

SKRIPSI

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



Disusun oleh :

**ADAM AULIA PURBAWISESA
05.21.025**

**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 LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR
BETON**

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

Disusun Oleh :

ADAM AULIAPURBAWISESA

05. 21. 025



Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Pembimbing II

(Yosimson P. Manaha ST, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

(Ir. Hirijanto, MT)

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

LEMBAR PENGESAHAN

EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,3% DAN RETARDER
0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI
PADA UMUR BETON

SKRIPSI

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada hari : Rabu
Tanggal : 25 Agustus 2011
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

ADAM AULIA PURBAWISESA

05. 21. 025

Disahkan Oleh:

Ketua

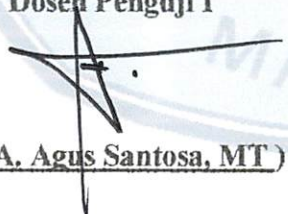

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

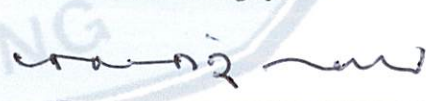

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I


(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Penguji II


(Ir. H. Sudirman Indra, MSc)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ADAM AULIA PURBAWISESA

Nim : 05. 21. 025

Jurusan : Teknik Sipil S - 1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

MenyatakanbahwadengansesungguhnyaTugasAkhir yang berjudul :

**“Efek Proporsi Additive Superplasticizer 0,3% Dan Retarder 0,2%
Mengikuti Kurva Linier Terhadap Kinerja Dan Variasi Pada Umur Beton”**

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

Malang, 9 September 2011

Yang Membuat Pernyataan



(ADAM AULIA PURBAWISESA)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan atas rahmat dan berkah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE *SUPERPLASTICIZER* DAN *RETARDER* MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN 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, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

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

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

Malang, Agustus 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

Adam Aulia Purbawisesa, 2011, “**EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTISIZER* DAN *RETARDER* MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON**”.

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Yosimson P.Manaha, MT

Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif tentang penggunaan zat *additive Superplastisizer* dan *Retarder* sebagai bahan tambahan untuk membandingkan nilai terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas dan workabilitas beton pada variasi umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari yang nantinya akan menjadi suatu jawaban terhadap pembangunan yang berwawasan lingkungan. Dengan mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti serta mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian dan melakukan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang di perlukan.

Pada penelitian ini metode dan tata cara yang digunakan adalah berpedoman pada SNI sebagai acuan normatif dalam perencanaan campuran (mix design), pembuatan dan perawatan benda uji untuk mendukung agar proses pelaksanaan penelitian sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan tambahan zat *additive Superplastisizer* dan *Retarder* berpengaruh terhadap peningkatan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat *additive Superplastisizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 16,617 %, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 16,208% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 17,242% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 17,459%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari pada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Kata Kunci : *Zat additive, Superplastisizer , Retarder , Sifat Mekanis*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

KATA PENGANTAR i

ABSTRAKSI iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GRAFIK xviii

DAFTAR NOTASI xxi

DAFTAR GAMBAR xxiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Identifikasi Masalah 3

1.3. Rumusan Masalah.....3

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)	12
2.1.3.3	Agregat Kasar (Kerikil)	13
2.1.3.4	Air	15
2.1.3.5	<i>High Range Water Reducer Superplatisizer</i> (HRWR)	16
2.1.3.6	Retarder	17
2.2.	Sifat Mekanis Beton	17
2.2.1	Kuat Tekan	18
2.2.2	Kuat Tarik Belah	20
2.2.3	Kuat Tarik Lentur	21
2.2.4	Modulus Elastisitas	22
2.3.	Sifat Fisik Beton	22
2.3.1	Porositas.....	23
2.3.2	Workabilitas.....	24
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
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	33

3.2. Metode Penelitian	33
3.3. Populasi dan Sampel	34
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	36
3.5. Metode Pengumpulan Data	41
3.6. Teknik Analisa Data	42
BAB IV PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN	43
4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton	43
4.1.1. Perhitungan Mix Design Beton Untuk Agregat Kasar Batu Pecah Metode British Mengacu Pada SNI	43
4.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan	52
4.2.1. Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	53
4.3. Pelaksanaan Campuran Beton	55
4.3.1. Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)	55
4.3.2. Uji Slum Beton	56
4.3.3. Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	57
4.3.4. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Tarik Lentur Beton	61
4.3.5. Pengujian Porositas	64
4.3.6. Pengujian Modulus Elastisitas	65
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	67
5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton	67
5.1.1. Data Pengujian Kuat Tekan	67
5.1.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	93

5.1.3.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	95
5.1.4.	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	97
5.1.5.	Hasil Pengujian Porositas	104
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan	108
5.2.1.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	109
5.2.2.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah	115
5.2.3.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	120
5.2.4.	Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas...	125
5.2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan Porositas	130
5.3.	Pengujian Hipotesis	131
5.3.1.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari	135
5.3.2.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari	139
5.3.3.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari	143
5.3.4.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari	147
5.3.5.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 Hari	151
5.3.6.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Dengan Variasi Umur 28 Hari	155
5.3.7.	Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	

Dengan Variasi Umur 3 Hari	159
5.3.8. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 7 Hari	163
5.3.9. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 14 Hari	167
5.3.10. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	171
5.3.11. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 3 Hari	175
5.3.12. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 7 Hari	179
5.3.13. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 14 Hari	183
5.3.14. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	187
5.4. Perbandingan Dan Pembahasan	192
5.4.1 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur	
.....	191
5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari....	193
5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari ..	194
5.4.4 Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi	
Umur	195
5.4.5 Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur.....	197

5.5. Workabilitas.....	199
5.6. Analisa Regresi	200
5.6.1 Analisa Regresi	200
BAB VI Kesimpulan dan Saran	216
6.1. Kesimpulan	216
6.2. Saran	218

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	43
Tabel 4.2	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	44
Tabel 4.3	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	46
Tabel 4.4	Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	47
Tabel 4.5	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	52
Tabel 4.6	Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar	54
Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Tanpa Penambahan	69
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	70
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan	75
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	76
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan	81
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	82

Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Tanpa Penambahan	87
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari <i>Superplastisizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%.....	88
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	94
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	95
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	99
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari.....	100
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari.....	101
Tabel 5.14	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari.....	102
Tabel 5.15	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari	105
Tabel 5.16	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari	105
Tabel 5.17	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari	106
Tabel 5.18	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari	106
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%.....	109
Tabel 5.20	Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan	110

Tabel 5.21 Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	111
Tabel 5.22 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	112
Tabel 5.23 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i> Dengan Bahan Tambahan.....	113
Tabel 5.24 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i> Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	114
Tabel 5.25 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan	115
Tabel 5.26 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan.....	116
Tabel 5.27 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan.....	117
Tabel 5.28 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	117
Tabel 5.29 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>	118
Tabel 5.30 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%</i> Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	120
Tabel 5.31 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan.....	119
Tabel 5.32 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan.	121

Tabel 5.33 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan

Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan..... 122

Tabel 5.34 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%..... 122

Tabel 5.35 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan.....

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%..... 123

Tabel 5.36 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian

Interval Kepercayaan 124

Tabel 5.37 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan..... 125

Tabel 5.38 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan 126

Tabel 5.39 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan

Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan..... 127

Tabel 5.40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%..... 127

Tabel 5.41 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2%..... 129

Tabel 5.42 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,3% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian

Interval Kepercayaan 129

Tabel 5.43 Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan 130

Tabel 5.44 Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan..... 131

Tabel 5.45 Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	132
Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%.....	132
Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%.....	133
Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan <i>Superplastisizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	134
Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	137
Tabel 5.50 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	139
Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	141
Tabel 5.52 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	143
Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	145
Tabel 5.54 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	147
Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	149
Tabel 5.56 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	152
Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	154

Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah.....	155
Tabel 5.59 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	158
Tabel 5.60 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur	159
Tabel 5.61 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	162
Tabel 5.62 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas	163
Tabel 5.63 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	166
Tabel 5.64 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas	167
Tabel 5.65 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	170
Tabel 5.66 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas	172
Tabel 5.67 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	174
Tabel 5.68 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas	176
Tabel 5.69 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	178
Tabel 5.70 Analisa Varian untuk Porositas.....	179
Tabel 5.71 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	182
Tabel 5.72 Analisa Varian untuk Porositas.....	183

Tabel 5.73 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 14 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan 186

Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas..... 187

Tabel 5.75 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan 190

Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas..... 191

Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasi Umur 3 Hari.....202

Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasi Umur 7 Hari 205

Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasi Umur 14 Hari.....206

Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasi Umur 28 Hari.....207

Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah
Variasi Umur 28 Hari.....208

Tabel 5.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik
Lentur Variasi Umur 28 Hari 209

Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 3 Hari 210

Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 7 Hari 211

Tabel 5.85	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus	
	Elastisitas Variasi Umur 14 Hari	212
Tabel 5.86	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus	
	Elastisitas Variasi Umur 28 Hari	213
Tabel 5.87	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
	Umur 3 Hari	214
Tabel 5.88	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
	Umur 7 Hari	215
Tabel 5.89	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
	Umur 14 Hari	216
Tabel 5.90	Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
	Umur 28 Hari	217

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	45
Grafik 4.2	Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm	48
Grafik 4.3	Perkiraan berat jenis beton segar	49
Grafik 5.1	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Kuat Tekan Beton	194
Grafik 5.2	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Belah Beton.....	195
Grafik 5.3	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton.....	196
Grafik 5.4	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Modulus Elastisitas Beton.	198
Grafik 5.5	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Porositas Beton	199
Grafik 5.6	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari.....	204
Grafik 5.7	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari.....	205
Grafik 5.8	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari	206
Grafik 5.9	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari.....	207
Grafik 5.10	Analisa Regresi Kuat Tarik Belah	208
Grafik 5.11	Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur	209
Grafik 5.12	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari ...	210
Grafik 5.13	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari ...	211
Grafik 5.14	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari.	212
Grafik 5.15	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari	213

Grafik 5.16 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari..... 214

Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari 215

Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari 216

Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari 217

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
b	= Lebar balok (mm)
B	= Berat Piknometer diisi Air pada 25°C
Ba	= Berat Contoh di Dalam Air
Bj air	= Berat Jenis Air 1 gr / ml
Bj	= Berat Contoh Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Contoh Kering Oven
Bt	= Berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)
d	= Diameter silinder benda uji (mm)
ε	= 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 ₀	= Hipotesis nol, menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan
H _a	= Hipotesis alternatif, menyatakan ada perbedaan antar perlakuan
L	= Panjang benda uji (mm)

P	= Beban maksimum (N)
t	= Tinggi balok (mm)
V	= Isi Wadah (cm³)
V benda uji	= Volume benda uji (cm³, dimana : 1ml = 1cm³)
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	19
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm	20
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	21
Gambar 2.4	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm	22
Gambar 3.1	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik Lentur	35
gambar 3.2	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Belah.....	36
Gambar 3.3	Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	39
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test.....	56
Gambar 4.2	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm.....	61
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm.....	63
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	64
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan dibidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Baik pada pembangunan perumahan, gedung-gedung, jembatan, bendungan, jalan raya, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan selain kayu dan logam. Beton 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 salahsatu 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 menggunakan SCC (*Self Compacting Concrete*). SCC pertama kali dikembangkan di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan pada konstruksi beton pada awal tahun 1990-an (Okamura et.al. 2003). SCC adalah suatu beton yang memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk memadatkannya. Hal ini dapat mengurangi waktu proses pemadatan. Dengan tingkat kecairan yang tinggi, maka SCC mampu diangkat dan dibawa dengan mudah melalui pompa ke tingkat yang tinggi pada pengecoran bangunan berlantai banyak. Salah satu bahan kimia yang mempengaruhi kemampuan SCC untuk mengalir adalah *superplastisizer*. *Superplastisizer* 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 SCC 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 berhubungan 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 SUPERPLASTISER* 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 agregat kasar batu pecah dengan bahan tambahan *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

1.6 Batasan masalah

1. Pengujian *superplastisiser* dan *retarder* mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14,28 hari dengan kuat tekan rencana 20 Mpa.
2. 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 *superplastisizer* adalah sebagai Penggunaan *water reducer* (*superplstisizer*) 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 plent*. 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* : 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 di lakukan oleh ADITYA CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURIYONO 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 menunjukan 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/cm³ sedangkan yang terbesar 1.99 gr/cm³, *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/m².s, sedangkan yang terbesar 17.25 ml/m².s. 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 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 accelelator dan retarder dilakukan oleh Rudi rubian dini R.S dan Tegar putra adi perdana sebagai Tugas akhir dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ADDITIVE ACCELERATOR DAN RETARDER TERHADAP THICKENING TIME DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI”** Dan hasil penelitian menunjukan 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 pempompaan 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 kenyataanya 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 *retarder* untuk memperlambat proses pengeringan.

Penelitian tentang pengaruh penambahan *superplasticizer* tipe P dan N yang dilakukan oleh pemilik website 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.
- (Syafei Amri, ST, Dipl. E.Eng : 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 ₂) | 19% - 25% |
| - Alumina (Al ₂ O ₃) | 3% - 8% |

- Oksida Besi (Fe_2O_3) 1% - 5%
- Oksida Magnesium (MgO) dibatasi sampai dengan 4%

(Aman Subakti, (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 dimaksud 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 komulatif 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 sukar penguangan 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

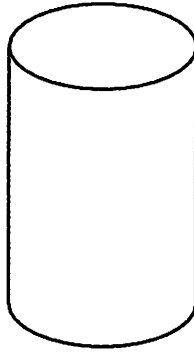
numerik dalam tanda akar saja yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan MPa.

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 150mm dan tinggi 300mm atau balok 150 x 150 x 600mm.
3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnya 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 deviasi.
 - b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85f'_c$

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



Gambar 2.1. : Benda Uji Kuat Tekan 10cm x 20 cm

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

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

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

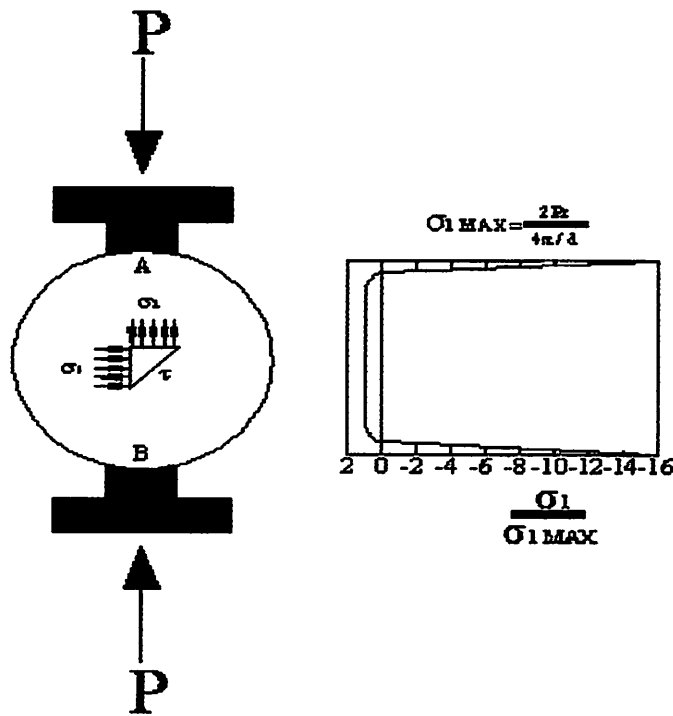
P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm)

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

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 = Beban Maksimum (N)

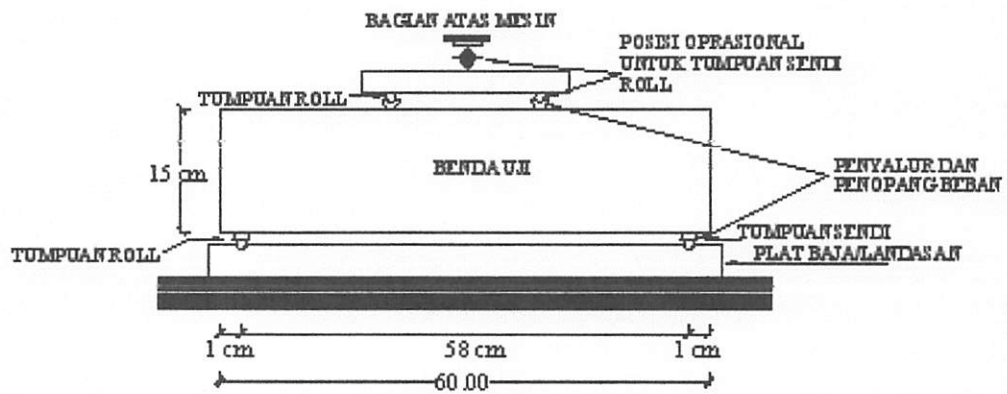
d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = 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 :

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

Dimana : P – Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

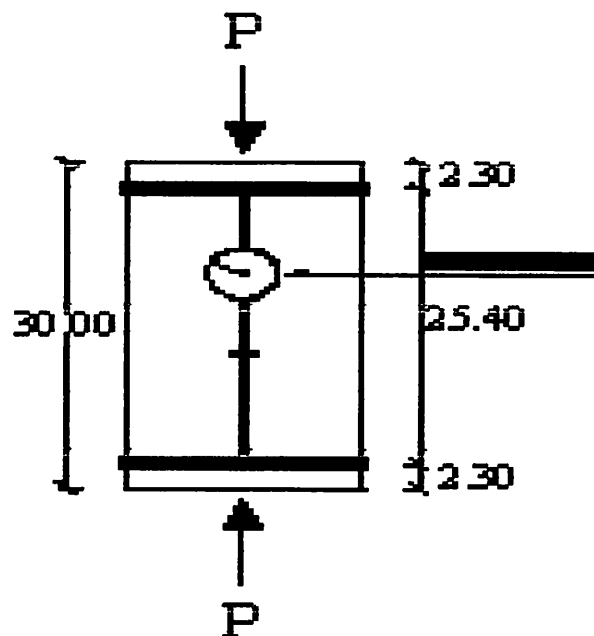
b – Lebar balok (mm)

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.



Gambar 2.4. : Uji Modulus elastisitas

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Regangan Beton (ϵ)

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

- 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 :

ϵ – Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)

ΔL – 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 (mm²)

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 (*Aman Subakti 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

Bj air – berat jenis air 1 gr / ml

V benda uji = Volume benda uji (cm^3 , dimana : 1 ml = 1cm^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.

(Aman Subakti, 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 α sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan. Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai

parameter di tingkat populasi akan berada pada interval $\pm Z$ standard error dari rata-rata populasi.

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

2.6 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 antara dua kelompok atau lebih permasalahan yang dihadapi.

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

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

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

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 (σ^2)

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

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

e. Distribusi Chi Kuadrat (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-variable.

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

variabel bebasnya lebih dari satu, maka disebut sebagai persamaan regresi berganda.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton, Struktur dan Jalan Raya 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.

Langkah – langkah yang di gunakan sebelum dan selama di laboratorium beton yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan study literatur yang akan di teliti yaitu latar belakang ,identifikasi masalah,rumusan masalah,tujuan penelitian,manfaat penelitian,batasan penelitian,hipotesa penelitian

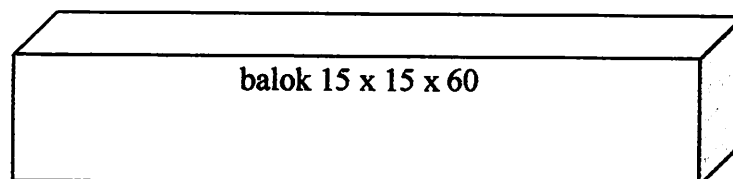
2. Menentukan bahan yang akan digunakan dalam penelitian dan variasi campuran yang akan di gunakan.
3. Tinjauan pustaka (berdasarkan penelitian terdahulu dan sebagainya)
4. Metode penelitian yaitu menentukan tempat dan waktu penelitian, populasi dan sampel, alat dan bahan penelitian, menentukan metode analisa data.
5. Penentuan parameter unsur pembentuk adukan
6. Penetapan variable perencanaan
7. Perhitungan komposisi unsure beton
8. Pelaksanaan campuran beton
9. Perawatan benda uji
10. Pemeriksaan tekan hancur beton
11. Analisis kekuatan tekan beton karakteristik
12. Hipotesis
13. kesimpulan

3.3. Populasi dan Sampel

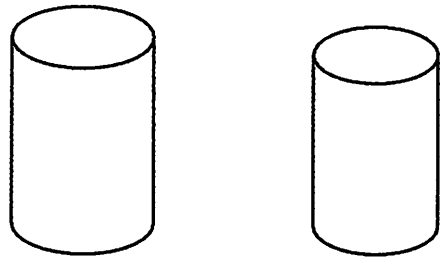
Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini benda uji keseluruhan dapat disebut Populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari anggota populasi disebut sampel. Ditentukan variasi campuran dan jumlah sampel (benda uji) sebagai berikut :

1. Benda uji tanpa penambahan additive sebagai acuan (0%) dengan jumlah sampel :

- a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah
2. Benda Uji dengan penambahan superplastisicizer 0,6% + retarder 0,2% dengan jumlah populasi sampel :
- a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah



Gambar 3.1: Benda uji untuk pengujian kuat tarik lentur



silinder 15 x 30 cm

silinder 10 x 20 cm

Gambar 3.2: Benda uji untuk pengujian kuat tekan , modulus elastisitas dan kuat tarik belah.

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

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

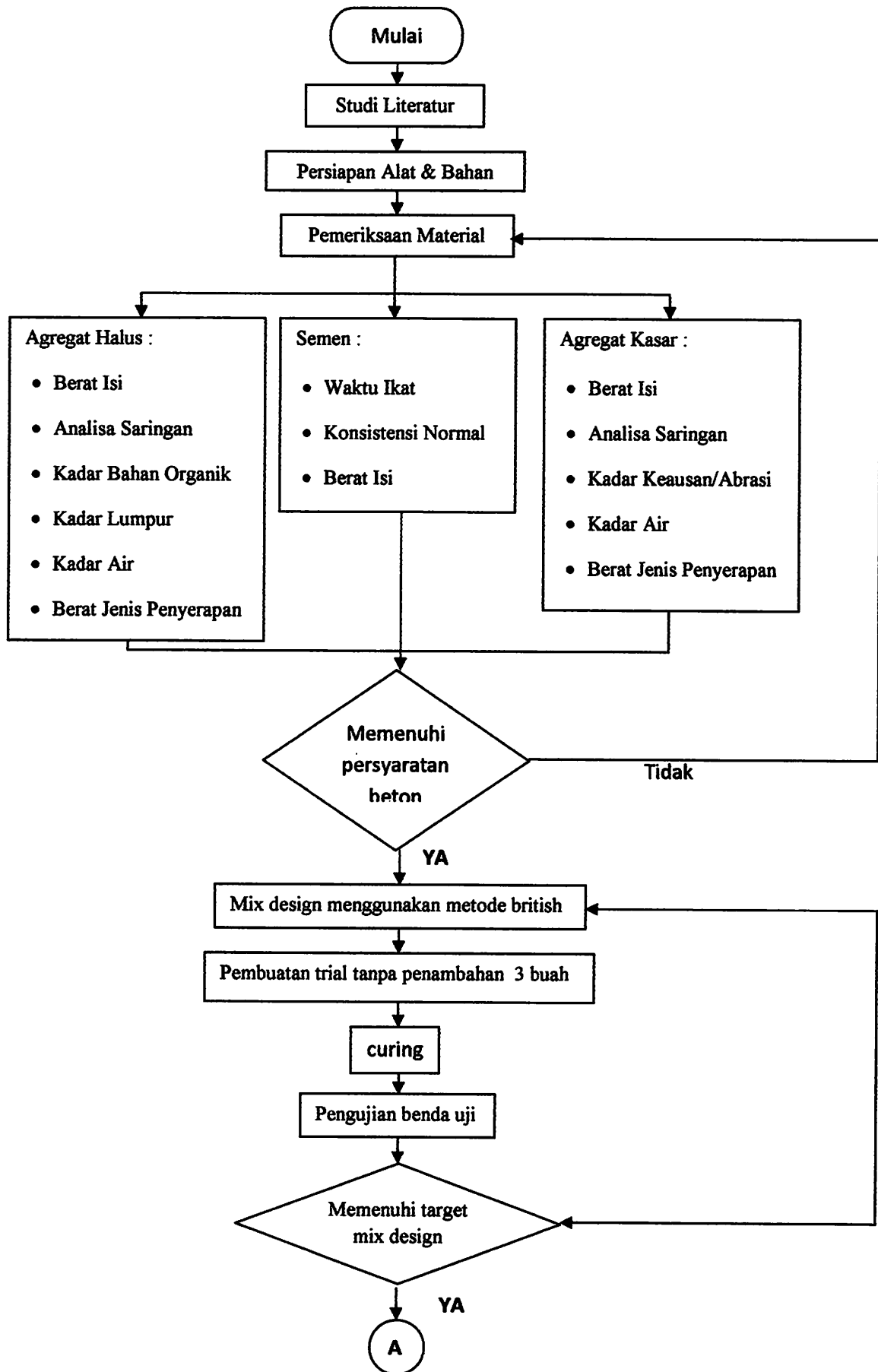
a. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini :

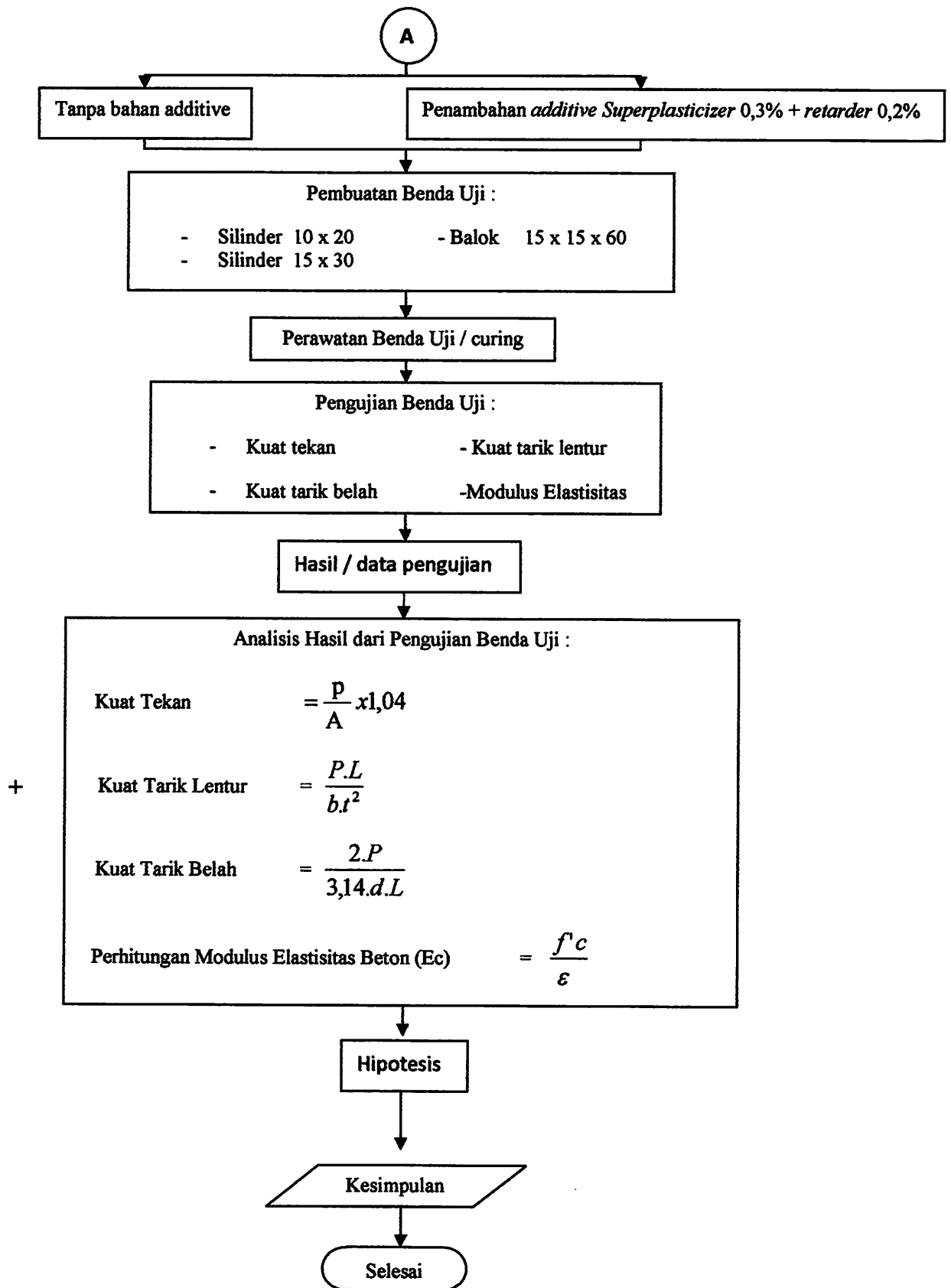
- Semen : Semen Tiga roda Type 1.
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- Superplasticizer : PT Sika, Surabaya
- Retarder : PT Sika, Surabaya

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 ± 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 ± 3) mm, diameter bagian dalam (90 ± 3) mm, tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0.8 mm.
- Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata (34 ± 15) gr, diameter permukaan penumbuk (25 ± 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 3.3. 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 *additive superplasticizer* dan *Retarder* pada beton. Untuk mengetahui kontribusi bahan tambahan pada beton. Sebelumnya akan dilakukan perhitungan secara statistik mengenai hubungannya apakah *superplasticizer* dan *Retarder* sebagai bahan campuran berpengaruh terhadap sifat mekanis beton.

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.3.1 Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI

- Data – data hasil test material

- Berat isi agregat halus = $1,78 \text{ gr/cm}^3$
- Berat isi agregat kasar = $1,47 \text{ gr/cm}^3$
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Max agregat size = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,28 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1.26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD
- 1. Kekuatan tekan karakteristik = $20 \text{ MPa} = 20 \text{ N/mm}^2$
- 2. Deviasi Standart = diambil yang baik antara $5,5 < S < 6,5$

Tabel 4.1. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : SNI 03-

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

$$= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa} \dots\dots(\text{persamaan 1})$$

$$= 2,33 \times \text{Deviasi Standart} - 3,5$$

$$= 2,33 \times 6 - 3,5 = 10,480 \text{ MPa} \dots\dots(\text{persamaan 2})$$

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

$$\text{Persamaan 1} = 20 + 8,04 = 28,04 \text{ MPa}$$

$$\text{Persamaan 2} = 20 + 10,480 = 30,480 \text{ MPa}$$

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

Sumber : SNI

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

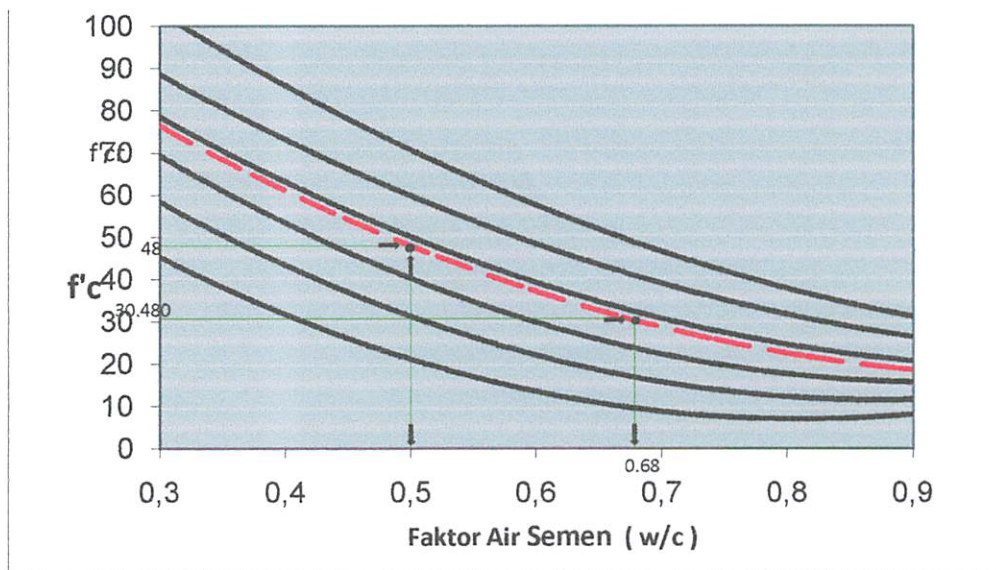
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

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
Tipe I	Tidak dipecah	22	31	43	50
Tipe V	Dipecah	27	36	48	55
Tipe III	Tidak dipecah	29	37	49	55
	Dipecah	34	43	54	60

Sumber : SNI 03-1974-1990



Grafik 4.1. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Sumber : SNI 03-1974-1990

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

Dari pembacaan table diatas didapat W/C = 0,334, 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	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	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	30	35	40	45	50

Sumber : *SNV*

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa pembacaan pada tebal diambil diambil w/c minimum pada tebal yaitu = 0,68

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 ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 – 60	60 - 180
10	Dipecah	150	180	205	225
	Tidak dipecah	180	205	230	250
20	Dipecah	135	160	180	195
	Tidak dipecah	170	190	210	225
40	Dipecah	115	140	160	175
	Tidak dipecah	155	175	190	205

Sumber : *SNi*

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 11 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 25 - 50 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas 160 mm

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

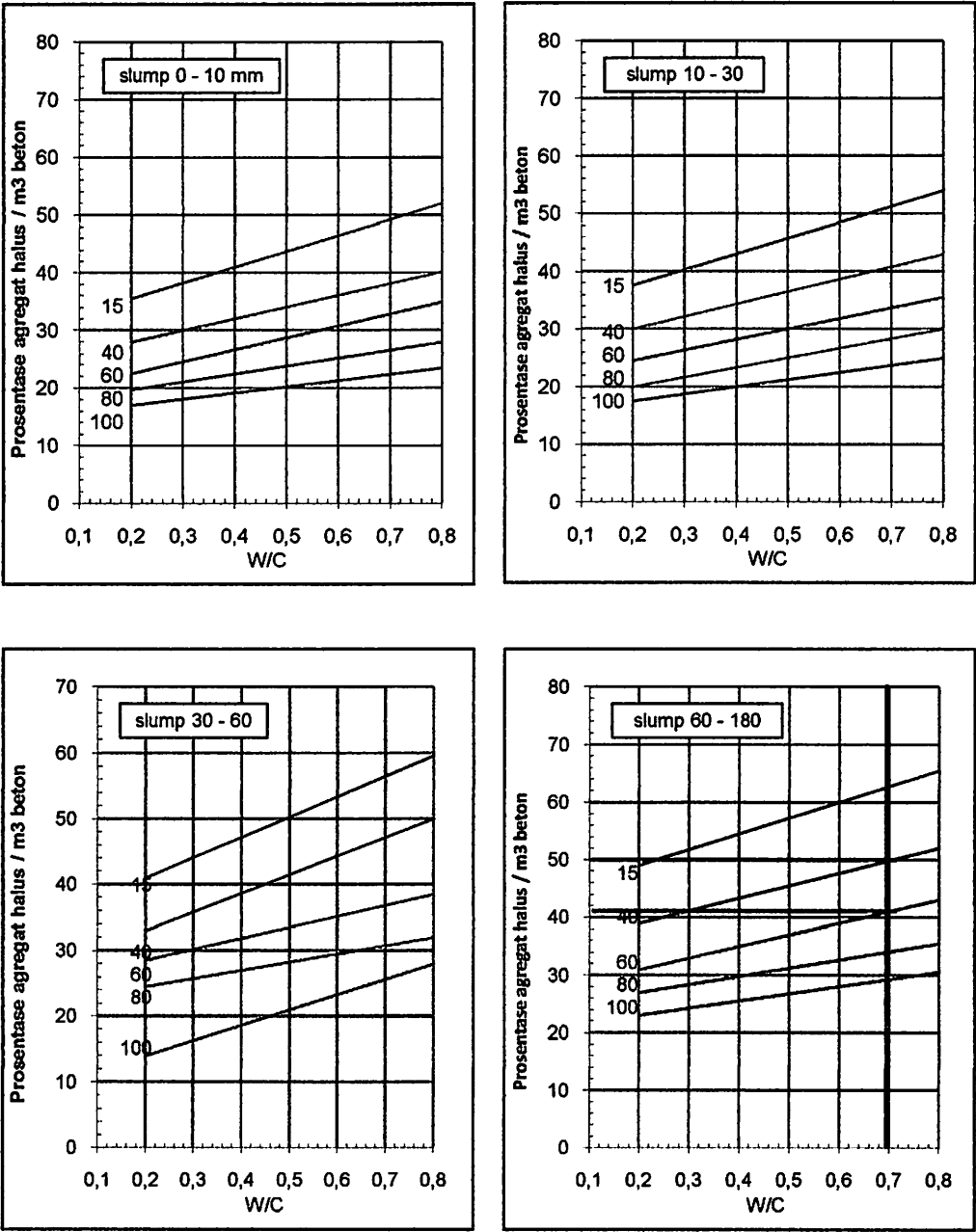
$$= \frac{196,8997}{0.68} = 277,3235 \text{ kg/m}^3$$

13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 dengan w/c maksimum 0.45 diperoleh jumlah semen minimum 400 mmp

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/m³.

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



Grafik 4.2. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-1965-1990

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

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 :

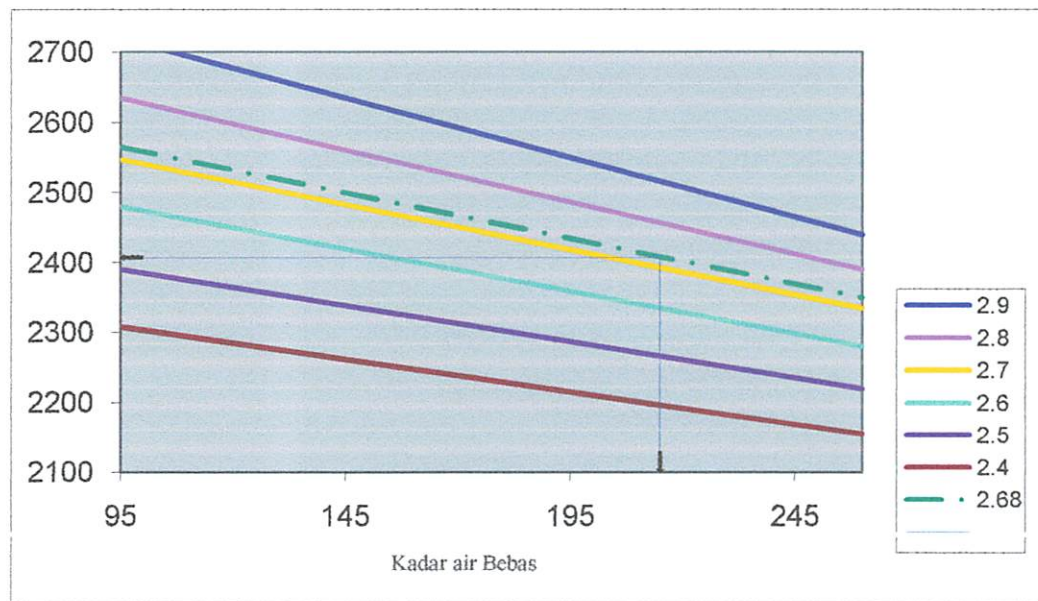
$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)}$$

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

$$/100 \%$$

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

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



Grafik 4.3. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. Total jumlah agregat

$$\begin{aligned} &= \text{Berat jenis beton basah (no.20)} - \text{Kadar air bebas (no.11)} - \text{jumlah} \\ &\quad \text{semen yang di rencanakan (no.12)} \\ &= (2407) - (196,8997) - (277,3235) = 1932,7768 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. Jumlah agregat halus :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no 21)}}{100} \\ &= \frac{45,00 \times 1932,7768}{100} \\ &= 869,74 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Jumlah agregat kasar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:17) x jumlah total agregat (no. 22)}}{100} \\ &= \frac{55,00 \times 1932,7768}{100} \\ &= 1063,02 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 3,28 %

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

$$\begin{aligned} & \text{Agregat halus} \times \frac{\text{Kadar air agregat halus (SSD)} \times \text{Kadar air agregat halus (asli)}}{100 - \text{Kadar air agregat halus (asli)}} \\ & = 869,74 \times \frac{4,59 \times 3,28}{100 - 3,28} = 0,91 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} & = \{ [100 + \text{Kadar air agregat halus (asli) (no.25)}] / [100 + \text{Kadar air agregat halus (SSD) (no.27)}] \times \text{Jumlah agregat halus (no. 22)} \} \\ & = \{ [100 + (3,28)] / [100 + (4,59)] \times (869,744) \} = 862,18 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

31. Jumlah agregat kasar

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

32. Jumlah air

$$\begin{aligned} & = \text{Kadar air bebas (no. 11)} + \text{Kelebihan air dalam agregat halus (no.28)} + \\ & \quad \text{Kelebihan air dalam Agregat kasar (no.29)} \\ & = 196.9 + 0,91 + 0,54 = 198.35 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 277,32 kg/m³ untuk semen (no:14)
- 862.18 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 1057,36 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 198.35 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4. 5 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan				
Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
Per m ³	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

4.3.1 Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan/m³.

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu 0,03 m³. maka untuk membuat benda uji sebanyak 124 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 30 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 30 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 8 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:

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

$$= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2)$$

$$= (3,14 \times 5^2 \times 20) \times (1 \times 1,2)$$

$$= 0,0011804 \text{ m}^3$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

$$= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2)$$

$$= (3,14 \times 7,5^2 \times 30) \times (1 \times 1,2)$$

$$= 0,006359 \text{ m}^3$$

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

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

$$= (30 \times 15 \times 15) \times (1 \times 1,2)$$

$$= 0,0081 \text{ m}^3$$

Keterangan : 1,2 = merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada table dibawah ini:

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

	jenis	ukuran	jml	f.KEHILANGAN	volume	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
k.tekan	silinder	=0,1*0,2	30	1,2	0,0019	0,0565	0,0565	0,0565	0,0565
		=0,15*0,3	22	1,2	0,0064	0,1399	0,1399	0,1399	0,1399
k.tarik lentur	baLok	=0,15*0,15*0,6	8	1,2	0,0162	0,1296	0,1296	0,1296	0,1296
k.tarik belah	silinder	=0,15*0,3	8	1,2	0,0064	0,0509	0,0509	0,0509	0,0509

Sumber : Data Hasil Penelitian

superplasticizer 0.3% * 0.2%

SILINDER 15*30							
	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	Kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,00636	1,76333922	3	5,29	0,40%	0,20%
agregat halus	862,18	0,00636	4,819552245	3	14,46	2,12%	1,06%
agregat kasar	1057,36	0,00636	7,517590965	3	22,55	23,2972	11,9344
air	198,35	0,00636	1,24512147	3	3,74		

silinder 10*20

	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,00188	0,5228	12	6,2696	0,40%	0,20%
agregat halus	862,18	0,00188	1,4280	12	17,136	0,0250	0,0125
agregat kasar	1057,36	0,00188	2,2274	12	26,7292	27,6115	14,1443
air	198,35	0,00188	0,3689	12	4,4270		

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

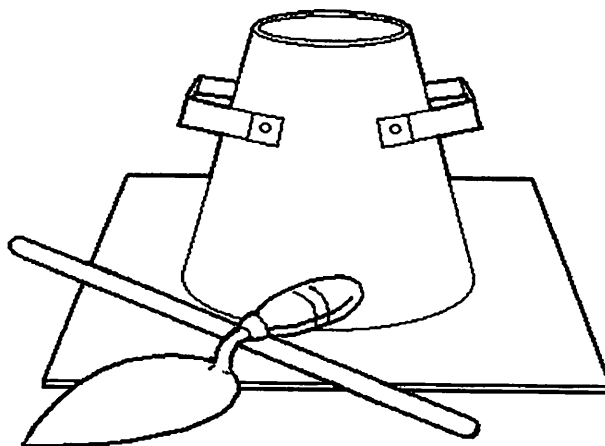
4.3.2 Uji Slump Beton

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 pemanfaatan Limbah Marmer

sebagai pengganti agregat kasar untuk diperiksa pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

- a. Cetakan silinder, diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (digunakan untuk pengujian 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.

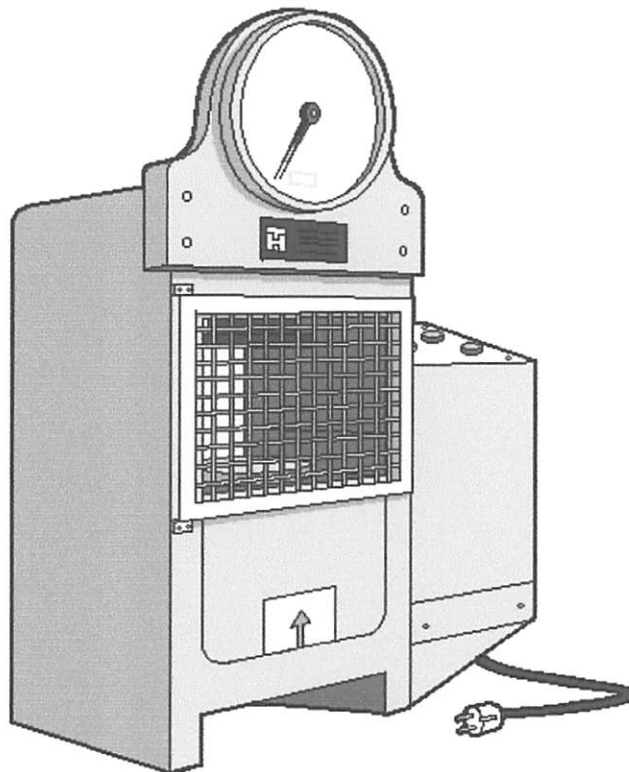
4.3.4 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

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

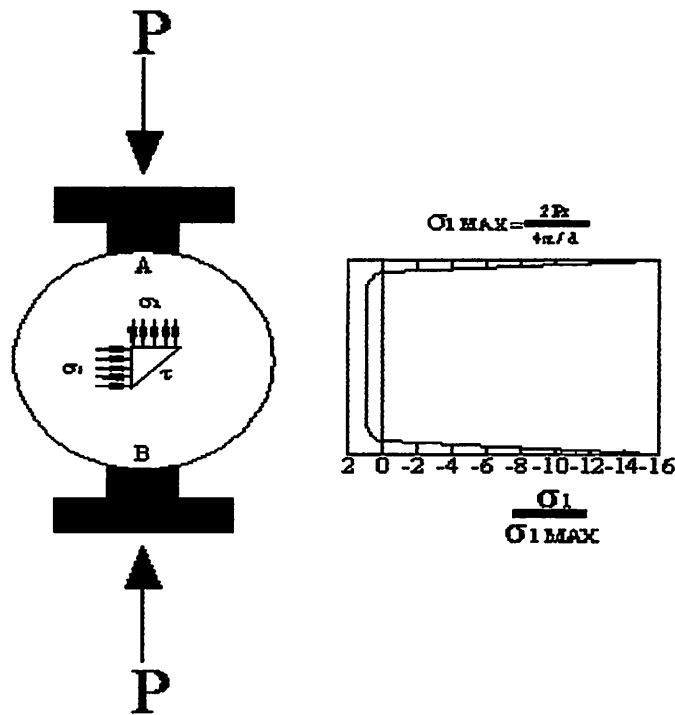
C. Pengujian

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^2 s/d 6 kg/cm^2 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 :

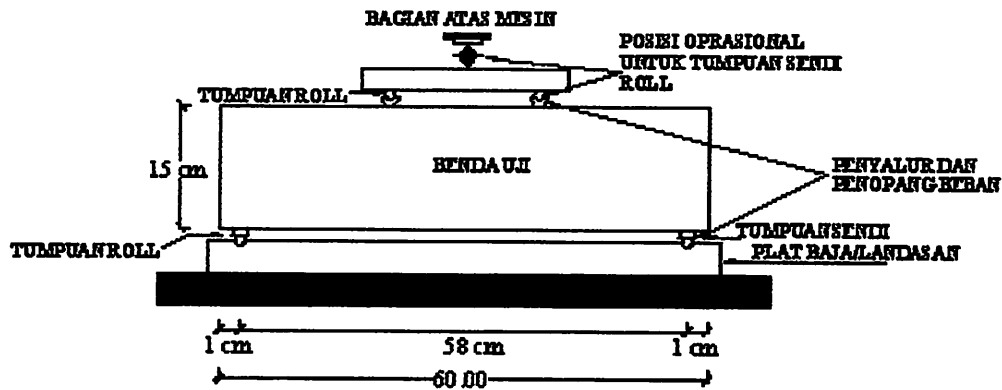
- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Pasang benda uji pada pemegang benda uji belah secara sentris, kemudian letakkan benda uji beserta pemegangnya pada mesin tekan secara sentris.
- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan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



Gambar 4.3. : Uji Tarik Belah Silinder

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

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 ± 5 °C 24 jam.
- d. Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya.

4.3.6 Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

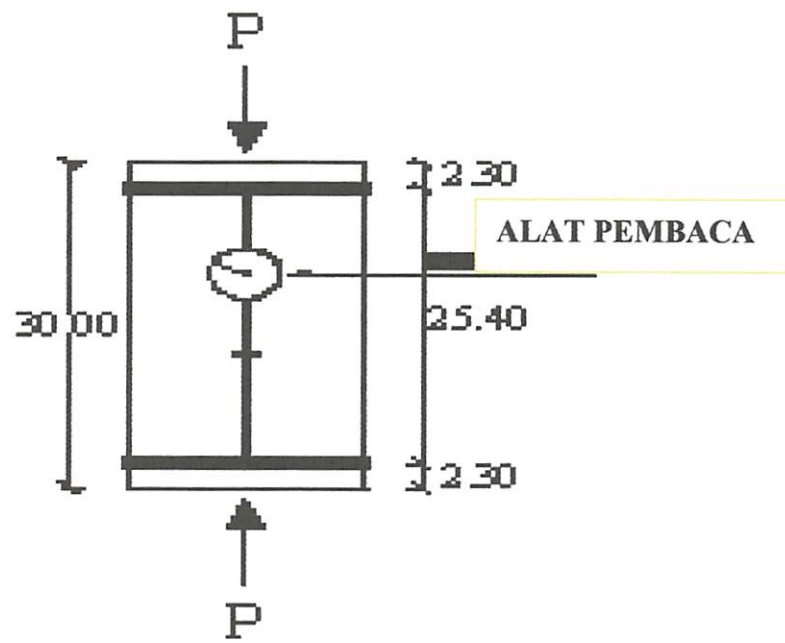
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

B. Peralatan

Dial Gauge atau alat pengukur deformasi bentuk (pengukur ΔL) yang diletakkan menempel secara maknetis pada mesin uji kuat tekan.

C. Pelaksanaan

- a. Alat ukur dial 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

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

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

$$= \frac{70000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04$$

$$= 9,274 \text{ MPa}$$

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

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

$$= 15,236 \text{ MPa}$$

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

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

$$= 21,197 \text{ MPa}$$

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

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

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

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

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

**Tabel 5. 1. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 3 hari
tanpa penambahan**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,697	70000	3,7096	21,1135	302,8989	0,3044	23,9042
2	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,745	70000	23,1847		4,2897		
3	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,802	70000	23,1847		4,2897		
4	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,746	55000	18,2166		8,3925		
5	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,711	75000	24,8408		13,8922		
6	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,806	60000	19,8726		1,5399		
7	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,681	65000	21,5287		0,1723		
8	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,770	70000	23,1847		4,2897		
9	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,688	70000	23,1847		4,2897		
10	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,686	70000	23,1847		4,2897		
11	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,864	70000	23,1847		4,2897		
12	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,620	70000	23,1847		4,2897		
13	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,755	65000	21,5287		0,1723		
14	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,662	70000	23,1847		4,2897		
15	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,711	65000	21,5287		0,1723		
JUMLAH							316,7032		361,5584		

**Tabel 5. 1. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 3 hari
superplasticizer 0,3 % + retarder 0,2**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,774	85000	28,1529	26,7176	49,5520	0,3459	29,4116
2	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,823	80000	26,4968		28,9796		
3	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,881	85000	28,1529		49,5520		
4	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,824	70000	23,1847		4,2897		
5	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,788	85000	28,1529		49,5520		
6	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,885	70000	23,1847		4,2897		
7	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,757	75000	24,8408		13,8922		
8	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,849	85000	28,1529		49,5520		
9	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,764	85000	28,1529		49,5520		
10	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,762	85000	28,1529		49,5520		
11	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,945	80000	26,4968		28,9796		
12	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,695	85000	28,1529		49,5520		
13	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,833	75000	24,8408		13,8922		
14	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,738	85000	28,1529		49,5520		
15	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3,788	80000	26,4968		28,9796		
JUMLAH							400,7643		519,7188		

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 3 hari Tanpa Bahan Tambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'_{c'i}}{n} \\
 &= \frac{134,4713}{15} \\
 &= 8,9648 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{6,0262}{15-1}} \\
 &= 0,675 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 0,675 \times 1,16 = 0,7611 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 8,965 - (1,34 \times 0,761) = 7,9449 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 8,9648 - (2,33 \times 0.761) + 3,5 = 10,6915 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

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

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 3 hari
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'_{c'i}}{n} \\ &= \frac{160,3057}{15} \\ &= 10,687 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{7,7814}{15-1}} \\ &= 0,755914 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 0,755914 \times 1,16 = 0,8648 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 10,687 - (1,34 \times 0,8748) = 9,5282 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 10,687 - (2,33 \times 0,8648) + 3,5 = 12,172 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 12,172 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 3. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari
tanpa penambahan**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,776	115000	15,2357	14,6616	0,3296	1,3581	14,9972
2	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,825	110000	14,5732		0,0078		
3	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,883	115000	15,2357		0,3296		
4	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,826	95000	12,5860		4,3080		
5	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,790	120000	15,8981		1,5290		
6	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,887	90000	11,9236		7,4967		
7	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,759	105000	13,9108		0,5636		
8	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,851	115000	15,2357		0,3296		
9	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,766	120000	15,8981		1,5290		
10	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,764	115000	15,2357		0,3296		
11	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,947	110000	14,5732		0,0078		
12	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,697	120000	15,8981		1,5290		
13	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,835	105000	13,9108		0,5636		
14	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,740	115000	15,2357		0,3296		
15	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,790	110000	14,5732		0,0078		
JUMLAH							219,9236		19,1902		

**Tabel 5.4. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari
superplasticizer 0,3 % + retarder 0,2**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,853	140000	18,5478	17,3554	1,4217	1,5147	17,3262
2	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,903	135000	17,8854		0,2808		
3	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,963	135000	17,8854		0,2808		
4	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,904	110000	14,5732		7,7404		
5	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,868	140000	18,5478		1,4217		
6	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,967	110000	14,5732		7,7404		
7	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,837	125000	16,5605		0,6319		
8	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,930	135000	17,8854		0,2808		
9	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,843	140000	18,5478		1,4217		
10	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,841	135000	17,8854		0,2808		
11	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	4,028	130000	17,2229		0,0176		
12	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,773	140000	18,5478		1,4217		
13	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,914	125000	16,5605		0,6319		
14	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,817	135000	17,8854		0,2808		
15	22/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3,868	130000	17,2229		0,0176		
JUMLAH							260,3312		23,8708		

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 7 hari Tanpa Bahan Tambahan

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_{i=1}^n f'_{c'i}}{n} \\ &= \frac{219,9236}{15} \\ &= 14,6616 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{19,1902}{15-1}} \\ &= 1,204 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 1,204 \times 1,16 = 1,358 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 14,662 - (1,34 \times 1,358) = 12,8417 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 14,6616 - (2,33 \times 2,047) + 3,5 = 14,9972 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 14,6616 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 7 hari
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_{i=1}^n f'_{ci}}{n} \\ &= \frac{260,3312}{15} \\ &= 17,3554 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{23,8708}{15-1}} \\ &= 1,311121 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 1,311121 \times 1,16 = 1,5147 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 17,3554 - (1,34 \times 1,5147) = 15,3257 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 17,3554 - (2,33 \times 1,5147) + 3,5 = 17,3262 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 17,3262 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5.5. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari
tanpa penambahan**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,854	160000	21,197	19,784	1,997	1,879	18,9057
2	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,904	150000	19,872		0,007		
3	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,964	155000	20,535		0,563		
4	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,905	125000	16,560		10,39		
5	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,869	165000	21,859		4,308		
6	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,968	125000	16,560		10,39		
7	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,838	140000	18,547		1,529		
8	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,931	155000	20,535		0,563		
9	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,845	160000	21,197		1,997		
10	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,843	155000	20,535		0,563		
11	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	4,029	150000	19,872		0,007		
12	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,774	160000	21,197		1,997		
13	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,915	140000	18,547		1,529		
14	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,818	155000	20,535		0,563		
15	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,869	145000	19,210		0,329		
JUMLAH							296,76		36,74		

**Tabel 5.6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari
superplasticizer 0,3 % + retarder 0,2**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,893	190000	25,1720	23,5822	2,5275	2,0289	22,3549
2	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,943	180000	23,8471		0,0702		
3	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	4,004	185000	24,5096		0,8600		
4	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,944	150000	19,8726		13,7608		
5	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,908	190000	25,1720		2,5275		
6	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	4,008	150000	19,8726		13,7608		
7	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,876	170000	22,5223		1,1233		
8	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,970	185000	24,5096		0,8600		
9	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,883	190000	25,1720		2,5275		
10	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,881	185000	24,5096		0,8600		
11	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	4,069	180000	23,8471		0,0702		
12	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,812	190000	25,1720		2,5275		
13	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,954	170000	22,5223		1,1233		
14	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,856	180000	23,8471		0,0702		
15	18/11/2010	01/12/2010	14	Silinder 10x20	3,908	175000	23,1847		0,1580		
JUMLAH							353,7325		42,8270		

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 14 hari Tanpa Bahan Tambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_{i=1}^n f'_{c'i}}{n} \\
 &= \frac{296,764}{15} \\
 &= 19,7843 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{36,7423}{15-1}} \\
 &= 1,631 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 1,631 \times 1,16 = 1,8792 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 19,7843 - (1,34 \times 1,8792) = 17,2661 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 19,7843 - (2,33 \times 1,8792) + 3,5 = 18,9057 \text{ MPa. (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 18,9057 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 14 hari
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'_{c'i}}{n} \\ &= \frac{353,7325}{15} \\ &= 23,5822 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{42,827}{15-1}} \\ &= 1,75672 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 1,75672 \times 1,16 = 2,0289 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 23,5822 - (1,34 \times 2,0289) = 20,8635 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 23,5822 - (2,33 \times 2,0289) + 3,5 = 22,3549 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 22,3549 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 7. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari
tanpa penambahan**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,933	180000	23,8471	22,3015	2,3890	2,0468	21,0324
2	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,984	170000	22,5223		0,0488		
3	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,045	175000	23,1847		0,7801		
4	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,985	140000	18,5478		14,0904		
5	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,948	180000	23,8471		2,3890		
6	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,049	140000	18,5478		14,0904		
7	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,916	160000	21,1975		1,2189		
8	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,011	175000	23,1847		0,7801		
9	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,923	180000	23,8471		2,3890		
10	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,921	175000	23,1847		0,7801		
11	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,111	170000	22,5223		0,0488		
12	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,851	180000	23,8471		2,3890		
13	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,995	160000	21,1975		1,2189		
14	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,896	175000	23,1847		0,7801		
15	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,948	165000	21,8599		0,1950		
JUMLAH							334,5223		43,5875		

**Tabel 5. 8. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari
superplasticizer 0,3 % + retarder 0,2**

No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (MPa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r) ² (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
1	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,972	215000	28,4841	26,8059	2,8161	2,3210	24,8980
2	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,024	205000	27,1592		0,1248		
3	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,085	210000	27,8217		1,0317		
4	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,025	170000	22,5223		18,3497		
5	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,987	215000	28,4841		2,8161		
6	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,089	170000	22,5223		18,3497		
7	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,955	190000	25,1720		2,6699		
8	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,051	210000	27,8217		1,0317		
9	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,962	215000	28,4841		2,8161		
10	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,960	210000	27,8217		1,0317		
11	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,152	205000	27,1592		0,1248		
12	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,890	215000	28,4841		2,8161		
13	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	4,035	195000	25,8344		0,9439		
14	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,935	210000	27,8217		1,0317		
15	11/06/2010	01/12/2010	28	Silinder 10x20	3,987	200000	26,4968		0,0956		
JUMLAH							402,0892		56,0495		

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari Tanpa Bahan Tambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'_{c'i}}{n} \\ &= \frac{324,522}{15} \\ &= 22,3015 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{43,5875}{15-1}} \\ &= 1,764 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 1,764 \times 1,16 = 2,047 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 22,3015 - (1,34 \times 2,047) = 19,5588 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 22,301 - (2,33 \times 2,047) + 3,5 = 21,0324 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 21,0324 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'_{c'i}}{n} \\ &= \frac{402,0892}{15} \\ &= 26,8059 \text{ MPa} \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'_{c'i} - f'_{cr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{56,0495}{15-1}} \\ &= 2,01975 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 2,321 \times 1,16 = 2,321 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 26,8059 - (1,34 \times 2,321) = 23,6958 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 26,8059 - (2,33 \times 2,321) + 3,5 = 24,898 \text{ MPa..(persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terbesar yaitu 24,898 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

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 :**

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{3,14.d.L} \\ &= \frac{2 \times 280000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 3,9632 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (Mpa)
Tanpa Bahan Tambahan	1	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	13,230	180000	2,5478	2,5714
	2	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	12,880	170000	2,4062	
	3	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	13,330	195000	2,7601	
<i>Superplasticizer 0,3%</i> + <i>Retarder 0,2%</i>	1	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	13,050	235000	3,3263	3,3498
	2	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	12,970	220000	3,1139	
	3	06/11/2010	02/12/2010	28	Silinder 15x30	12,870	255000	3,6093	

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

5.1.3. Hasil 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 :

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Lentur} &= \frac{P.L}{b.t^2} \\ &= \frac{38000 \times 580}{150 \times 150^2} \\ &= 6.5304 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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 5.11. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Tanpa	1	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	31,365	21000	3,6089	3,6662
Bahan	2	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	33,003	23000	3,9526	
Tambahan	3	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	32,661	20000	3,4370	
Superplasticizer 0,3 %	1	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	34,850	27000	4,6400	4,4109
+	2	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	34,740	26000	4,4681	
Retarder 0,2 %	3	06/11/2010	02/12/2010	28	Balok 15x15x60	580	34,380	24000	4,1244	

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 (ϵ) contoh perhit.pada umur 28 hari**

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,22}{300} \\ &= 0,00371\end{aligned}$$

~ **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)**

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

Dimana :

ϵ = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)

ΔL = 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^2)

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

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

Tabel 5.11. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan VARIASI UMUR 3 HARI

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	12/24/2010	01/06/2011	3	Silinder 15x30	13,200	190000	254	1,255	0,004939	10,757	2177,860	15415,179	14994,0211
Tanpa	2	12/24/2010	01/06/2011	3	Silinder 15x30	13,050	195000	254	1,234	0,004859	11,040	2272,117	15616,693	
Bahan	3	12/24/2010	01/06/2011	3	Silinder 15x30	13,220	160000	254	1,285	0,005060	9,059	1790,321	14145,938	
Tambahan	4	12/24/2010	01/06/2011	3	Silinder 15x30	13,300	185000	254	1,244	0,004899	10,474	2137,929	15210,995	
	5	12/24/2010	01/06/2011	3	Silinder 15x30	13,380	170000	254	1,204	0,004739	9,625	2031,179	14581,300	
	1	11/24/2010	11/06/2010	3	Silinder 15x30	13,200	200000	254	1,230	0,004841	11,323	2339,269	15815,640	15651,3401
Superplasticizer 0,3 %	2	11/24/2010	11/06/2010	3	Silinder 15x30	13,050	190000	254	1,210	0,004762	10,757	2259,038	15415,179	
+	3	11/24/2010	11/06/2010	3	Silinder 15x30	13,220	200000	254	1,259	0,004959	11,323	2283,572	15815,640	
Retarder 0,2%	4	11/24/2010	11/06/2010	3	Silinder 15x30	13,300	180000	254	1,220	0,004801	10,191	2122,599	15004,033	
	5	11/24/2010	11/06/2010	3	Silinder 15x30	13,380	210000	254	1,180	0,004644	11,890	2560,310	16206,208	

sumber : Data hasil penelitian

Tabel 5.12. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan VARIASI UMUR 7 HARI

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,200	275000	254	1,214	0,005	15,570	3258,120	18545,482	18826,5544
Tanpa	2	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,050	285000	254	1,102	0,004	16,136	3720,510	18879,661	
Bahan	3	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,220	260000	254	1,000	0,004	14,720	3738,995	18032,604	
Tambahan	4	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,300	315000	254	1,142	0,004	17,834	3965,280	19848,471	
	5	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,380	295000	254	1,091	0,004	16,702	3887,045	19208,028	
	1	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,200	330000	254	1,190	0,005	18,684	3989,535	20315,557	19935,3744
Superplasticizer 0,3 %	2	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,050	310000	254	1,080	0,004	17,551	4129,460	19690,313	
+	3	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,220	320000	254	1,080	0,004	18,117	4262,668	20005,378	
Retarder 0,2%	4	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,300	290000	254	1,120	0,004	16,419	3725,077	19044,552	
	5	12/22/2010	12/27/2010	7	Silinder 15x30	13,380	340000	254	1,070	0,004	19,250	4571,413	20621,072	

sumber : Data hasil penelitian

Tabel 5.13. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan VARIASI UMUR 14 HARI

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,200	340000	254	1,112	0,004	19,250	4397,783	20621,072	21701,0211
Tanpa	2	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,050	415000	254	1,153	0,005	23,496	5177,869	22782,208	
Bahan	3	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,220	395000	254	1,204	0,005	22,364	4719,505	22226,461	
Tambahan	4	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,300	360000	254	1,132	0,004	20,382	4572,576	21218,908	
	5	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,380	375000	254	1,000	0,004	21,231	5394,939	21656,457	
	1	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,200	440000	254	1,090	0,004	24,912	5807,396	23458,385	23072,8320
Superplasticizer 0,3 %	2	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,050	410000	254	1,130	0,004	23,213	5219,882	22644,550	
+	3	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,220	430000	254	1,180	0,005	24,345	5242,540	23190,280	
Retarder 0,2%	4	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,300	390000	254	1,110	0,004	22,081	5054,718	22085,339	
	5	12/18/2010	12/31/2010	14	Silinder 15x30	13,380	460000	254	0,980	0,004	26,044	6752,849	23985,605	

sumber : Data hasil penelitian

Tabel 5.14. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan VARIASI UMUR 28 HARI

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ε	f'c (Mpa)	Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	12/06/2010	01/02/2010	28	Silinder 15x30	13,200	445000	254	1,080	0,00425	25,195	5925,402	23591,295	24051,2300
Tanpa	2	12/06/2010	01/02/2010	28	Silinder 15x30	13,050	485000	254	1,120	0,00441	27,459	6227,378	24628,765	
Bahan	3	12/06/2010	01/02/2010	28	Silinder 15x30	13,220	460000	254	1,180	0,00465	26,044	5606,055	23985,605	
Tambahan	4	12/06/2010	01/02/2010	28	Silinder 15x30	13,300	505000	254	1,100	0,00433	28,592	6602,072	25131,445	
	5	12/06/2010	01/02/2010	28	Silinder 15x30	13,380	420000	254	0,990	0,00390	23,779	6100,924	22919,040	
	1	12/06/2010	12/01/2010	28	Silinder 15x30	13,200	500000	254	1,010	0,00398	28,309	7119,183	25006,722	24593,4739
Superplasticizer 0,3 %	2	12/06/2010	12/01/2010	28	Silinder 15x30	13,050	470000	254	1,030	0,00406	26,610	6562,090	24244,917	
+	3	12/06/2010	12/01/2010	28	Silinder 15x30	13,220	490000	254	1,070	0,00421	27,742	6585,577	24755,392	
Retarder 0,2%	4	12/06/2010	12/01/2010	28	Silinder 15x30	13,300	440000	254	1,030	0,00406	24,912	6143,233	23458,385	
	5	12/06/2010	12/01/2010	28	Silinder 15x30	13,380	520000	254	0,990	0,00390	29,441	7553,525	25501,953	

sumber : Data hasil penelitian

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 (V_p)

$$\begin{aligned} &= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}} \\ &= \frac{3725 - 3485}{1} \\ &= 240 \text{ ml} \end{aligned}$$

~ Perhitungan Porositas

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\% \\ &= \frac{240}{3,14 \times 5^2 \times 20} \times 100\% \\ &= 15.2866 \% \end{aligned}$$

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

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

Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 3 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	W SSD (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
Tanpa Bahan Tambahan	1	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3725	3485	15,2866	15,584
	2	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3698	3461	15,0955	
	3	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3755	3498	16,3694	
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %	1	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3762	3589	11,0191	11,316
	2	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3734	3564	10,8280	
	3	24/11/2010	27/11/2010	3	Silinder 10x20	3792	3602	12,1019	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 7 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	W SSD (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
Tanpa Bahan Tambahan	1	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3840	3671	10,7643	12,144
	2	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3737	3537	12,7389	
	3	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3693	3490	12,9299	
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %	1	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3878	3781	6,1783	7,707
	2	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3774	3643	8,3439	
	3	21/11/2010	28/11/2010	7	Silinder 10x20	3729	3594	8,5987	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 14 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	W SSD (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
Tanpa Bahan Tambahan	1	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3900	3720	11,4650	12,102
	2	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3812	3625	11,9108	
	3	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3713	3510	12,9299	
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %	1	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3939	3831	6,8790	7,643
	2	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3850	3733	7,4522	
	3	11/07/2010	12/02/2010	14	Silinder 10x20	3750	3615	8,5987	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 28 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	W SSD (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
Tanpa Bahan Tambahan	1	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3738	3558	11,4650	11,975
	2	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3902	3701	12,8025	
	3	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3850	3667	11,6561	
Superplasticizer 0,3 % + Retarder 0,2 %	1	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3775	3664	7,0701	7,452
	2	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3941	3812	8,2166	
	3	11/08/2010	12/02/2010	28	Silinder 10x20	3888	3777	7,0701	

Sumber : Data Hasil Penelitian

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 untuk 28 hari:

- X = (dapat di lihat pada hal.75 analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari (f_c'))
- S = (dapat di lihat pada hal.75 analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari (s))
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$

- $t_{0,975} = 2,145$

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	t0,975	Interval Kepercayaan		
3	8,9648	0,7611	0,975	14	2,145	8,5433	< μ <	9,3863
7	14,6616	1,3581	0,975	14	2,145	13,9094	< μ <	15,4137
14	19,7843	1,8792	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	9,274	15,236	0,000	0,000
2	9,274	14,573	19,873	22,522
3	9,274	15,236	20,535	23,185
4	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	8,611	13,911	0,000	21,197
8	9,274	15,236	20,535	23,185
9	9,274	0,000	0,000	0,000
10	9,274	15,236	20,535	23,185
11	9,274	14,573	19,873	22,522
12	9,274	0,000	0,000	0,000
13	8,611	13,911	0,000	21,197
14	9,274	15,236	20,535	23,185
15	8,611	14,573	19,210	21,860

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.22. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan

Superplasticizer 0,3% dan Retarder 0,2%

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	11,9236	18,5478	25,1720	28,4841
2	10,5987	17,8854	23,8471	27,1592
3	11,2611	17,8854	24,5096	27,8217
4	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
5	11,2611	18,5478	25,1720	28,4841
6	9,2739	14,5732	19,8726	22,5223
7	9,9363	16,5605	22,5223	25,1720
8	10,5987	17,8854	24,5096	27,8217
9	11,2611	18,5478	25,1720	28,4841
10	11,9236	17,8854	24,5096	27,8217
11	10,5987	17,2229	23,8471	27,1592
12	11,2611	18,5478	25,1720	28,4841
13	9,9363	16,5605	22,5223	25,8344
14	11,2611	17,8854	23,8471	27,8217
15	10,5987	17,2229	23,1847	26,4968

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- X = (dapat di lihat pada hal.75 analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari ($f_c'r$))
- s = (dapat di lihat pada hal.75 analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari (s))
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$
- $t_{0,975} = 2,145$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 26,8059 - \left(2,145 \times \frac{2,321}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 26,8059 + \left(2,145 \times \frac{2,321}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= 25,5205 < \mu < 28,0914
 \end{aligned}$$

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 Dengan Variasi Umur
Superplasticizer 0,3% + retarder 0,2 %**

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3	10,7312	0,9720	0,975	14	2,145	10,1929	$< \mu <$	11,2695
7	17,3554	0,9720	0,975	14	2,145	16,5165	$< \mu <$	18,1943
14	23,5822	1,5147	0,975	14	2,145	22,4585	$< \mu <$	24,7058
28	26,8059	2,3210	0,9750	14	2,145	25,5205	$< \mu <$	28,0914

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan *superplasticizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 6 buah ,pada umur ,pada umur 7 hari berjumlah 6 buah,14 hari 6 buah ,pada umur 28 hari 7 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.24. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3 % dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian
Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	10,5987	17,8854	23,8471	27,1592
3	11,2611	17,8854	24,5096	27,8217
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	11,2611	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	16,5605	22,5223	0,0000
8	10,5987	17,8854	24,5096	27,8217
9	11,2611	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	17,8854	24,5096	27,8217
11	10,5987	17,2229	23,8471	27,1592
12	11,2611	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	16,5605	22,5223	25,8344
14	11,2611	17,8854	23,8471	27,8217
15	10,5987	17,2229	23,1847	26,4968

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 :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2,5478 + 2,4062 + 2,7601}{3}$
 $= 2,57 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2,5478 - 2,7601)^2 + (2,4578 - 2,7601)^2 + (2,4062 - 2,7601)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,207$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Tanpa Bahan tambahan	2,57	0,207	0,975	2	4,303	2,058	< μ <	3,085

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 0,3% dan Retarder 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,3% + retarder 0,2%
1	2,6893
2	2,6893
3	2,7601

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{2,6893 + 2,6893 + 2,7601}{3}$$

$$= 2,7129 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((2,693 - 2,7129)^2 + (2,6893 - 2,7129)^2 + (2,7601 - 2,7129)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0,0474$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $t_{0,975} = 4.303$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,7129 - \left(4.303 x \frac{0,0474}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,7129 + \left(4.303 x \frac{0.2066}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,5952 < \mu < 2,8307
 \end{aligned}$$

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 5.29. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah *Superplasticizer*

0,3%+Retarder 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,3%+Retarder0,2%	2,7129	0,0474	0,975	2	4,303	2,5952	< μ <	2,8307

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 5.30. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan *Superplasticizer* 0,3 % dan *Retarder* 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	<i>superplasticizer</i> 0,3% + <i>retarder</i> 0,2%
1	2,6893
2	2,6893
3	2,7601

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur :

Tabel 5.31. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	0
1	3,6089
2	3,9526
3	3,4370

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$$
$$= \frac{3,6089 + 3,9526 + 3,4370}{3}$$
$$= 3,66617 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((3,6089 - 3,66617)^2 + (3,9526 - 3,66617)^2 + (3,4370 - 3,66617)^2)}{3 - 1}}$$
$$= 0,30451$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$
- $$t_{0,975} = 4.303$$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3,66617 - \left(4,303 \times \frac{0,30451}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,66617 + \left(4,303 \times \frac{0,30451}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,90967 < \mu < 4,4268
 \end{aligned}$$

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 5.32. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan

Tambahan

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Tanpa bahan tambahan	3,66617	0,30451	0,975	2	4,303	2,90967	< μ <	4,42268

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 5.33. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan
Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Lentur (MPa)
Variasi	28
1	3,609
2	3,953
3	3,437

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.34. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3 % dan Retarder 0,2%

NO	Kuat Tarik Lentur (MPa)
Variasi	28
1	4,6400
2	4,4681
3	4,1244

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{4,640 + 4,4681 + 4,1244}{3}$$

$$= 4,4109 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((4,64 - 4,4109)^2 + (4,4681 - 4,4109)^2 + (4,1244 - 4,4109)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0.3045$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 4,4109 - \left(4.303 \times \frac{0,3045}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,4109 + \left(4.303 \times \frac{0.3045}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 3,6544 < \mu < 5,1674
 \end{aligned}$$

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 5.35. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan

Tambahan *Superplasticizer* 0,3 % dan *Retarder* 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
<i>Superplasticizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%	4,4109	0,3045	0,975	2	4,303	3,6544	$< \mu <$	5,1674

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 5.36. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3 % dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian
Interval Kepercayaan**

NO	Kuat Tarik Lentur (MPa)
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 5.37. Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2177,8595	3258,1202	4397,7829	5925,4017
2	2272,1166	3720,5100	5177,8686	6227,3784
3	1790,3206	3738,9950	4719,5051	5606,0552
4	2137,9289	3965,2804	4572,5756	6602,0717
5	2031,1794	3887,0454	5394,9393	6100,9243

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

$$= \frac{2177,8595 + 2272,1166 + 1790,3206 + 2131,1794 + 2031,1794}{5}$$

$$= 2082,481 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((2177,85 - 2082,481)^2) + \dots + (2031,1794 - 2082,481)^2}{5 - 1}}$$

$$= 213,9885$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$$
- $$t_{0,975} = 2.78$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 2081,881006 - \left(2.78 x \frac{213,988}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 2081,881006 + \left(2.78 x \frac{213,988}{\sqrt{5}} \right)$$

$$= 1816,22176 < \mu < 2347,54025$$

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 5.38. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
3	2081,8810	213,9885	0,9750	4	2,7800	1816,2218	< μ <	2347,5402
7	3713,9902	318,5146	0,9750	4	2,7800	1816,2218	< μ <	4109,4149
14	4852,5343	4852,5343	0,9750	4	2,7800	4248,8432	< μ <	5456,2254
28	6092,3663	6092,3663	0,9750	4	2,7800	5562,0279	< μ <	6622,7046

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan pada umur 3,7 hari yang tidak memenuhi syarat berjumlah 1 buah, pada umur 14,28 hari yang memenuhi syarat masing-masing berjumlah 5 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.39. Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2178	0	4398	5925
2	2272	3721	5178	6227
3	0	3739	4720	5606
4	2138	3965	4573	6602
5	2031	3887	5395	6101

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan

Superplasticizer 0,3% dan retarder 0,2 %

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2339,2691	3989,5349	5807,3964	7119,1833
2	2259,0379	4129,4597	5219,8823	6562,0899
3	2283,5722	4262,6681	5242,5399	6585,5772
4	2122,5991	3725,0771	5054,7179	6143,2331
5	2560,3102	4571,4127	6752,8492	7553,5253

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada umur 28 hari tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{7119,1833 + 6562,0899 + 6585,577 + 6143,2331 + 7553,5253}{5}$$

$$= 6798,3218 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((7119,1833 - 6798,3218)^2 + \dots + (7553,5253 - 6798,3218)^2)}{5 - 1}}$$

$$= 636,2404$$

- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 6792,7218 - \left(2.78x \frac{636,2404}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 6792,7218 + \left(2.78x \frac{636,2404}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 6002,8517 < \mu < 7582,5918
 \end{aligned}$$

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 5.41. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan
 Tambahan *Superplasticizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2%**

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
3	2312,9577	185,1307	0,9750	4	2,7800	2083,1244	< μ <	2347,5402
7	4135,6305	364,9766	0,9750	4	2,7800	4135,6305	< μ <	3682,5248
14	5615,4771	807,9457	0,9750	4	2,7800	4612,4408	< μ <	6618,5134
28	6792,7218	636,2404	0,975	4	2,7800	6002,8517	< μ <	7582,5918

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi umur 3,14 hari tidak memenuhi syarat berjumlah 1 buah, pada umur 7,28 hari jumlah benda uji yang memenuhi syarat berjumlah 5 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.42. Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan *Superplasticizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2339,269	3989,535	5807,396	7119,183
2	2259,038	4129,460	5219,882	6562,090
3	2283,572	4262,668	5242,540	6585,577
4	2122,599	3725,077	5054,718	6143,233
5	0,000	4571,413	0,000	7553,525

5.2.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Porositas:

Tabel 5.43. Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan

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*

5.2.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Porositas:

Tabel 5.43. Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan

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 umur 28 hari tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Porositas}}{n}$$
$$= \frac{11,465 + 12,8025 + 11,6561}{3}$$
$$= 11,97 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((11,465 - 12,14)^2 + (12,8025 - 12,14)^2 + (11,6561 - 12,14)^2)}{3 - 1}}$$
$$= 0,839$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$
- $$t_{0,975} = 4.303$$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,97 - \left(4.303 x \frac{0,839}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,97 + \left(4.303 x \frac{0,839}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10,833 < \mu < 13,116
 \end{aligned}$$

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 5.44 Interval kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan

Variasi	X	s	P	dk	t _{0,975}	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 5.45. Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Penambahan Additive

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 5.46. Data Pengujian Porositas Dengan bahan Tambahan

Superplasticizer 0,3% dan Retarder 0,2 %

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	15,2866	15,2866	11,5924	11,6561
2	15,4140	15,4140	11,7197	12,9936
3	18,2803	18,2803	12,5478	11,0828

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada misal umur 28 hari tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Porositas}}{n}$$

$$= \frac{11,6561 + 12,9936 + 11,0828}{3}$$

$$= 11.91 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((11,6561 - 11,91)^2 + (12,9936 - 11,91)^2 + (11,0828 - 11,91)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 1.137$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,91 - \left(4.303 x \frac{1.137}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,91 + \left(4.303 x \frac{1.137}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10,363 < \mu < 13,459
 \end{aligned}$$

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 5.47. Interval kepercayaan Porositas Dengan bahan Tambahan

Superplasticizer 0,3% dan Retarder 0,2 %

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3 hari	16,33	1,964	0,975	2	4,303	13,655	$< \mu <$	19,00
7 hari	11,85	1,427	0,975	2	4,303	9,9054	$< \mu <$	13,789
14 hari	11,95	0,602	0,975	2	4,303	11,134	$< \mu <$	12,772
28 hari	11,91	1,137	0,975	2	4,303	10,363	$< \mu <$	13,459

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 5.48. Data Pengujian Porositas Dengan bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3% dan Retarder 0,2 % Setelah Dilakukan Pengujian
Interval Kepercayaan**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	15,287	15,287	11,592	11,656
2	15,414	15,414	11,720	12,994
3	18,280	18,280	12,548	11,083

Sumber : Data Hasil Penelitian

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 II, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur.

**Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi
umur 3 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	9,27	86,00	0,00	0,00	
2	9,27	86,00	10,60	112,33	
3	9,27	86,00	11,26	126,81	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	11,26	126,81	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	8,61	74,16	0,00	0,00	
8	9,27	86,00	10,60	112,33	
9	9,27	86,00	11,26	126,81	
10	9,27	86,00	0,00	0,00	
11	9,27	86,00	10,60	112,33	
12	9,27	86,00	11,26	126,81	
13	8,61	74,16	0,00	0,00	
14	9,27	86,00	11,26	126,81	
15	8,61	74,16	10,60	112,33	
S Y	109,30		98,70		208
S Y²	996,52		1083,40		2080
n	12		9		21

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 1083,4 \\ &= 2080\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y) / n \text{ total} \\ &= \frac{208^2}{21} \\ &= 2060,1905\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{109,30^2}{12} + \frac{98,7^2}{9} \right) - 2060,1905 \\ &= 3,1653\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2080 - 2060,1905 - 3,1653 \\ &= 0,5744\end{aligned}$$

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 5.50. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	2079,916	2060,1905	0,5744
Antar perlakuan	1	3,1653	3,1653	
Dalam perlakuan	20	110,2048	5,5102	
Jumlah	21			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{3,1653}{5,5102} = 0,5744$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ;21) = 4,3512, Jadi nilai $F_{hitung} = 0,5744 < F_{tabel} = 4,3512$. Dengan demikian H_0 diterima H_a ditolak, yang berarti bahwa tidak 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 II, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur.

**Tabel 5.51. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi umur 7 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,24	232,13	0,00	0,00	
2	14,57	212,38	17,89	319,89	
3	15,24	232,13	17,89	319,89	
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	16,56	274,25	
8	15,24	232,13	17,89	319,89	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	15,24	232,13	17,89	319,89	
11	14,57	212,38	17,22	296,63	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	13,91	193,51	16,56	274,25	
14	15,24	232,13	17,89	319,89	
15	14,57	212,38	17,22	296,63	
S Y	147,72		156,99		305
S Y²	2184,79		2741,19		4926
n	10		9		19

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2184,7 + 2714,19 \\ &= 4926\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{305^2}{19} \\ &= 4886,8548\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{147,72^2}{10} + \frac{156,99^2}{9} \right) - 4886,8548 \\ &= 33,8131\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 4926 - 4886,8548 - 33,8131 \\ &= 5,3095\end{aligned}$$

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 5.52. Analisa Varian untuk kuat tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	4926	4886,8548	108,2632
Antar perlakuan	1	33,8131	33,8131	
Dalam perlakuan	17	5,3095	0,3123	
Jumlah	19			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{33,8131}{0,3123} = 108,2632$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 19) = 4,4513$, Jadi nilai $F_{hitung} = 108,2632 > F_{tabel} = 4,4513$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.3 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 hari

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

**Tabel 5.53. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi umur 14 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	19,87	394,92	23,85	568,69	
3	20,54	421,69	24,51	600,72	
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	22,52	507,25	
8	20,54	421,69	24,51	600,72	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	20,54	421,69	24,51	600,72	
11	19,87	394,92	23,85	568,69	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	22,52	507,25	
14	20,54	421,69	23,85	568,69	
15	19,21	369,03	23,18	537,53	
S Y	141,10		213,30		354
S Y²	2845,62		5060,25		7906
n	7		9		16

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2845,62 + 5060,25 \\ &= 7906\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{354^2}{16} \\ &= 7849,7343\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J_i^2}{\sum_{j=1}^{n_i} n_{ij}} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{1411^2}{7} + \frac{2133^2}{9} \right) - 7849,7343 \\ &= 49,4387\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 7906 - 7849,7343 - 49,4387\end{aligned}$$

$$= 6,7004$$

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 5.54. Analisa Varian untuk kuat tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	7906	7849,7343	103,2982
Antar perlakuan	1	49,4387	49,4387	
Dalam perlakuan	14	6,7004	0,4786	
Jumlah	16			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{49,4387}{0,4786} = 103,2982$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 16) = 4,5431$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 103,2982 > F_{\text{tabel}} = 4,5431$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.4 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 hari

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

**Tabel 5.55. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	22,52	507,25	27,16	737,62	
3	23,18	537,53	27,82	774,04	
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	21,20	449,33	0,00	0,00	
8	23,18	537,53	27,82	774,04	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	23,18	537,53	27,82	774,04	
11	22,52	507,25	27,16	737,62	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	21,20	449,33	25,83	667,42	
14	23,18	537,53	27,82	774,04	
15	21,86	477,85	26,50	702,08	
S Y	202,04		217,94		420
S Y²	4541,15		5940,92		10482
n	9		8		17

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 4541,15 + 5940,92 \\ &= 10482\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{420^2}{17} \\ &= 10375,2117\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{202,04^2}{9} + \frac{217,94^2}{8} \right) - 10375,2117 \\ &= 97,3109\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 10842 - 10375,2117 - 97,3109 \\ &= 9,55\end{aligned}$$

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 tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	10482	10375,2117	152,8441
Antar perlakuan	1	97,3109	97,3109	
Dalam perlakuan	15	9,5500	0,6367	
Jumlah	17			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{14,268}{0,132} = 103,2982$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 16) = 4,4513$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 103,2982 > F_{\text{tabel}} = 4,4513$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.5. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton

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

Tabel 5.57. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat tarik belah dengan umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	2,5478	6,4911	2,6893	7,2324	
2	2,4062	5,7899	2,6893	7,2324	
3	2,7601	7,6181	2,7601	7,6181	
S Y	7,7141		8,1387		15,8528
S Y²	19,8991		22,0829		41,9820
n	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 19,8991 + 22,0829 \\
 &= 41,9820
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{15,8528^2}{6} \\
 &= 21,8852
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{7,7141^2}{3} + \frac{8,1387^2}{3} \right) - 21,8852 \\
 &= 0,0301
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 41,982 - 41,8852 - 0,0301 \\
 &= 0,0668
 \end{aligned}$$

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 Belah

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	41,982	41,8852	1,8000
Antar perlakuan	1	0,0301	0,0301	
Dalam perlakuan	4	0,0668	0,0167	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,0301}{0,0167} = 1,8$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,7078$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 1,8 < F_{\text{tabel}} = 4,066181$.

Dengan demikian H_0 diterima H_a ditolak, yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Belah.

5.3.6. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton

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

Tabel 5.59. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat tarik lentur dengan umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	3,6089	13,0241	4,6400	21,5296	
2	3,9526	15,6230	4,4681	19,9643	
3	3,4370	11,8132	4,1244	17,0110	
S Y	10,9985		13,2326		24,2311
S Y²	40,4603		58,5050		98,9653
n	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 40,4603 + 58,5050 \\
 &= 98,9653
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{24,2311^2}{6} \\
 &=
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{20,7253^2}{3} + \frac{26,2933^2}{3} + \frac{24,8326^2}{3} + \frac{24,8326^2}{3} \right) - \\
 &\quad 778,9806 \\
 &= 5,7508
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 785,4955 - 778,9806 - 5,7508 \\
 &= 0,7641
 \end{aligned}$$

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 5.60. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	98,9653	97,8578	12,0714
Antar perlakuan	1	0,8318	0,8318	
Dalam perlakuan	4	0,2756	0,0689	
Jumlah	17			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,8318}{0,0689} = 12,0714$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70864$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 12,0714 > F_{\text{tabel}} = 7,70864$.

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

5.3.7. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 hari

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

Tabel 5.61. Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan umur 3 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	2177,8595	4743072,0188	2339,2691	5472179,7806	
2	2272,1166	5162513,7585	2259,0379	5103252,4165	
3	0,0000	0,0000	2283,5722	5214701,9338	
4	2137,9289	4570740,1861	2122,5991	4505426,7938	
5	2031,1794	4125689,7693	0,0000	0,0000	
S Y	8619,0844		9004,4783		17623,5627
S Y²	18602015,7328		20295560,9247		38897576,657
n	4		4		8

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 18602015,7328 + 20295560,9247 \\
 &= 38897576,657
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{38897576,657^2}{8} \\
 &= 4862197,082
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{8619,0844^2}{4} + \frac{9004,4783^2}{4} \right) - 4862197,082 \\
 &= 172737,5873
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 38897576,657 - 4862197,082 - 138190,0698 \\
 &= 67060,7452
 \end{aligned}$$

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 5.62. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	38897576,6575	38897576,6575	15,45503
Antar perlakuan	1	172737,5873	172737,5873	
Dalam perlakuan	6	67060,7452	11176,79087	
Jumlah	8			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{138190,0698}{1162841,694} = 15,45503$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 8) = 5,987 Jadi nilai $F_{hitung} = 15,45503 > F_{tabel} = 5,987$

Dengan demikian H_A diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.8. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 hari

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

Tabel 5.63. Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan umur 7 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,0000	0,0000	3989,5349	15916389,0269	
2	3720,5100	13842194,5549	4129,4597	17052437,4555	
3	3738,9950	13980083,9540	4262,6681	18170339,1826	
4	3965,2804	15723448,4894	3725,0771	13876199,6262	
5	3887,0454	15109121,6043	4571,4127	20897814,3797	
S Y	15311,8308		20678,1526		35989,9834
S Y²	58654848,6026		85913179,6708		144568028,2734
n	4		5		9

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 58654848,6026 + 85913179,6708 \\
 &= 144568028,2734
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{35989,9834^2}{9} \\
 &= 16063114,25
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{15311,8308^2}{5} + \frac{20678,1526^2}{5} \right) - 16063114,25 \\
 &= 71836,20712
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 144568028,2734 - 16063114,25 - 71836,20712 = 925341,3629
 \end{aligned}$$

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 5.64. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	144568028,2734	144568028,2734	0,621057
Antar perlakuan	1	71836,20712	71836,20712	
Dalam perlakuan	8	925341,3629	115667,6704	
Jumlah	10			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{71836,20712}{115667,6704} = 0,621057$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 10) = 5,317 Jadi nilai $F_{hitung} = 0,621057 > F_{tabel} = 5,317$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.9. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 hari

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

Tabel 5.65. Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan umur 14 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	4397,7829	19340494,6882	5807,3964	33725853,2311	
2	5177,8686	26810323,0148	5219,8823	27247170,8593	
3	4719,5051	22273728,2441	5242,5399	27484224,3623	
4	4572,5756	20908447,3703	5054,7179	25550173,0007	
5	5394,9393	29105369,9651	0,0000	0,0000	
SY	24262,6715		21324,5365		45587,2079
SY ²	118438363,2825		114007421,4535		232445784,7360
n	5		4		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 118438363,2825 + 114007421,4535 \\ &= 232445784,7360\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{45587,2079^2}{9} \\ &= 230910391,8\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J_i^2}{\sum_{j=1}^{n_i} n_{ij}} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{24262,6715^2}{5} + \frac{21324,5365^2}{4} \right) - 230910391,8 \\ &= \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 4446140127,3885 - 2906358,322 - 3958487,114 \\ &= 4439275281,9529\end{aligned}$$

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 5.66. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	232445784,7360	232445784,7360	1,910575
Antar perlakuan	1	355921,1584	355921,1584	
Dalam perlakuan	7	1304030,252	186290,036	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{355921,1584}{186290,036} = 1,910575$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 9) = 5,591448 Jadi nilai $F_{hitung} = 1,910575 > F_{tabel} = 5,139466$

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.10 Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 hari

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

Tabel 5.67. Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + RETARDER 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	5925,4017	35110385,2266	7119,1833	50682770,2312	
2	6227,3784	38780242,0460	6562,0899	43061023,6793	
3	5606,0552	31427854,3865	6585,5772	43369826,8441	
4	6602,0717	43587350,3640	6143,2331	37739312,7402	
5	6100,9243	37221277,5277	7553,5253	57055745,1445	
S	30461,8313		33963,6088		64425,4400
Y ²	186127109,5509		231908678,6393		418035788,1901
n	5		5		10

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 186127109,5509 + 231908678,6393 \\ &= 418035788,1901\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{64425,4400}{10} \\ &= 41803578,82\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{30461,8313^2}{5} + \frac{33963,6088^2}{5} \right) - 41803578,82 \\ &= 2069098,164\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 418035788,1901 - 41803578,82 - 2069098,164 \\ &= 1098389,956\end{aligned}$$

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 5.68. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	418035788,1901	418035788,1901	13,18629
Antar perlakuan	1	2069098,164	2069098,164	
Dalam perlakuan	7	1098389,956	156912,8508	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{2069098,164}{156912,8508} = 13,18629$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 9) = 5,591 Jadi nilai $F_{hitung} = 13,18629 > F_{tabel} = 5,591$.

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.11 Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan variasi umur 3 hari

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

**Tabel 5.69. Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan umur 3 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>Superplasticizer</i> 0,3% + <i>Retarder</i> 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,2866	233,6809	11,0191	121,4207	
2	15,0955	227,8754	10,8280	117,2461	
3	16,3694	267,9581	12,1019	146,4562	
S Y	46,7516		33,9490		80,70
S Y²	729,5144		385,1231		1114,64
n	3		3		6,00

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 729,5144 + 385,1231 \\
 &= 1114,64
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{80,7^2}{6} \\
 &= 27,31754
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{46,7516^2}{3} + \frac{33,9496^2}{3} \right) - \\
 &\quad 2210,451 \\
 &= 1,887839
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 1114,64 - 27,31754 - 1,887839 \\
 &= 1085
 \end{aligned}$$

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 5.70. Analisa Varian Untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	1114,6375	1114,6375	57,88109
Antar perlakuan	1	27,31754	27,31754	
Dalam perlakuan	4	1,887839	0,47196	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{27,31754}{0,47196} = 57,88109$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,708647 Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 57,88109 > F_{\text{tabel}} = 7,708647$

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

5.3.12 Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan variasi umur 7 hari

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

**Tabel 5.71. Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan umur 7 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	10,7643	115,8708	6,1783	38,1719	
2	12,7389	162,2784	8,3439	69,6215	
3	12,9299	167,1833	8,5987	73,9381	
Σ Y	36,4331		23,1210		59,55
Σ Y²	445,3325		181,7315		627,06
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2 \\
 &= 445,3325 + 181,7315 \\
 &= 627,06
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{59,55^2}{6} \\
 &= 29,53534
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{36,4331^2}{3} + \frac{19,4268^2}{3} \right) - 29,53534 \\
 &= 6,9888
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 627,06 - 29,53534 - 6,9888 \\
 &= 591
 \end{aligned}$$

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 5.72. Analisa Varian untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	627,0640	627,0640	18,42303
Antar perlakuan	1	29,53534	29,53534	
Dalam perlakuan	4	6,412701	1,603175	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{29,53534}{1,603175} = 18,42303$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,708647. Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 18,42303 > F_{\text{tabel}} = 7,708647$

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

5.3.13 Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan variasi umur 14 hari

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

Tabel 5.73. Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Retarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	11,4650	131,4455	6,8790	47,3204	
2	11,9108	141,8678	7,4522	55,5357	
3	12,9299	167,1833	8,5987	73,9381	
S Y	36,3057		22,9299		59,24
S Y²	440,4966		176,7942		617,29
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 445,3325 + 176,7942 \\
 &= 617,29
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &\quad - (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{59,24^2}{6} \\
 &= 29,81865
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{36,433^2}{3} + \frac{22,929^2}{3} \right) - 29,81865 \\
 &= 2,661366
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 1395,3102 - 1322,7325 - 65,5889 \\
 &= 585
 \end{aligned}$$

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 5.74. Analisa Varian untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	617,2908	617,2908	44,81707
Antar perlakuan	1	29,81865	29,81865	
Dalam perlakuan	4	2,661366	0,665341	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{29,81865}{0,665341} = 44,81707$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,708647 Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 44,81707 > F_{\text{tabel}} = 7,708647$

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

5.3.14 Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan variasi umur 28 hari

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

**Tabel 5.75. Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		<i>SUPERPLASTICIZER 0,3%</i> + <i>RETARDER 0,2%</i>		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	11,4650	131,4455	7,0701	49,9858	
2	12,8025	163,9052	8,2166	67,5119	
3	11,6561	135,8635	7,0701	49,9858	
S Y	35,9236		22,3567		58,28
S Y²	431,2142		167,4835		598,70
n	3		3		6,00

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 431,2142 + 167,4835 \\
 &= 598,70
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{58,28^2}{6} \\
 &= 30,6767
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{36,433^2}{3} + \frac{19,426^2}{3} \right) - 30,6767 \\
 &= 1,922999
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 598,70 - 30,6767 - 1,922999 \\
 &= 566
 \end{aligned}$$

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 5.76. Analisa Varian untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	598,6977	598,6977	63,81013
Antar perlakuan	1	30,6767	30,6767	
Dalam perlakuan	4	1,922999	0,48075	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

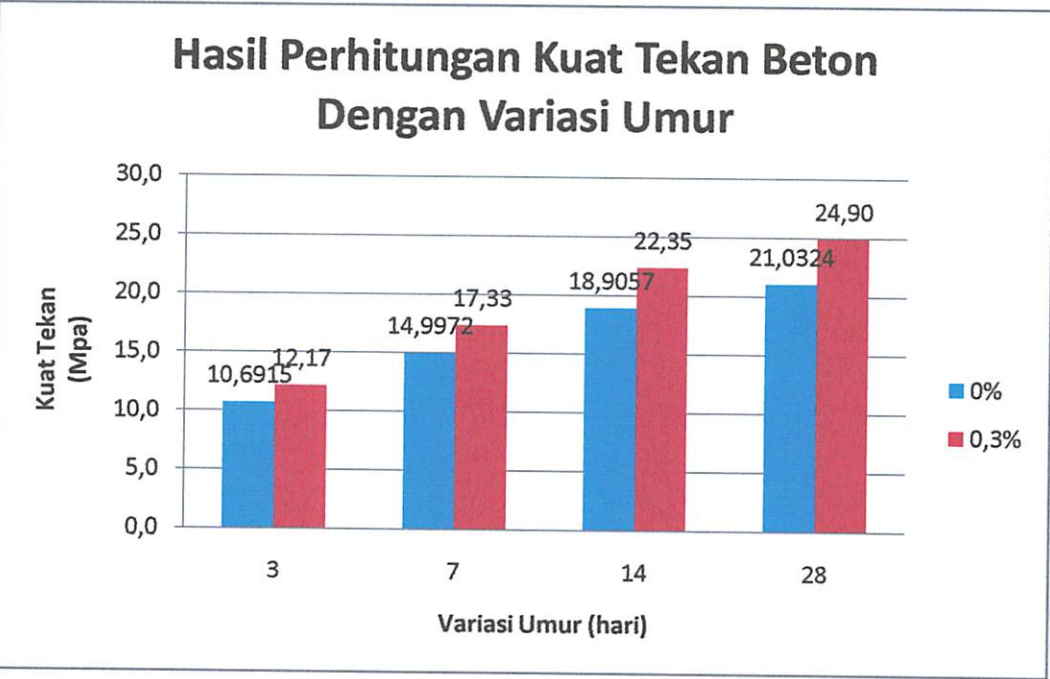
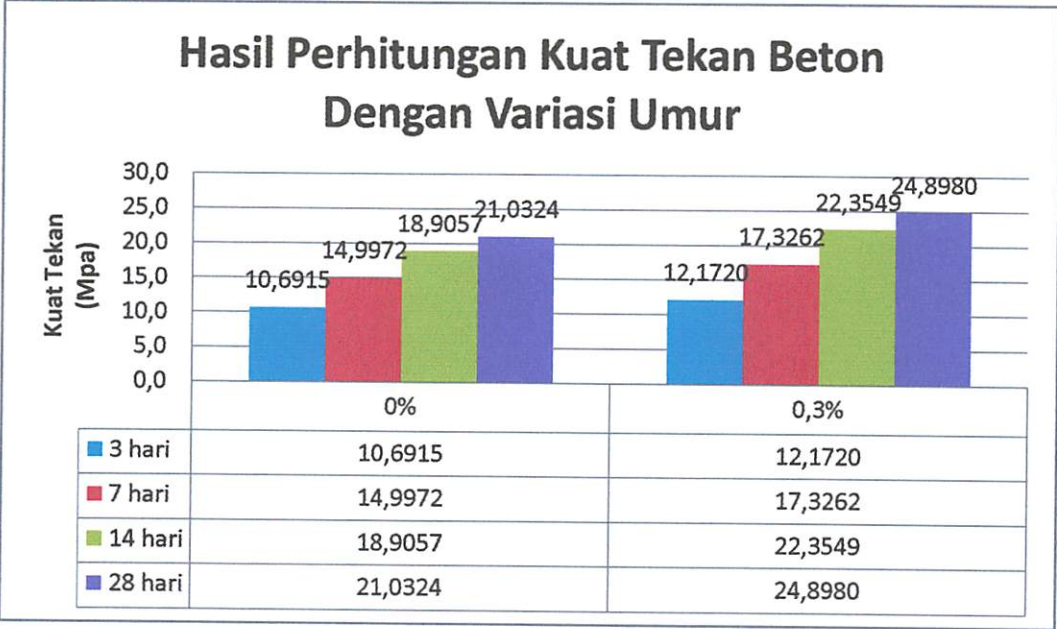
$$F_{\text{hitung}} = \frac{30,6767}{0,48075} = 63,81013$$

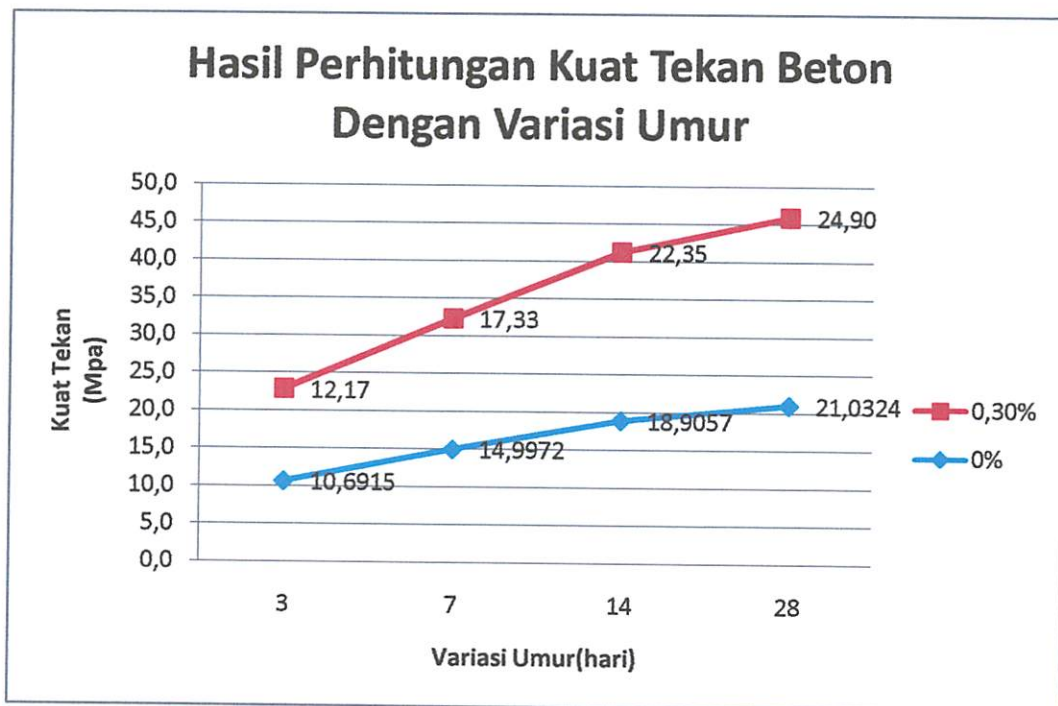
Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,708647 Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 63,81013 > F_{\text{tabel}} = 7,708647$

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

5.4. Perbandingan dan Pembahasan

5.4.1. Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur

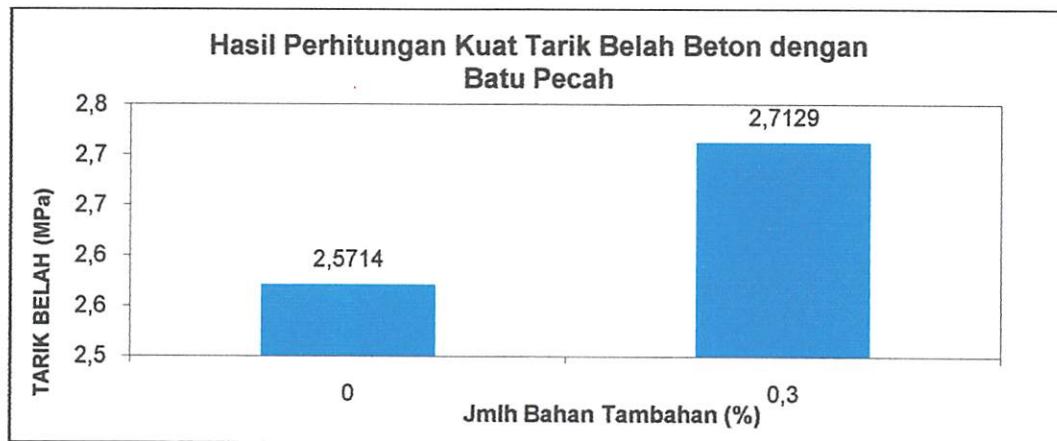




Grafik 5.1 Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Kuat Tekan Beton

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan *superplasticizer* dan *retarder* yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 16,617 %, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 16,208% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 17,242% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 17,459%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

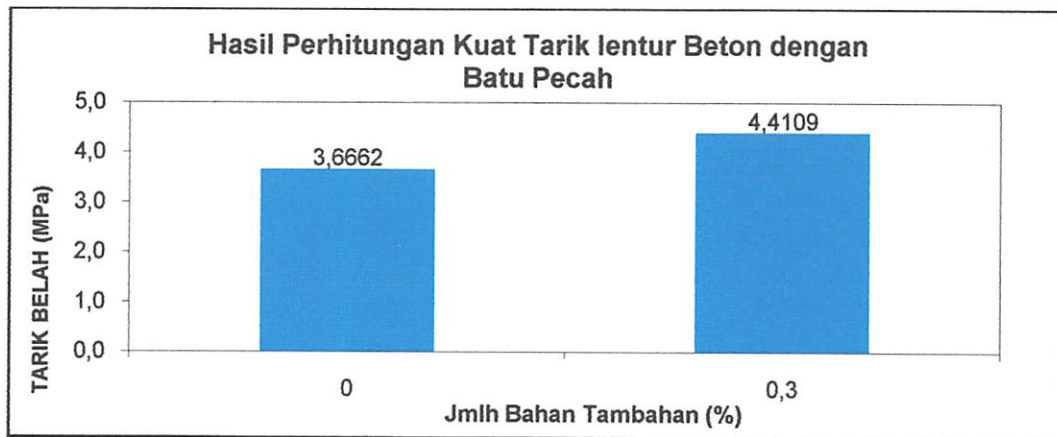
5.4.2. Perbandingan Kuat Tarik Belah pada Umur 28 hari



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

Pada grafik 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 5,2174%, yakni dari 2,5714 MPa menjadi 2,7129 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.

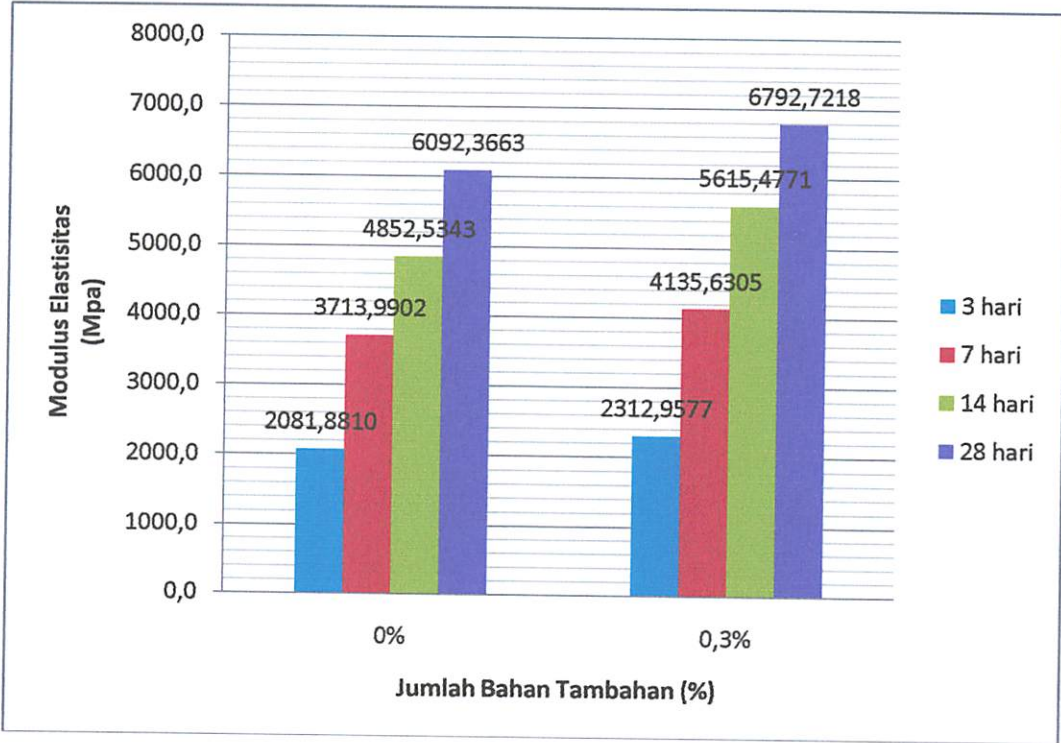
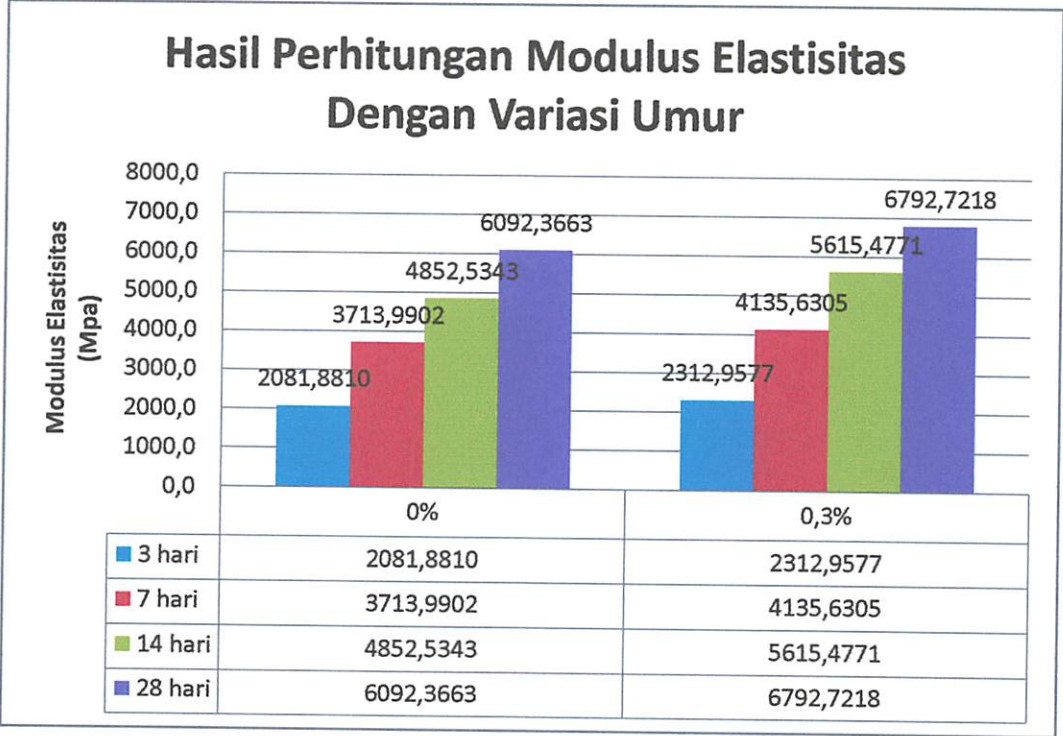
5.4.3. Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari

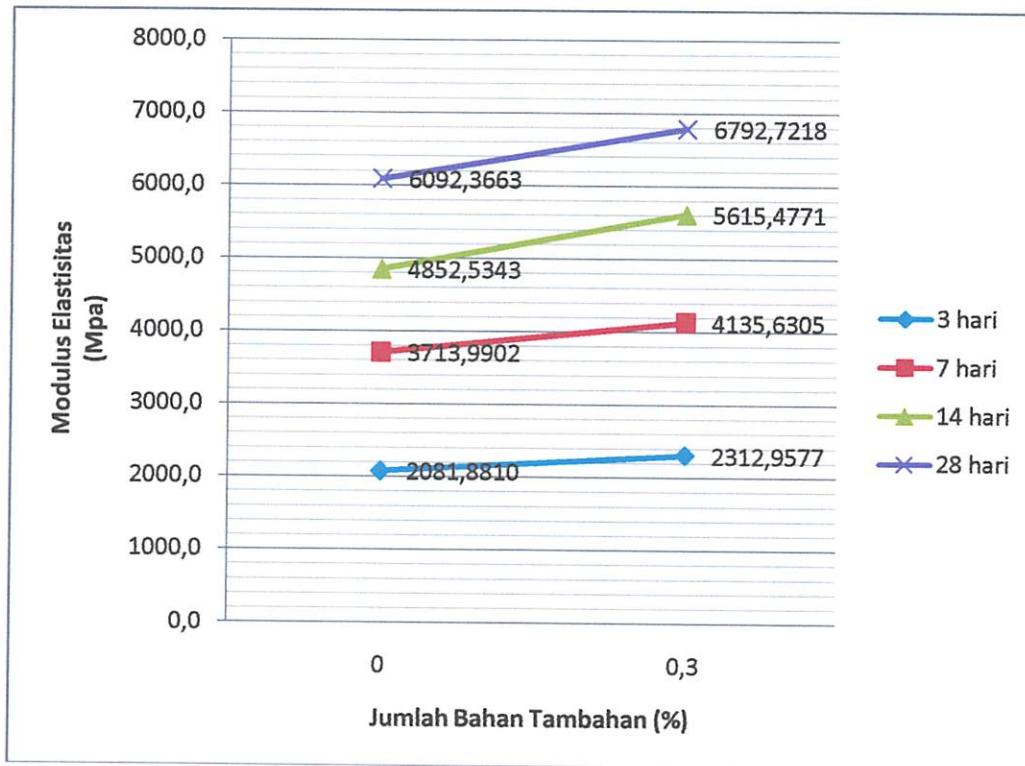


**Grafik 5.3. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan
Dengan Kuat Tarik Lentur Beton**

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 16,883%, yakni dari 3,6662 MPa menjadi 4,4109 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

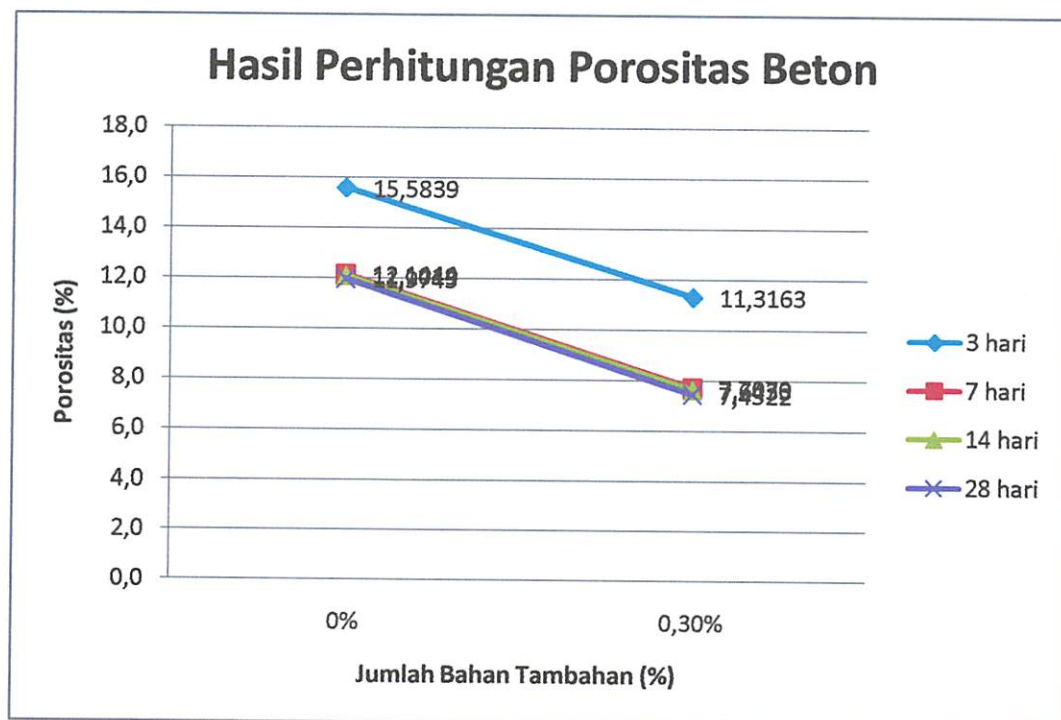
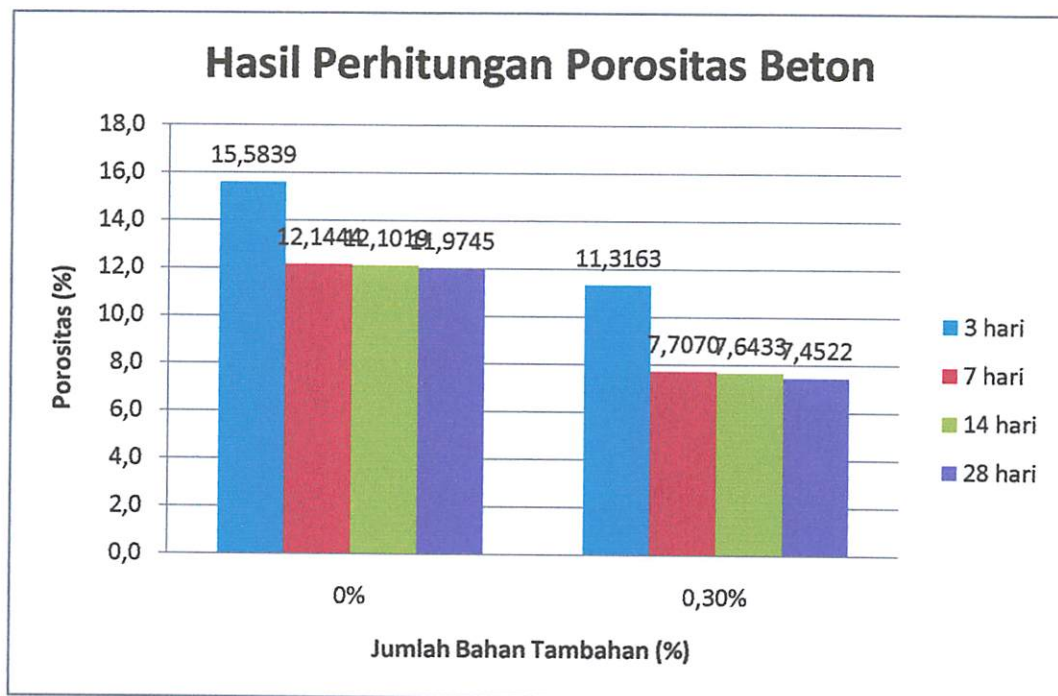




Grafik 5.4. Hubungan Antara Variasi Umur Dengan modulus elastisitas Beton

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 10,009%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 9,808% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 7,360% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 9,699%. 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



Grafik 5.5. Hubungan Antara Variasi Umur Dengan porositas Beton

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat penambahan *superplasticizer* dan *retarder* yang telah ditambahkan. penurunan porositas dengan variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 37,771%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 57,576% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 58,333% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan penurunan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 60,684%. . 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 sedang yang penggunaan air sedikit jadi untuk membantu mempermudah pengerjaan kami menggunakan *superplasticizer* yang berfungsi untuk memperencer dan retarder untuk memperlambat proses pengeringan campuran.

5.6. 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 :

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

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

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

5.6.1. Analisa Regresi

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

Tabel 5.77. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasi Umur 3 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	10,6915	0	0	0	0	0	114,3082
2	0,3	12,1720	0,09	0,027	0,0081	3,6516	1,0955	148,1584
3	0,4	12,7806	0,16	0,064	0,0256	5,1123	2,0449	163,3446
4	0,5	13,4197	0,25	0,125	0,0625	6,7098	3,3549	180,0874
5	0,6	14,0906	0,36	0,216	0,1296	8,4544	5,0726	198,5464
Jmlh	2	63,1545	0,86	0,432	0,226	23,9281	11,5679	804,4449

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.77. maka didapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 63,1545 & = & 5a & + & 2b & + & 0,86c \\ 23,9281 & = & 2a & + & 0,86b & + & 0,432c \\ 11,5679 & = & 0,86a & + & 0,432b & + & 0,226c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 10,69$$

$$b = 4,273$$

$$c = 2,340$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 2,340 x^2 - 4,273 x + 10,69$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

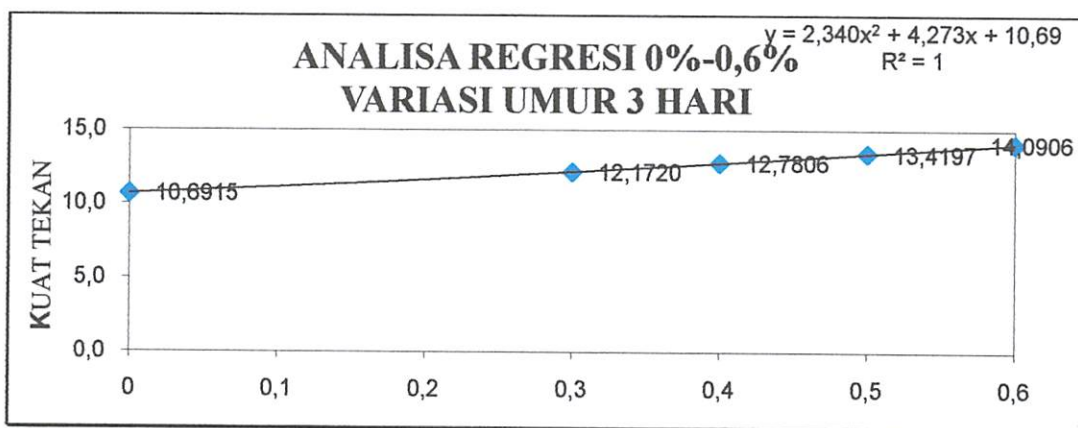
$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2 Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(-4,273 \left\{ 23,9281 - \frac{2 \times 63,1545}{5} \right\} \right) + \left(-2,34 \left\{ 11,5679 - \frac{0,86 \times 63,1545}{5} \right\} \right) \\ &= 3,7467 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 804,4449 - \frac{(63,1545)^2}{5} \\ &= 3,7467 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{3,7467}{3,7467} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $y = 2,340 x^2 - 4,273 x + 10,69$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 1. Hal ini berarti bahwa 96,92% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadrat.

Grafik 5.6. Analisa Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya data disadur dari penelitian, Adam aulia purbawisesa (05.21.025), Akhmad bahaudin (05.21.058), Albarr aziiz (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 kuadrat.

Tabel 5.78. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	14,9972	0	0	0	0	0	224,9155
2	0,3	17,3262	0,09	0,027	0,0081	5,1978	1,5594	300,1958
3	0,4	18,1925	0,16	0,064	0,0256	7,2770	2,9108	330,9659
4	0,5	19,1021	0,25	0,125	0,0625	9,5510	4,7755	364,8899
5	0,6	20,0572	0,36	0,216	0,1296	12,0343	7,2206	402,2911
Jmlh	2	89,6751	1	0	0	34,0602	16,4663	1623,2580

Sumber : Data Hasil Penelitian

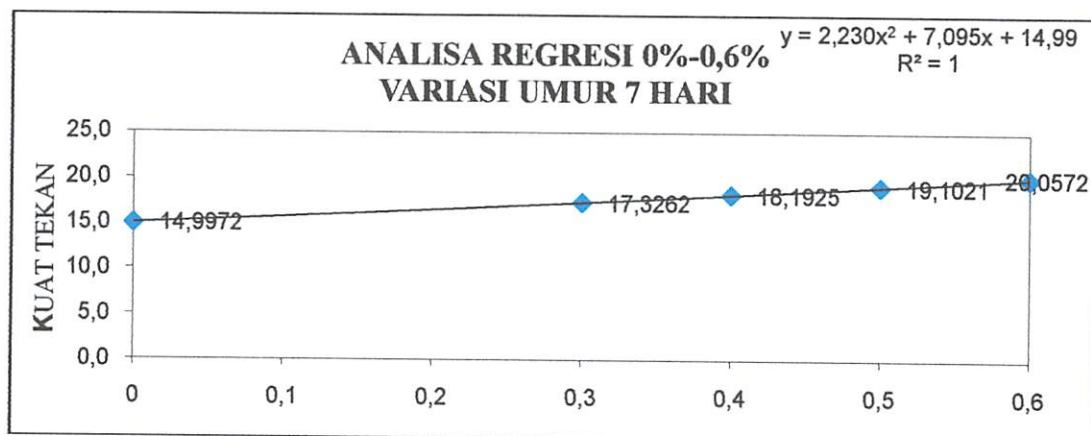
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 2,230x^2 + 7,095x + 14,99$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 1$$

Grafik 5.7. Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.79. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	18,9057	0	0	0	0	0	357,4260
2	0,3	22,3549	0,09	0,027	0,0081	6,7065	2,0119	499,7423
3	0,4	23,4727	0,16	0,064	0,0256	9,3891	3,7556	550,9659
4	0,5	24,6463	0,25	0,125	0,0625	12,3231	6,1616	607,4399
5	0,6	25,8786	0,36	0,216	0,1296	15,5272	9,3163	669,7025
Jmlh	11	115,2582	1	0	0	43,9459	21,2454	2686,2739

Sumber : Data Hasil Penelitian

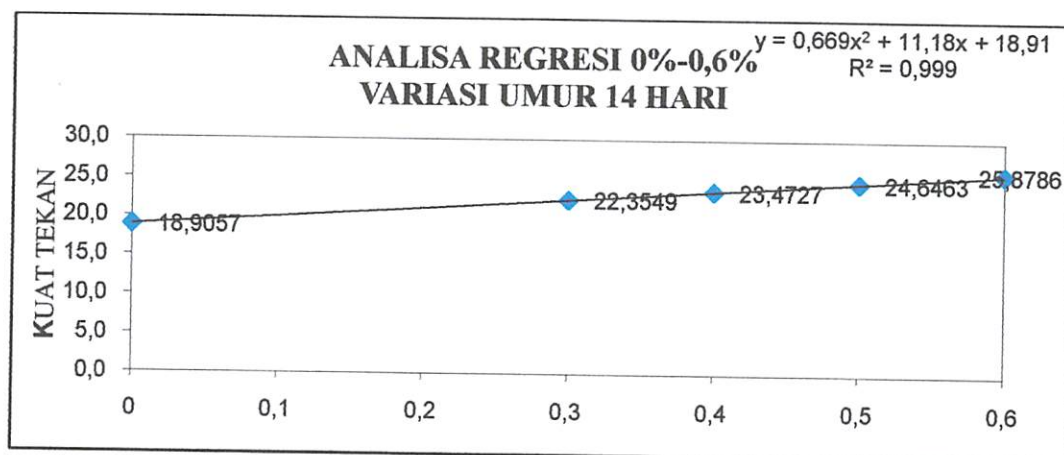
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 0,669 x^2 + 11,18 x + 18,91$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$

Grafik 5.8. Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.80. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	21,0324	0	0	0	0	0	442,3637
2	0,3	24,8980	0,09	0,027	0,0081	7,4694	2,2408	619,9083
3	0,4	26,1429	0,16	0,064	0,0256	10,4571	4,1829	683,4489
4	0,5	27,4500	0,25	0,125	0,0625	13,7250	6,8625	753,5024
5	0,6	28,8225	0,36	0,216	0,1296	17,2935	10,3761	830,7364
Jmlh	2	128,3458	1	0	0	48,9450	23,6623	3330,9389

Sumber : Data Hasil Penelitian

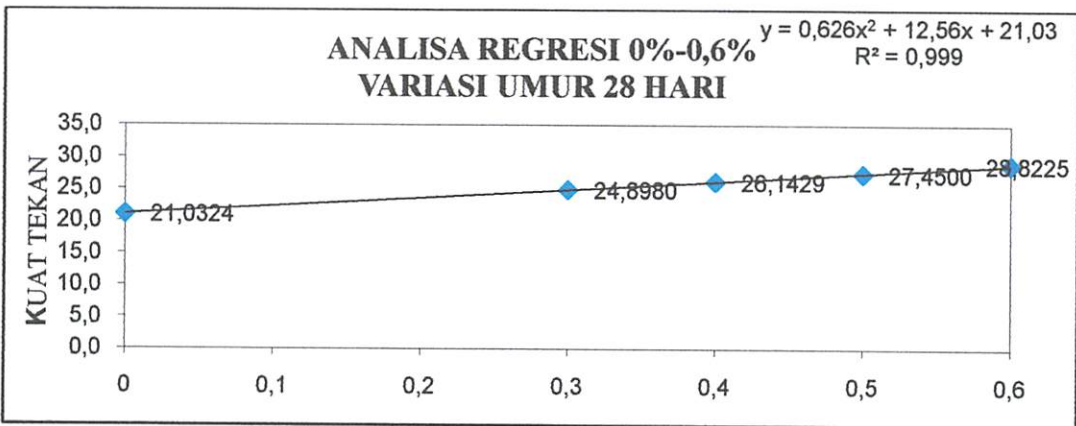
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 0,626 x^2 + 12,56 x + 21,03$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$

Grafik 5.9. Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.81. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	2,5714	0	0	0	0	0	6,6119
2	0,3	2,7129	0,09	0,027	0,0081	0,81387	0,244161	7,3598
3	0,4	3,0200	0,16	0,064	0,0256	1,208	0,4832	9,1204
4	0,5	3,2080	0,25	0,125	0,0625	1,604	0,802	10,2913
5	0,6	3,3730	0,36	0,216	0,1296	2,0238	1,21428	11,3771
Jmlh	2	14,8853	0,860	0,432	0,226	5,6497	2,7436	44,7605

Sumber : Data Hasil Penelitian

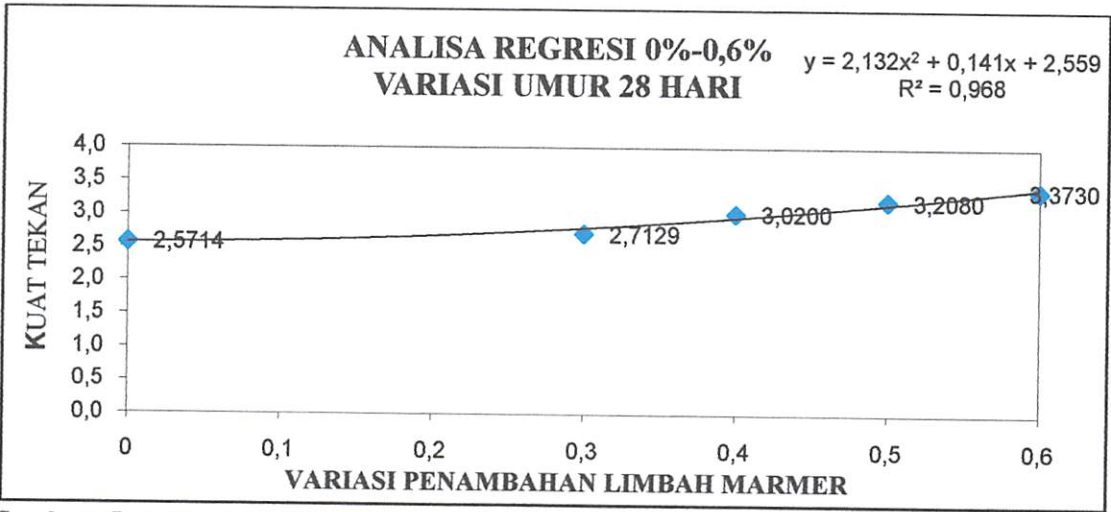
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.968$$

Grafik 5.10. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.82. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik

Lentur

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	3,6662	0	0	0	0	0	13,4408
2	0,3	4,4109	0,09	0,027	0,0081	1,32326	0,396978	19,4557
3	0,4	4,5830	0,16	0,064	0,0256	1,8332	0,73328	21,0039
4	0,5	4,7550	0,25	0,125	0,0625	2,3775	1,18875	22,6100
5	0,6	5,3270	0,36	0,216	0,1296	3,1962	1,91772	28,3769
Jmlh	2	22,7420	1	0	0	8,7302	4,2367	104,8874

Sumber : Data Hasil Penelitian

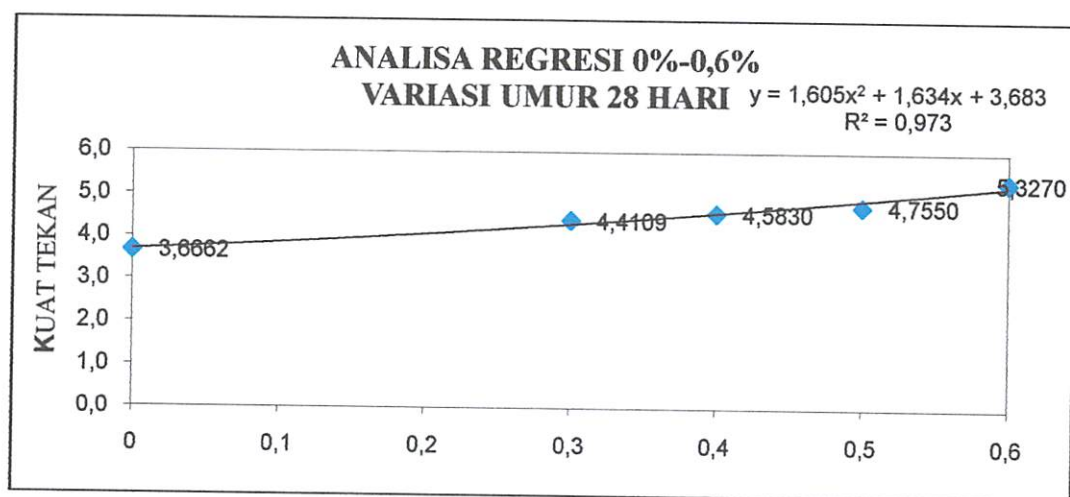
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.937$$

Grafik 5.11. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.83. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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

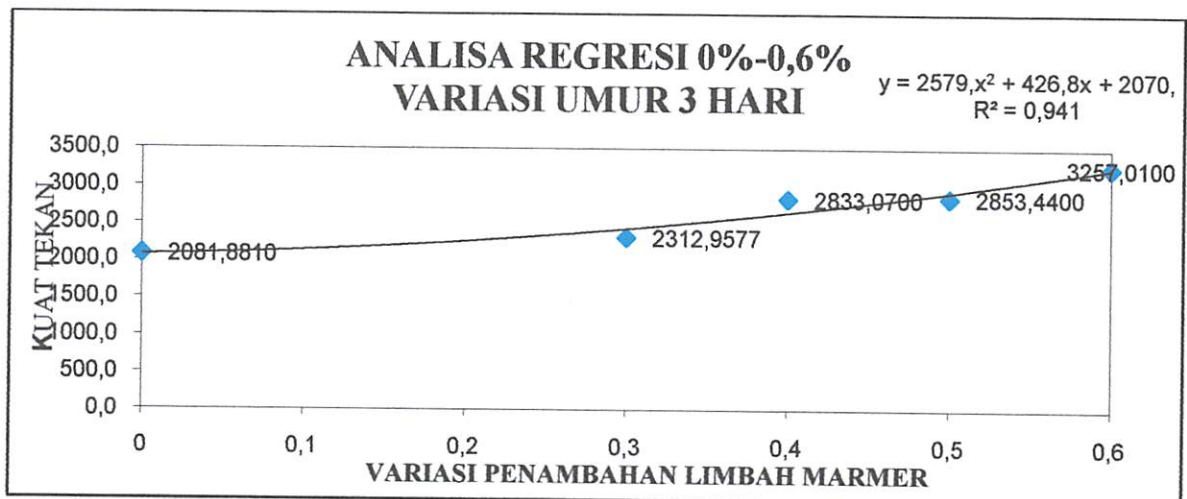
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,941$$

Grafik 5.12. Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.84. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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

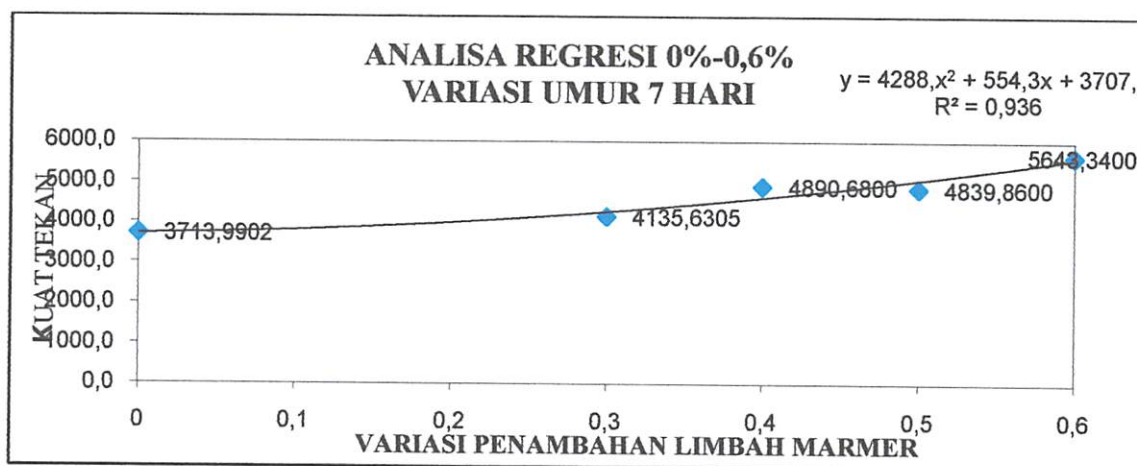
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.936$$

Grafik 5.13. Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.85. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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

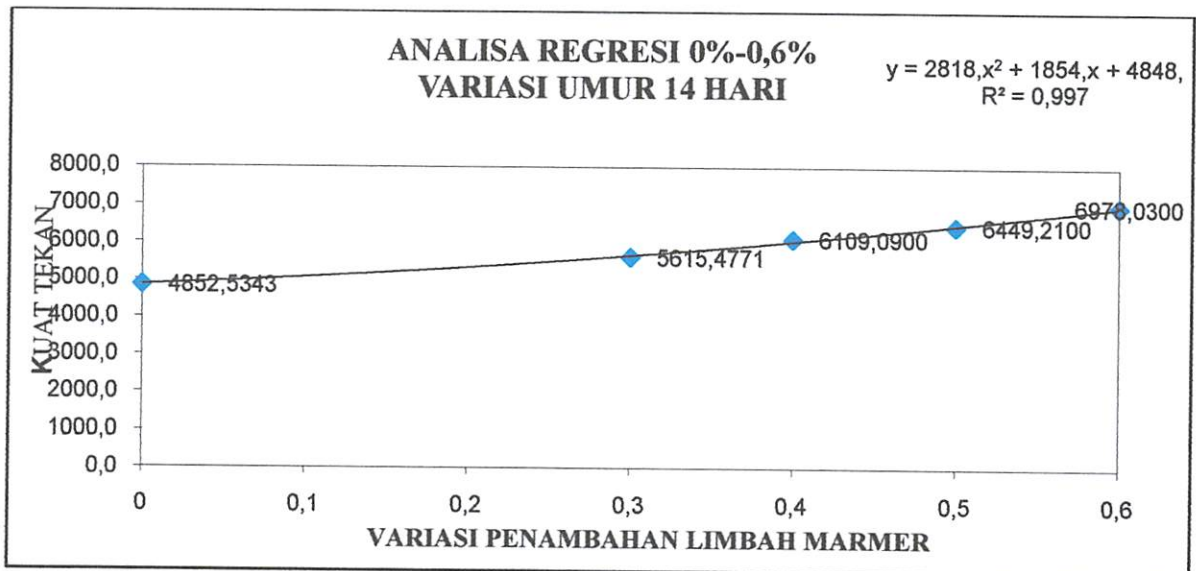
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.997$$

Grafik 5.14. Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.86. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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

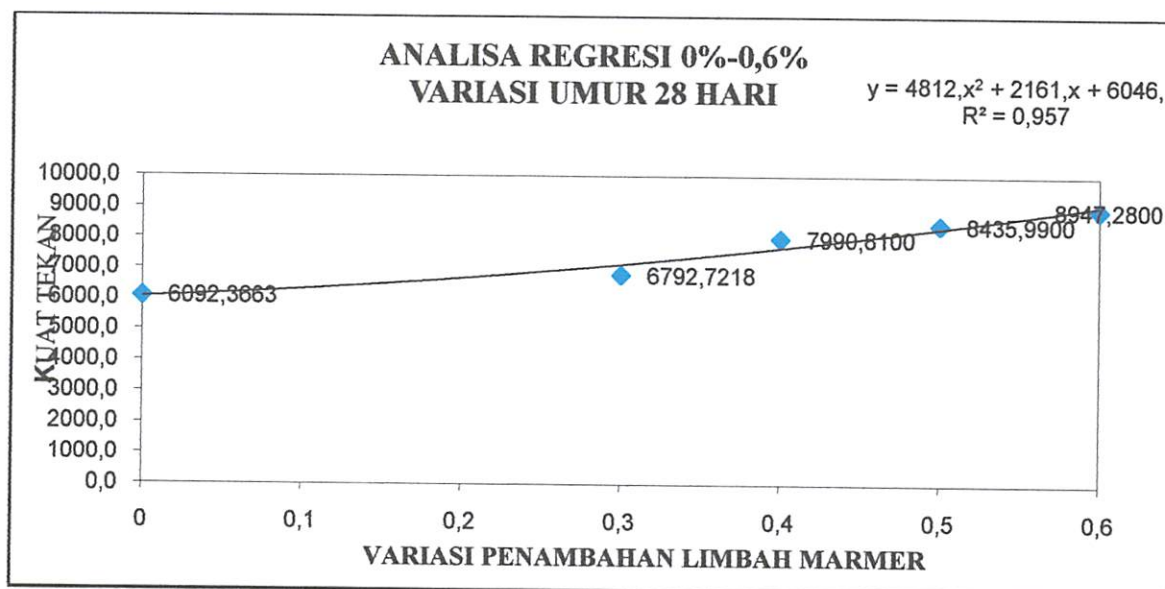
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.957$$

Grafik 5.15. Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.87. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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	11,32	0,16	0,064	0,026	4,526	1,811	128,05
4	0,5	11,58	0,25	0,125	0,063	5,792	2,896	134,19
5	0,6	11,66	0,36	0,216	0,130	6,994	4,196	135,86
Jmlh	2	61,46	0,860	0,432	0,226	20,707	9,921	769,02

Sumber : Data Hasil Penelitian

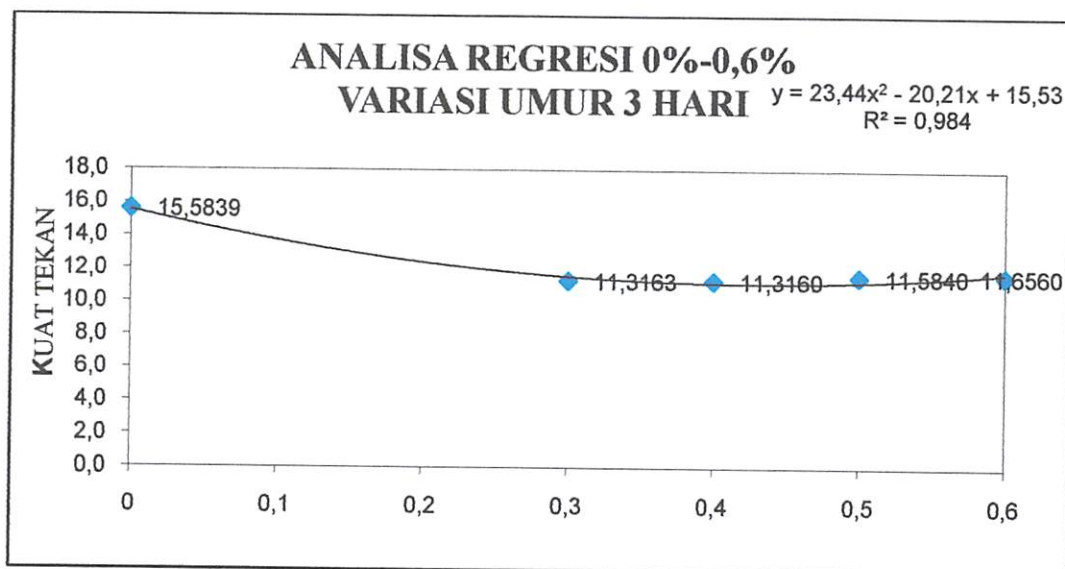
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,44 x^2 + 20,21 x + 15,53$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$

Grafik 5.16. Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.88. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
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	7,767	0,16	0,064	0,026	3,107	1,243	60,326
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	43,446	0,860	0,432	0,226	14,127	6,767	392,474

Sumber : Data Hasil Penelitian

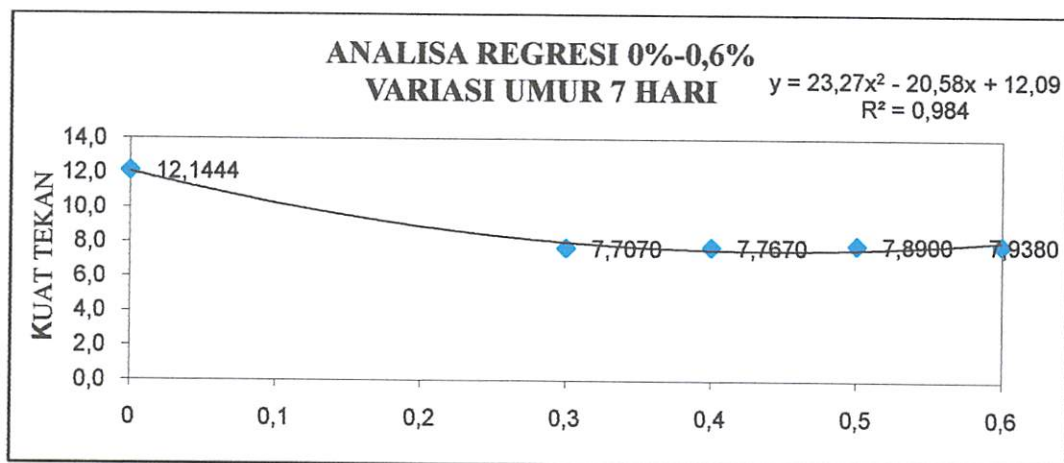
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,27 x^2 - 20,58 x + 12,09$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$

Grafik 5.17. Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.89. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	12,1019	0	0	0	0	0	146,456
2	0,3	7,6433	0,09	0,027	0,008	2,293	0,688	58,420
3	0,4	7,6430	0,16	0,064	0,026	3,057	1,223	58,415
4	0,5	7,8250	0,25	0,125	0,063	3,913	1,956	61,231
5	0,6	7,8730	0,36	0,216	0,130	4,724	2,834	61,984
Jmlh	25	43,0862	0,860	0,432	0,226	13,986	6,701	387,491

Sumber : Data Hasil Penelitian

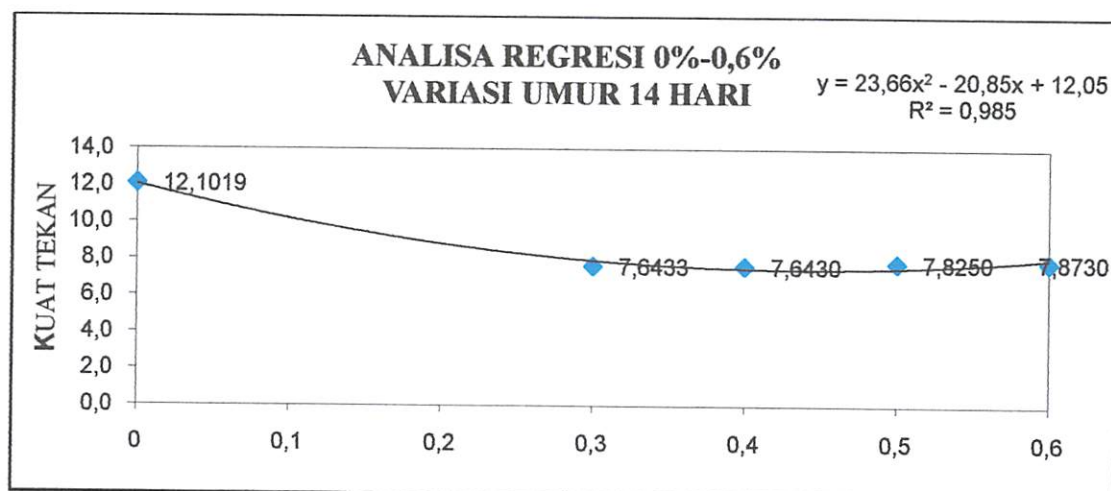
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,66 x^2 + 20,85 x + 12,05$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.985$$

Grafik 5.18. Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.90. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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	7,452	0,16	0,064	0,0256	2,981	1,192	55,532
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	42,180	0,860	0,432	0,226	13,635	6,533	372,504

Sumber : Data Hasil Penelitian

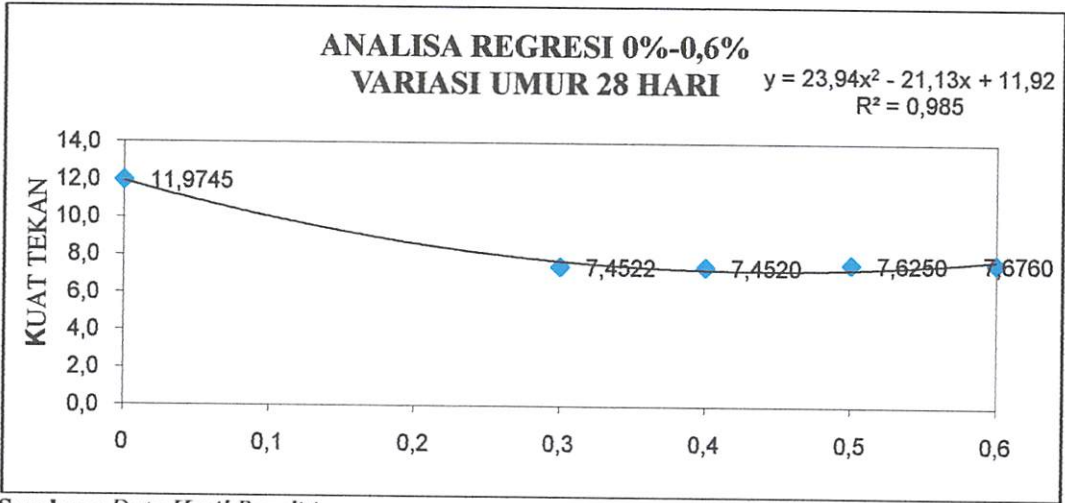
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 23,94 x^2 - 21,13 x + 11,92$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.985$$

Grafik 5.19. Analisa Regresi Porositas



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* 0,3% 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 Superplastisizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2% pada umur 3 hari sebesar 12,1720 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 10,6915 Mpa. Umur 7 hari sebesar 17,3262 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 14,9972 Mpa. Umur 14 hari sebesar 22,3549 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 18,9057 Mpa. Umur 28 hari sebesar 24,8980 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 21,0324 Mpa.

2. Kuat Tarik Belah.

Kuat tarik belah pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat *additive Superplastisizer* 0,3% dan

Retarder 0,2% ialah sebesar 2,7129 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 2,5714 Mpa.

3. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive *Superplastisizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2% ialah sebesar 4,4109 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 Superplastisizer* 0,3% dan *Retarder* 0,2% ialah untuk umur 3 hari sebesar 2312,9577 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 2081,8810 Mpa. Umur 7 hari sebesar 4135,6305 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 3713,9902 Mpa. Umur 14 hari sebesar 5615,4771 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 4852,5343 Mpa. Umur 28 hari sebesar 6792,7218 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 6092,3663 Mpa.

5. Porositas.

Pada porositas beton terjadi penurunan nilai porositasnya dikarenakan penambahan *additive Superplastisizer* 0,3% dan

Retarder 0,2% ialah untuk umur 3 hari sebesar 11,3163% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 15,5839%. Umur 7 hari sebesar 7,7070% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 12,1444%. Umur 14 hari sebesar 7,6433% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 12,1019%. Umur 28 hari sebesar 7,4522% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 11,9745%, ini dikarenakan beton yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-pori kecil dari pada tanpa bahan penambahan.

6.2 Saran

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

1. Untuk mengoptimalkan dan memudahkan dalam pengerjaan di laboratorium penulis berharap di sediakan tempat untuk pengeringan dan perendaman yang lebih besar.
2. Penulis berharap adanya pembaruan dan penambahan alat-alat laboratorium sehingga hasil yang di dapat lebih akurat.
3. Untuk hasil yang lebih optimal penulis juga berharap adanya perbaikan alat yang ada pada laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Anonim. 2007. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 11, no 2, juli 2007
- Anonim .2010.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>
- 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>
- Anonim. 2010. Pengaruh penggunaan *superplasticizer* tipe *polycarboxylate* dan *naphthalene* pada mortar segar dengan menggunakan semen local, diakses melalui <http://dewey.petra.ac.id>
- Anonim.2010.Rangkak repair mortar dengan bahan tambah *polymer*, di akses melalui http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkak-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html
- Amri, Syafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*, Jakarta, Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- As'at Pujiyanto, Tri Retno Y.S. Putro, dan Oktania Ariska.Beton mutu tinggi dengan *admixstur superplastiziser* dan *aditif silicafume*.Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURIYONO.2003. Penelitian awal mortar yang menggunakan *admixture* berupa *superplasticizer*, *polypropylene fiber* dan *styrenne butadienne rubber*. Universitas Kristen Petra.

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

Rubian dini R.S ,Rudi, dan putra adi perdana,Tegar, **Pengaruh penamabahan *additive accelerator* dan *retarder* terhadap thickening time dengan variasi temperature dan konsentrasi.** Universitas Islam Indonesia.

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.

LAMPIRAN



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.14/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

20 Desember 2010

Kepada Yth : Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Adam Aulia Purbawisesa

Nim : 05.21. 025

Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efffek 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



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

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.14/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Yosimson P. Manaha, 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 : Adam Aulia Purbawisesa
Nim : **05.21. 025**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efffek 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



Tembusan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ADAM AULIA P

(05.21.039)

Dosen Pembimbing : Ir.Bambang wedyantadji .MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
19/01 '11	- Rumusan Masalah sama, harus diganti - Beri Gambar pada penjelasan rumus (lengkapi gambar benda uji) - Langkah-langkah proses pengujian	
28/3 2011	- Batasan masalah sesuaikan dg rumusan dan Tujuan - Uji - tefan - Modulus Elastisitas gambarnya - Metodologi - Bagan Alir - Populasi benda uji mana - Data - Pengujian material di tempatkan di lampiran	
04/4 - 2011	- Batasan Masalah - Analisa perhitungan Betulkam	
08/4 - 2011	Susunan Sempurnakan	
02/05/2011	Grafik - Grafik lengkapi Susun Semua lengkap	
26-5-2011	cek & maju Semua Hasil	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. R. Adnan Supriatno No. 2

Malang 65125

Telp. (0341) 421431 (Hunting) Fax. (0341) 420018

LEMBAR ASISTENSI

BUKTI/DAFTAR ASISTENSI

ABDI ALIA P. (05.21.032)

Dosen Pembimbing: B. Hidayat (05.21.032)

Tanggal	Keterangan	Tanggal
	$0,43 \cdot WC^{1,5} \sqrt{f_c}$	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ADAM AULIA P

(05.21.025)

Dosen Pembimbing : Yosimson Manaha, ST, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
20/1-11	- pabaiti lagi Bab I selesai dg topik yg sdr ambil. * Cek Rumusan masalah & tujuan penelitian apa sdh selesai dg beringinian sdr? - Bab II cek lagi qbr? & teori yg dibutuhkan - Bab III lengkap dg refleksi? yg akan anda lakukan di lab dan setelah dari lab	
16/2-11	- Bab III lengkap dg gambar? ; qbr? alat atau benda yg akan dibuat di lab - pabaiti lagi bab IV (cek grafik? & nilai yg dipakai)	
18/2-11	- pabaiti lagi bab V, cek lit. Ec dan Ec teoritis, tabel? - sempurnakan Bab V	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ADAM AULIA P

(05.21.025)

Dosen Pembimbing : Yosimson P manaha ST,MT.

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
23/3-11	- Bab III, Metode yg di buat yg lengkap sesuai prosedur Sblm Lab & selama di Lab. - Berapa ukuran Agregat kasar yg dipakai, apakah sdh sesuai dg hit mix design. - Cek lagi Ec & Ec teoritis kop tdk sama atau hampir sama?	
16/4-11	- Cek lagi Ec & Ec teoritis berikan rumus & yg lengkap. (Apa alasan saudara, Ec dan Ec teoritis berbeda jauh)	
08/6/11	- Nilai E praktes di cek lagi - Bagaimana cara mengukur Regangan di Lab. - Cek text lab. & Enya. terhadap E teoritis.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ADAM AULIA P

(05.21.025)

Dosen Pembimbing : Yosimson p. manaha ST.,MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
24/6-11	- Cek lagi fur- Pa Bab. 5.1.4. - Cek lagi saran saudara - Cek lagi isi abstrak - Capa saja isinya abstrak - Cek utaran penulisan)	
14/7-11.	- Cek lagi Saran Saudara - Abstrak Cek lagi kata & kuncinya - Sececa penulisan yg menggunakan Bahasa Asing di buat miring. → mulai dari judul!	
19/7-11	Dapat Maju Seminar + hasil.	



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Penelitian

Nama : Abu Auliz P.

NIM : 05.21.025

Hari / tanggal : Rabu / 18/8/11

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Abstraksi, kurang :
- teori / dasar teori
- Metode yg digunakan.

dan penulisan daftar pustaka
- Campiran, foto / gambar penelitian :

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, 19-8- 2011
Dosen Pembahas

[Signature]

Malang, 19-8- 2011
Dosen Pembahas

[Signature]

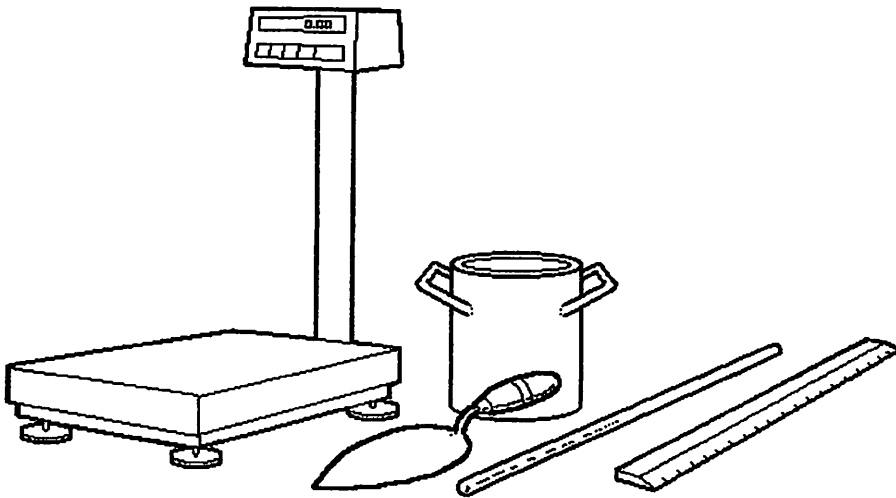
1) Pemeriksaan Berat Isi

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

Berat isi = $\frac{W_3}{V}$ (kg/cm³)

Dimana : V = isi wadah (cm³)

W₃ = 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 (cm ³)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1.419	1.413	1.439	1.479	1.499	1.48
F.	Berat isi rata-rata (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 (cm ³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1.606	1.603	1.596	1.643	1.62	1.623
F.	Berat isi rata-rata (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 ³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1.153	1.21	1.203	1.26	1.236	1.233
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)	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/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,6016 kg/cm³
- c. Semen = 1,189 kg/cm³

2. Berat isi padat

- a. Agregat kasar Batu pecah = 1,486 kg/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,629 kg/cm³
- c. Semen = 1,243 kg/cm³

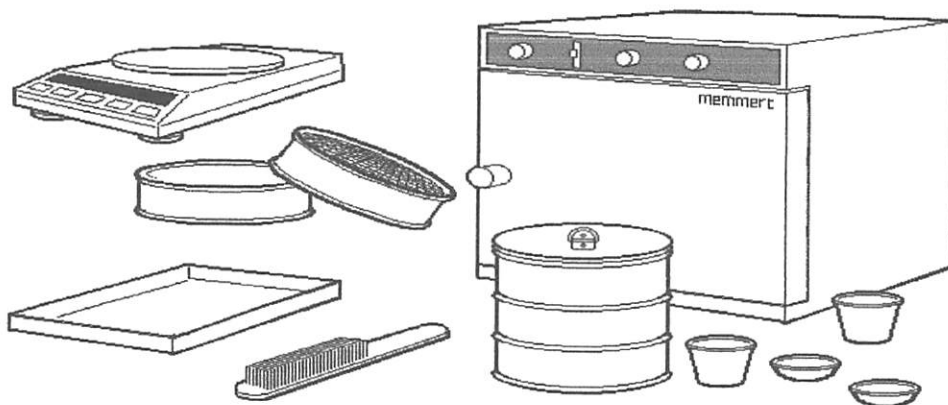
2) Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
- c. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- d. Alat penggetar saringan (*shieve shaker*).
- e. Talam-talam.
- f. Kuas, sikat kuning, sendok
- g. 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

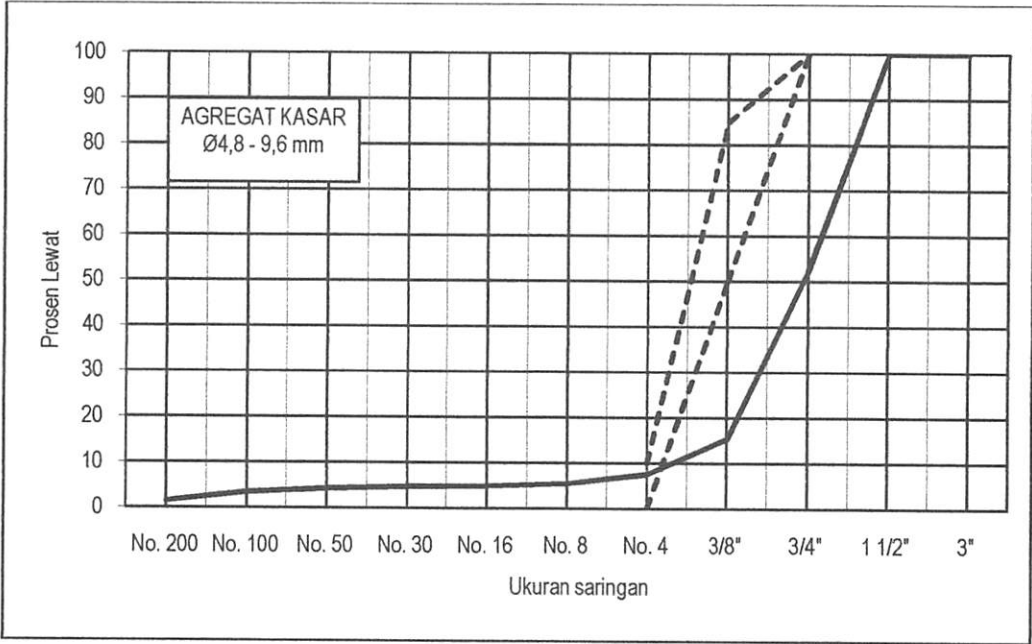
- Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 1.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah

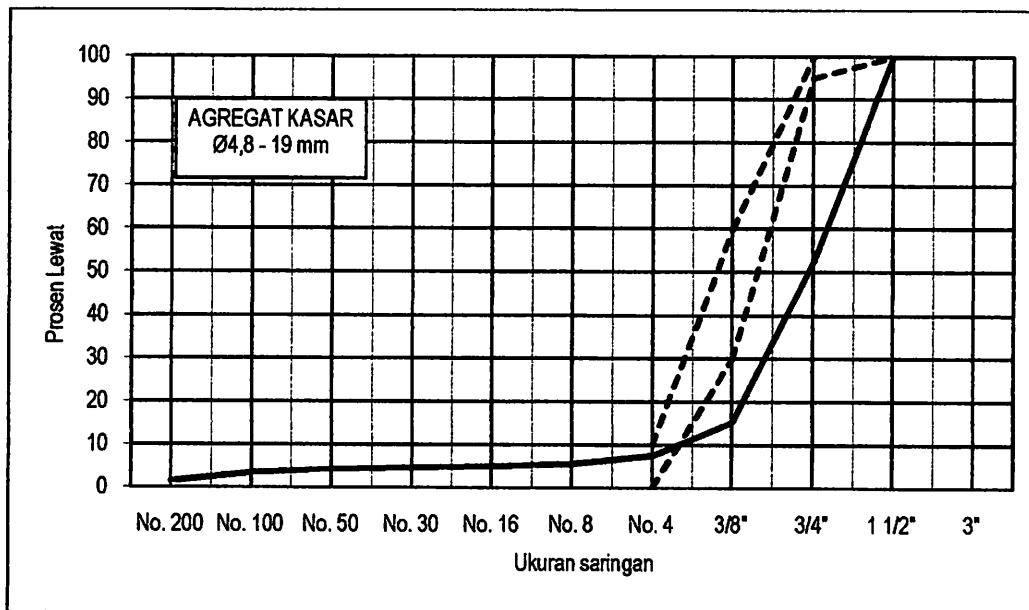
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	13420	55.39	55.39	44.61
9.6 mm (3/8")	10380	42.85	98.24	1.76
4.75 mm (No. 4)	219	0.90	99.14	0.86
2.36 mm (No. 8)	55.5	0.23	99.37	0.63
1.18 mm (No. 16)	15.6	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



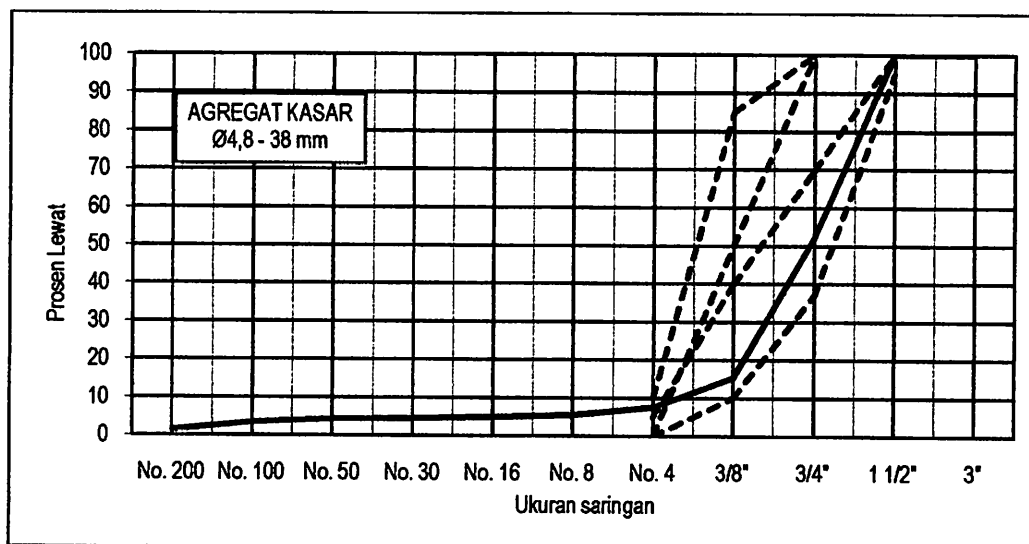
Grafik 1.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



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

Sumber : Data Hasil Penelitian



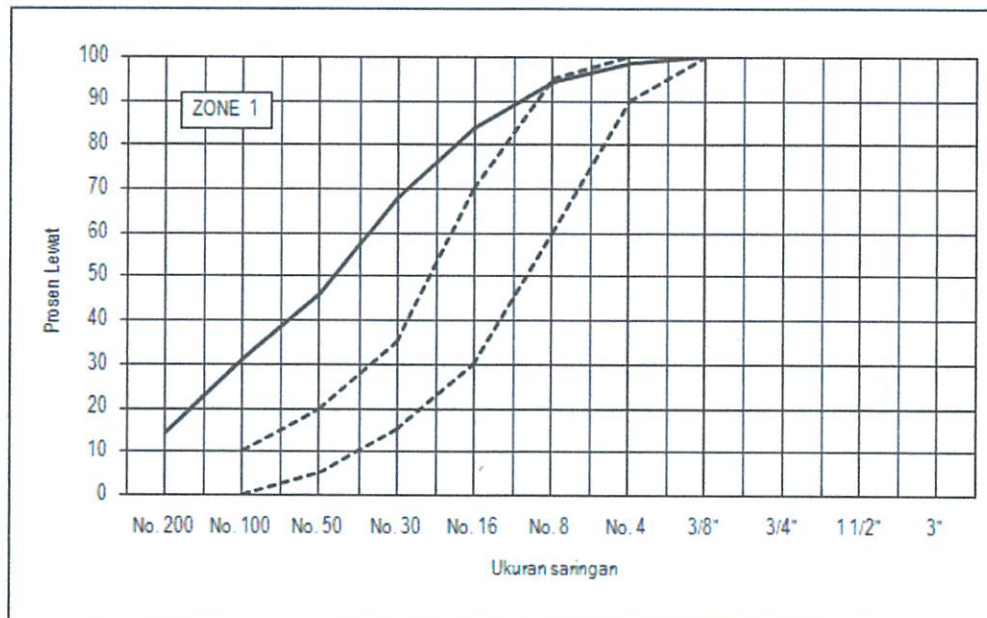
Grafik 1.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

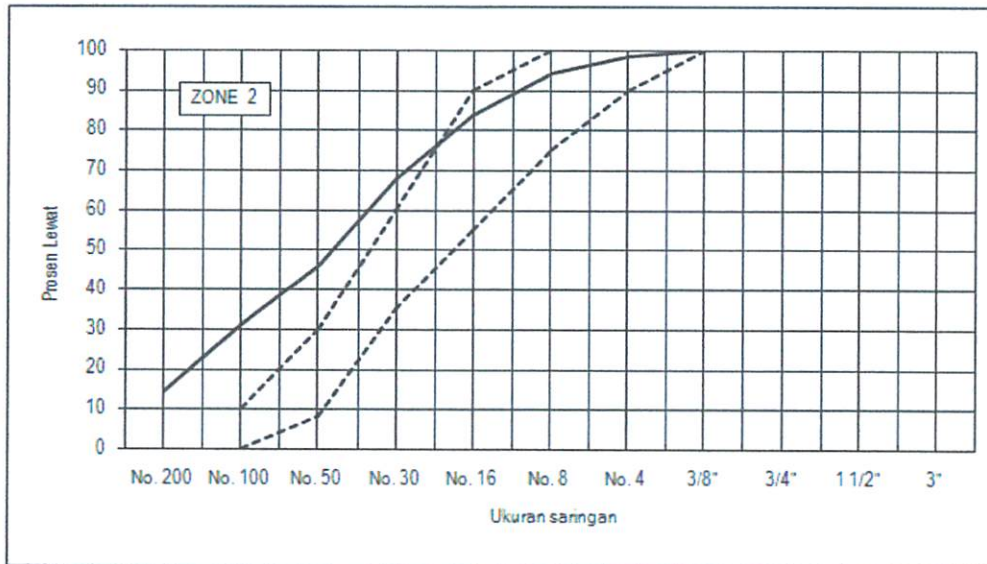
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76
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



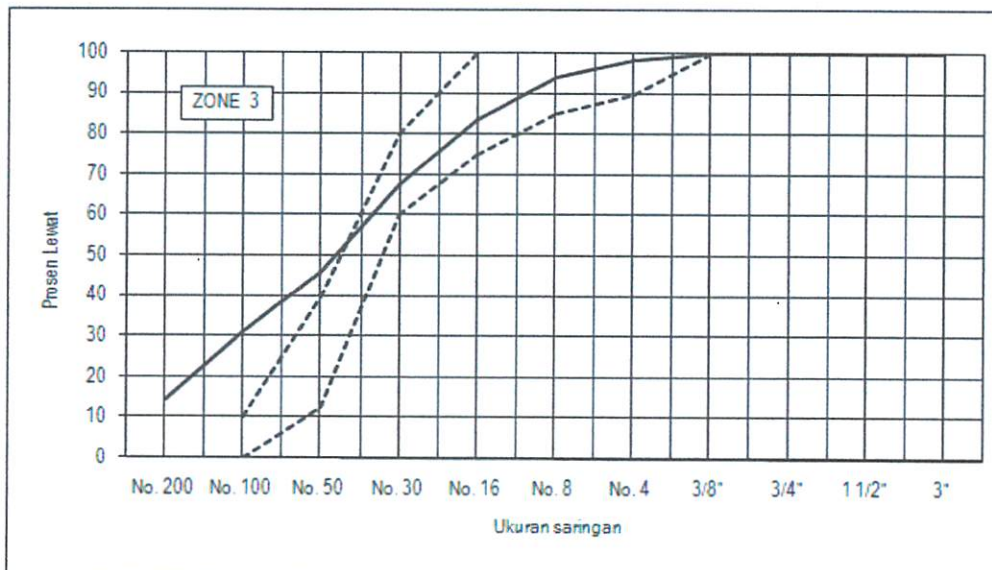
Grafik 1.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

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

F. 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

3) Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

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

Tabel 1.7. Warna Standart

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

E. Catatan

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

F. Hasil Penelitian

Warna cairan NaOH 3 % yang didiamkan selama 24 jam untuk pasir berwarna **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 ($< 5 \%$).

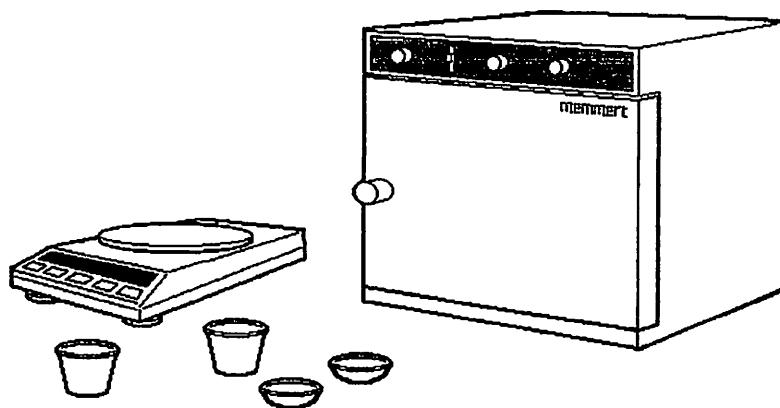
5) Pemeriksaan Kadar Air Agregat

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

W_3 = berat contoh semula (gram)

W_5 = berat contoh kering (gram)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 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

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

B_k = berat contoh kering oven

B_a = berat contoh di dalam air

F. Tabel Perhitungan

Tabel 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	2.67
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.69	2.72	2.71
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.69	2.72	2.78
Penyerapan (absorbsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	1.51	1.46	1.48

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

- a. Berat jenis (*bulk*) = 2,67
- b. Berat jenis SSD = 2,71
- c. Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,78
- d. Penyerapan (absorbsi) = 1.48 %

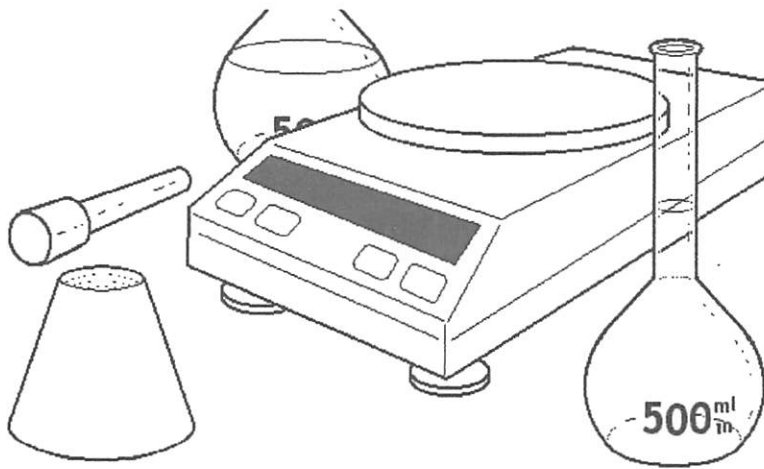
7) Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

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°C

B_t = berat piknometer + contoh SSD + air (25°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	2.64
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2.65	2.66	2.66
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2.73	2.77	2.75
Penyerapan (absorbsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	201.67	202.25	201.96

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 (absorbsi) = 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

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

dicuci bersih, dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 ±5)°C sampai berat menjadi tetap.

Kemudian timbang dengan ketelitian 5 gram.

D. Perhitungan

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



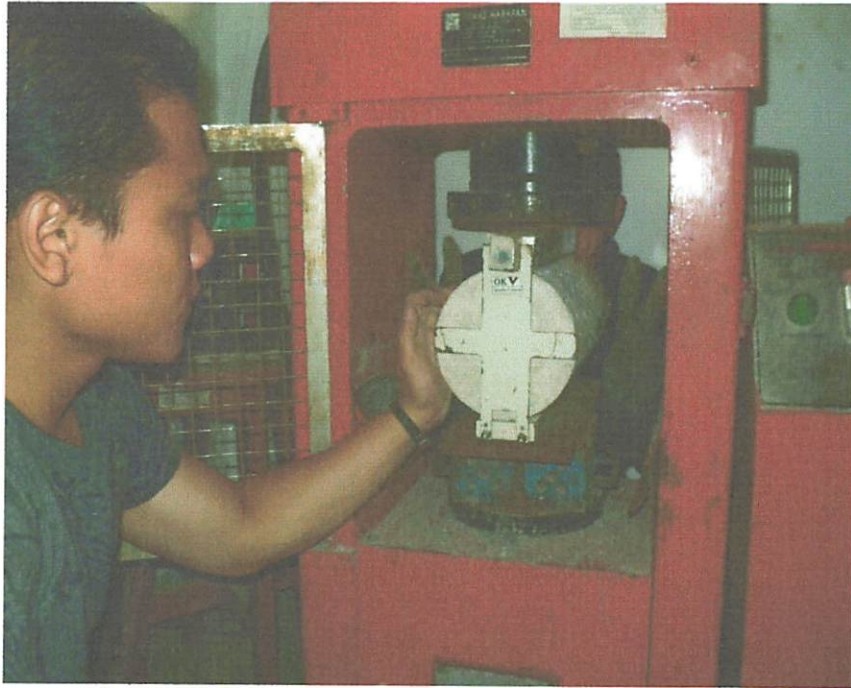
Beton dengan Campuran Additive



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