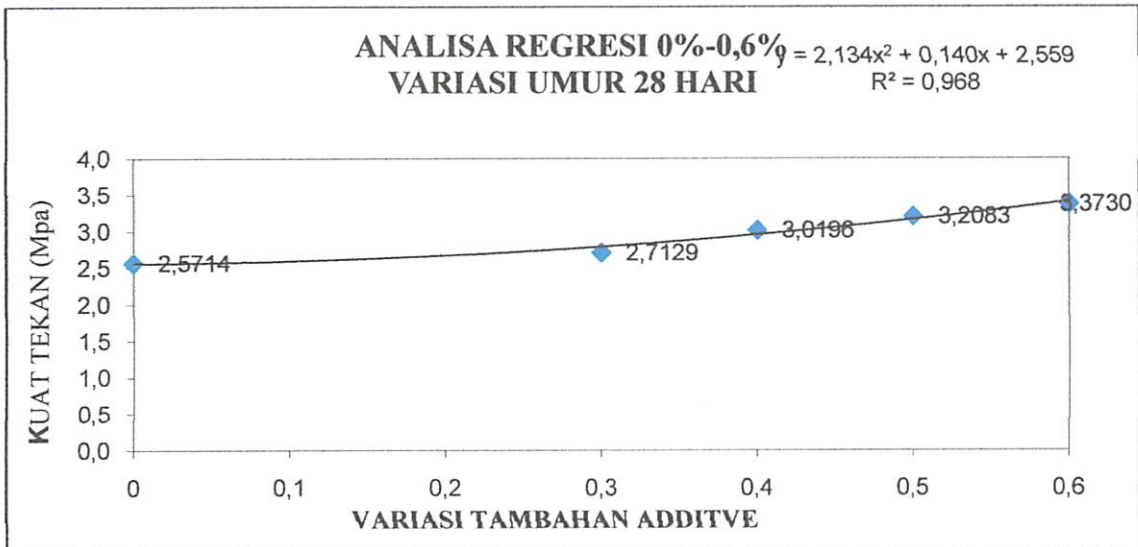
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 2,132x^2 + 0,141 x + 2,559$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.968$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.14. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah**

**Tabel 5.68. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik**

**Lentur**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	3.666	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.441
2	0,3	4.411	0.090	0.027	0.008	1.323	0.397	19.456
3	0,4	4.583	0.160	0.064	0.026	1.833	0.733	21.004
4	0,5	4.755	0.250	0.125	0.063	2.377	1.189	22.606
5	0,6	5.327	0.360	0.216	0.130	3.196	1.918	28.377
Jmlh	2	22.742	0.860	0.432	0.226	8.730	4.237	104.884

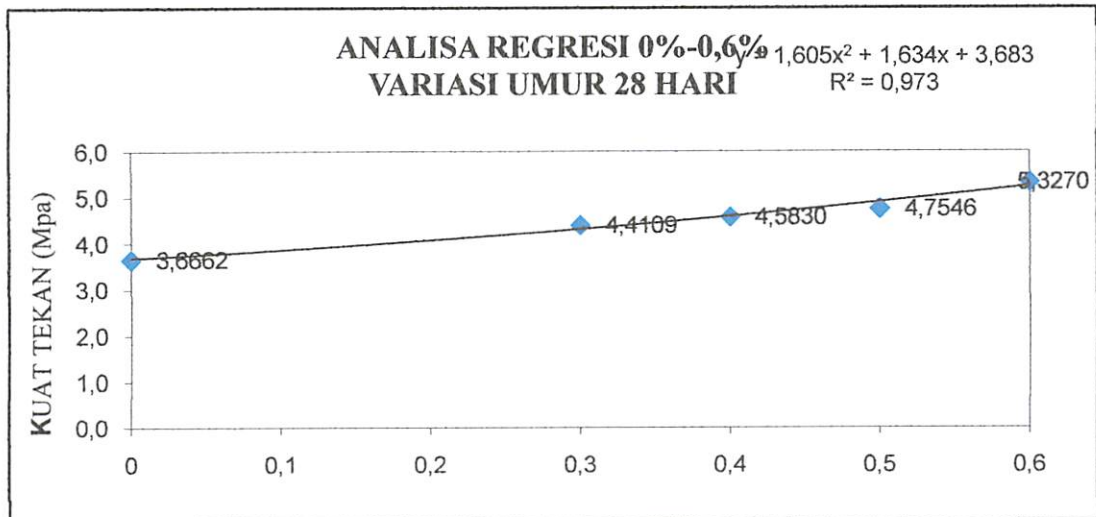
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 1,605 x^2 + 1,634 x + 3,683$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.973$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.15. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur**

**Tabel 5.69. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus**

**Elastisitas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	2081,881	0	0	0	0	0	4334228,5241
2	0,3	2312,957	0,09	0,027	0,0081	693,88	208,16	5349773,2624
3	0,4	2833,070	0,16	0,064	0,0256	1133,22	453,29	8026285,6249
4	0,5	2853,440	0,25	0,125	0,0625	1426,72	713,36	8142119,8336
5	0,6	3257,010	0,36	0,216	0,1296	1954,20	1172,52	10608114,1401
Jml h	2	13338,35 87	0,860	0,432	0,226	5208,041	2547,341 0	36460521,385 1

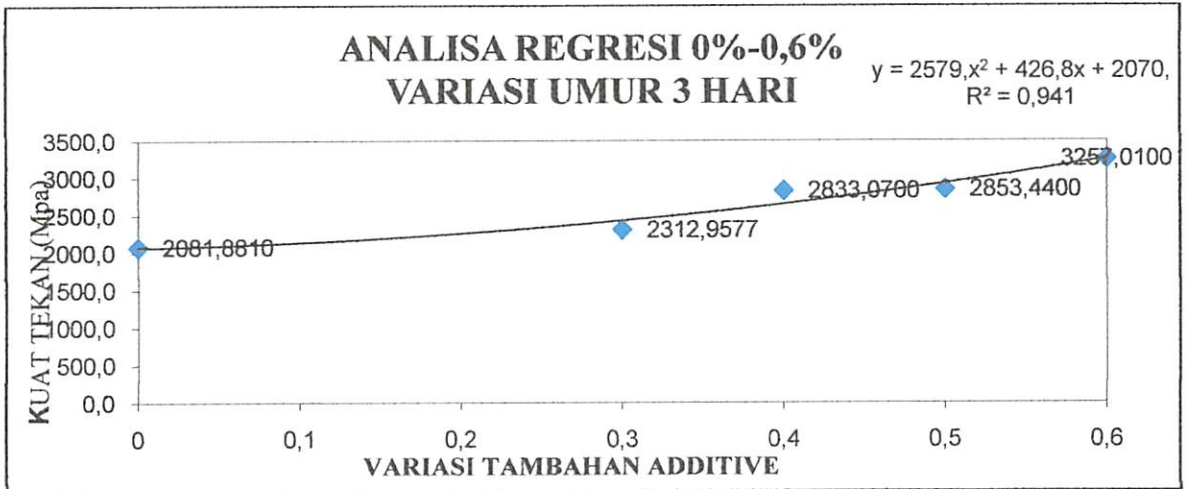
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 2579 x^2 + 426,8 x + 2070$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0,941$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.16. Analisa Regresi Modulus Elastisitas**

**Tabel 5.70. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	3713,99	0	0	0	0	0	13793723,16
2	0,3	4135,63	0,09	0,027	0,0081	1240,69	372,21	17103439,78
3	0,4	4890,68	0,16	0,064	0,0256	1956,27	782,51	23918750,86
4	0,5	4839,86	0,25	0,125	0,0625	2419,93	1209,97	23424244,82
5	0,6	5643,34	0,36	0,216	0,1296	3386,00	2031,60	31847286,36
Jmlh	2	23223,50	0,860	0,432	0,226	9002,90	4396,28	110087444,98

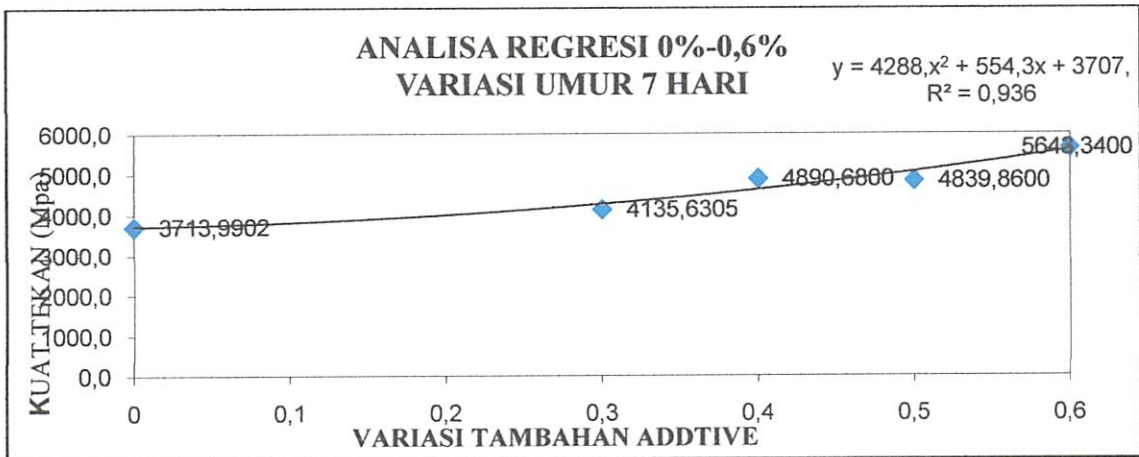
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 4288 x^2 + 554,3 x + 3707$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.936$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.17. Analisa Regresi Modulus Elastisitas**

**Tabel 5.71. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus**

**Elastisitas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	4852,53	0	0	0	0	0	23547089,049
2	0,3	5615,48	0,09	0,027	0,008	1684,64	505,39	31533583,383
3	0,4	6109,09	0,16	0,064	0,026	2443,64	977,45	37320980,628
4	0,5	6449,21	0,25	0,125	0,063	3224,61	1612,30	41592309,624
5	0,6	6978,03	0,36	0,216	0,130	4186,82	2512,09	48692902,681
Jmlh	4290	30004,34	0,860	0,432	0,226	11539,702	5607,241	182686866,301

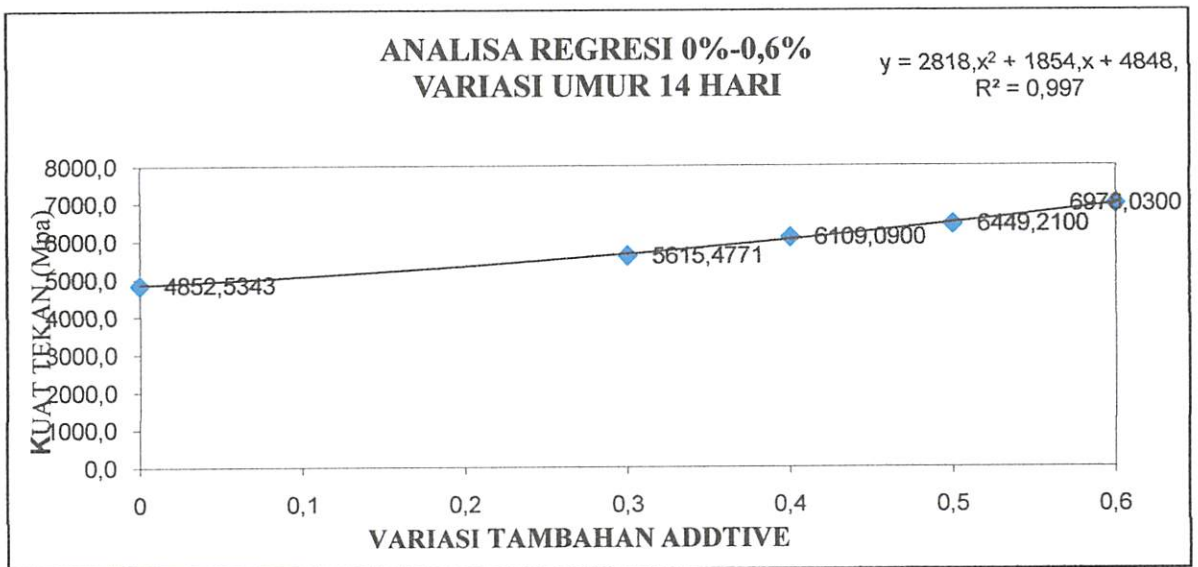
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 2818 x^2 + 1854 x + 4848$$

Didapat koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) :

$$R^2 = 0.997$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.18. Analisa Regresi Modulus Elastisitas**



**Tabel 5.72. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	6092,366	0	0	0	0	0	37116926,552
2	0,3	6792,722	0,09	0,027	0,01	2037,817	611,345	46141068,792
3	0,4	7990,810	0,16	0,064	0,03	3196,324	1278,530	63853044,456
4	0,5	8435,990	0,25	0,125	0,06	4217,995	2108,998	71165927,280
5	0,6	8947,280	0,36	0,216	0,13	5368,368	3221,021	80053819,398
Jmlh	2820	38259,168	0,860	0,432	0,226	14820,504	7219,893	298330787,476

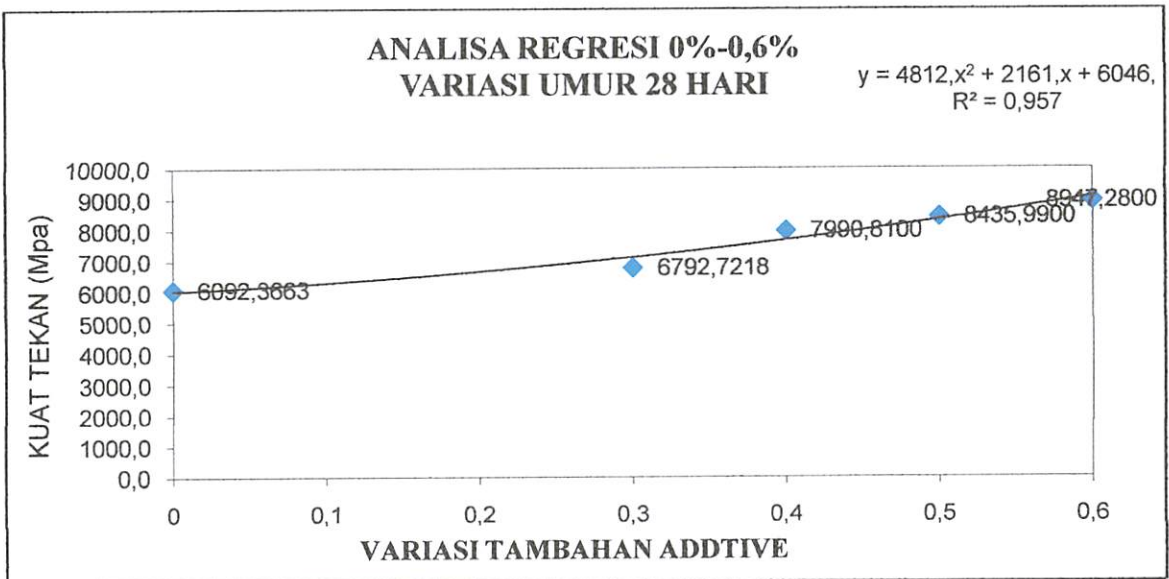
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 4812 x^2 + 2161 x + 6046$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

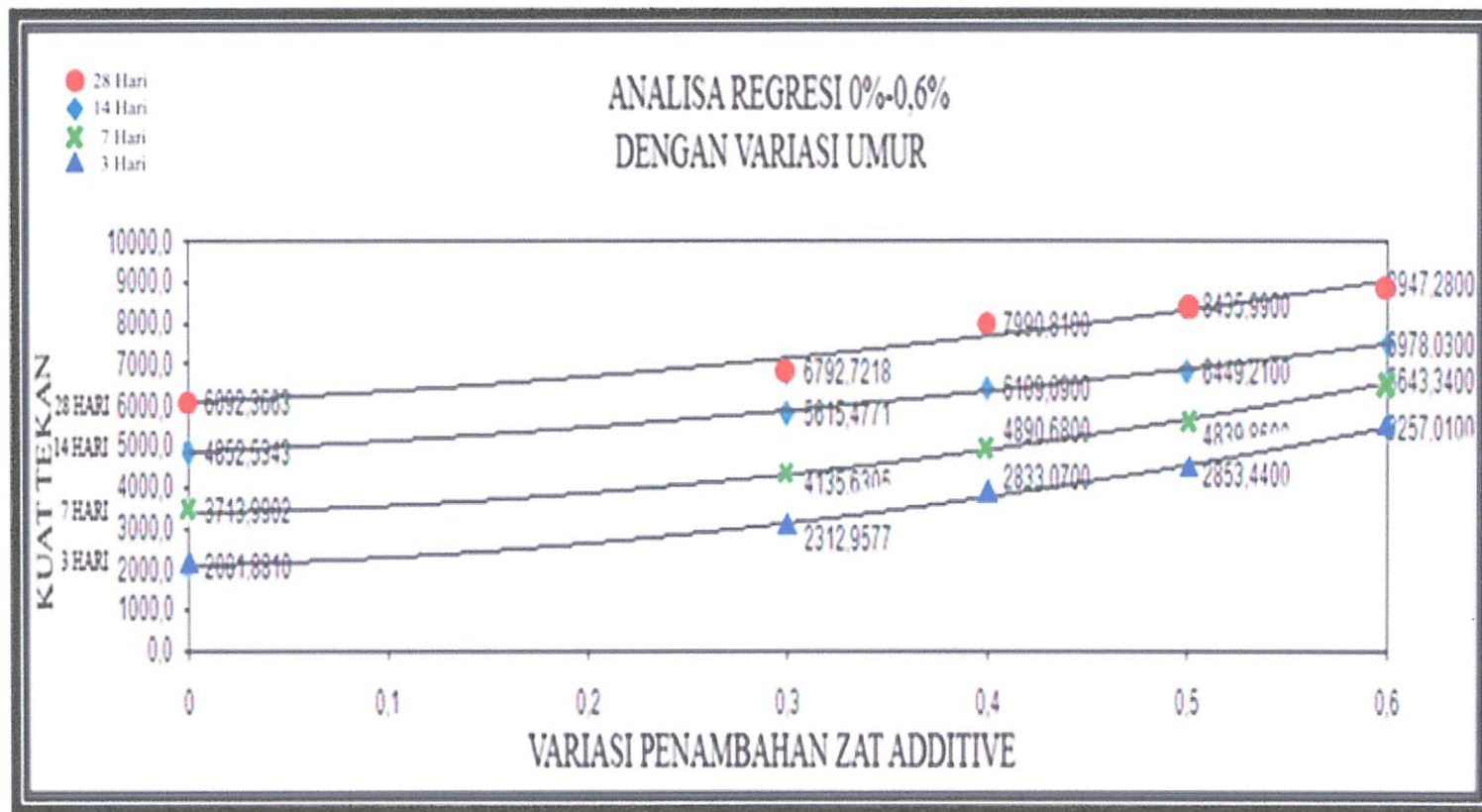
$$R^2 = 0.957$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.19. Analisa Regresi Modulus Elastisitas**

Grafik 5.20. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.73. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	15.58	0	0	0	0	0	242.86
2	0,3	11.32	0.09	0.027	0.008	3.395	1.018	128.06
3	0,4	11.40	0.16	0.064	0.026	4.558	1.823	129.86
4	0,5	11.58	0.25	0.125	0.063	5.792	2.896	134.18
5	0,6	11.66	0.36	0.216	0.130	6.994	4.196	135.86
Jmlh	2	61.54	0.860	0.432	0.226	20.739	9.934	770.82

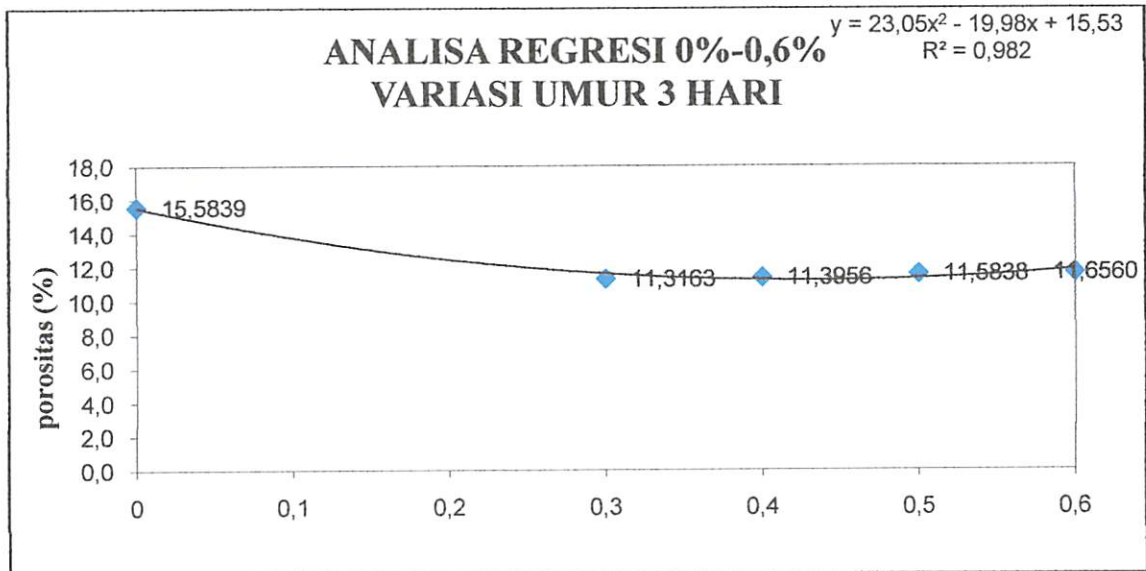
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,44 x^2 + 19,98 x + 15,53$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.982$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.21. Analisa Regresi Porositas**

**Tabel 5.74. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	12.144	0	0	0	0	0	147.486
2	0,3	7.707	0.09	0.027	0.008	2.312	0.694	59.398
3	0,4	7.761	0.16	0.064	0.026	3.104	1.242	60.232
4	0,5	7.890	0.25	0.125	0.063	3.945	1.973	62.252
5	0,6	7.938	0.36	0.216	0.130	4.763	2.858	63.012
Jmlh	2	43.440	0.860	0.432	0.226	14.124	6.766	392.380

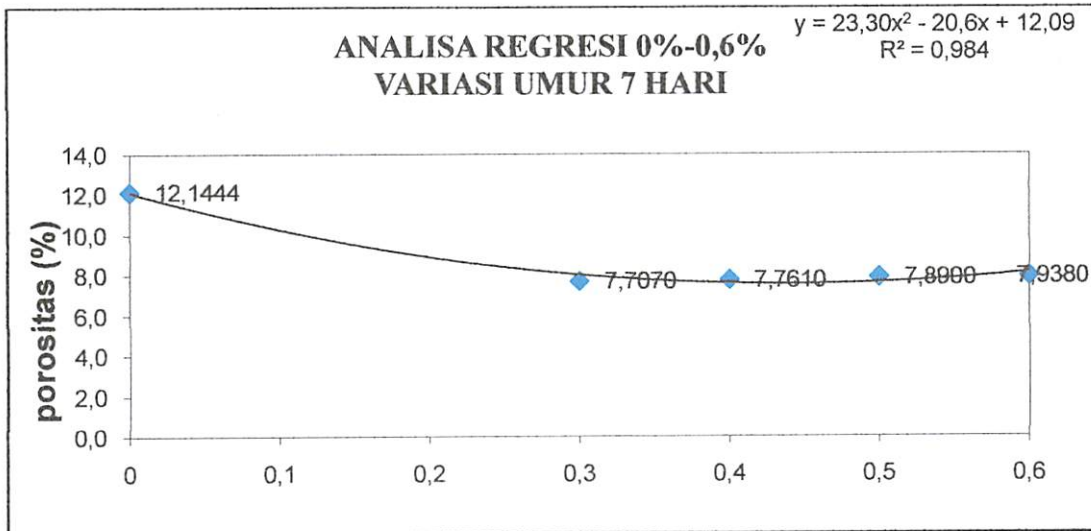
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,30 x^2 - 20,6 x + 12,09$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.984$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.22. Analisa Regresi Porositas**

**Tabel 5.75. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	12.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	146.456
2	0,3	7.643	0.090	0.027	0.008	2.293	0.688	58.420
3	0,4	7.697	0.160	0.064	0.026	3.079	1.231	59.241
4	0,5	7.825	0.250	0.125	0.063	3.913	1.956	61.231
5	0,6	7.873	0.360	0.216	0.130	4.724	2.834	61.984
Jmlh	25	43.140	0.860	0.432	0.226	14.008	6.710	388.317

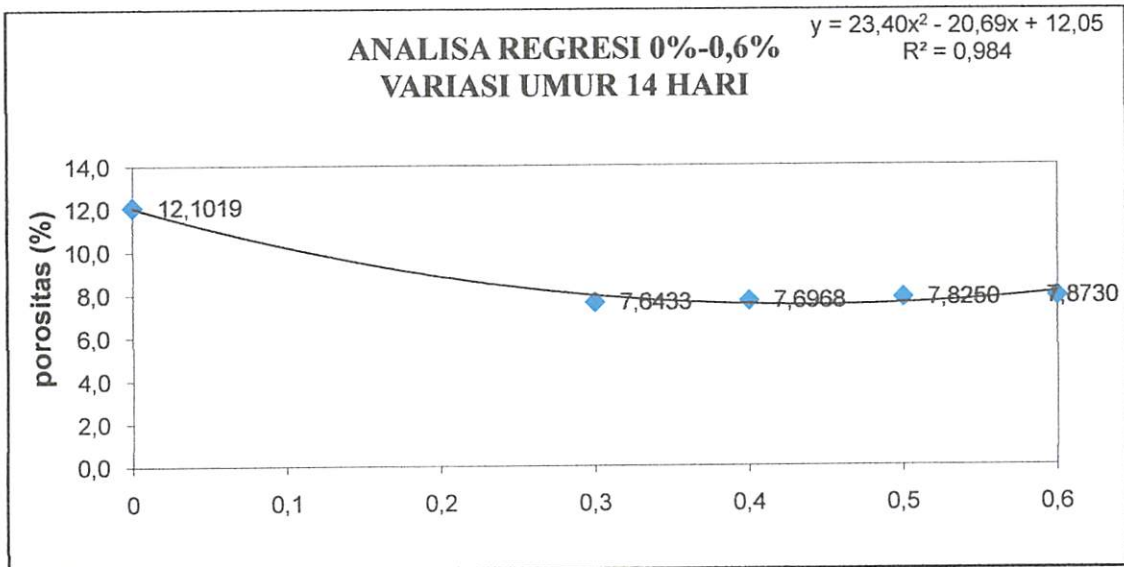
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,40 x^2 + 20,69 x + 12,05$$

Didapat koefisien determinasi ( $R^2$ ) :

$$R^2 = 0.984$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.23. Analisa Regresi Porositas**

**Tabel 5.76. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas**

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	0	11.975	0	0	0	0	0	143.389
2	0,3	7.452	0.09	0.027	0.0081	2.236	0.671	55.536
3	0,4	7.504	0.16	0.064	0.0256	3.002	1.201	56.316
4	0,5	7.625	0.25	0.125	0.0625	3.813	1.906	58.141
5	0,6	7.676	0.36	0.216	0.1296	4.606	2.763	58.921
Jmlh	25	42.232	0.860	0.432	0.226	13.656	6.541	373.287

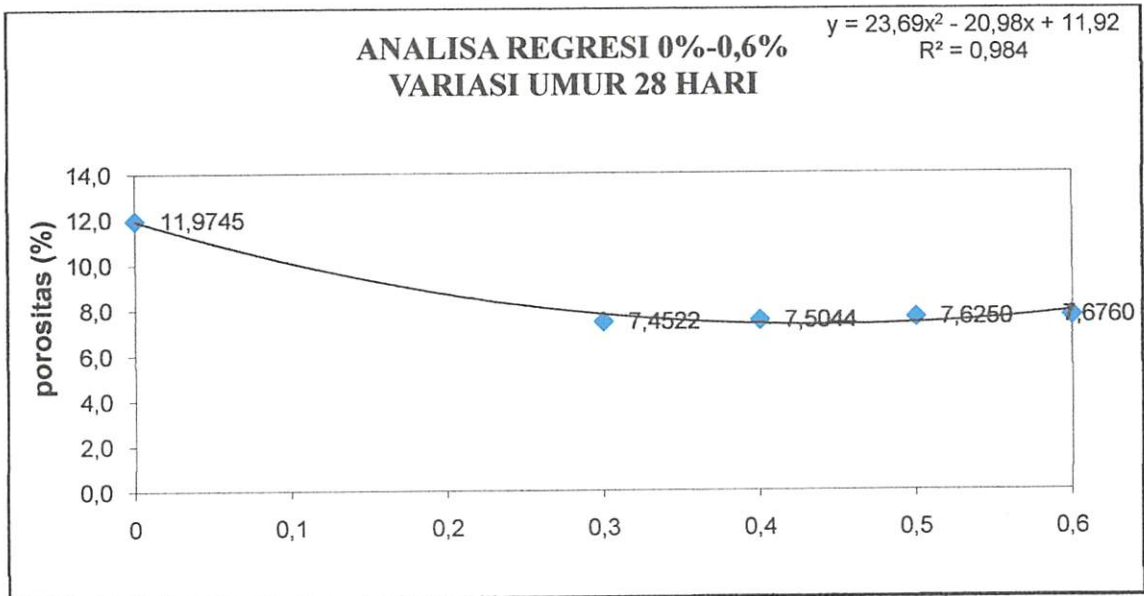
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,69 x^2 - 20,98 x + 11,92$$

Didapat koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) :

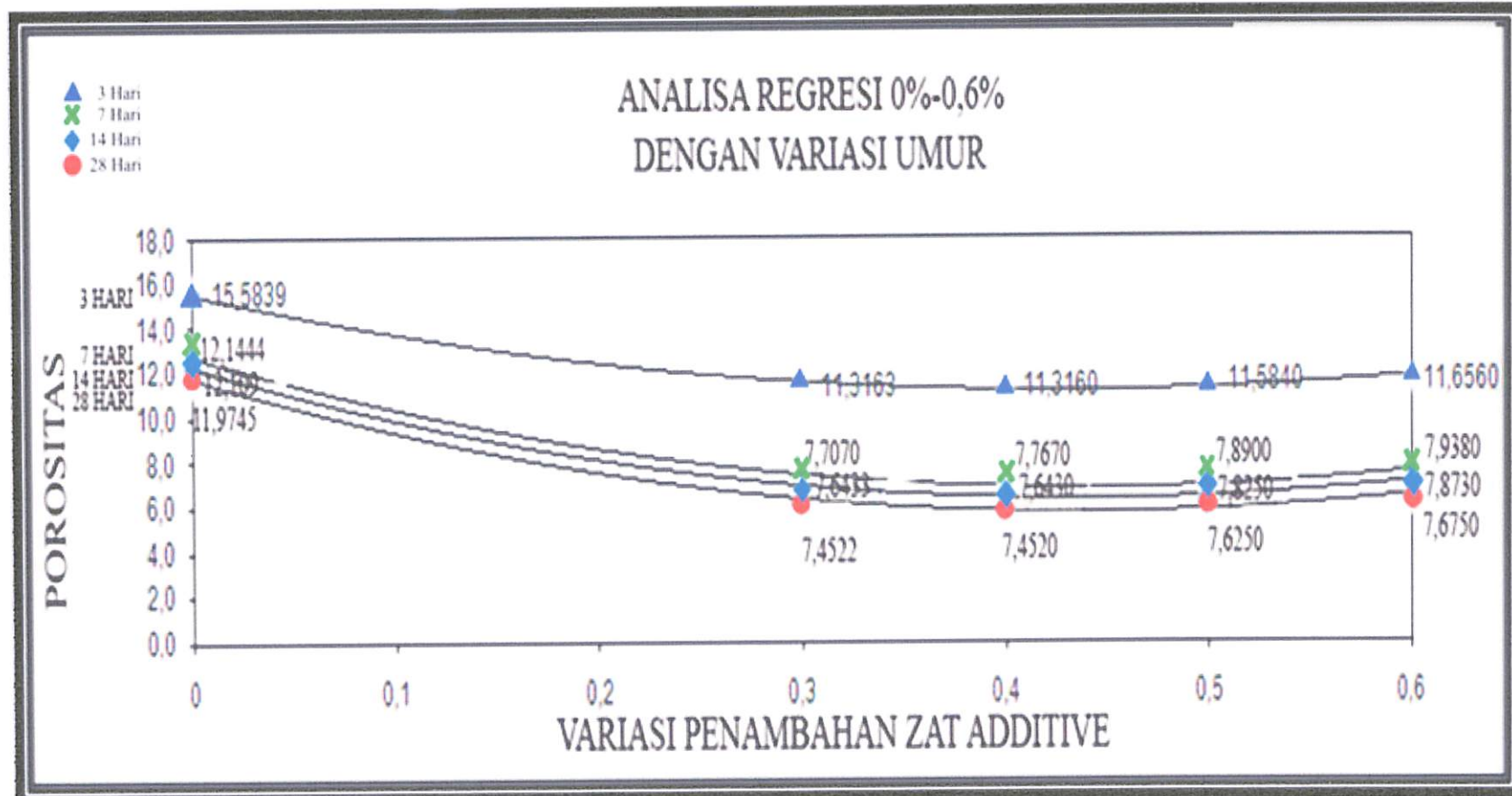
$$R^2 = 0.985$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.24. Analisa Regresi Porositas**

Grafik 5.25 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari semua pembahasan dalam penelitian yang telah dilakukan ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan bahan tambahan Superplasticizer 0,6% dan Retarder 0,2% berpengaruh untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis beton.

##### 1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive Superplasticizer 0,6% dan retarder 0,2% pada 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 34,150% .

##### 2. Kuat tarik belah.

Kuat tarik belah pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive Superplasticizer 0,6% dan retarder 0,2% ialah sebesar 2,5714 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 3,3730 Mpa.

##### 3. Kuat tarik lentur

Kuat tarik lentur pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive Superplasticizer 0,6% dan retarder 0,2% ialah sebesar 5,3270 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah Sebesar 3.6662 Mpa, begitu pula pada modulus elastisitas beton.



#### 4. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive Superplasticizer 0,6% dan retarder 0,2% ialah sebesar 3,134%

#### 5. Porositas.

Pada porositas beton terjadi penurunan nilai porositasnya dikarenakan penambahan additive Superplasticizer 0,6% dan Retarder 0,2% ialah sebesar 56,000% , ini dikarenakan beton yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-pori kecil dari pada tanpa bahan penambahan.

#### 6. Dari Pengaruh Workability dapat disimpulkan bahwa pada saat tanpa penambahan di dapat nilai slump test yaitu 8 cm dan dengan ditambahkan zat additive 13 cm.

#### 7. Dari hasil pengujian modulus elastisitas beton terdapat perbandingan antara perhitungan modulus elastisitas beton contoh ( $E_c$ ) = 6798,333 dan perhitungan modulus elastisitas teoritis ( $E_c$ ) = 23591,295 yang cukup besar dimungkinkan karena pembacaan alat yang kurang teliti.

## 6.2 Saran

Karena keterbatasan waktu dan biaya, maka untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan penambahan zat additive *Superplasticizer* dan *Retarder*, penulis berharap penelitian ini dilanjutkan dengan membahas unsur-unsur kimiawi yang terdapat pada zat additive

supaya dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih bagus dan lebih efisien.

2. Penelitian ini dilakukan pada beton yang menggunakan bahan additive *Superplasticizer* dan *Retarder*, diharapkan penelitian selanjutnya dapat mencoba untuk mencampurkan bahan tambahan additive yang baru atau pula jenis semen yang berbeda agar dapat dibandingkan hasil campurannya,
3. Untuk mengoptimalkan dan memudahkan dalam pengerjaan di laboratorium penulis berharap disediakan tempat untuk pengeringan dan perendaman yang lebih besar,
4. Penulis berharap adanya perbaharuan dan penambahan alat-alat laboratorium sehingga hasil yang di dapat lebih akurat,
5. Untuk hasil yang lebih optimal penulias juga berharap adanya perbaikan alat yang ada pada laboratorium .

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Syafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*, Jakarta, Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Anonim. 2010. Studi pengaruh admixtur plastiment-vz pada beton, Di akses melalui <http://dewey.petra.id>
- Anonim. 2010. Pengaruh penambahan bahan tambahan jenis retarder pada kekuatan beton di akses melalui <http://pustaka.pu.go.id>
- Rudi rubian dini R.S dan Tegar putra adi perdana. **Pengaruh Penamabahan Additive Accelerator Dan Retarder Terhadap Thickening Time Dengan Variasi Temperature Dan Konsentrasi**. Universitas Islam Indonesia.
- Anonim. 2010. Pengaruh penggunaan superplasticizer tipe polycarboxylate dan naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen local, diakses melalui <http://dewey.petra.ac.id>
- CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURİYONO*.2003. Penelitian awal mortar yang menggunakan admixture berupa superplasticizer, polypropylene fiber dan styrenne butadienne rubber. Universitas Kristen Petra.
- Anonim. 2002. Petunjuk Praktikum Beton. Laboratorium ITN Malang.

Anonim, 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002). Cetakan Pertama. Maret 2007.

Makalah lomba beton semen tiga roda, diakses melalui

<http://www.scribd.com/doc/37089508/Makalah-Lomba-Beton-Semen-Tiga-Roda-No-Peserta-CCT-010-019-12>

As'at Pujianto, Tri Retno Y.S. Putro, dan Oktania Ariska. Beton mutu tinggi dengan admixtur superplastizer dan aditif silicafume. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Anonim. 2007. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 11, no 2, juli 2007

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton, Yogyakarta. Andi.*

Rangkaian repair mortar dengan bahan tambah polymer, di akses melalui

[http://digilib.uns.ac.id/abstrak\\_12832\\_rangkaian-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html](http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkaian-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html)

Santoso, Retno Dwi dan Mustadjab Hary Kusnadi. 1992. Analisis Regresi. Malang. Andi Offset Yogyakarta.

Subakti, Aman, 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*. FTSP ITS, Surabaya.

Sudjana. 1996. Metode Statistika, Bandung, Tarsito.

L'AMPIRAN

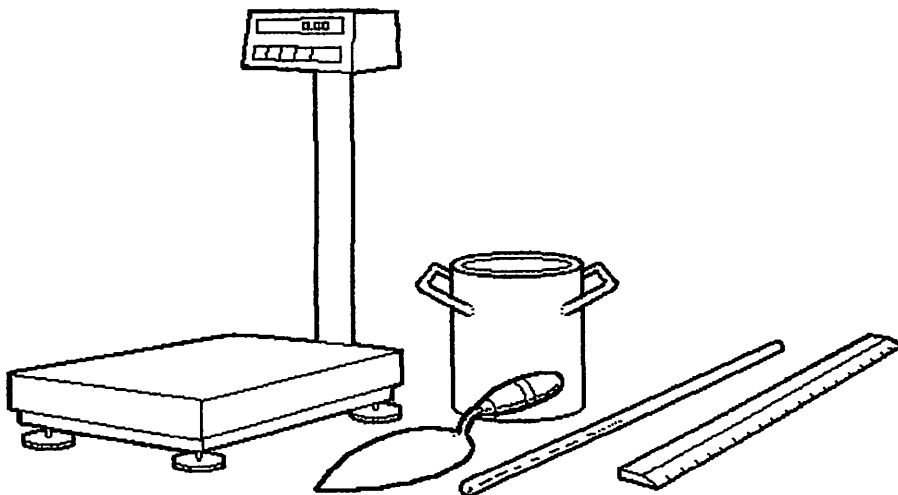
## 1) Pemeriksaan Berat Isi

### A. Tujuan Penelitian

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

### B. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.
- Mistar perata.
- Sekop.
- Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas sebagai berikut



**Gambar 1.1. : Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat**

### **C. Bahan**

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

### **D. Prosedur Pelaksanaan**

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

#### **a) Berat isi lepas :**

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dari ketinggian 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

#### **b) Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm ( $1\frac{1}{2}$ " ) dengan cara penusukan :**

- Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ )
- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji ( $W_2$ ).
- Hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

## E. Perhitungan

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

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

$W_3$  = Berat contoh uji (kg)

## F. Tabel Perhitungan

**Tabel 1.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar**

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	22120	22060	22320	22720	22920	22730
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	14190	14130	14390	14790	14990	14800
D.	Isi tempat ( $\text{cm}^3$ )	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.419	1.413	1.439	1.479	1.499	1.48
F.	Berat isi rata-rata ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.424			1,486		

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 1.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus**

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	8380	8370	8350	8490	8420	8430
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	4820	4810	4790	4930	4860	4870
D.	Isi tempat ( $\text{cm}^3$ )	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.606	1.603	1.596	1.643	1.62	1.623
F.	Berat isi rata-rata ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.6016			1.629		

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Tabel 1.3. Pemeriksaan Berat Isi Semen**

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	7020	7190	7170	7340	7270	7260
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	3460	3630	3610	3780	3710	3700
D.	Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1.153	1.21	1.203	1.26	1.236	1.233
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1.189			1.243		

Sumber : Data Hasil Penelitian

## G. Hasil Penelitian

### 1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

- a. Agregat Kasar Batu Pecah = 1,424 kg/cm<sup>3</sup>
- b. Agregat halus (pasir) = 1,6016 kg/cm<sup>3</sup>
- c. Semen = 1,189 kg/cm<sup>3</sup>

### 2. Berat isi padat

- a. Agregat kasar Batu pecah = 1,486 kg/cm<sup>3</sup>
- b. Agregat halus (pasir) = 1,629 kg/cm<sup>3</sup>
- c. Semen = 1,243 kg/cm<sup>3</sup>

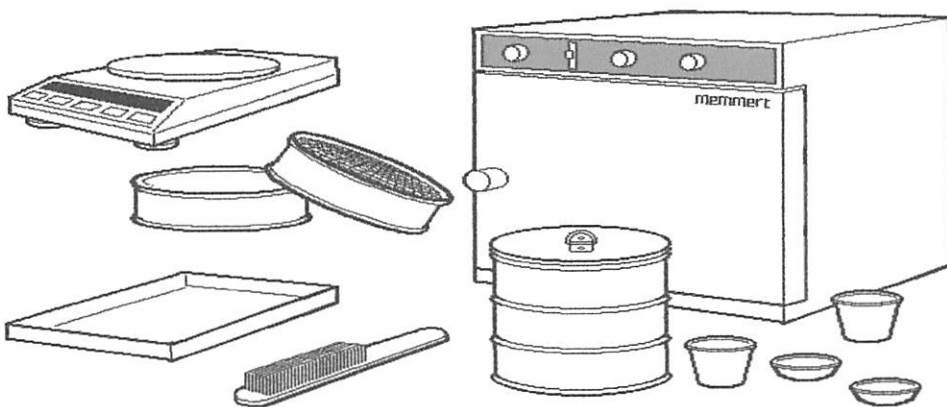
## 2) Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

### A. Tujuan Penelitian

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

### B. Peralatan

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



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

**Tabel 1.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar**

Nomor Saringan	Diameter Lubang Saringan (mm)
(3")	76,2
(1 ½")	38,1
(¾")	19,1
(⅜")	9,6
(No. 4)	4,75
(No. 8)	2,36
(No. 16)	1,18
(No. 30)	0,6
(No. 50)	0,3
(No. 100)	0,15
(No. 200)	0,075

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

### C. Bahan

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

### D. Prosedur Pelaksanaan

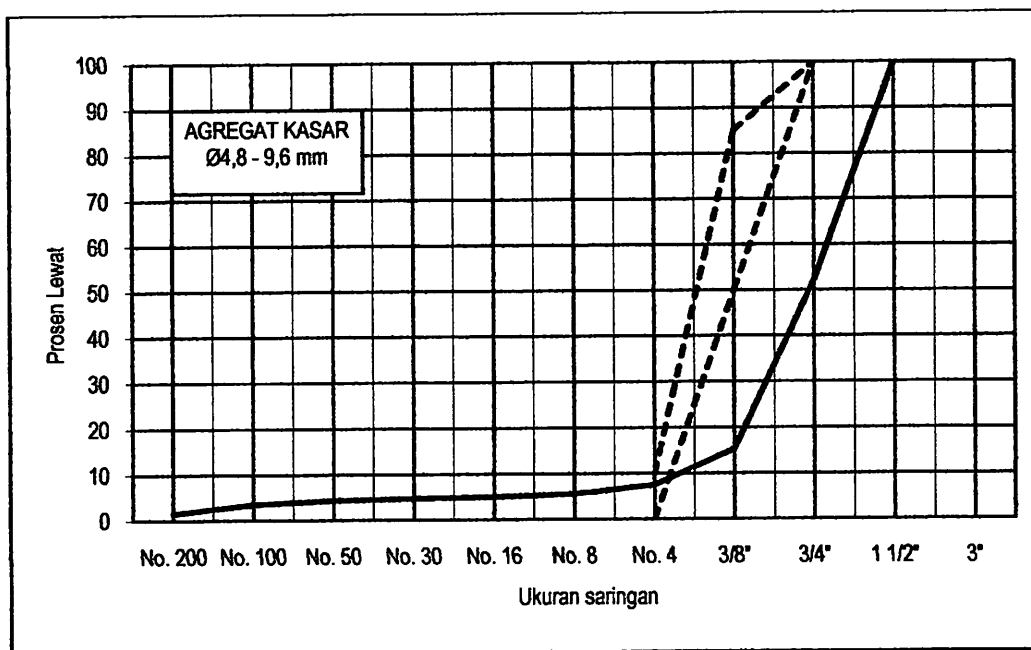
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan,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

**E. Tabel Perhitungan**

**Tabel 1.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah**

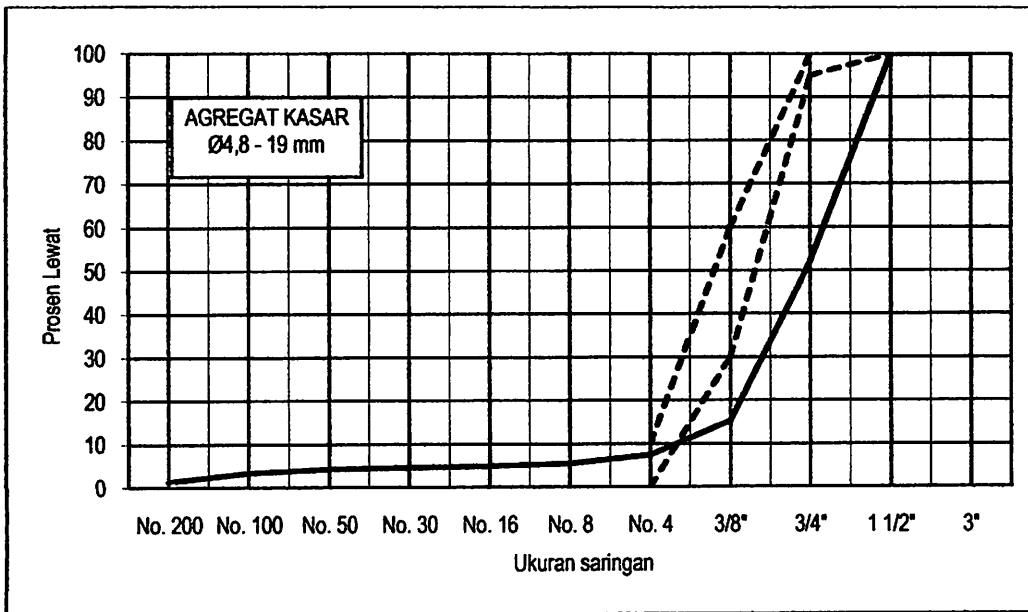
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	13420	55.39	55.39	44.61
9.6 mm (3/8")	10380	42.85	98.24	1.76
4.75 mm (No. 4)	219	0.90	99.14	0.86
2.36 mm (No. 8)	55.5	0.23	99.37	0.63
1.18 mm (No. 16)	15.6	0.06	99.44	0.56
0.6 mm (No. 30)	9.3	0.04	99.47	0.53
0.3 mm (No. 50)	10.6	0.64	99.52	0.48
0.15 mm (No. 100)	23.5	0.10	99.61	0.39
0.075 mm (No. 200)	55.2	0.23	99.84	0.16
pan	38.1	0.16	100	0

Sumber : Data Hasil Penelitian



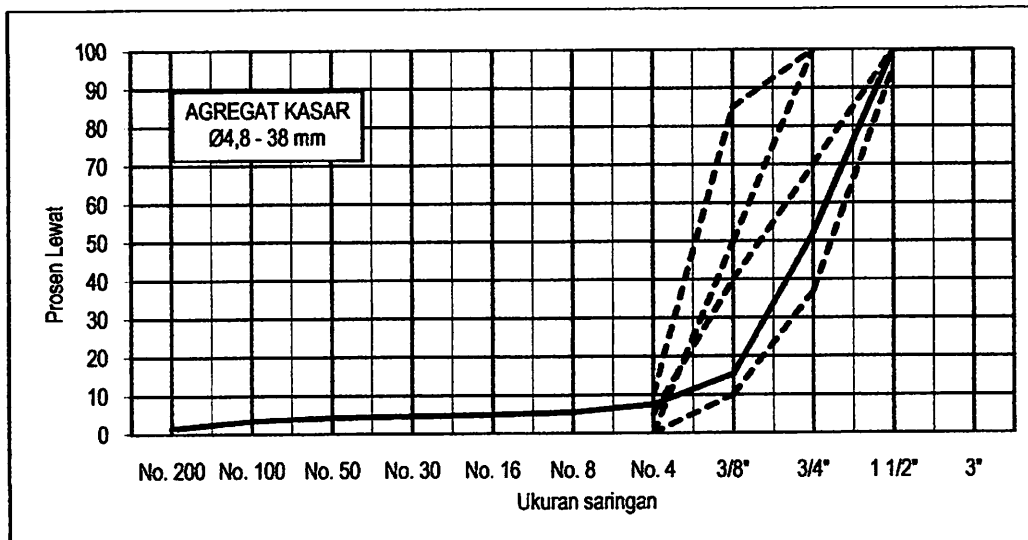
**Grafik 1.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm**

Sumber : Data Hasil Penelitian



**Grafik 1.2. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 19 mm**

*Sumber : Data Hasil Penelitian*



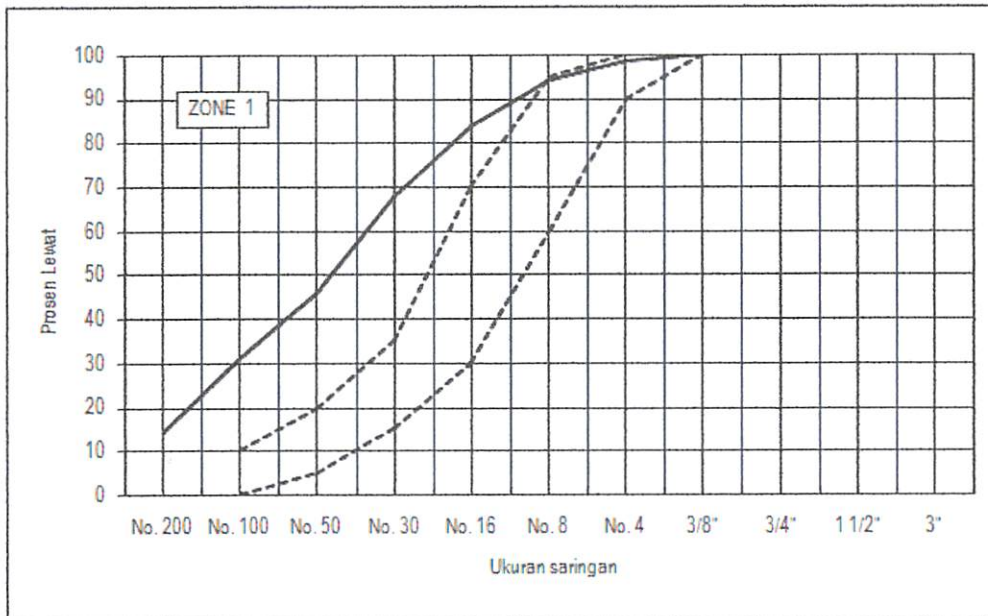
**Grafik 1.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm**

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

**Tabel 1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus**

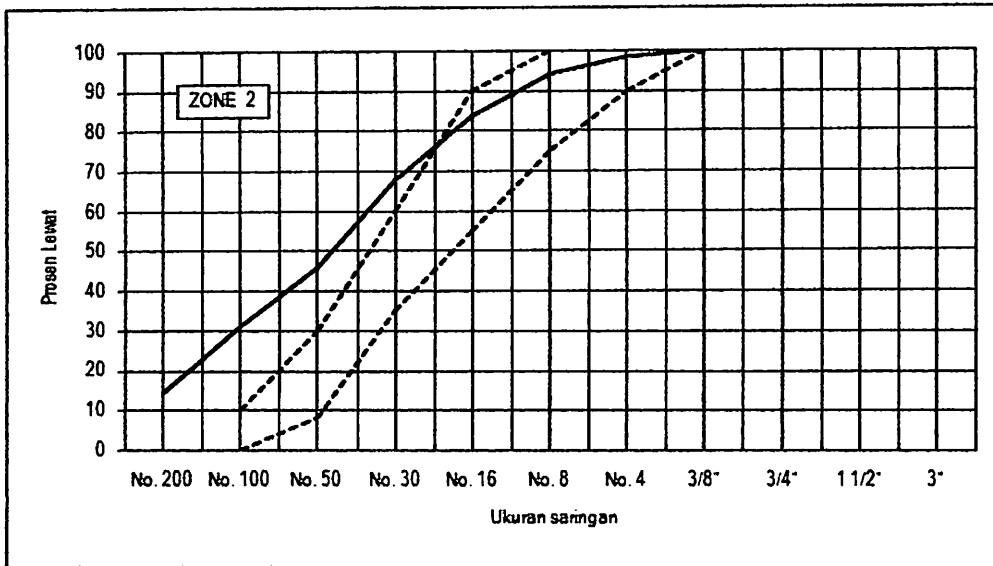
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76
0.6 mm (No. 30)	225.2	16.22	32.46	67.54
0.3 mm (No. 50)	297.6	21.43	53.89	46.11
0.15 mm (No. 100)	208.4	15.01	68.90	31.1
0.075 mm (No. 200)	233.3	16.80	85.70	14.3
pan	198.5	14.30	100	0

Sumber : Data Hasil Penelitian



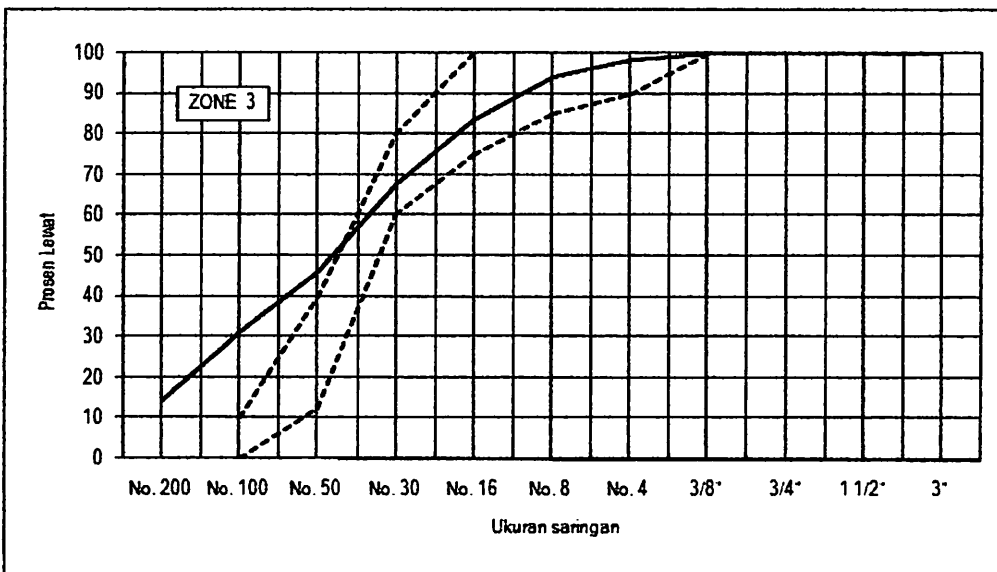
**Grafik 1.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus**

*Sumber : Data Hasil Penelitian*



**Grafik 1.5. : Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus**

*Sumber : Data Hasil Penelitian*



**Grafik 1.6. : Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus**

*Sumber : Data Hasil Penelitian*

## 7. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

- a. Agregat halus (pasir masuk zone 3)
- b. Modulus kehalusan Pasir agregat halus 2,18
- c. Agregat kasar masuk ukuran 4,8 – 38 mm

## 8. Pemeriksaan Kotoran Organik

### a. Tujuan Penelitian

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

### b. Peralatan

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

### c. Bahan

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

### d. Prosedur Pelaksanaan



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

**Tabel 1.7. Warna Standart**

<b>Warna Larutan</b>	<b>Penurunan Kekuatan</b>
Putih (jernih)	0
<b>Kuning Muda</b>	<b>5-10</b>
Kuning Merah	15-30
Coklat Muda	30-40
Coklat Tua	40-60

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

#### **E. Catatan**

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

#### **F. Hasil Penelitian**

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

#### 4) Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

##### A. Tujuan Penelitian

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

##### B. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

##### C. Bahan

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

##### D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
- b. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
- c. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
- d. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
- e. Ukur tinggi pasir ( $V_1$ ) dan tinggi lumpur ( $V_2$ ).

##### E. Perhitungan

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

(Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton)

Dimana :

$V_1$  = tinggi pasir

$V_2$  = tinggi Lumpur

## F. Hasil penelitian

Kadar lumpur untuk pasir sebesar 0,498 %, berarti pasir yang diperiksa memenuhi syarat untuk digunakan untuk campuran beton ( $< 5\%$ ).

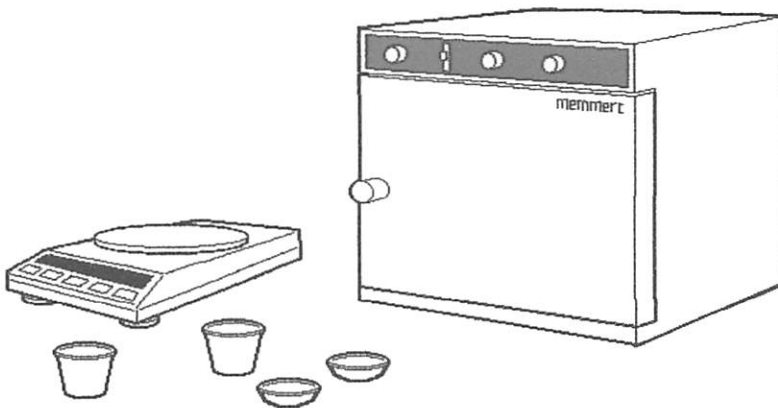
## 5) Pemeriksaan Kadar Air Agregat

### A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering permukaan atau SSD (*saturated surface dry*).

### B. Peralatan

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



Gambar 4.3 : Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

### C. Bahan

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

**Tabel 1.8. Ukuran Maksimum Agregat**

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

### D. Prosedur Pelaksanaan

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

## E. Perhitungan

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

Dimana :

$W_3$  = berat contoh semula (gram)

$W_5$  = berat contoh kering (gram)

## F. Tabel Perhitungan

**Tabel 1.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar**

BATU PECAH		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2520	2720	1744	1944
B.	Berat tempat + contoh (gr)	27040	27080	2503.3	2258.1
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	26750	26760	2458	2225
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	1.20	1.33	1.98	1.63
F.	Kadar air rata-rata (%)	1.26		1.81	

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 1.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus**

AGREGAT HALUS		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2.89	3.46	220.7	212.4
B.	Berat tempat + contoh (gr)	25.13	22.88	1720.7	1712.4
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	24.33	22.2	1662.80	1638.70
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	3.73	3.63	4.01	5.17
F.	Kadar air rata-rata (%)	3.68		4.59	

Sumber : Data Hasil Penelitian

## **G. Hasil penelitian**

- a. Kadar air Agregat halus (pasir) SSD = 4,59 % , Asli = 3,68 %
- b. Kadar air Agregat kasar Batu Pecah SSD = 1,81 % , Asli = 1,26 %

## **6) Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Pecah**

### **A. Tujuan Penelitian**

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

### **B. Peralatan**

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

### **C. Bahan**

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

#### D. Prosedur Pelaksanaan

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

#### E. Perhitungan

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

Dimana :

- $B_j$  = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram
- $B_k$  = berat contoh kering oven
- $B_a$  = berat contoh di dalam air

## F. Tabel Perhitungan

**Tabel 1.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Pecah**

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	4925.8	4928.3	4927.05
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	Ba	3144.6	3159.7	3152.15
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.65	2.68	<b>2.67</b>
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.69	2.72	<b>2.71</b>
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.69	2.72	<b>2.78</b>
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	1.51	1.46	<b>1.48</b>

Sumber : Data Hasil Penelitian

## G. Hasil penelitian

- Berat jenis (*bulk*) = 2,67
- Berat jenis SSD = 2,71
- Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,78
- Penyerapan (absorpsi) = 1.48 %

## 7) Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

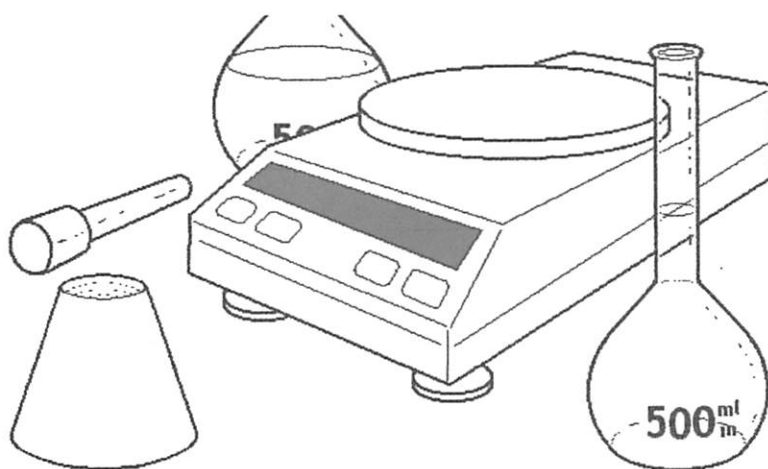
### A. Tujuan Penelitian

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



## B. Peralatan

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



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

## C. Bahan

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

## D. Prosedur Pelaksanaan

- Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- Sebagian dari contoh dimasukkan pada “metal sand cone mold”. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (tamper). Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Kondisi SSD

(Saturated Surface Dry) contoh diperoleh jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir longsor/runtuh.

- c. Contoh agregat halus seberat 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer. Isilah piknometer tadi dengan air sampai 90% penuh. Bebaskan gelembung-gelembung udara dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer tadi. Rendamlah piknometer dengan suhu air  $(73,4 \pm 3)^\circ$  Fahrenheit selama 24 jam.
- d. Pisahkan contoh benda uji dengan piknometer dan keringkan pada suhu  $(213 \pm 230)^\circ$  Fahrenheit. Langkah ini harus diselesaikan dalam waktu 24 jam.
- e. Timbanglah berat piknometer yang berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur  $(73,4 \pm 4)^\circ$  Fahrenheit, dengan ketelitian 0,1 gram.

#### E. Perhitungan

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

Dimana :

$B_j$  = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

$B_k$  = berat contoh kering oven

$B$  = berat piknometer diisi air pada  $25^\circ\text{C}$

$B_t$  = berat piknometer + contoh SSD + air ( $25^\circ\text{C}$ )

## F. Tabel Perhitungan

**Tabel 1.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus**

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	491.70	489.00	490.35
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	500.00	500.00	500.00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	680.20	667.10	673.65
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	Bt	991.80	2.60	497.20
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2.61	2.60	<b>2.64</b>
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2.65	2.66	<b>2.66</b>
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2.73	2.77	<b>2.75</b>
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	201.67	202.25	<b>201.96</b>

Sumber : Data Hasil Penelitian

## G. Hasil penelitian Agregat halus (pasir)

- Berat jenis (*bulk*) = 2,64
- Berat jenis SSD = 2,66
- Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,75
- Penyerapan (absorpsi) = 201,96

## **8) Pengujian Keausan Agregat Kasar Batu pecah dengan Menggunakan Alat *Los Angeles***

### **A. Tujuan Penelitian**

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

#### **a. Peralatan**

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

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

## B. Bahan

Benda uji harus bersih. Bila benda uji masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimuti oleh bahan lain, maka benda uji harus dicuci dahulu sampai bersih kemudian dikeringkan dalam suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Pisahkan benda uji ke dalam masing-masing fraksi kemudian digabungkan sesuai dengan daftar berikut.

**Tabel 1.13. Berat dan Gradasi benda uji**

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

## C. Prosedur Praktikum

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

dicuci bersih, dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat menjadi tetap.

Kemudian timbang dengan ketelitian 5 gram.

#### D. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

#### E. Tabel Perhitungan

**Tabel 1.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar**

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)	
Saringan		I	
Lolos	tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah
76,20 mm (3")	63,50 mm (2,5")		
63,50 mm (2,5")	50,80 mm (2")		
50,80 mm (2")	37,50 mm (1,5")		
37,50 mm (1,5")	25,40 mm (1")		
25,40 mm (1")	19,00 mm (3/4")		
19,00 mm (3/4")	12,50 mm (1/2")	2500	
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)		
4,75 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)		
Berat tertahan saringan no 12			
Jumlah berat		5000	
a	Berat benda uji semula	5000	
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)	4187.8	
	Keausan : $\frac{(a-b)}{a} \times 100\%$	16.257	

Sumber : Data Hasil Penelitian

#### F. Hasil penelitian

Nilai keausan = 16,257 %, menurut PBI 1971, maksimum adalah 40 %



Persiapan Bahan Beton Normal



Pencampuran Material Beton Normal



Slump Test



Benda uji Beton Normal





**Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive**



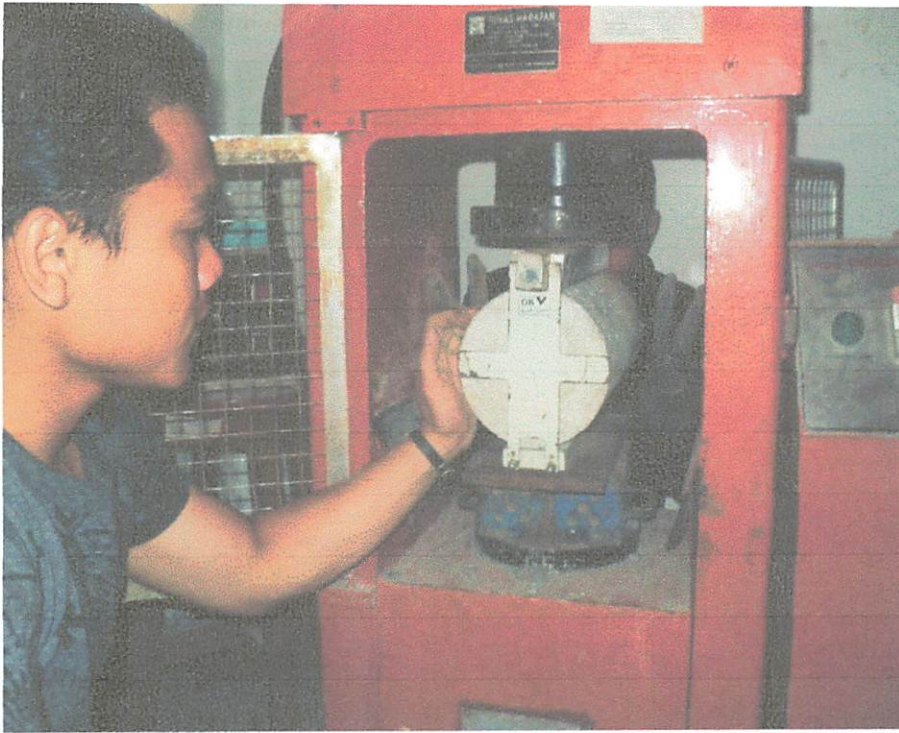
**Beton dengan Campuran Additive**



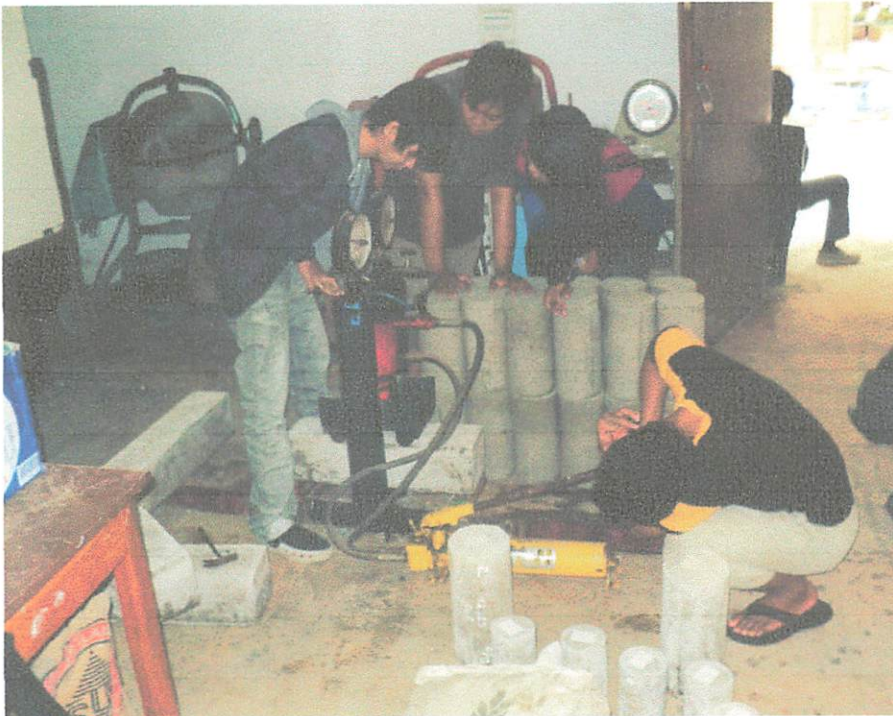
Slump Test Beton dengan Campuran Additive



Pengujian Kuat Tekan



**Pengujian Kuat Tarik Belah**



**Pengujian Kuat Tarik Lentur**



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Benda uji yang telah di Test



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

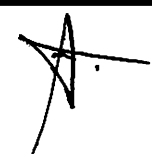
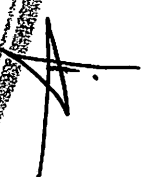


Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

## LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

DEVIANTO (05.21.076)

Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1-'11	- Dyd Bab IV. lanjutan	
3-'11	- Untuk contoh perh. diambil satu satu yg di tabel - Cel. perh. tabel - Nomor urut tabel. Cel Cel. Rms. $T_{eq} = \frac{P.C}{b.f^2}$ yg table diteliti table. perh dihitung/dinormalisasi	
3-'11	- Laphyri kesimpulan pd m- sip <sup>2</sup> perapuan	
-3-'11	- Betulka x laphyri saran. sewa catatan -	



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415


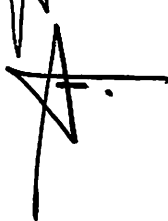
Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

## LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

DEVIANTO (05.21.076)

Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
3-4-'11	- Betulha kesimpulan no.6. x perbaiki salah ketik.	
11-4-'11	Ade bin seminar soal	



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

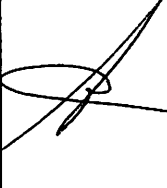
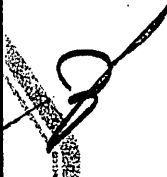
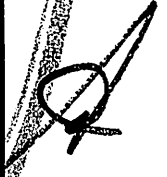
Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

## LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

DEVIANTO (05.21.076)

Dosen Pembimbing : H. Eri Andrian Yudianto, ST, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
11	Diperiksa Bab I & Bab III. Bawa after paste. Perbaiki format tulisan spt catatan	
11	Warta grafik ditambahkan. Kesimpulan dan saran. fakta penelitian keabsahan.	
11	Kesimpulan dan saran 2 spasi Ace	







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

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

(PERSERO) MALANG  
K 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-0912.11/21/B/TA/I/Gjl 2010  
inspirasi : -  
hal : Bimbingan Skripsi

20 Desember 2010

ada Yth : Bapak H. Eri Andrian Yudianto, ST, MT

Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Devianto  
Nim : 05.21. 076  
Prodi : Teknik Sipil ( S-1 )

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
*"Effek Proporsi Additive Superplastisizer dan Retarder Mengikuti Kurva Linear Terhadap Kinerja dan Variasi Umur Beton"*.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 ( enam ) bulan terhitung mulai tanggal : 20 Desember 2010 s/d 19 Juni 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)  
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang  
  
H. Eri Andrian Yudianto, MT  
NIP. 101 88 00182

embusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



**FORM REVISI / PERBAIKAN**

BIDANG penelitian

Nama : Devianto

NIM : 05-21-076

Hari / tanggal : Kamis, 18-07-2011

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- perbaiki abstrak, nama lab.
- metode yg di pakai yg mix design beton SNI atau British.
- cek lagi semua tabel<sup>2</sup> dan grafik<sup>2</sup> yg hitungan mix design (sumber nya : - - - - )
- cek lagi nilai EC praker dan EC teoritis (simpulkan)
- cek saran<sup>2</sup>

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, 21/8 - 2011  
 Dosen Pembahas

Malang, 18-08 - 2011  
 Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Penelitian

Nama : Devianto  
NIM : 05.21.076  
Hari / tanggal : Rabu , 24-08-2011

Revisi materi Skripsi meliputi :

\* Semua grafik lengkap dg satuan?

\* Saran = di fabrikasi

\* Kurva kuat tekan (gant' lurus)  
Mengapa kurva pondasi (gant'  
lengkung) apa bedanya? jelaskan!

\* Bagaimana test slump w/  
beban 'SCC'?

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

Revisi Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2011  
Dosen Penguji

[Signature]

Malang, 24-08-2011  
Dosen Penguji

[Signature]  
(Yonison Manaha)



Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT dan tak luput pula junjungan Nabi Besar Muhammad SAW dan para sahabatnya. Telah memberikan ridho dan Kesempatan yang lebih besar kepada Penulis tuk menyelesaikan Skripsi Ini. Tak Luput Pula penulis memberikan Hormat dan Terima Kasih yang amat besar kepada kedua Orang tua yakni Bapak Sutaji dan Ibu Supiati yang telah memberikan dorongan lahir dan batin agar penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi dan dapat terselesaikannya studi akhir penulis, penulis juga mengucapkan terima kasih amat mendalam kepada kakak kandung penulis yaitu Totok Mardianto dan kakak ipar penulis yang telah menyemangati dengan doa. Serta teman-teman penelitian yakni Adam Aulia, Dageez santoez, meirika, Eko Indra, alharr aziss, ahmad bahaudin, arif Gomez (ciripa). yang telah memberikan kesempatan mengikut sertakan penulis didalam penelitian mereka. Terima kasih banyak ya teman-teman. Thank pula buat genk bening 31. Wahyu eko setiawan, sugik hantoro, derry chrismadika, amin fikri, ristoeyadi setianto, yoga christian parsudi, mas Heru setia.... ( di FB gitu e). Dan pula teman-teman poharin mbah, sholikin, shersy neitha, kiko, ganef, Indra hermawan, sanjaya Purba dan teman-teman yang gk bisa aku sebutkan namanya satu persatu.....semoga di kemudian hari kalian di berikan kemakmuran ya teman-teman..... satu lagi special thank's to my beloved **MARGA NOT KAWATILSANDI** buat semua yang diberikan kepadaku selama ini.

Mungkin skripsi ini tak sempurna tapi penulis berharap semoga skripsi ini berguna di kemudian hari.

**"kita masuk bareng.....harus keluar bareng. Itu yang namanya kesetiakawanan "**



## RIWAYAT HIDUP

Devianto dilahirkan di Samarinda, pada tanggal 07 desember 1987, putra kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Sutaji dan Ibu Supiati serta mempunyai kakak Laki-laki bernama Totok Mardianto ST.

Pendidikan dasar ditempuh di SD 006 Muara badak, lulus tahun 1999. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SLTP Negeri 1 Muara Badak, lulus tahun 2002. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMK PGRI 1 Singosari, lulus tahun 2005. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi tepatnya di Jurusan Teknik Sipil Program Sipil dan perencanaan Institut Nasional Malang.

Selama di perguruan tinggi Menekuni bidang Sipil dan Software Pembantu sipil diantaranya Auto Cad, Staad Pro, Sap 2000 dan Adobe Photo shop.