

SKRIPSI

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



Disusun oleh :

**EKO INDRA WAHYU P.H.
05.21.035**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

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

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

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

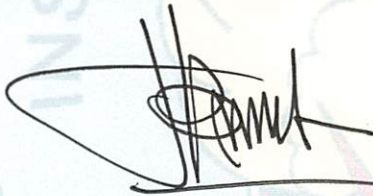
EKO INDRA WAHYU P.H.

05. 21. 035

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Eding Iskak Imananto, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. H. Hirijanto, MT)

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

2011

LEMBAR PENGESAHAN

EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTICIZER* 0,3% DAN
ACCELERATOR 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 : 24 Agustus 2011

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

Disusun Oleh :

EKO INDRA WAHYU P.H.

05. 21. 035


Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

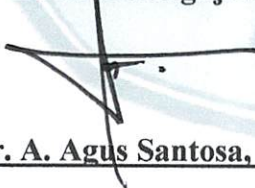
Sekretaris



(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 : **EKO INDRA WAHYU P.H.**

Nim : **05. 21. 035**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

“Efek Proporsi *Additive Superplasticizer* 0,3% Dan *Accelerator* 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, Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL



80645AAF878254904

ENAM RIBU RUPIAH

6000

DJP

(EKO INDRA WAHYU P.H.)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTICIZER* 0,3% DAN *ACCELERATOR* 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN PADA VARIASI UMUR BETON”**

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

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

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

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

Malang, 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,3% DAN ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”. Eko Indra Wahyu P.H.

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Eding Iskak Imananto, MT, 2011

Kata Kunci : Beton Mutu Sedang, Zat *additive Superplasticizer* dan *Accelerator*, Sifat Mekanis dan Fisik Beton

Tuntutan pembangunan pada bangunan-bangunan beton modern, akan membuat semakin meningkat dan bervariasi tuntutan kinerja yang di inginkan. Umumnya tuntutan akan kekuatan-kekuatan yang menjadi indikator utama mutu beton. Beton sendiri merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan konstruksi beton di semua jenis bangunan. Perkembangan teknologi menuntut adanya beton dengan kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan dan juga ekonomis.

Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif tentang penggunaan zat *additive Superplasticizer* dan *Accelerator* sebagai bahan tambahan terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas dan workabilitas beton 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.

Maanfaat penelitian adalah diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat *additive Superplasticizer* dan *Accelerator*. Juga memberikan informasi tentang perbandingan kekuatan pada variasi umur beton.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan tambahan zat *additive Superplasticizer* dan *Accelerator* berpengaruh terhadap peningkatkan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat *additive Superplasticizer* 0,3% dan *Accelerator* 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 17,07%, yakni dari 10,6915 MPa menjadi 12,8916 MPa, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 19,66%, yakni dari 14,9972 MPa menjadi 18,6679 MPa, untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 21,60%, yakni dari 18,9057 MPa menjadi 24,1134 MPa, untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 21,82%, yakni dari 21,0324 MPa menjadi 26,9036 MPa. 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.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR NOTASI	xx
DAFTAR GAMBAR	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Batasan Penelitian.....	5
1.7. Hipotesa Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pengertian Beton.....	7

2.2. Material Pembentuk Beton.....	7
2.2.1 Semen.....	8
2.2.2 Agregat Halus (Pasir).....	9
2.2.3 Agregat Kasar (Kerikil)	9
2.2.4 Air	10
2.3. Bahan Campuran Untuk Beton	10
2.3.1 High Range Water Reducing Sikament LN (HRWR) ..	10
2.3.2 Accelerator.....	11
2.4. Sifat Mekanis Beton	12
2.4.1 Kuat Tekan	12
2.4.2 Kuat Tarik Belah	15
2.4.3 Kuat Tarik Lentur	16
2.4.4 Modulus Elastisitas	17
2.5. Sifat Fisik Beton	19
2.5.1 Porositas.....	19
2.5.2 Workabilitas.....	20
2.6. Analisa Varian dua Arah.....	21
2.7. Pengujian Interval Kepercayaan	22
2.8. Pengertian Hipotesis	23
2.8.1 Hipotesis Penelitian	24
2.9. Analisa Regresi.....	26
2.10. Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30

3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2.	Metode Penelitian	30
3.3.	Populasi dan Sampel	30
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	32
3.5.	Sub Bab	35
3.6.	Metode Pengumpulan Data	37
3.7.	Teknik Analisa Data	37
BAB IV	PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN	41
4.1.	Perhitungan Komposisi Campuran Beton	41
4.1.1.	Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI.....	41
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Bahan	50
4.2.1.	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan /m ³	50
4.3.	Pelaksanaan Campuran Beton	53
4.3.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)	53
4.3.2.	Uji Slum Beton	54
4.3.3.	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	55
4.3.4.	Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Tarik Lentur Beton.....	59
4.3.5.	Pengujian Porositas	63
4.3.6.	Pengujian Modulus Elastisitas	64
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	96
5.1.4.	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	99
5.1.5.	Hasil Pengujian Porositas	104
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan	108
5.2.1.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	108
5.2.2.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah	114
5.2.3.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	119
5.2.4.	Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas	123
5.2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan Porositas	128
5.3.	Pengujian Hipotesis	132
5.3.1.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari	132
5.3.2.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari	135
5.3.3.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari	138
5.3.4.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari	141
5.3.5.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 Hari	144

5.3.6. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	147
5.3.7. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 3 Hari	150
5.3.8. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 7 Hari	153
5.3.9. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 14 Hari	156
5.3.10. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	159
5.3.11. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 3 Hari	162
5.3.12. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 7 Hari	165
5.3.13. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 14 Hari	168
5.3.14. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	171
5.4. Perbandingan Dan Pembahasan	174
5.4.1 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14	
dan 28 hari.....	174
5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari....	176
5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari ..	177

5.4.4	Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3,7,14 dan 28 hari	178
5.4.5	Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur 3,7,14 dan 28.....	180
5.5.	Workabilitas.....	182
5.6.	Analisa Regresi	183
5.6.1	Analisa Regresi.....	183
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	199
6.1.	Kesimpulan	199
6.2.	Saran	201

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Populasi dan Sampel Benda Uji	31
Tabel 4.1	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	42
Tabel 4.2	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	43
Tabel 4.3	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	44
Tabel 4.4	Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	45
Tabel 4.5	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	50
Tabel 4.6	Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar	52
Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Tanpa Penambahan	71
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	74
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan	77
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	80
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan	83
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%	86

Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Tanpa Penambahan.....	89
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%	92
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	95
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton.....	98
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	102
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari.....	102
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari.....	103
Tabel 5.14	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari.....	103
Tabel 5.15	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari	106
Tabel 5.16	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari	106
Tabel 5.17	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari	107
Tabel 5.18	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari	107
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan	108
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.....	110

Tabel 5.22	Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	111
Tabel 5.23	Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Dengan Bahan Tambahan	112
Tabel 5.24	Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	113
Tabel 5.25	Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan	114
Tabel 5.26	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan.....	115
Tabel 5.27	Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan.....	116
Tabel 5.28	Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	116
Tabel 5.29	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%	117
Tabel 5.30	Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	118
Tabel 5.31	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan.....	119
Tabel 5.32	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan .	120
Tabel 5.33	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	120

Tabel 5.34	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	121
Tabel 5.35	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan..... Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	122
Tabel 5.36	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	122
Tabel 5.37	Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan.....	123
Tabel 5.38	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	124
Tabel 5.39	Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	125
Tabel 5.40	Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	125
Tabel 5.41	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	126
Tabel 5.42	Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	127
Tabel 5.43	Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan	128
Tabel 5.44	Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan.....	129
Tabel 5.45	Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	129

Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	130
Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2%.....	131
Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,3% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	131
Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	132
Tabel 5.50 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	134
Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	135
Tabel 5.52 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	137
Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	138
Tabel 5.54 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	140
Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	141
Tabel 5.56 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	143
Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	144
Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah.....	146

Tabel 5.59	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	147
Tabel 5.60	Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur	149
Tabel 5.61	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	150
Tabel 5.62	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	152
Tabel 5.63	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	153
Tabel 5.64	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	155
Tabel 5.65	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	156
Tabel 5.66	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	158
Tabel 5.67	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	159
Tabel 5.68	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	161
Tabel 5.69	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	162
Tabel 5.70	Analisa Varian untuk Porositas.....	164
Tabel 5.71	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	165
Tabel 5.72	Analisa Varian untuk Porositas.....	167
Tabel 5.73	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	168

Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas.....	170
Tabel 5.75 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	171
Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas.....	173
Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 3 Hari.....	183
Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 7 Hari	186
Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 14 Hari.....	187
Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 28 Hari.....	188
Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah Variansi Umur 28 Hari.....	189
Tabel 5.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Lentur Variansi Umur 28 Hari	190
Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 3 Hari	191
Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 7 Hari	192
Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 14 Hari	193

Tabel 5.86 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus	
Elastisitas Variasi Umur 28 Hari	194
Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 3 Hari	195
Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 7 Hari	196
Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 14 Hari	197
Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 28 Hari	198

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	43
Grafik 4.2	Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm	46
Grafik 4.3	Perkiraan berat jenis beton segar	47
Grafik 5.1	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Kuat Tekan Beton	175
Grafik 5.2	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Belah Beton.....	176
Grafik 5.3	Hubungan Antara Variasi Umur Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton.....	177
Grafik 5.4	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Modulus Elastisitas Beton.	179
Grafik 5.5	Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Porositas Beton	181
Grafik 5.6	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari.....	185
Grafik 5.7	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari.....	186
Grafik 5.8	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari	187
Grafik 5.9	Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari.....	188
Grafik 5.10	Analisa Regresi Kuat Tarik Belah	189
Grafik 5.11	Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur	190
Grafik 5.12	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari ...	191
Grafik 5.13	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari ...	192
Grafik 5.14	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari.	193
Grafik 5.15	Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari	194

Grafik 5.16 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	195
Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari	196
Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari	197
Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari	198

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 (cm ³)
V benda uji	= Volume benda uji (cm ³ , dimana : 1ml = 1cm ³)
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	14
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm	15
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	16
Gambar 2.4	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm	17
Gambar 3.1	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik Lentur	31
Gambar 3.2	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Belah.....	31
Gambar 3.3	Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	35
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test.....	54
Gambar 4.2	Alat Uji Kuat Tekan	59
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm.....	61
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	62
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

tahap pencetakan dan perawatan (*curing*) beton yang dicetak. Pembangunan struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi di Jepang mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan 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 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 sehubungan dengan pemakaian beton sebagai bahan bangunan sangat bervariasi, seperti waktu pengikatan yang kurang, tingkat kelecakan yang tinggi dan efisiensi pemakaian semen tanpa mengurangi kekuatan. Kemajuan di bidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Baik pada pembangunan perumahan, gedung-gedung, jembatan, bendungan, jalan raya, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Sulitnya pengerjaan dan tuntutan waktu pembangunan sering kali mengalami hambatan. Sehingga untuk mengatasinya, diperlukan additive yang mampu mempercepat proses pengerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku beton setelah ditambahkan dengan admixture yang mempunyai sifat sebagai accelerator, plasticizer dan sekaligus water reducer.

Dari alasan di atas, penyusun mengadakan suatu penelitian dengan SUPERPLASTICIZER dan ACCELERATOR sebagai bahan tambahan ke dalam campuran beton yang merupakan suatu jawaban terhadap pembangunan dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICISER 0,3% DAN**

ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Apakah penggunaan dengan bahan tambahan Superplasticizer dan accelerator 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 accelerator pada variasi umur 3,7,14, dan 28 hari

1.4 Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan dengan tambahan additive superplasticizer dan accelerator terhadap sifat fisik dan mekanis.
2. Mengetahui besar peningkatan kekuatan beton 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 accelerator.
2. Memberikan informasi tentang perbandingan kekuatan pada variasi umur beton.

1.6 Batasan penelitian

1. Pengujian superplastisiser dan accelerator mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14, dan 28 hari.
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.

Merumuskan hipotesa

- $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$, berarti secara bersama-sama tidak ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.
- $H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$, berarti secara bersama-sama ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari

- Terjadi perubahan additive accelerator jika dicampur karena sifat accelerator adalah sebagai mempercepat proses pengerasan semen
- Terjadi perubahan superplastisizer dan accelerator jika di campur karena sifat superplastisizer adalah sebagai Penggunaan *water reducer* (*superplstisizer*) bertujuan unntuk 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
- Accelerator : PT Sika, Surabaya

b. Variasi Campuran :

- Beton dengan tanpa campuran additive 0%
- Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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)

2.2 Material Pembentuk Beton

2.2.1 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.

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 (SiO₂) 19% - 25%
- Alumina (Al₂O₃) 3% - 8%
- Oksida Besi (Fe₂O₃) 1% - 5%
- Oksida Magnesium (MgO) dibatasi sampai dengan 4%

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

2.2.2 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.

2.2.3 Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pecahan batu. Pada umumnya yang di maksud dengan kerikil adalah butiran-butiran mineral yang harus dapat melalui ayakan

berlubang persegi 76 mm dan tertinggal atas ayakan berlubang persegi 5 mm. Sedangkan yang dimaksud dengan batu pecah adalah butiran-bitiran mineral dipecah dari batu alam, yang dapat melalui ayakan berlubang 76 mm dan tertinggal atas ayakan berlubang persegi 2 mm. sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat 1.(Anonim, (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)).

2.2.4 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.

2.3 Bahan campuran tertentu / suplemen beberapa macam-macam bahan campuran untuk beton yang beredar

2.3.1 High Range water Reducing Sikament LN

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.

Spesifikasi :

Type : Napthalene

Formaldehyde

Sulphonate

Colour : Dark Brown

Specific : LN – 1,19 kg/lit (30 °C)

2.3.2 Accelerator

Umumnya, *accelerator* jarang digunakan sebagai bahan tambahan kimia pada beton mutu tinggi. *Accelerator* mempunyai peran mempercepat pengerasan, di mana pembukaan bekisting perlu dilakukan lebih awal. Akan tetapi, penggunaannya dapat mempengaruhi pencapaian kekuatan beton pada kemudian hari.

2.4 Sifat Mekanis Beton

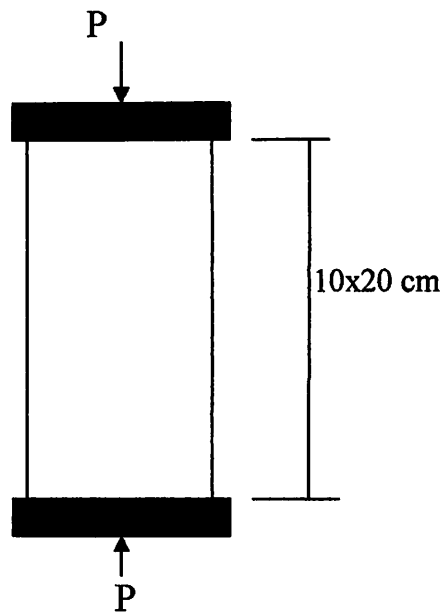
2.4.1 Kuat tekan Beton

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 x150 x 600mm.
3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnnya memenuhi dua syarat yang diberikan, nilai-nilainya sebagai berikut :
 - a. Nilai rata-rata dari hasil benda uji (terdiri dari empat pasangan benda uji) tidak kurang dari ($f^c + 0.82s$), dengan s adalah standar defiasi.
 - b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85f^c$



Gambar 2.1 : Uji Kuat Tekan Silinder 10 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)

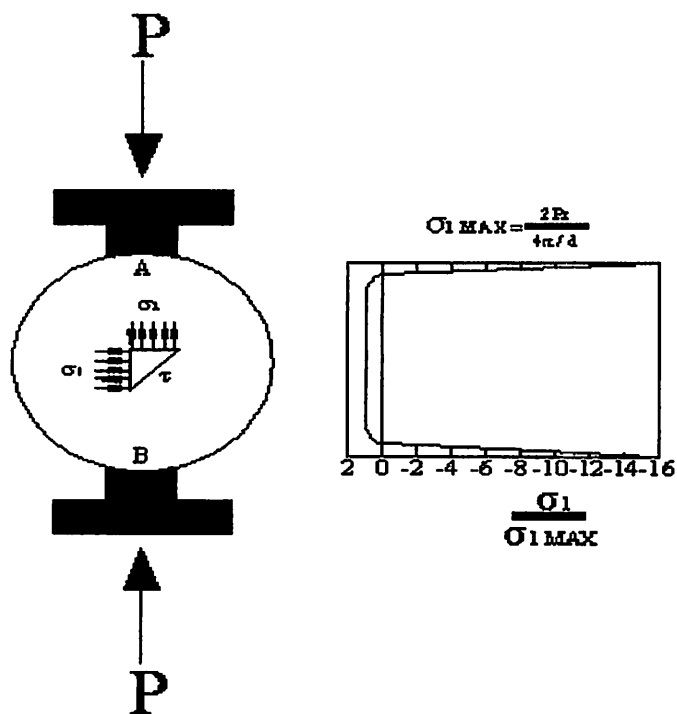
P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

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

2.4.2 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)

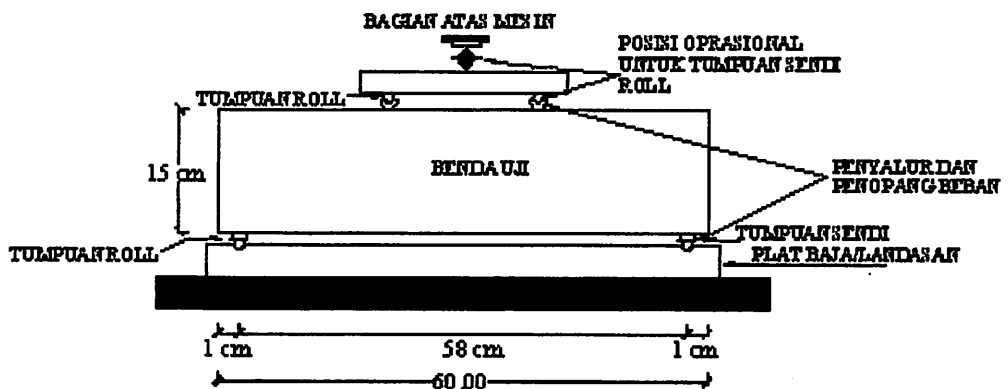
d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

2.4.3 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 :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

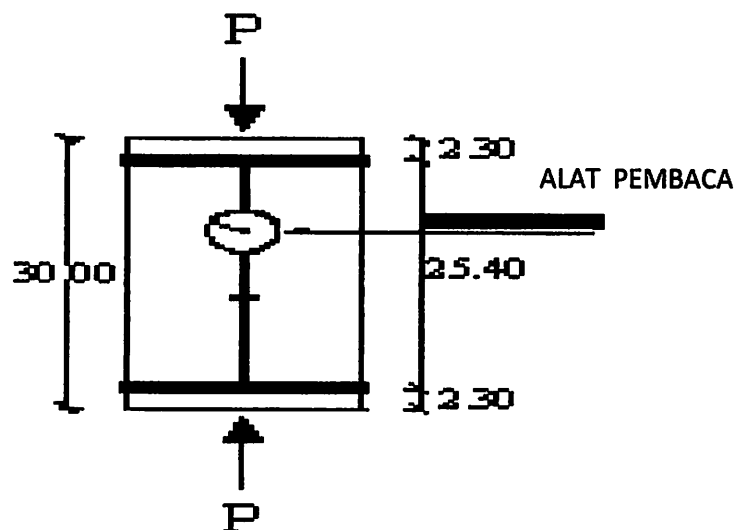
b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

2.4.4 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 Rengangan 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 banda 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)

2.5 Sifat Fisik Beton

2.5.1 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)

$$= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_{jAir}}$$

- 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)

Wa = 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)

2.5.2 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)

2.6 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.

Menghitung nilai F :

F hitung untuk perlakuan yang digunakan untuk menguji hipotesis :

H_0 = semua nilai rata-rata perlakuan sama

H_1 = minimal dua dari rata-rata perlakuan berbeda

$$F_p - \text{hitung} = \frac{KRP}{KRG}$$

Derajat bebas untuk mencari nilai F kritik atau F-tabel ($F[\alpha, (ab-1), (ab(m-1))]$) adalah :

- pembilang (numerator) = $ab - 1$ [garis horisontal pada tabel F]
- penyebut (denominator) = $ab(m - 1)$ [garis vertikal pada tabel F]

2.7 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.

2.8 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 : $H_a : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

2.8.1 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.

Tabel F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat.

Langkah-langkah / urutan menguji hipotesa dengan distribusi F

1. Merumuskan hipotesa

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$, berarti secara bersama-sama tidak ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

$H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$, berarti secara bersama-sama ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

2. Menentukan taraf nyata / level of significance = α

Taraf nyata / derajat keyakinan yang digunakan sebesar $\alpha = 1\%$, 5% , 10% .

Derajat bebas (df) dalam distribusi F ada dua, yaitu :

$$df \text{ numerator} = df_n = df_1 = k - 1$$

$$df \text{ denominator} = df_d = df_2 = n - 1$$

Dimana :

df = degree of freedom/ derajat kebebasan

n = jumlah sampel

k = banyaknya koefisien regresi

3. Menentukan daerah keputusan, yaitu daerah dimana hipotesa nol diterima atau tidak.

H_0 diterima apabila $F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$, artinya semua variabel bebas secara bersama-sama bukan merupakan variabel penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

Ho ditolak apabila $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$, artinya semua variabel bebas secara bersama-sama merupakan variabel penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

4. Menentukan uji statistic nilai F

Bentuk distribusi F selalu bernilai positif



5. Mengambil keputusan

Keputusan bisa menolak Ho atau menerima Ho menerima Ha.

Nilai F tabel yang diperoleh dibanding dengan nilai F hitung apabila F hitung lebih besar dari F tabel, maka ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara variabel independen dengan variabel dependen.

2.9 Analisa regresi

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

Analisis regresi merupakan salah satu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut Independent Variabel (variabel bebas) dan variabel yang dipengaruhi disebut

Dependent Variabel (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.

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{\sqrt{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \sqrt{n \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2}} \\
 &= \frac{8(17.416) - (413)(292)}{\sqrt{8(25.189) - (413)^2} \sqrt{8(12.120) - (292)^2}} \\
 &= 0,98 \\
 r^2 &= (0,98)^2 = 0,96 = 96\%
 \end{aligned}$$

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan superplasticizer yang dilakukan oleh Chandra A; Suryono S.Y. dari Universitas Kristen Petra (2003) dengan judul “Penelitian awal mortar yang menggunakan admixture berupa superplasticizer, polypropylene fiber dan styrenne butadienne rubber” Dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil analisa data yang dilakukan diketahui beberapa properties, seperti compressive strength, yang terkecil 5.78 MPa, sedangkan yang terbesar 17.19 Mpa, tensile strength yang terkecil 0.392 MPa, sedangkan yang terbesar 1.871 MPa, shrinkage yang terkecil 0.34 mm, sedangkan yang terbesar 0.83 mm, density yang terkecil 1.75 gr/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/m³.s, sedangkan yang terbesar 17.25 ml/m³.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 Dini R.R .R.S dan Perdana T.P.A sebagai Tugas akhir dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ADDITIVE ACCELERATOR DAN RETARDER TERHADAP THICKENING TIME DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI”** Dan hasil penelitian menunjukkan parameter yang perlu diperhatikan dalam proses penyemenan adalah lamanya waktu semen masih dapat dipompakan atau thickening time, dimana thickening time ini tidak boleh melebihi lamanya proses pemompaan semen, karena jika semen mengeras sebelum waktu 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 accelerator untuk memperlambat proses pengeringan.

Penelitian tentang pengaruh penambahan supeplasticizer tipe p dan n yang di lakukan oleh pemilik website dewey.petra.ac.id dengan judul **“Pengaruh penggunaan superplasticizer tipe polycarboxylate dan naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen local”** 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.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

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

3.2 Metode Penelitian

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

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

3.3 Populasi dan Sampel

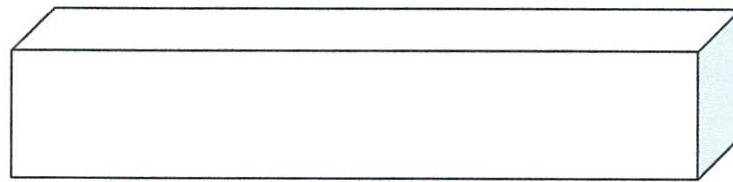
Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini benda uji keseluruhan dapat disebut Populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari

anggota populasi disebut sampel. Ditentukan variasi campuran dan jumlah sampel

(benda uji) sebagai berikut :

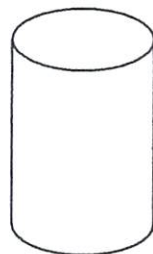
Tabel 3.1. Populasi dan Sampel Benda Uji

Perlakuan	Kuat Tekan	Tarik Belah	Tarik Lentur	Modulus Elastisitas	Porositas
Beton Tanpa Tambahan	Silinder 10x20 15 buah	Silinder 15x30 3 buah	Balok 15x15x60 3 buah	Silinder 15x30 5 buah	Silinder 10x20 3 buah
Beton Dengan Tambahan Additive	Silinder 10x20 15 buah	Silinder 15x30 3 buah	Balok 15x15x60 3 buah	Silinder 15x30 5 buah	Silinder 10x20 3 buah



balok 15 x 15 x 60

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 I (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
- Accelerator : PT Sika, Surabaya

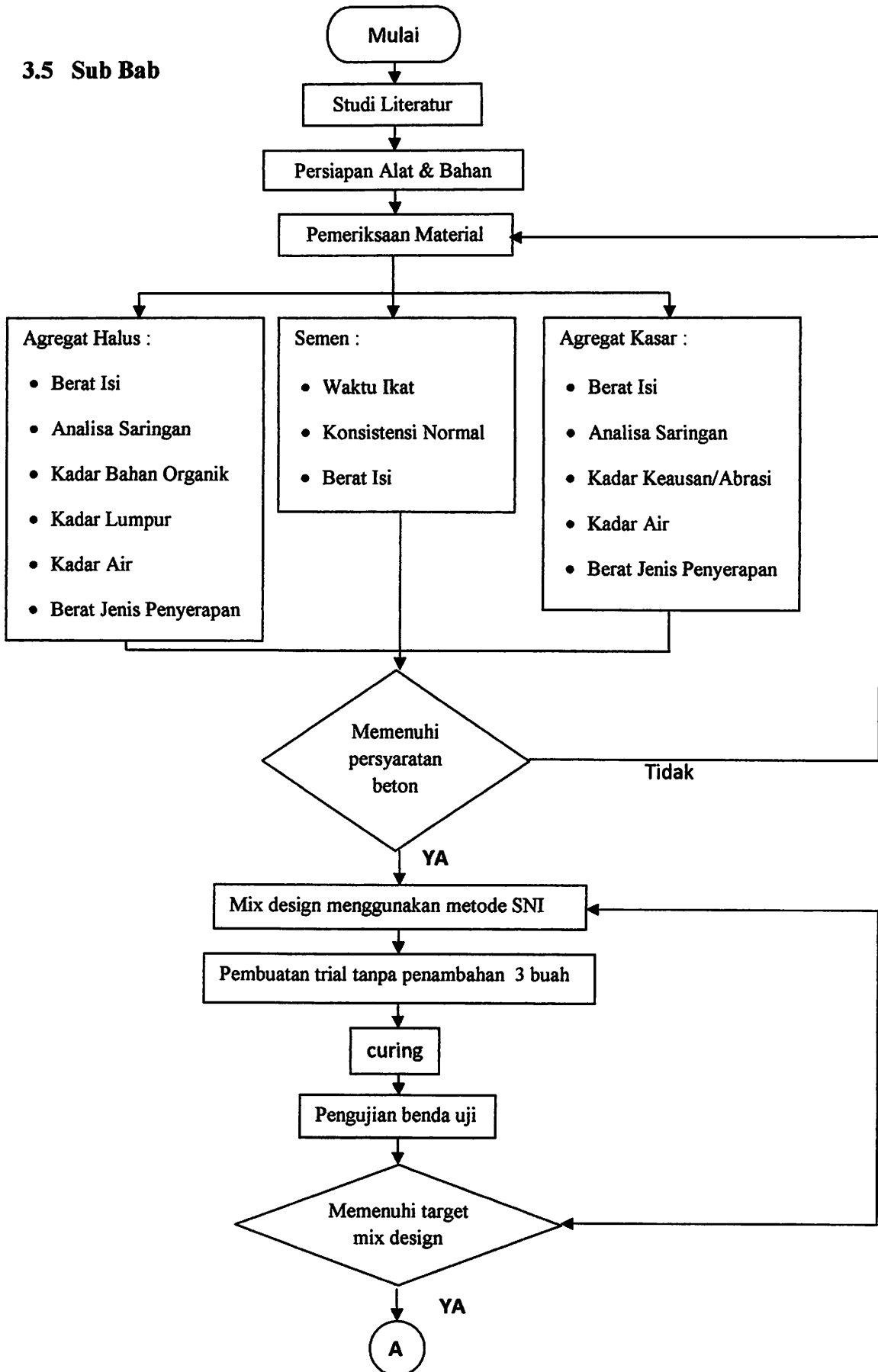
b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

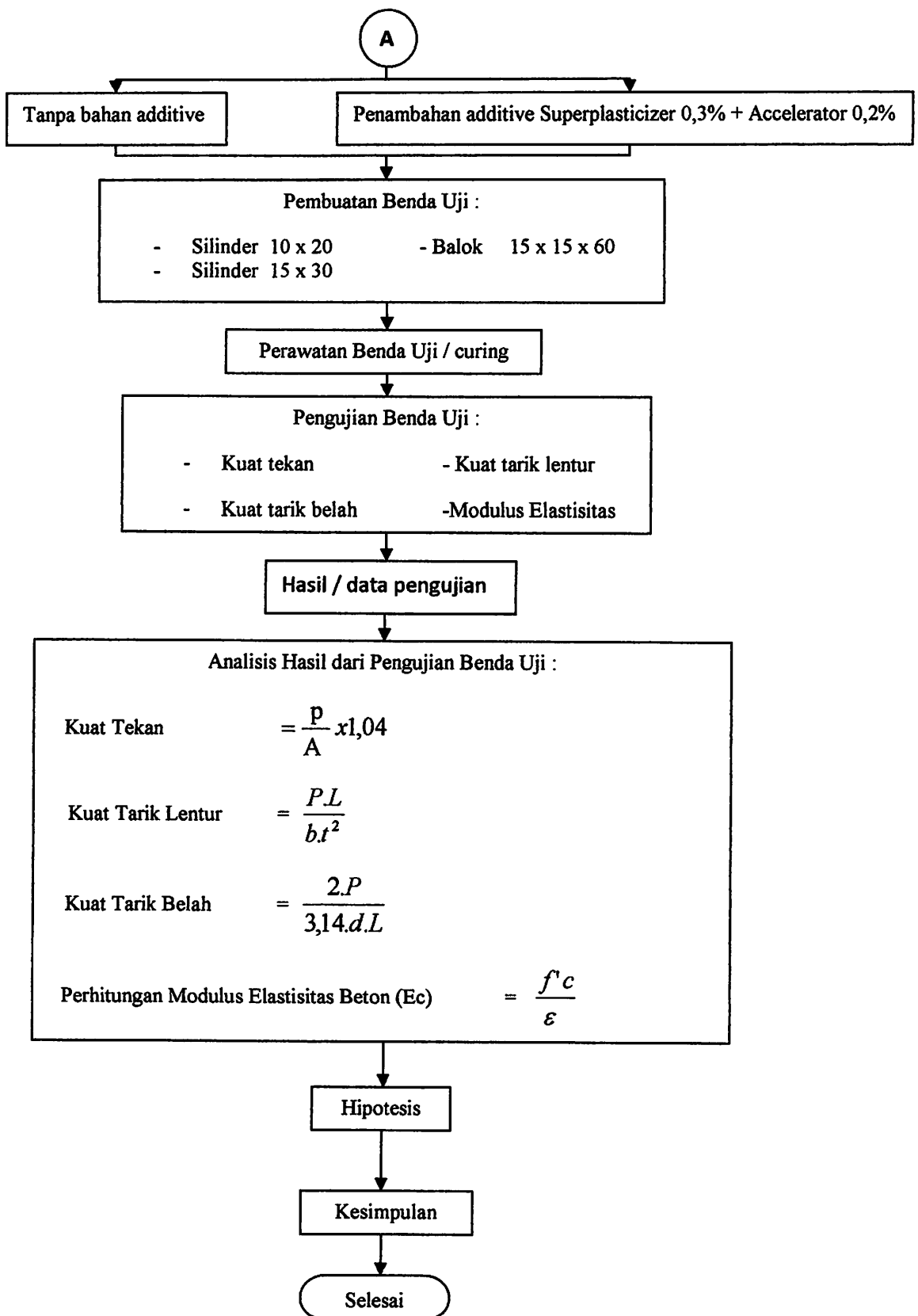
- Satu set saringan 76.2 mm (3"); 53.5 mm (2.5"); 35.5 mm (1"); 19.5 mm (3/4"); 12.5 mm (1/2"); 9.5 mm (3/8"); No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 (Standart ASTM).
- Neraca analitik kapasitas maksimum 200 gr dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh, berikut satu set timbangan terdiri dari 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.

3.5 Sub Bab





Gambar 3.3 : Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian

3.6 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.

3.7 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.

Regresi data menguji data pengaruh signifikan atau tidak dengan menggunakan uji F dan Uji T, besarnya pengaruh konstanta a, b, pengaruh dari penggunaan variasi yang mempengaruhi regresi terbesar.

Analisa regresi berganda (*Multivariate Regression*) merupakan suatu model dimana variabel terikat tergantung pada dua atau lebih variabel bebas. Analisis ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas/ independen terhadap variabel terikat.

Analisis regresi berganda dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Dimana :

Y = variable tak bebas / terikat

X = variabel-variabel bebas

a = konstanta (intersept)

b = koefisien regresi / nilai parameter

Pengujian Hipotesis Distribusi T Pada Model Regresi Berganda

Uji t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat. Tujuan dari uji t adalah untuk menguji koefisien regresi secara individual.

- Hipotesa Nol = H_0

H_0 adalah satu pernyataan mengenai nilai parameter populasi. H_0 merupakan hipotesis statistik yang akan diuji hipotesis nihil.

- Hipotesa alternatif = H_a

H_a adalah satu pernyataan yang diterima jika data sampel memberikan cukup bukti bahwa hipotesa nol adalah salah.

Langkah-langkah / urutan menguji hipotesa dengan distribusi t

1. Merumuskan hipotesa

$H_0 : \beta_i = 0$, artinya variabel bebas bukan merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

$H_a : \beta_i \neq 0$, artinya variabel bebas merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

2. Menentukan taraf nyata / level of significance = α

Taraf nyata / derajat keyakinan yang digunakan sebesar $\alpha = 1\%, 5\%, 10\%$, dengan : $df = n - k$

Dimana :

df = degree of freedom/ derajat kebebasan

n = jumlah sampel

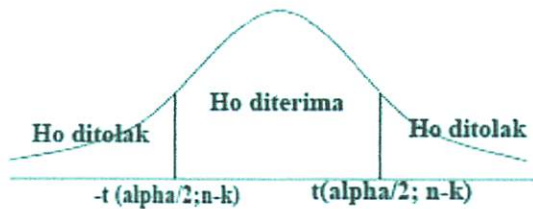
k = banyaknya koefisien regresi + konstanta

3. Menentukan daerah keputusan, yaitu daerah dimana hipotesa nol diterima atau tidak.

Untuk mengetahui kebenaran hipotesis digunakan criteria sebagai berikut.

H_0 diterima apabila $-t(\alpha/2; n-k) \leq t \text{ hitung} \leq t(\alpha/2; n-k)$, artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_0 ditolak apabila $t \text{ hitung} > t(\alpha/2; n-k)$ atau $-t \text{ hitung} < -t(\alpha/2; n-k)$, artinya ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.



4. Menentukan uji statistik (Rule of the test)

5. Mengambil keputusan

Keputusan bisa menolak H_0 atau menerima H_0 .

Nilai t tabel yang diperoleh dibandingkan nilai t hitung, bila t hitung lebih besar dari t tabel, maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independent berpengaruh pada variabel dependent.

Apabila t hitung lebih kecil dari t tabel, maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independent tidak berpengaruh terhadap variabel dependent.

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.1.1 Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI

- Data – data hasil test material

- Berat isi agregat halus = 1,42 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,60 gr/cm³
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Max agregat size = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,68 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1.26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD

1. Kekuatan tekan karakteristik = 20 MPa = 20 N/mm²

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

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

Tabel 4.1: Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

3. Faktor margin = 1,34 x Deviasi Standart
 = 1,34 x 6,00 = 8,04 MPa(persamaan 1)
 = 2.33 x Deviasi Standart – 3,5
 = 2,33 x 6 – 3,5 = 10,480 MPa.....(persamaan 2)

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

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

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

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

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

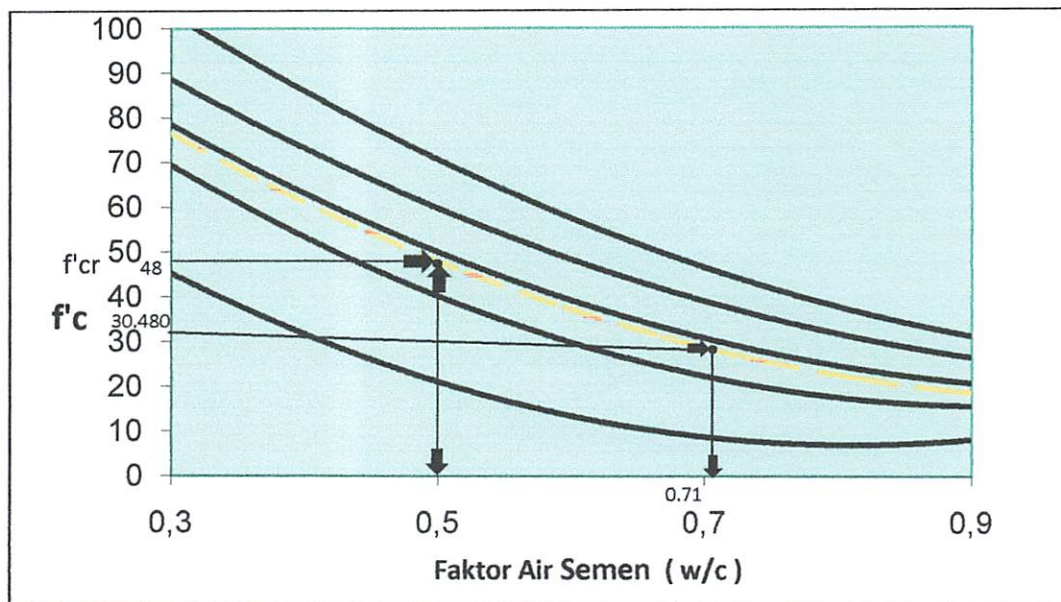
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

7. Faktor air semen (W/C) :

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1 : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

Dari grafik 4.1 diperoleh dengan $f'c = 30,48 \text{ MPa}$

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

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

8. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.3 : Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut beton (mm)				
	Ringan	25	20	20	20
Sedang	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	40	30	25
Sangat buruk	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,65	0,60	0,55	0.50	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (MPa)	30	35	40	45	50

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c maksimum pada tabel 4.3 yaitu = 0,45

9. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan : terkecil antara Faktor air semen (W/C) (no.7) dan Faktor air semen maksimum (no.8) adalah 0,5
10. Slump rencana = 25 – 50 mm
11. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no $\frac{3}{4}$ / 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 : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 4.4 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas 195 mm

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

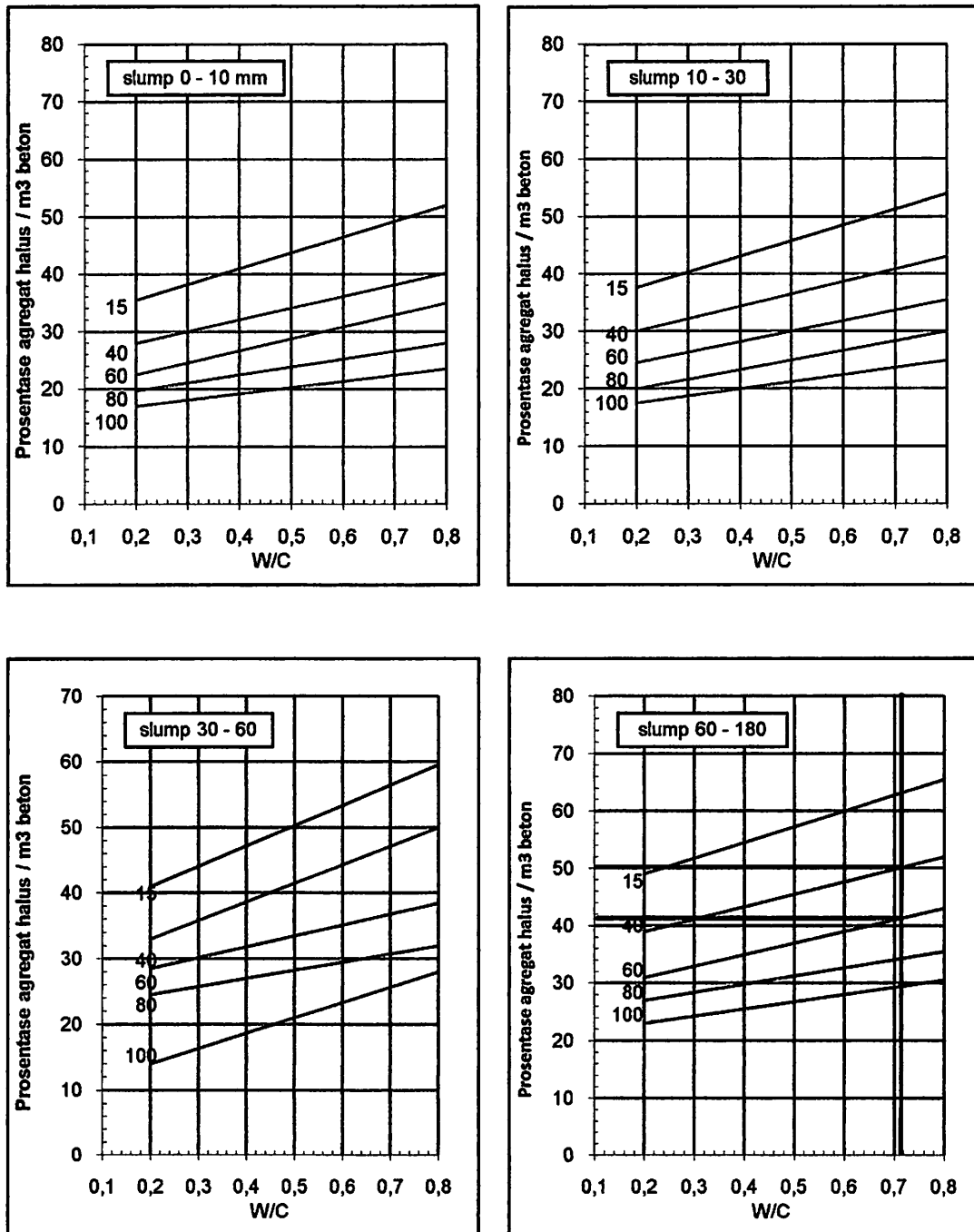
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.3 dengan w/c maksimum 0,45 diperoleh jumlah semen minimum 400 kg/m³

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.

Dengan menggunakan 4 grafik

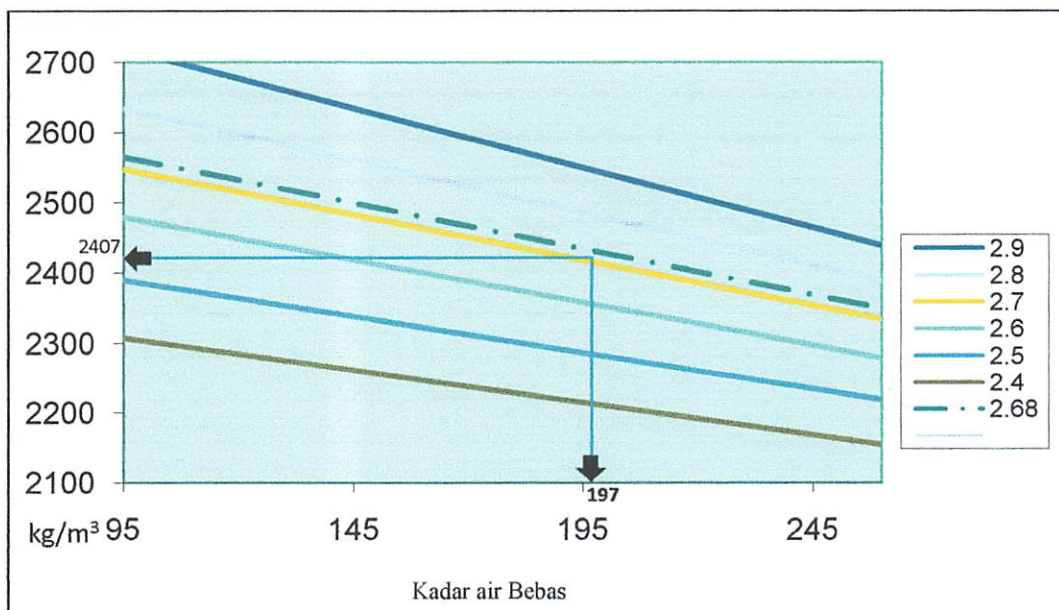


Grafik 4. 2. : Penentuan Presentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

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 :
 - = Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)
 - + Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)
 - /100 %
 - = $((45,95)(2,66) + (54,05)(2,71))/100$
 - = 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
 = Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – jumlah semen yang di rencanakan (n0.12)
 = $(2407)-(196,8997)-(277,3235) = 1932,7768 \text{ kg/m}^3$
22. Jumlah agregat halus :
 = $\frac{\text{Proporsi agregat halus (no:15) x jumlah total agregat (no 21)}}{100}$
 = $\frac{45,00 \times 1932,7768}{100}$
 = $869,74 \text{ kg/m}^3$
23. Jumlah agregat kasar
 = $\frac{\text{Proporsi agregat kasar (no:17) x jumlah total agregat (no.21)}}{100}$
 = $\frac{55,00 \times 1932,7768}{100}$
 = $1063,03 \text{ kg/m}^3$
24. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 3,68 %
25. Kadar air agregat kasar (asli): sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,26 %
26. Kadar air agregat halus (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 4,59 %

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

28. Kelebihan air dalam agregat halus

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

29. Kelebihan air dalam agregat kasar

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

30. Jumlah agregat halus

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

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

4.2.1 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 98 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 72 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 23 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 3 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:

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

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

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

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

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 tabel dibawah ini:

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

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

BERAT ADDITIVE

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

Superplasticizer 0.3% * Accelerator 0.2%
silinder 15*30

	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	ACCELERATOR
semen	277,32	0,0064	1,7633	3	5,2900	0,30%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0064	5,4822	3	16,4465	1,59%	1,06%
agregat kasar	1057,36	0,0064	6,7232	3	20,1697	17,4729	12,6749
air	198,35	0,0064	1,2612	3	3,7836		

silinder 10*20

	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	ACCELERATOR
semen	277,32	0,0019	0,5225	12	6,2697	0,30%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0019	1,6243	12	19,4922	1,88%	1,25%
agregat kasar	1057,36	0,0019	1,9921	12	23,9048	20,7087	15,0221
air	198,35	0,0019	0,3737	12	4,4843		

balok 15*15*60

	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	ACCELERATOR
semen	277,32	0,0162	4,4926	1	4,4926	0,30%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0162	13,9673	1	13,9673	1,35%	0,90%
agregat kasar	1057,36	0,0162	17,1292	1	17,1292	14,8390	10,7642
air	198,35	0,0162	3,2133	1	3,2133		

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.3 Pelaksanaan Campuran Beton

4.3.1 Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

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

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

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

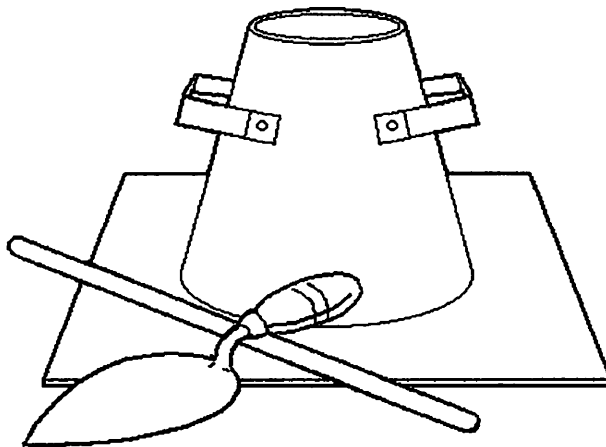
4.3.2 Uji Slump Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4.1 : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
- b. Letakkan cetakan di atas pelat.
- c. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.
- d. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat; tunggu selama setengah menit, dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar di sekitar cetakan harus dibersihkan.
- e. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- f. Balikkan cetakan dan letakkan di samping benda uji.
- g. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.

4.3.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

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

sebagai bahan campuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

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

C. Prosedur Pelaksanaan

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

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

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

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

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

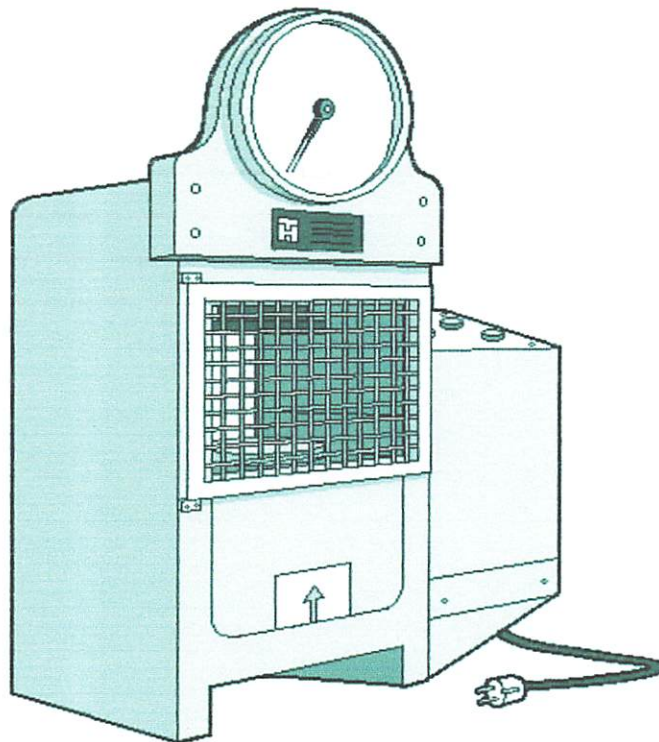
4.3.4 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : Alat Uji Kuat Tekan

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

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

- Dimana :
- $f'c$ = Tegangan hancur (MPa)
 - P = beban maksimum (N)
 - A = Luas penampang benda uji (mm^2)
 - 1,04 = Faktor konversi benda uji silinder 100 x 200 mm ke silinder 150 mm x 300 mm.

C. Pengujian

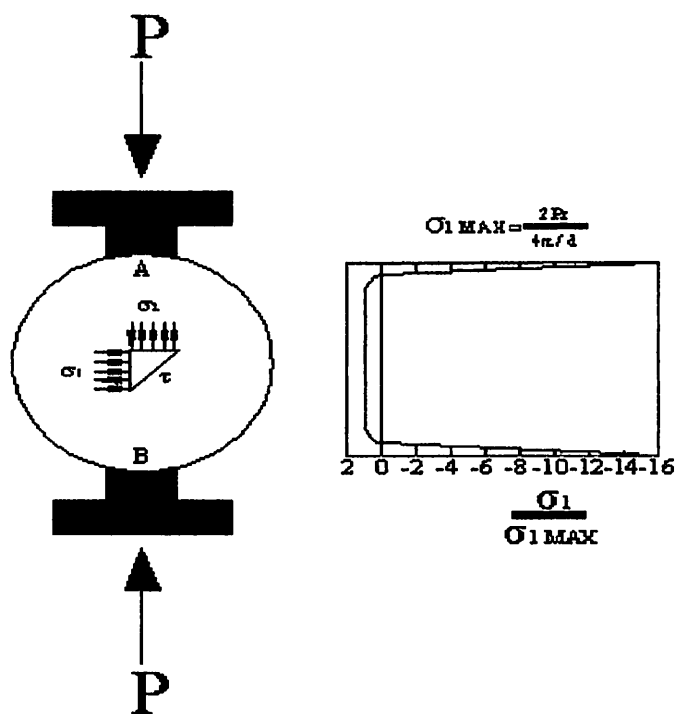
a. Kuat Tekan Beton :

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



Gambar 4.3 : Uji Tarik Belah Silinder

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

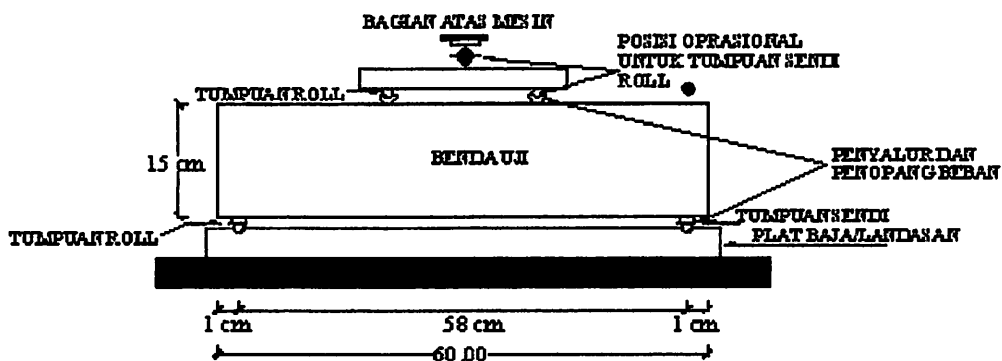
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Lentur :

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



Gambar 4.4 : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

4.3.5 Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

- a. Benda uji yang telah mencapai umur tertentu, diredam dalam bak peredam selama 24 jam.
- b. Benda uji diambil dari peredaman kemudian dilab dengan kain dan ditimbang serta dicatat beratnya.

- c. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven dengan suhu 110 ± 5 °C 24 jam.
- d. Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya.

4.3.6 Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

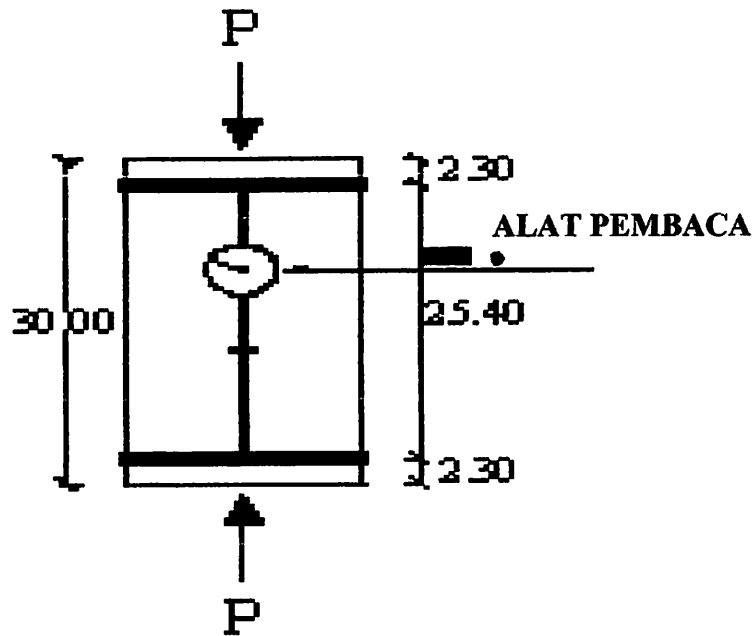
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

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



Gambar 4.5 : Uji Modulus Elastisitas

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Rengangan Beton (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 banda 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)

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

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

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

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

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

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

$$= 15,2357 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

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

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

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 3 hari tanpa penambahan**

~ 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 :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{6,0262}{15 - 1}} \\
 &= 1,6402 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 0,6561 \times 1,16 = 0,7611 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 8,9648 - (1,34 \times 0,7611) = 7,9449 \text{ MPa} \dots\dots\dots(\text{persamaan 1})$$

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 10,6915 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**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	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,697	70000	9,2739		0,0956		
2	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,745	70000	9,2739		0,0956		
3	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,802	70000	9,2739		0,0956		
4	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,746	55000	7,2866		2,8161		
5	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,711	75000	9,9363		0,9439		
6	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,806	60000	7,9490		1,0317		
7	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,681	65000	8,6115		0,1248		
8	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,770	70000	9,2739	8,9648	0,0956	0,7611	10,6915
9	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,688	70000	9,2739		0,0956		
10	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,686	70000	9,2739		0,0956		
11	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,864	70000	9,2739		0,0956		
12	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,620	70000	9,2739		0,0956		
13	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,755	65000	8,6115		0,1248		
14	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,662	70000	9,2739		0,0956		
15	03/12/2010	06/12/2010	3	Silinder 10x20	3,711	65000	8,6115		0,1248		
JUMLAH							134,4713		6,0262		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 3 hari dengan penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{178,8535}{15} \\
 &= 11,9236 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{12,2864}{15-1}} \\
 &= 0,9368 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 0,9368 \times 1,16 = 1,0867 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 11,9236 - (1,34 \times 1,0867) = 10,4674 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 11,9236 - (2,33 \times 1,0867) + 3,5 = 12,8916 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 12,8916 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 2 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 3 hari
superplasticizer 0,3 % + accelerator 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	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,774	95000	12,5860		0,4388		
2	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,823	90000	11,9236		0,0000		
3	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,881	95000	12,5860		0,4388		
4	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,824	75000	9,9363		3,9492		
5	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,788	95000	12,5860		0,4388		
6	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,885	75000	9,9363		3,9492		
7	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,757	85000	11,2611		0,4388		
8	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,849	95000	12,5860	11,9236	0,4388	1,0867	12,8916
9	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,764	95000	12,5860		0,4388		
10	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,762	95000	12,5860		0,4388		
11	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,945	90000	11,9236		0,0000		
12	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,695	95000	12,5860		0,4388		
13	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,833	85000	11,2611		0,4388		
14	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,738	95000	12,5860		0,4388		
15	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	3,788	90000	11,9236		0,0000		
JUMLAH							178,8535		12,2864		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 7 hari tanpa penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

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

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{19,1902}{15-1}} \\
 &= 1,1708 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 1,1708 \times 1,16 = 1,3581 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 14,6616 - (1,34 \times 1,3581) = 12,8417 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 14,6616 - (2,33 \times 1,3581) + 3,5 = 14,9972 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 14,9972 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	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,776	115000	15,2357		0,3296		
2	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,825	110000	14,5732		0,0078		
3	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,883	115000	15,2357		0,3296		
4	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,826	95000	12,5860		4,3080		
5	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,790	120000	15,8981		1,5290		
6	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,887	90000	11,9236		7,4967		
7	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,759	105000	13,9108		0,5636		
8	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,851	115000	15,2357	14,6616	0,3296	1,3581	14,9972
9	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,766	120000	15,8981		1,5290		
10	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,764	115000	15,2357		0,3296		
11	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,947	110000	14,5732		0,0078		
12	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,697	120000	15,8981		1,5290		
13	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,835	105000	13,9108		0,5636		
14	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,740	115000	15,2357		0,3296		
15	03/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3,790	110000	14,5732		0,0078		
JUMLAH							219,9236		19,1902		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 7 hari dengan penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{288,8153}{15} \\
 &= 19,2544 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{32,0032}{15-1}} \\
 &= 1,5119 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 1,1159 \times 1,16 = 1,7538 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 19,2544 - (1,34 \times 1,7538) = 16,9043 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 19,2544 - (2,33 \times 1,7538) + 3,5 = 18,6679 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 18,6679 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 4 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari
superplasticizer 0,3 % + accelerator 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	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,853	155000	20,5350	19,2544	1,6401	1,7538	18,6679
2	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,903	150000	19,8726		0,3822		
3	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,963	150000	19,8726		0,3822		
4	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,904	120000	15,8981		11,2645		
5	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,868	155000	20,5350		1,6401		
6	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,967	120000	15,8981		11,2645		
7	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,837	140000	18,5478		0,4993		
8	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,930	150000	19,8726		0,3822		
9	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,843	155000	20,5350		1,6401		
10	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,841	150000	19,8726		0,3822		
11	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	4,028	145000	19,2102		0,0020		
12	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,773	155000	20,5350		1,6401		
13	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,914	140000	18,5478		0,4993		
14	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,817	150000	19,8726		0,3822		
15	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3,868	145000	19,2102		0,0020		
JUMLAH							288,8153		32,0032		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 14 hari tanpa penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{296,7643}{15} \\
 &= 19,7843 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{36,7423}{15-1}} \\
 &= 1,6200 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 1,6200 \times 1,16 = 1,8792 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 19,7843 - (1,34 \times 1,8792) = 17,2662 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 18,9057 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	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,854	160000	21,1975		1,9970		
2	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,904	150000	19,8726		0,0078		
3	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,964	155000	20,5350		0,5636		
4	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,905	125000	16,5605		10,3928		
5	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,869	165000	21,8599		4,3080		
6	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,968	125000	16,5605		10,3928		
7	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,838	140000	18,5478		1,5290		
8	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,931	155000	20,5350	19,7843	0,5636	1,8792	18,9057
9	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,845	160000	21,1975		1,9970		
10	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,843	155000	20,5350		0,5636		
11	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	4,029	150000	19,8726		0,0078		
12	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,774	160000	21,1975		1,9970		
13	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,915	140000	18,5478		1,5290		
14	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,818	155000	20,5350		0,5636		
15	02/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3,869	145000	19,2102		0,3296		
JUMLAH							296,7643		36,7423		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 14 hari dengan penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{390,8280}{15} \\
 &= 26,0052 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{56,7516}{15-1}} \\
 &= 2,0134 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 2,0134 \times 1,16 = 2,3355 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 26,0052 - (1,34 \times 2,3355) = 22,8756 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 26,0052 - (2,33 \times 2,3355) + 3,5 = 24,1134 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 24,1134 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 6 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 14 hari
superplasticizer 0,3 % + accelerator 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	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,893	210000	27,8217		3,1204		
2	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,943	200000	26,4968		0,1950		
3	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	4,004	205000	27,1592		1,2189		
4	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,944	165000	21,8599		17,6008		
5	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,908	210000	27,8217		3,1204		
6	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	4,008	165000	21,8599		17,6008		
7	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,876	185000	24,5096		2,3890		
8	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,970	205000	27,1592	26,0552	1,2189	2,3355	24,1134
9	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,883	210000	27,8217		3,1204		
10	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,881	205000	27,1592		1,2189		
11	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	4,069	200000	26,4968		0,1950		
12	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,812	210000	27,8217		3,1204		
13	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,954	185000	24,5096		2,3890		
14	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,856	200000	26,4968		0,1950		
15	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3,908	195000	25,8344		0,0488		
JUMLAH							390,8280		56,7516		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 28 hari tanpa penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{334,5223}{15} \\
 &= 22,3015 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{43,5875}{15-1}} \\
 &= 1,7645 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 1,7645 \times 1,16 = 2,0468 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 22,3015 - (1,34 \times 2,0468) = 19,5588 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 22,3015 - (2,33 \times 2,0468) + 3,5 = 21,0324 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 21,0324 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	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,933	180000	23,8471		2,3890		
2	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,984	170000	22,5223		0,0488		
3	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	4,045	175000	23,1847		0,7801		
4	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,985	140000	18,5478		14,0904		
5	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,948	180000	23,8471		2,3890		
6	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	4,049	140000	18,5478		14,0904		
7	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,916	160000	21,1975		1,2189		
8	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	4,011	175000	23,1847	22,3015	0,7801	2,0468	21,0324
9	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,923	180000	23,8471		2,3890		
10	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,921	175000	23,1847		0,7801		
11	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	4,111	170000	22,5223		0,0488		
12	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,851	180000	23,8471		2,3890		
13	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,995	160000	21,1975		1,2189		
14	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,896	175000	23,1847		0,7801		
15	02/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3,948	165000	21,8599		0,1950		
JUMLAH							334,5223		43,5875		

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 28 hari dengan penambahan**

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{440,5096}{15} \\
 &= 29,3673 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{68,1604}{15-1}} \\
 &= 2,2065 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 2,2065 \times 1,16 = 2,5595 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 29,3673 - (1,34 \times 2,5595) = 25,9376 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

$$= 29,3673 - (2,33 \times 2,5595) + 3,5 = 26,9036 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 26,9036 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

**Tabel 5. 8 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 28 hari
superplasticizer 0,3 % + accelerator 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	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,972	235000	31,1338		3,1204		
2	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,024	225000	29,8089		0,1950		
3	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,085	230000	30,4713		1,2189		
4	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,025	185000	24,5096		23,5977		
5	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,987	235000	31,1338		3,1204		
6	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,089	185000	24,5096		23,5977		
7	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,955	210000	27,8217		2,3890		
8	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,051	230000	30,4713	29,3673	1,2189	2,5595	26,9036
9	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,962	235000	31,1338		3,1204		
10	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,960	230000	30,4713		1,2189		
11	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,152	225000	29,8089		0,1950		
12	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,890	235000	31,1338		3,1204		
13	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	4,035	215000	28,4841		0,7801		
14	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,935	230000	30,4713		1,2189		
15	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 10x20	3,987	220000	29,1465		0,0488		
JUMLAH							440,5096		68,1604		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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 panambahan 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 dan dengan bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton :**

Tanpa Bahan Tambahan :

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{3,14.d.L} \\ &= \frac{2 \times 180000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 2,5478 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dengan Tambahan :

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{3,14.d.L} \\ &= \frac{2 \times 210000}{3,14 \times 150 \times 300} \\ &= 2,9724 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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 Tambahannya	1	02/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,230	180000	2,5478	2,5714
	2	02/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	12,880	170000	2,4062	
	3	02/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,330	195000	2,7601	
superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%	1	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 15x30	13,250	210000	2,9724	2,9488
	2	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 15x30	13,150	200000	2,8309	
	3	10/12/2010	07/01/2011	28	Silinder 15x30	13,080	215000	3,0432	

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

5.1.3 Pengujian Tarik Lentur Beton

Untuk pengujian tarik lentur beton ini dilakukan pada benda uji balok 150 x 150 x 600 mm pada umur 28 hari. Terdapat 2 kelakuan panambahan 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 dan dengan bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Kuat Tarik Lentur Beton :**

Tanpa Bahan Tambahan :

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

Dengan Tambahan :

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Lentur} &= \frac{P.L}{b.t^2} \\ &= \frac{28000 \times 580}{150 \times 150^2} \\ &= 4,8119 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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

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

Tabel 5. 10 : 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 Bahan Tambahhan	1	2/12/2010	30/2/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	31.680	21000	3.6089	3.6662
	2	2/12/2010	30/2/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	33.269	23000	3.9526	
	3	2/12/2010	30/2/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	32.262	20000	3.4370	
Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %	1	10/12/2010	7/1/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	35.200	28000	4.8119	4.4681
	2	10/12/2010	7/1/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	35.020	26000	4.4681	
	3	10/12/2010	7/1/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	33.960	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 dengan perlakuan tanpa bahan tambahan dan dengan bahan tambahan.

Tanpa Bahan Tambahan umur 28 hari :

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,11}{300} \\ &= 0,00371\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{445000}{(3,14 \times 75^2)} \\ &= 25,1956 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{25,1956}{0,00371} \\
 &= 6798,3328 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

$$\begin{aligned}
 E \text{ teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c} \\
 &= 4700 \times \sqrt{25,1946} \\
 &= 23591,2947 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dengan Bahan Tambahan umur 28 hari :

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

$$\begin{aligned}
 \epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\
 &= \frac{1,09}{300} \\
 &= 0,00363
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Kuat Tekan Beton (F_c)**

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{535000}{(3,14 \times 75^2)} \\
 &= 30,2902 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 E_c &= \frac{f'c}{\epsilon} \\
 &= \frac{30,2902}{0,00363}
 \end{aligned}$$

$$= 8340,07808 \text{ MPa}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

$$\begin{aligned} E \text{ teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \times \sqrt{30,2902} \\ &= 25867,1548 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 Modulus Elastisitas Beton 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)	Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 15x30	13,200	190000	300	1,255	0,004182	10,757	2572,275	15415,179	14994,0211
Tanpa	2	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 15x30	13,050	195000	300	1,234	0,004114	11,040	2683,602	15616,693	
Bahan	3	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 15x30	13,220	160000	300	1,285	0,004284	9,059	2114,552	14145,938	
Tambahan	4	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 15x30	13,300	185000	300	1,244	0,004148	10,474	2525,113	15210,995	
	5	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 15x30	13,380	170000	300	1,204	0,004012	9,625	2399,031	14581,300	
	1	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 15x30	13,250	325000	300	1,230	0,004098	18,401	4489,739	20161,064	19483,9245
Superplasticizer 0,3 %	2	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 15x30	13,150	280000	300	1,210	0,004032	15,853	3932,018	18713,318	
+	3	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 15x30	13,270	305000	300	1,259	0,004198	17,268	4113,127	19530,875	
Accelerator 0,2%	4	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 15x30	13,200	275000	300	1,220	0,004065	15,570	3830,149	18545,482	
	5	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 15x30	13,350	335000	300	1,180	0,003932	18,967	4823,981	20468,884	

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)	Ec (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 15x30	13,310	275000	300	1,214	0,004	15,570	3848,173	18545,482	18826,5544
Tanpa	2	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 15x30	13,471	285000	300	1,102	0,004	16,136	4394,303	18879,661	
Bahan	3	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 15x30	13,276	260000	300	1,102	0,004	14,720	4008,838	18032,604	
Tambahan	4	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 15x30	13,123	315000	300	1,142	0,004	17,834	4683,402	19848,471	
	5	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 15x30	13,211	295000	300	1,091	0,004	16,702	4590,998	19208,028	
	1	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 15x30	13,485	330000	300	1,190	0,004	18,684	4712,049	20315,557	20215,7252
Superplasticizer 0,3 %	2	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 15x30	13,345	315000	300	1,080	0,004	17,834	4955,981	19848,471	
+	3	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 15x30	13,586	320000	300	1,080	0,004	18,117	5034,647	20005,378	
Accelerator 0,2%	4	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 15x30	13,464	310000	300	1,120	0,004	17,551	4703,125	19690,313	
	5	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 15x30	13,564	360000	300	1,070	0,004	20,382	5716,913	21218,908	

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	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 15x30	13,437	340000	300	1,112	0,004	19,250	5194,232	20621,072	21701,0211
Tanpa	2	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 15x30	13,542	415000	300	1,153	0,004	23,496	6115,593	22782,208	
Bahan	3	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 15x30	13,754	395000	300	1,204	0,004	22,364	5574,219	22226,461	
Tambahan	4	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 15x30	13,861	360000	300	1,132	0,004	20,382	5400,680	21218,908	
	5	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 15x30	13,647	375000	300	1,000	0,003	21,231	6371,976	21656,457	
	1	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 15x30	13,487	495000	300	1,090	0,004	28,025	7716,521	24881,375	24652,1166
Superplasticizer 0,3 %	2	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 15x30	13,274	490000	300	1,130	0,004	27,742	7368,184	24755,392	
+	3	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 15x30	13,648	480000	300	1,180	0,004	27,176	6911,973	24501,484	
Accelerator 0,2%	4	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 15x30	13,385	465000	300	1,110	0,004	26,327	7118,243	24115,610	
	5	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 15x30	13,432	500000	300	0,980	0,003	28,309	8669,354	25006,722	

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)	E_c (Mpa)	E teoritis (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
	1	2/12/2010	30/1/2010	28	Silinder 15x30	13,587	445000	300	1,112	0,00371	25,195	6798,333	23591,295	24051,2300
Tanpa	2	2/12/2010	30/1/2010	28	Silinder 15x30	13,693	485000	300	1,153	0,00384	27,459	7147,139	24628,765	
Bahan	3	2/12/2010	30/1/2010	28	Silinder 15x30	13,800	460000	300	1,204	0,00401	26,044	6491,495	23985,605	
Tambahan	4	2/12/2010	30/1/2010	28	Silinder 15x30	13,907	505000	300	1,132	0,00377	28,592	7575,954	25131,445	
	5	2/12/2010	30/1/2010	28	Silinder 15x30	14,016	420000	300	1,000	0,00333	23,779	7136,613	22919,040	
	1	10/12/2010	7/1/2011	28	Silinder 15x30	13,597	535000	300	1,090	0,00363	30,290	8340,078	25867,155	25414,6916
Superplasticizer 0,3 %	2	10/12/2010	7/2/2011	28	Silinder 15x30	13,784	480000	300	1,130	0,00377	27,176	7217,813	24501,484	
+	3	10/12/2010	7/3/2011	28	Silinder 15x30	13,645	500000	300	1,180	0,00393	28,309	7199,972	25006,722	
Accelerator 0,2%	4	10/12/2010	7/4/2011	28	Silinder 15x30	13,957	495000	300	1,110	0,00370	28,025	7577,484	24881,375	
	5	10/12/2010	7/5/2011	28	Silinder 15x30	14,196	575000	300	0,980	0,00327	32,555	9969,758	26816,722	

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 penambahan 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 dengan perlakuan tanpa bahan tambahan dan dengan bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

Tanpa Bahan Tambahan umur 28 hari :

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

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

- **Perhitungan Porositas**

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\% \\ &= \frac{180}{3,14 \times 50^2 \times 20} \times 100\% \\ &= 11,4650 \% \end{aligned}$$

Dengan Bahan Tambahan umur 28 hari :

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

$$\begin{aligned} &= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}} \\ &= \frac{3907,13 - 3792,24}{1} \\ &= 114,89 \text{ ml} \end{aligned}$$

- **Perhitungan Porositas**

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\% \\ &= \frac{114,89}{3,14 \times 50^2 \times 20} \times 100\% \\ &= 7,3175 \% \end{aligned}$$

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 : 1ml = 1cm^3)

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

Tabel 5.15 : Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 3 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk	W SSD	Wa	Porositas	Rata-Rata %
					Benda uji	(gr)	(gr)	(%)	
Tanpa Bahan Tambahan	1	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 10x20	3725	3485	15.2866	15.584
	2	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 10x20	3698	3461	15.0955	
	3	3/12/2010	6/12/2010	3	Silinder 10x20	3755	3498	16.3694	
Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %	1	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	4070.484	3883.298	11.9227	12.244
	2	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	4040.188	3856.248	11.7159	
	3	19/12/2010	22/12/2010	3	Silinder 10x20	4102.944	3897.364	13.0943	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.16 : Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 7 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk	W SSD	Wa	Porositas	Rata-Rata %
					Benda uji	(gr)	(gr)	(%)	
Tanpa Bahan Tambahan	1	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3840	3671	10.7643	12.144
	2	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3737	3537	12.7389	
	3	3/12/2010	10/12/2010	7	Silinder 10x20	3693	3490	12.9299	
Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %	1	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	4118.436	4015.422	6.5614	8.185
	2	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	4007.988	3868.866	8.8613	
	3	19/12/2010	26/12/2010	7	Silinder 10x20	3960.198	3816.828	9.1318	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.17 : Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 14 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur	Bentuk	W SSD	Wa	Porositas	Rata-Rata
				(hari)	Benda uji	(gr)	(gr)	(%)	%
Tanpa Bahan Tambahhan	1	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3900	3720	11.4650	12.102
	2	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3812	3625	11.9108	
	3	2/12/2010	16/12/2010	14	Silinder 10x20	3713	3510	12.9299	
Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %	1	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	4135.95	4022.55	7.2229	8.025
	2	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	4042.5	3919.65	7.8248	
	3	10/12/2010	24/12/2010	14	Silinder 10x20	3937.5	3795.75	9.0287	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.18 : Data hasil pengujian Porositas Beton dengan variasi umur 28 hari

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur	Bentuk	W SSD	Wa	Porositas	Rata-Rata
				(hari)	Benda uji	(gr)	(gr)	(%)	%
Tanpa Bahan Tambahhan	1	2/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3738	3558	11.4650	11.975
	2	2/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3902	3701	12.8025	
	3	2/12/2010	30/12/2010	28	Silinder 10x20	3850	3667	11.6561	
Superplasticizer 0,3 % + Accelerator 0,2 %	1	10/12/2010	7/12/2011	28	Silinder 10x20	3907.125	3792.24	7.3175	7.713
	2	10/12/2010	7/12/2011	28	Silinder 10x20	4078.935	3945.42	8.5041	
	3	10/12/2010	7/12/2011	28	Silinder 10x20	4024.08	3909.195	7.3175	

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 analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari ($f_c'r$))
- S = (dapat di lihat pada 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 : Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	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 Accelerator 0,2%**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	12,586	20,535	27,822	31,134
2	11,924	19,873	26,497	29,809
3	12,586	19,873	27,159	30,471
4	9,936	15,898	21,860	24,510
5	12,586	20,535	27,822	31,134
6	9,936	15,898	21,860	24,510
7	11,261	18,548	24,510	27,822
8	12,586	19,873	27,159	30,471
9	12,586	20,535	27,822	31,134
10	12,586	19,873	27,159	30,471
11	11,924	19,210	26,497	29,809
12	12,586	20,535	27,822	31,134
13	11,261	18,548	24,510	28,484
14	12,586	19,873	26,497	30,471
15	11,924	19,210	25,834	29,146

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- X = (dapat di lihat pada analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari ($f_c'r$))
- S = (dapat di lihat pada 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 : $t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
&= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
&= 29,3673 - \left(2,145 x \frac{2,5595}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 29,3673 + \left(2,145 x \frac{2,5595}{\sqrt{15}} \right) \\
&= 27,9497 < \mu < 30,7849
\end{aligned}$$

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 : Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2 %

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2 %	11,9236	1,0867	0,975	14	2,145	11,3217	< μ <	12,5254
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2 %	19,2544	1,7538	0,975	14	2,145	18,2830	< μ <	20,2257
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2 %	26,0552	2,3355	0,975	14	2,145	24,7617	< μ <	27,3487
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2 %	29,3673	2,5595	0,975	14	2,145	27,9497	< μ <	30,7849

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 3 buah ,pada umur ,pada umur 7 hari berjumlah 9 buah, pada umur 14 hari 7 buah, pada umur 28 hari 8 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 5.24 : Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3 % dan Accelerator 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	11,9236	19,8726	26,4968	29,8089
3	0,0000	19,8726	27,1592	30,4713
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	18,5478	0,0000	0,0000
8	0,0000	19,8726	27,1592	30,4713
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	19,8726	27,1592	30,4713
11	11,9236	19,2102	26,4968	29,8089
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	18,5478	0,0000	28,4841
14	0,0000	19,8726	26,4968	30,4713
15	11,9236	19,2102	25,8344	29,1465

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 :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2,5478 + 2,4062 + 2,7601}{3}$
 $= 2,5714 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2,5478 - 2,57)^2 + (2,4062 - 2,57)^2 + (2,7601 - 2,57)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,2066$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,5714 - \left(4,303 x \frac{0,2066}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,5714 + \left(4,303 x \frac{0,2066}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,0581 < \mu < 3,0856
 \end{aligned}$$

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	2,5714	0,2066	0,975	2	4,303	2,0581	< μ <	3,0846

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 Accelerator 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,3% + accelerator 0,2%
1	2,9724
2	2,8309
3	3,0432

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2,9724 + 2,8309 + 3,0432}{3}$
 $= 2,9488 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2,9724 - 2,9488)^2 + (2,8309 - 2,9488)^2 + (3,0432 - 2,9488)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,1254$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,9488 - \left(4.303 x \frac{0,1254}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,9488 + \left(4.303 x \frac{0,1254}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,6373 < \mu < 3,2603
 \end{aligned}$$

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 Dengan Tambahan Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%	2,9488	0,1254	0,975	2	4,303	2,6373	< μ <	3,2603

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 Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,3% + accelerator 0,2%
1	2,9724
2	2,8309
3	3,0432

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 :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3,66617 - \left(4,303 \cdot x \frac{0,30451}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,66617 + \left(4,303 \cdot x \frac{0,30451}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,90967 < \mu < 4,42268
 \end{aligned}$$

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	0
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 Accelerator 0,2%

NO	Superplasticizer 0,3 % dan Accelerator 0,2% Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	28
1	4,8119
2	4,4681
3	4,1244

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\ &= \frac{4,8119 + 4,4681 + 4,1244}{3} \\ &= 4,4681 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((4,8119 - 4,4681)^2 + (4,4681 - 4,4681)^2 + (4,1244 - 4,4681)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0.3987 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 4,4681 - \left(4.303x \frac{0.3987}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,4681 + \left(4.303x \frac{0.3987}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 3,4777 < \mu < 5,4586$$

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 Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%	4,4681	0,3987	0,975	2	4,303	3,4777	< μ <	5,4586

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 Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2% kuat tarik lentur (MPa)
Variasi	28
1	4.8119
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	2572,2750	3848,1735	5194,2318	6798,3328
2	2683,6023	4394,3031	6115,5928	7147,1386
3	2114,5519	4008,8379	5574,2186	6491,4951
4	2525,1129	4683,4020	5400,6798	7575,9536
5	2399,0308	4590,9985	6371,9755	7136,6126

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- $X = \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n}$
 $= \frac{6798,3328 + \dots + 7136,6162}{5}$
 $= 7029,9065 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((6798,3328 - 7029,9065)^2 + \dots + (7136,6162 - 7029,9065)^2)}{5 - 1}}$
 $= 473,6190$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana :

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 7029,9065 - \left(2,78 x \frac{473,6190}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 7029,9065 + \left(2,78 x \frac{473,6190}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 6441,9251 < \mu < 7617,8897
 \end{aligned}$$

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 5.38 : Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.39 : Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Penambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2572,2750	3848,1735	5194,2318	6798,3328
2	2683,6023	4394,3031	6115,5928	7147,1386
3	0,0000	4008,8379	5574,2186	6491,4951
4	2525,1129	4683,4020	5400,6798	7575,9536
5	2399,0308	4590,9985	6371,9755	7136,6126

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40 : Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2 %

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	4489,7389	4712,0491	7716,5208	8340,0781
2	3932,0180	4955,9810	7368,1841	7217,8130
3	4113,1271	5034,6473	6911,9735	7199,9724
4	3830,1492	4703,1248	7118,2429	7577,4844
5	4823,9815	5716,9126	8669,3545	9969,7577

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

$$= \frac{8340,0781 + \dots + 9969,7577}{5}$$

$$= 8061,0211 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((8340,0781 - 8061,0211)^2 + \dots + (9969,7577 - 8061,0211)^2)}{5 - 1}}$$

$$= 1348,7165$$

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

Dimana : $X =$ Nilai rata-rata

$s =$ Standar deviasi

$P =$ Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 8061,0211 - \left(2,78 \times \frac{1348,7165}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 8061,0211 + \left(2,78 \times \frac{1348,7165}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 6386,6369 < \mu < 9735,4053
 \end{aligned}$$

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 Accelerator 0,2

Variasi	X	S	P	dk	t 0,975	Interval Kepercayaan		
3	4237,8029	479,0909	0,975	4	2,78	3643,0284	< μ <	4832,5775
7	5024,5430	480,0847	0,975	4	2,78	4428,5347	< μ <	5620,5513
14	7556,8552	800,9457	0,975	4	2,78	6562,5092	< μ <	8551,2012
28	8061,0211	1348,7165	0,975	4	2,78	6386,6369	< μ <	9735,4053

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan yang tidak memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.42 : Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,3 % dan Accelerator 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	4489,739	4712,049	7716,521	8340,078
2	3932,018	4955,981	7368,184	7217,813
3	4113,127	5034,647	6911,973	7199,972
4	3830,149	4703,125	7118,243	7577,484
5	4823,981	0,000	0,000	0,000

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 :

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$
 $= \frac{11,4650 + 12,8025 + 11,6561}{3}$
 $= 11,97 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((11,4650 - 11,97)^2 + (12,8025 - 11,97)^2 + (11,6561 - 11,97)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,839$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,97 - \left(4,303 x \frac{0,839}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,97 + \left(4,303 x \frac{0,839}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10,833 < \mu < 13,116
 \end{aligned}$$

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 Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

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

**Tabel 5.46 : Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2 %**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,9227	6,5614	7,2229	7,3175
2	11,7159	8,8613	7,8248	8,5041
3	13,0943	9,1318	9,0287	7,3175

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$
 $= \frac{7,3175 + 8,5041 + 7,3175}{3}$
 $= 7,71 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((7,3175-7,71)^2 + (8,5041-7,71)^2 + (7,3175-7,71)^2)}{3-1}}$
 $= 0,795$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : $X = \text{Nilai rata-rata}$

$s = \text{Standar deviasi}$

$P = \text{Persentil}$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 7,71 - \left(4,303 \times \frac{0,795}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 7,71 + \left(4,303 \times \frac{0,795}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 6,632 < \mu < 8,794$$

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 Accelerator 0,2 %

Variasi	X	s	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
3 hari	12,24	0,862	0,975	2	4,303	11,071	< μ <	13,418
7 hari	8,18	1,638	0,975	2	4,303	5,955	< μ <	10,414
14 hari	8,03	1,067	0,975	2	4,303	6,574	< μ <	9,477
28 hari	7,71	0,795	0,975	2	4,303	6,632	< μ <	8,794

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 Penambahan Superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2 % Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,9227	6,5614	7,2229	7,3175
2	11,7159	8,8613	7,8248	8,5041
3	13,0943	9,1318	9,0287	7,3175

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

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

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	9,27	86,00	0,00	0,00	
2	9,27	86,00	11,92	142,17	
3	9,27	86,00	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	8,61	74,16	0,00	0,00	
8	9,27	86,00	0,00	0,00	
9	9,27	86,00	0,00	0,00	
10	9,27	86,00	0,00	0,00	
11	9,27	86,00	11,92	142,17	
12	9,27	86,00	0,00	0,00	
13	8,61	74,16	0,00	0,00	
14	9,27	86,00	0,00	0,00	
15	8,61	74,16	11,92	142,17	
S Y	109,30		35,77		145
S Y²	996,52		426,51		1423,03
n	12,00		3,00		19

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 426,51 \\ &= 1423,03\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{145^2}{15} \\ &= 1403,0216\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{109,30^2}{12} + \frac{35,77^2}{3} \right) - 1403,0216 \\ &= 19,0220\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 1423,03 - 1403,0216 - 19,0220 \\ &= 0,9873\end{aligned}$$

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	1423,03	1403,0216	250,47
Antar perlakuan	1	19,0220	19,0220	
Dalam perlakuan	13	0,9873	0,0759	
Jumlah	15			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{19,0220}{0,0759} = 250,47$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 1 ; 15) = 4,6672$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 250,47 > F_{\text{tabel}} = 4,6672$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.2 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 hari

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi 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		Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,24	232,13	0,00	0,00	
2	14,57	212,38	19,87	394,92	
3	15,24	232,13	19,87	394,92	
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	18,55	344,02	
8	15,24	232,13	19,87	394,92	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	15,24	232,13	19,87	394,92	
11	14,57	212,38	19,21	369,03	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	13,91	193,51	18,55	344,02	
14	15,24	232,13	19,87	394,92	
15	14,57	212,38	19,21	369,03	
S Y	147,72		174,88		323
S Y²	2184,79		3400,71		5585,49
n	10,00		9,00		19

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2184,79 + 3400,71 \\ &= 5585,49\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{323^2}{19} \\ &= 5477,3652\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{147,72^2}{10} + \frac{174,88^2}{9} \right) - 5477,3652 \\ &= 102,5203\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 5585,49 - 5477,3652 - 102,5203 \\ &= 5,3095\end{aligned}$$

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	5585,49	5477,3652	329,2114
Antar perlakuan	1	102,5203	102,5203	
Dalam perlakuan	17	5,3095	0,3123	
Jumlah	19			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{102,5203}{0,3123} = 329,2114$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 1 ; 19) = 4,4513$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 329,2114 > F_{\text{tabel}} = 4,4513$. Dengan demikian H_a diterima H_0 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 I, 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		Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	19,87	394,92	26,50	702,08	
3	20,54	421,69	27,16	737,62	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	20,54	421,69	27,16	737,62	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	20,54	421,69	27,16	737,62	
11	19,87	394,92	26,50	702,08	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	20,54	421,69	26,50	702,08	
15	19,21	369,03	25,83	667,42	
S Y	141,10		186,80		328
S Y²	2845,62		4986,53		7832,15
n	7,00		7,00		14

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2845,62 + 4986,53 \\ &= 7832,15\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{328^2}{14} \\ &= 7679,7969\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{141,10^2}{7} + \frac{186,80^2}{7} \right) - 7679,7969 \\ &= 149,2236\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 7832,15 - 7679,7969 - 149,2236 \\ &= 3,1343\end{aligned}$$

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 5.54 Analisa Varian untuk kuat tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	7832,15	7679,7969	571,3200
Antar perlakuan	1	149,2236	149,2236	
Dalam perlakuan	12	3,1343	0,2612	
Jumlah	14			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{149,2236}{0,2612} = 571,3200$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 1 ; 14) = 4,7472$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 571,3200 > F_{\text{tabel}} = 4,7472$. Dengan demikian H_a diterima H_0 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 bab I, 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		Superplasticizer 0,3% + Acceleratorr 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	22,52	507,25	29,81	888,57	
3	23,18	537,53	30,47	928,50	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	21,20	449,33	0,00	0,00	
8	23,18	537,53	30,47	928,50	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	23,18	537,53	30,47	928,50	
11	22,52	507,25	29,81	888,57	
12	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	21,20	449,33	28,48	811,34	
14	23,18	537,53	30,47	928,50	
15	21,86	477,85	29,15	849,52	
S Y	202,04		239,13		441
S Y²	4541,15		7152,01		11693,16
n	9,00		8,00		17

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 4541,15 + 7152,01 \\ &= 11693,16\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{441^2}{17} \\ &= 11449\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{202,04^2}{9} + \frac{239,13^2}{8} \right) - 11449 \\ &= 234,6297\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 11693,16 - 11449 - 234,6297 \\ &= 9,5500\end{aligned}$$

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	11693,16	11449	368,5279
Antar perlakuan	1	234,6297	234,6297	
Dalam perlakuan	15	9,5500	0,6367	
Jumlah	17			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{234,6297}{0,6367} = 368,5279$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 17) = 4,5431$, Jadi nilai $F_{hitung} = 368,5279 > F_{tabel} = 4,5431$. 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 I, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	2,5478	6,4911	2,9724	8,8352	
2	2,4062	5,7899	2,8309	8,0137	
3	2,7601	7,6181	3,0432	9,2609	
S Y	7,7141		8,8464		16,5605
S Y²	19,8991		26,1098		46,0089
n	3		3		6

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 19,8991 + 26,1098 \\ &= 46,0089 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{16,5605^2}{6}$$

$$= 45,7084$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left(\frac{7,7141^2}{3} + \frac{8,8464^2}{3} \right) - 45,7084$$

$$= 0,2137$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 46,0089 - 45,7084 - 0,2137$$

$$= 0,0868$$

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	46,0089	45,7084	9,8462
Antar perlakuan	1	0,2137	0,2137	
Dalam perlakuan	4	0,0868	0,0217	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,2137}{0,0217} = 9,8462$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 9,8462 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa 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 I, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.59 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur Dengan Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	3,6089	13,0241	4,8119	23,1539	
2	3,9526	15,6230	4,4681	19,9643	
3	3,4370	11,8132	4,1244	17,0110	
S Y	10,9985		13,4044		24,4030
S Y²	40,4603		60,1293		100,5896
N	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 40,4603 + 60,1293 \\ &= 100,5896 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{24,4030^2}{6} \\
&= 99,2508
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{10,9985^2}{3} + \frac{13,4044^2}{3} \right) - 99,2508 \\
&= 0.9647
\end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 100,5896 - 99,2508 - 0.9647 \\
&= 0,3741
\end{aligned}$$

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	100,5896	99,2508	10,3158
Antar perlakuan	1	0,9647	0,9647	
Dalam perlakuan	4	0,3741	0,0935	
Jumlah	6			

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,9647}{0,0935} = 10,3158$$

Dalam tabel I pada buku *Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496)*, nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70864$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 10,3158 > F_{\text{tabel}} = 7,70864$. Dengan demikian H_a diterima H_0 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 I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur.

Tabel 5.61 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15415,1790	237627742,3921	20161,0641	406468506,7233	
2	15616,6931	243881104,0340	18713,3175	350188251,9462	
3	0,0000	0,0000	19530,8745	381455060,1557	
4	15210,9954	231374380,7502	18545,4817	343934890,3043	
5	14581,2995	212614295,8245	20468,8844	418975230,0071	
S Y	60824,1670		97419,6223		158243,7893
S Y²	925497523,0007		1901021939,1366		2826519462,1373
n	4		5		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 925497523,0007 + 1901021939,1366 \\ &= 2826519462,1373 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total}$$

$$= \frac{158243,7893^2}{9}$$

$$= 2782344093,4268$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left(\frac{60824,1670^2}{4} + \frac{97419,6223^2}{5} \right) - 2782344093,4268$$

$$= 40667289,86$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 2826519462,1373 - 2782344093,4268 - 40667289,86$$

$$= 3508078,855$$

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	2826519462,1373	2782344093,4268	81,1473
Antar perlakuan	1	40667289,86	40667289,86	
Dalam perlakuan	7	3508078,855	501154,1221	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{40667289,86}{501154,1221} = 81,1473$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 9) = 5,59145 Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 81,1473 < F_{\text{tabel}} = 5,59145$. Dengan demikian H_0 diterima H_a 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 I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.63 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	18545,4817	343934890,3043	20315,5573	412721868,3652	
2	18879,6614	356441613,5881	19848,4706	393961783,4395	
3	18032,6040	325174805,3786	20005,3779	400215145,0814	
4	19848,4706	393961783,4395	19690,3129	387708421,7976	
5	19208,0279	368948336,8719	0,0000	0,0000	
S Y	94514,2455		79859,7187		174373,9641
S Y²	1788461429,5825		1594607218,6837		3383068648,2661
n	5		4		9

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 1788461429,5825 + 1594607218,6837 \\ &= 3383068648,2661 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{174373,9641^2}{9} \\
&= 3378475485,2613
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{94514,2455^2}{5} + \frac{79859,7187^2}{4} \right) - 3378475485,2613 \\
&= 2506700,29
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 3383068648,2661 - 3378475485,2613 - 2506700,29 \\
&= 2086426,715
\end{aligned}$$

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	3383068648,2661	3378475485,2613	8,4099
Antar perlakuan	1	2506700,29	2506700,29	
Dalam perlakuan	7	2086426,715	298066,1021	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{2506700,29}{298066,1021} = 8,4099$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 9) = 5,59145 Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 8,4099 < F_{\text{tabel}} = 5,59145$. 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 I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.65 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	20621,0715	425228591,6490	24881,3746	619082802,5478	
2	22782,2083	519029016,2774	24755,3922	612829440,9059	
3	22226,4610	494015569,7098	24501,4840	600322717,6221	
4	21218,9076	450242038,2166	24115,6097	581562632,6964	
5	21656,4568	469002123,1423	0,0000	0,0000	
Σ Y	108505,1053		98253,8605		206758,9658
Σ Y²	2357517338,9951		2413797593,7721		4771314932,7672
n	5		4		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 2357517338,9951 + 2413797593,7721 \\
 &= 4771314932,7672
 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{206758,9658^2}{9} \\
&= 479918881,9238
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{108505,1053^2}{5} + \frac{98253,8605^2}{4} \right) - 479918881,9238 \\
&= 18207968,89
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 4771314932,7672 - 479918881,9238 - 18207968,89 \\
&= 3188081,955
\end{aligned}$$

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	4771314932,7672	479918881,9238	39,9788
Antar perlakuan	1	18207968,89	18207968,89	
Dalam perlakuan	7	3188081,955	455440,2793	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{18207968,89}{455440,2793} = 39,9788$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 9) = 5,59145$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 39,9788 < F_{\text{tabel}} = 5,59145$

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

Tabel 5.67 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	23591,2947	556549186,1288	25867,1548	669109695,6829	
2	24628,7653	606576079,2640	24501,4840	600322717,6221	
3	23985,6055	575309271,0545	25006,7224	625336164,1897	
4	25131,4450	631589525,8316	24881,3746	619082802,5478	
5	22919,0396	525282377,9193	0,0000	0,0000	
S Y	120256,1501		100256,7357		220512,8858
S Y²	2895306440,1982		2513851380,0425		5409157820,2406
n	5		4		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2895306440,1982 + 2513851380,0425 \\ &= 5409157820,2406 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{220512,8858^2}{9} \\
&= 5402881424,2586
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{120256,1501^2}{5} + \frac{100256,7357^2}{4} \right) - 5402881424,2586 \\
&= 2280168,093
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 5409157820,2406 - 5402881424,2586 - 2280168,093 \\
&= 3996227,889
\end{aligned}$$

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	5409157820,2406	5402881424,2586	3,99406
Antar perlakuan	1	2280168,093	2280168,093	
Dalam perlakuan	7	3996227,889	570889,6985	
Jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{2280168,093}{570889,6985} = 3,99406$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 9) = 5,59145$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 3,99406 < F_{\text{tabel}} = 5,59145$. 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 I, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.69 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,2866	233,6809	11,9227	142,1502	
2	15,0955	227,8754	11,7159	137,2629	
3	16,3694	267,9581	13,0943	171,4598	
S Y	46,7516		36,7329		83,48
S Y²	729,5144		450,8729		1180,39
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 729,5144 + 450,8729 \\ &= 1180,39 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{83,48^2}{6} \\
&= 1161,6091
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{46,7516^2}{3} + \frac{36,7329^2}{3} \right) - 1161,6091 \\
&= 16,7291
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 1180,39 - 1161,6091 - 16,7291 \\
&= 2,0490
\end{aligned}$$

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	1180,3873	1161,6091	32,6584
Antar perlakuan	1	16,7291	16,7291	
Dalam perlakuan	4	2,0490	0,5122	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{16,7291}{0,5122} = 32,6584$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 6) = 7,70765$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 32,6584 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$. Dengan demikian H_a diterima H_0 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 I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.71 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	10,7643	115,8708	6,5614	43,0520	
2	12,7389	162,2784	8,8613	78,5222	
3	12,9299	167,1833	9,1318	83,3906	
S Y	36,4331		24,5545		60,99
S Y²	445,3325		204,9648		650,30
N	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 445,3325 + 204,9648 \\ &= 650,30 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{60,99^2}{6}$$

$$= 619,9154$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left(\frac{36,4331^2}{3} + \frac{24,5545^2}{3} \right) - 619,9154$$

$$= 23,5169$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 650,30 - 619,9154 - 23,5169$$

$$= 6,8650$$

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	650,2973	619,9154	13,7025
Antar perlakuan	1	23,5169	23,5169	
Dalam perlakuan	4	6,8650	1,7162	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{23,5169}{1,7162} = 13,7025$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 13,7025 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$

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

Tabel 5.73 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	11,4650	131,4455	7,2229	52,1707	
2	11,9108	141,8678	7,8248	61,2281	
3	12,9299	167,1833	9,0287	81,5167	
S Y	36,3057		24,0764		60,38
S Y²	440,4966		194,9156		635,41
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 440,4966 + 194,9156 \\
 &= 635,41
 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{60,38^2}{6}$$

$$= 607,6677$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left(\frac{36,3057^2}{3} + \frac{24,0764^2}{3} \right) - 607,6677$$

$$= 24,9260$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 635,41 - 607,6677 - 24,9260$$

$$= 2,8186$$

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	635,4122	607,6677	35,3741
Antar perlakuan	1	24,9260	24,9260	
Dalam perlakuan	4	2,8186	0,7046	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{24,9260}{0,7046} = 35,3741$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 6) = 7,70865$. Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 35,3741 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$. 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 I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 5.75 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,3% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	11,4650	131,4455	7,3175	53,5460	
2	12,8025	163,9052	8,5041	72,3204	
3	11,6561	135,8635	7,3175	53,5460	
S Y	35,9236		23,1392		59,06
S Y²	431,2142		179,4125		610,63
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 431,2142 + 179,4125 \\ &= 610,63 \end{aligned}$$

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

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

$$= \frac{59,06^2}{6}$$

$$= 581,4012$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

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

$$= \left(\frac{35,9236^2}{3} + \frac{23,1392^2}{3} \right) - 581,4012$$

$$= 27,2401$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

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

$$= 610,63 - 581,4012 - 27,2401$$

$$= 1,9854$$

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	610,6267	581,4012	54,8805
Antar perlakuan	1	27,2401	27,2401	
Dalam perlakuan	4	1,9854	0,4964	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

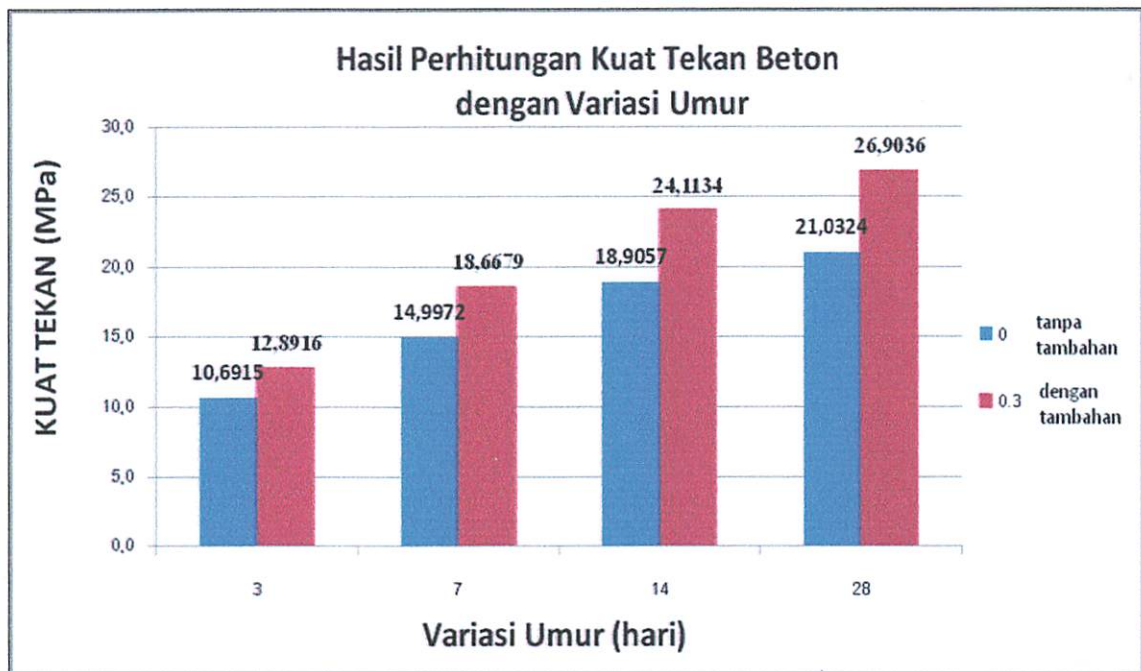
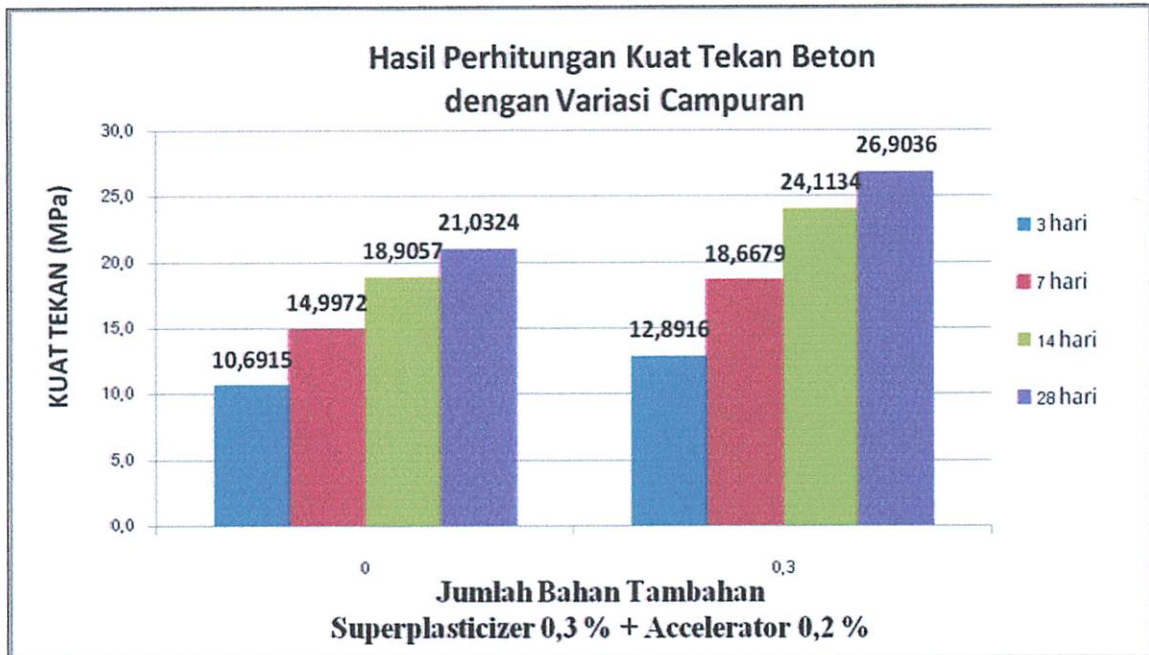
Nilai F dapat dicari dengan rumus : $F = \frac{KT(\text{antar perlakuan})}{KT(\text{kekeliruan})}$

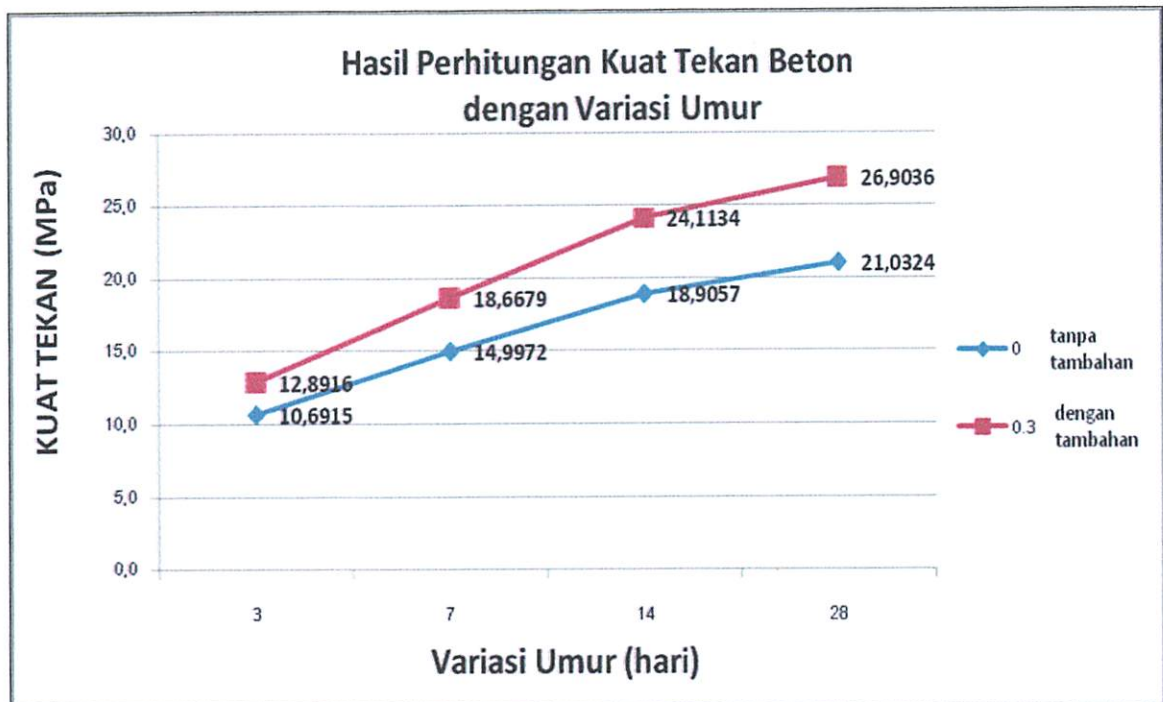
$$F_{\text{hitung}} = \frac{27,2401}{0,4964} = 54,8805$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 6) = 7,70865$. Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 54,8805 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$. Dengan demikian H_a diterima H_0 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 3, 7, 14 dan 28 Hari

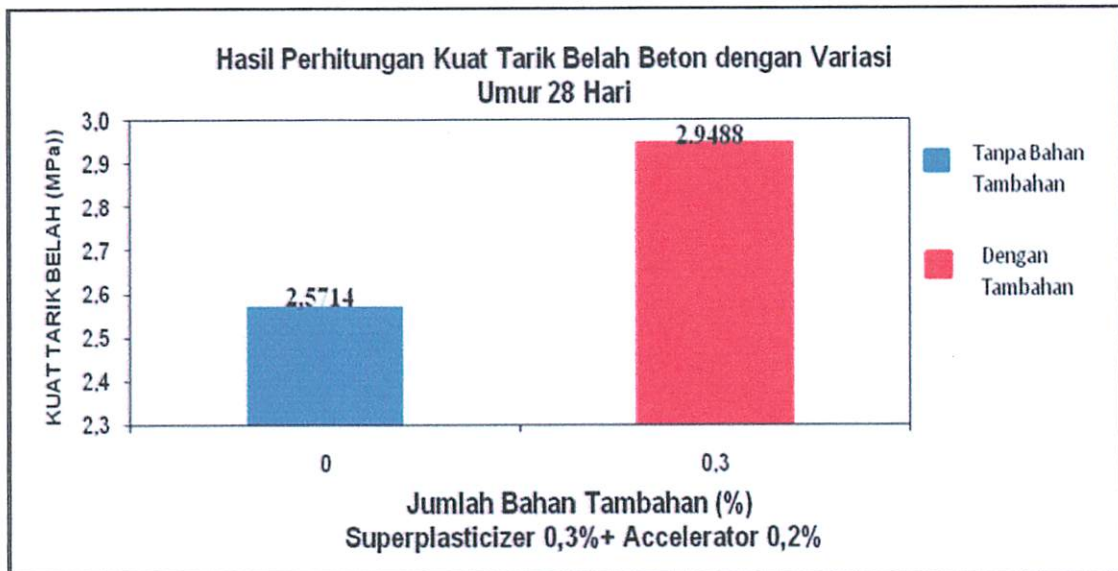




Grafik 5.1 Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Kuat Tekan Beton

Pada grafik 5.1 di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan superplasticizer dan accelerator yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 17,07%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 19,66% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 21,60% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 21,82%. 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.

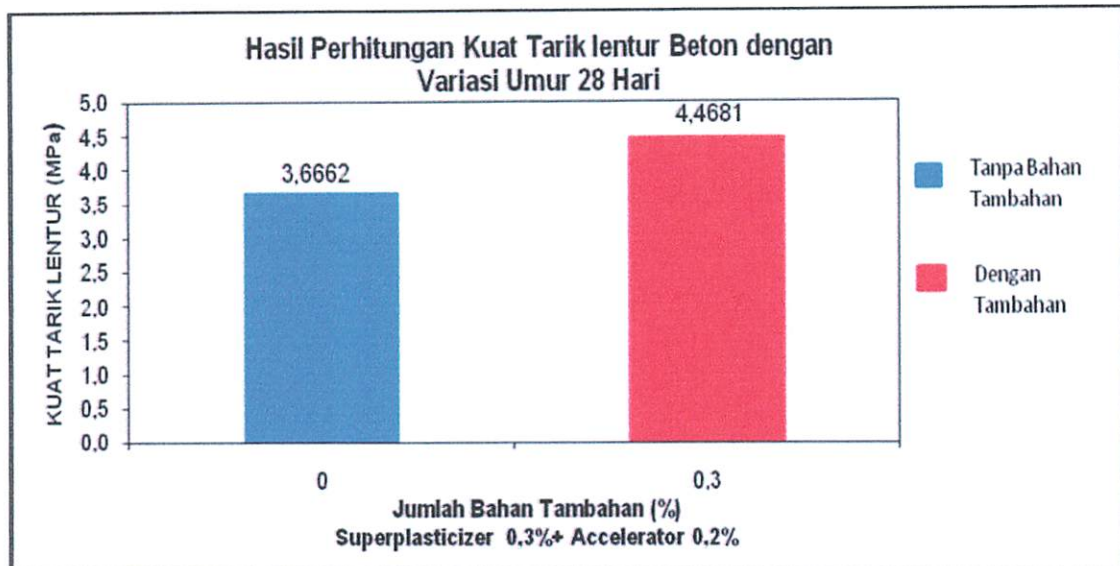
5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah pada Umur 28 hari



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

Pada grafik 5.2. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan accelerator yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tarik belah untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 12,80%, yakni dari 2,5714 MPa menjadi 2,9488 Mpa. 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.

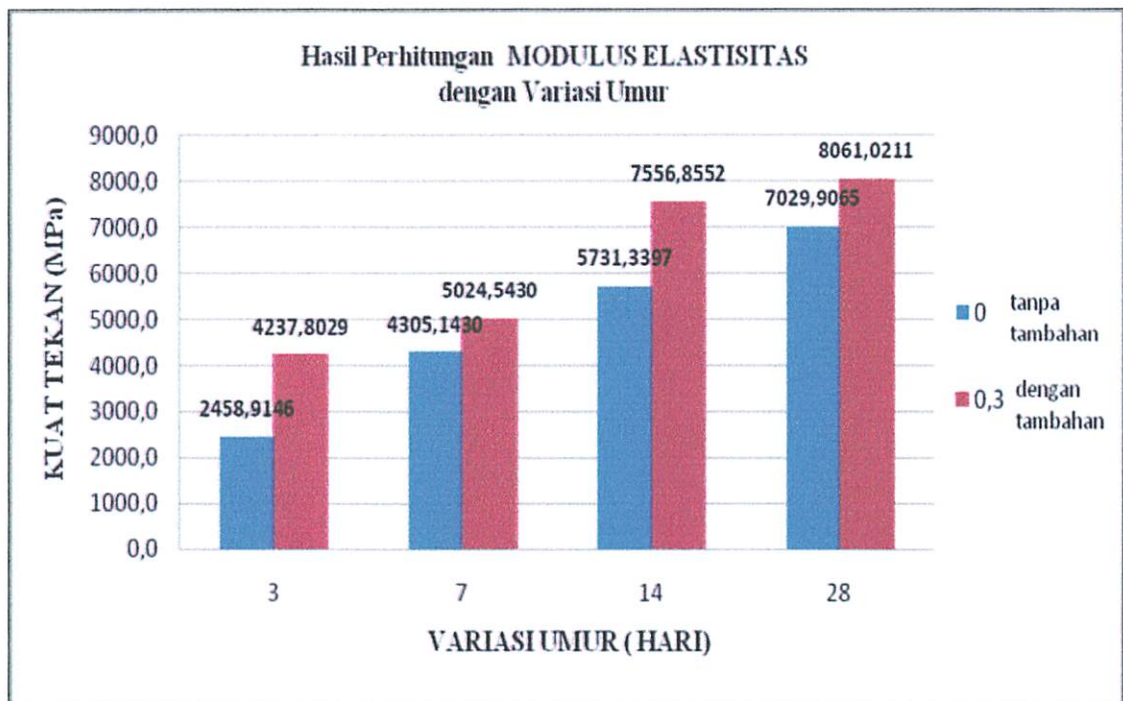
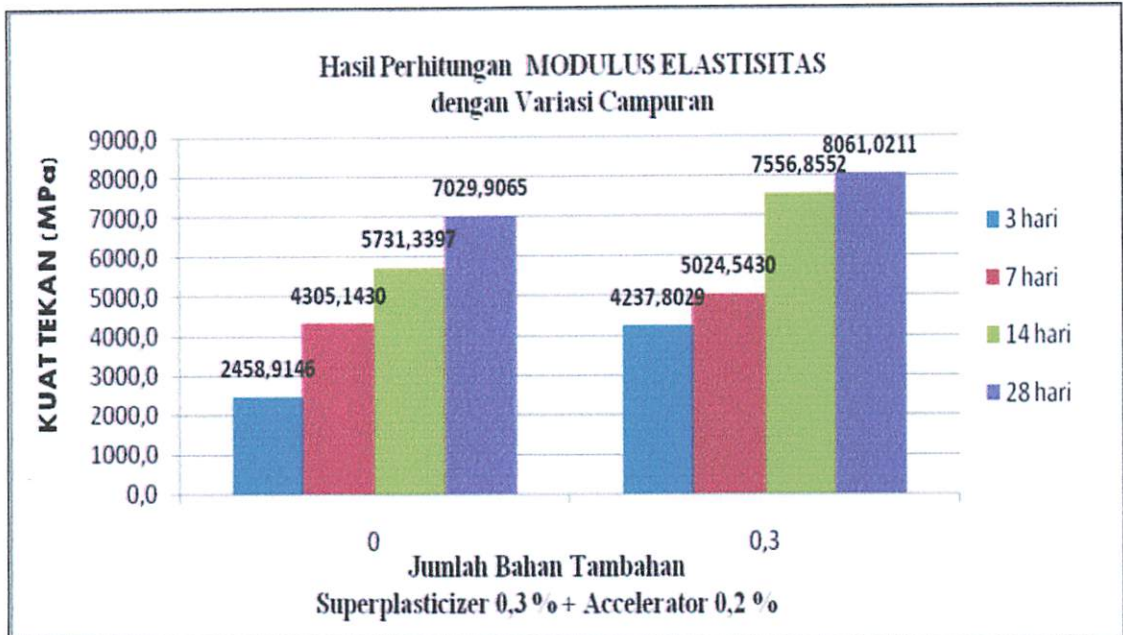
5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari

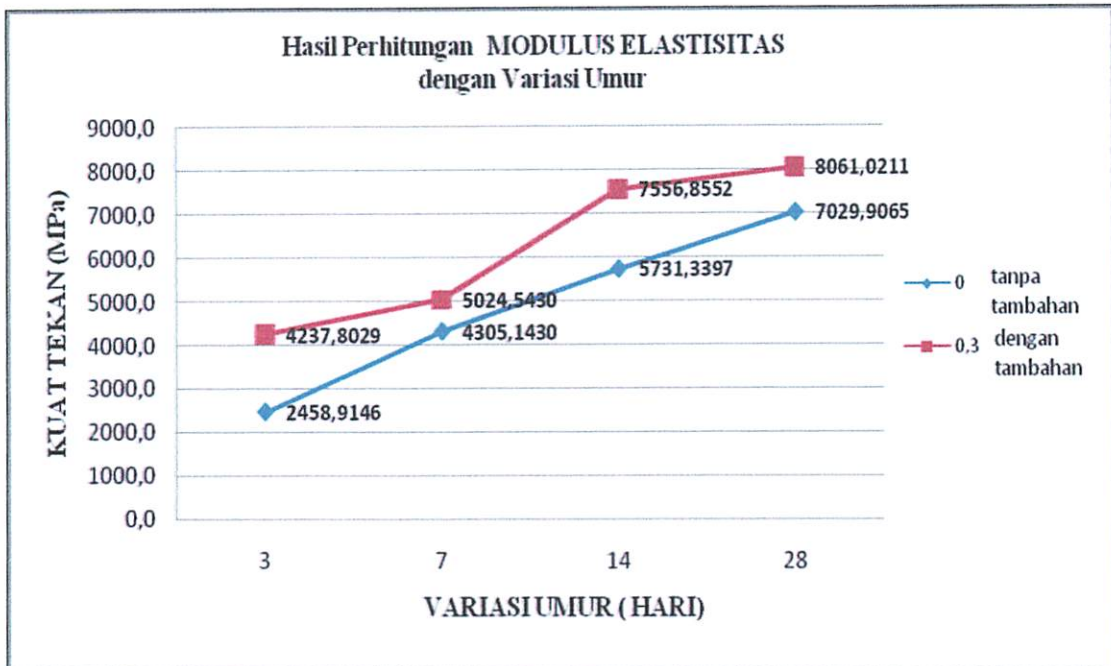


Grafik 5.3 Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton

Pada grafik 5.3. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan accelerator yang telah ditambahkan. Peningkatan kuat tarik belah untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 17,95%, yakni dari 3,6662 MPa menjadi 4,4681 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 3, 7, 14 dan 28 Hari



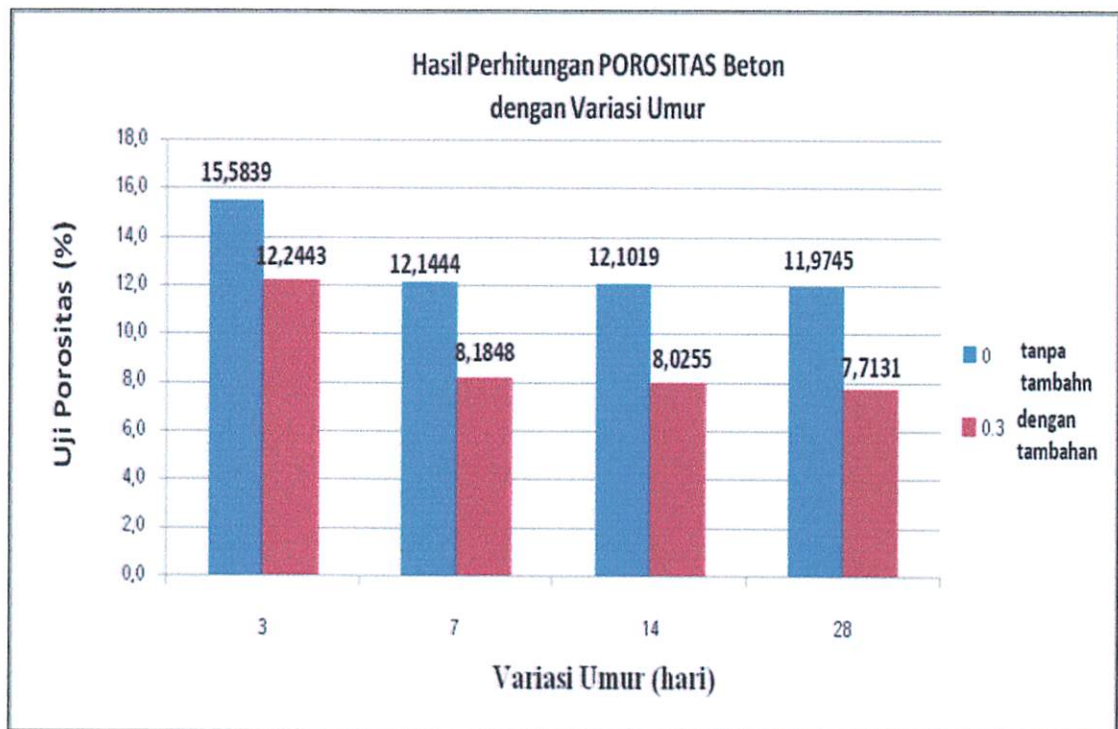
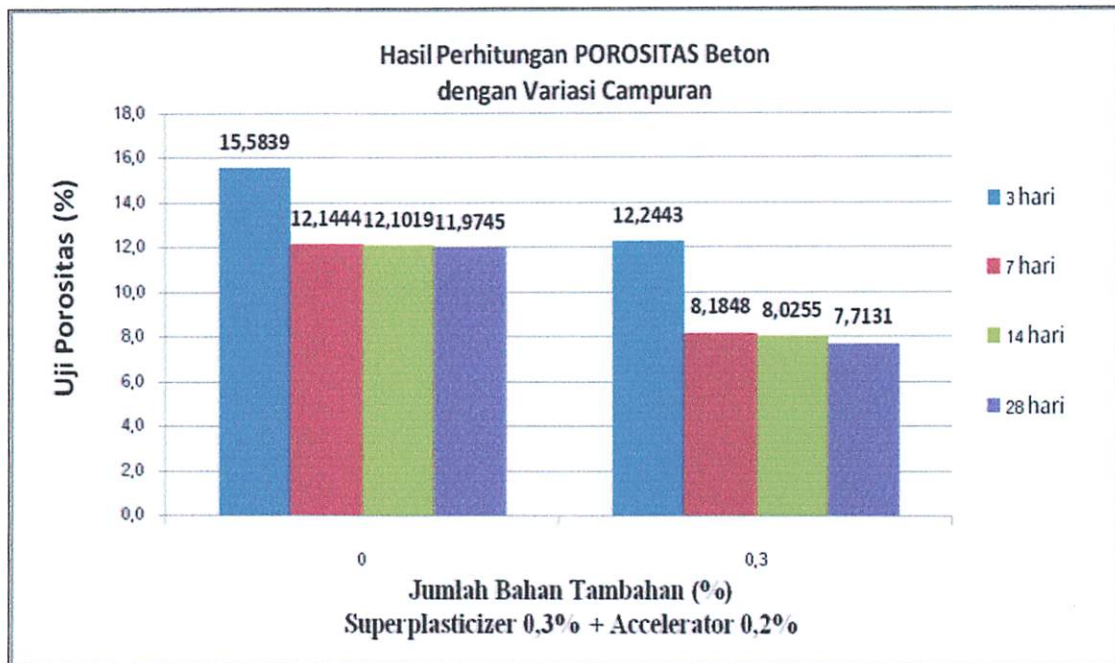


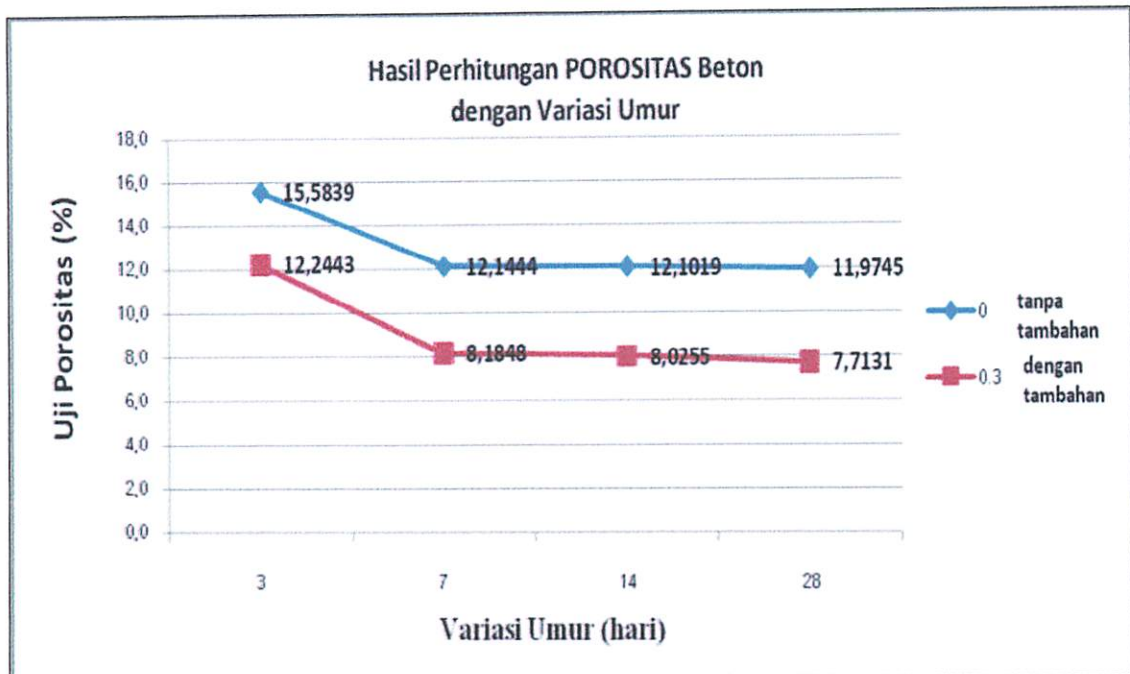
Grafik 5.4 Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Modulus Elastisitas

Beton

Pada grafik 5.4 di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas akibat penambahan superplasticizer dan accelerator yang telah ditambahkan. Peningkatan modulus elastisitas dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 41,98%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan sebesar 14,32% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan sebesar 24,16% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan pada mutu beton ialah sebesar 12,79%. 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 3, 7, 14 dan 28 Hari





Grafik 5.5 Hubungan Antara Variasi Umur Dengan Positas Beton

Pada grafik 5.5 di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat penambahan superplasticizer dan accelerator yang telah ditambahkan. penurunan porositas dengan variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 27,27%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 48,38% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 50,79% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan penurunan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 55,25%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-porinya kecil dari pada benda uji yang dihasilkan dengan penambahan bahan tambahan yang lainnya.

5.5 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 sangat sedikit jadi untuk membantu mempermudah pengerjaan kami menggunakan superplasticizer yang berfungsi untuk memperencer dan accelerator yang berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan. Dengan FAS = 0,71 dan nilai slump sebagai berikut :

Hasil Tes Uji Slump			
Perlakuan	Variasi Umur	FAS	Nilai Slump
Beton Tanpa Tambahan	umur 3 hari	0,71	8,5 ; 8
	umur 7 hari		9 ; 8
	umur 14 hari		8 ; 8,5
	umur 28 hari		9 ; 8,5 ; 8 ; 8,5
Beton Dengan Tambahan Additive Sp 0,3% + Accelerator 0,2%	umur 3 hari	0,71	8,5 ; 9,5
	umur 7 hari		8,5 ; 9
	umur 14 hari		8 ; 10
	umur 28 hari		8,5 ; 9 ; 8 ; 9,5

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 :

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

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

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

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	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	10,6915	0	0	0	0	0	114,3082
2	0,3	12,8916	0,09	0,027	0,0081	3,867471999	1,1602416	166,1927
3	0,4	14,5984	0,16	0,064	0,0256	5,83936	2,335744	213,1133
4	0,5	15,1146	0,25	0,125	0,0625	7,5573	3,77865	228,4511
5	0,6	15,8977	0,36	0,216	0,1296	9,53862	5,723172	252,7369
Jmlh	2	69,1938	0,86	0,432	0,2258	26,8028	12,9978	974,8021

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.77. maka didapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 69,1938 & = & 5a & + & 2b & + & 0,86c \\ 26,8028 & = & 2a & + & 0,86b & + & 0,432c \\ 12,9978 & = & 0,86a & + & 0,432b & + & 0,2258c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 10,64$$

$$b = 8,645$$

$$c = 0,491$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 0,491x^2 - 8,645x + 10,64$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

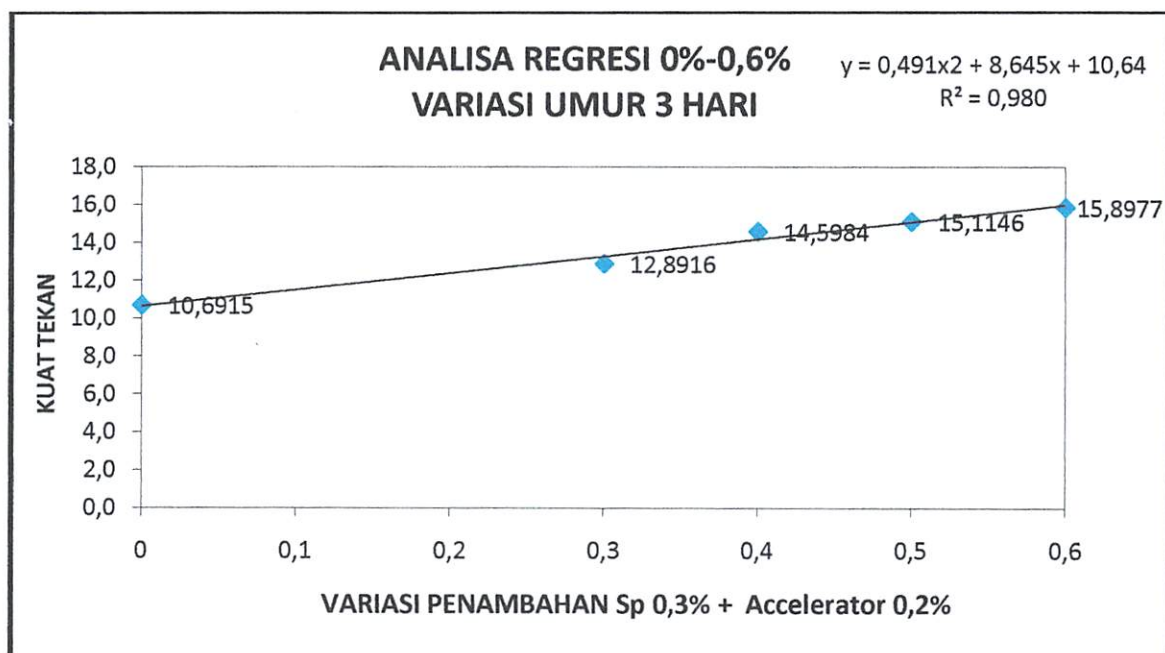
$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(8,645 \left\{ 26,8028 - \frac{2 \times 20,0813}{5} \right\} \right) + \left(0,491 \left\{ 12,9978 - \frac{0,86 \times 69,1938}{5} \right\} \right) \\ &= 16,9033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 974,8021 - \frac{(974,8021)^2}{5} \\ &= 17,2465 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{16,9033}{17,2465} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $y = 0,491x^2 + 8,645x + 10,64$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,98. Hal ini berarti bahwa 98% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.

Grafik 5.6 Analisa Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya data disadur dari penelitian, Eko Indra Wahyu P.H (Superplasticizer 0,3% + Accelerator 0,2%), Jeffry Bagus S. (Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%), Meirika Enggrawati H. (Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2%), Arief Setiawan (Superplasticizer 0,6% + Accelerator 0,2%), yang kemudian data keseluruhan yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap sifat mekanis beton akan ditabelkan dan disajikan ke dalam grafik kuadratik.

Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 7 Hari

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	18,6679	0,09	0,027	0,0081	5,600369543	1,680110863	348,4904
3	0,4	20,3925	0,16	0,064	0,0256	8,157	3,2628	415,8541
4	0,5	22,1072	0,25	0,125	0,0625	11,0536	5,5268	488,7283
5	0,6	24,0840	0,36	0,216	0,1296	14,4504	8,67024	580,0391
Jmlh	2	100,2488	0,860	0,432	0,2258	39,2614	19,1400	2058,0273

Sumber : Data Hasil Penelitian

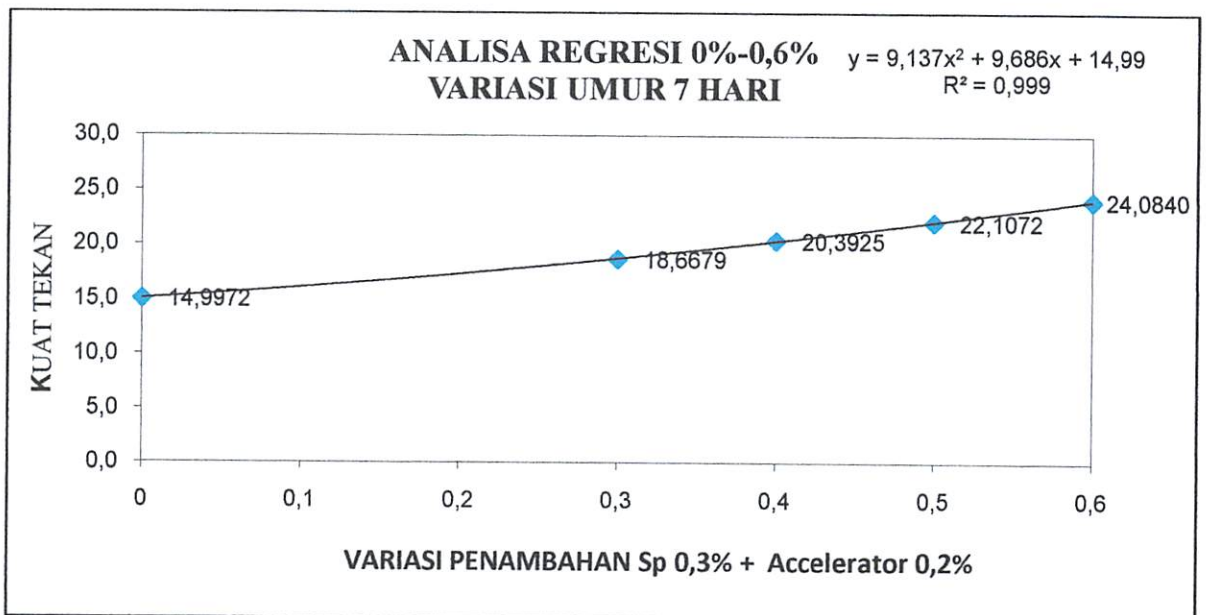
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 9,137x^2 + 9,686x + 14,99$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$

Grafik 5.7 Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 14 Hari

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	24,1134	0,09	0,027	0,0081	7,234034649	2,170210395	581,4584
3	0,4	25,2872	0,16	0,064	0,0256	10,11488	4,045952	639,4425
4	0,5	27,3327	0,25	0,125	0,0625	13,66635	6,833175	747,0765
5	0,6	28,8595	0,36	0,216	0,1296	17,3157	10,38942	832,8707
Jmlh	2	124,4986	0,860	0,432	0,2258	48,3310	23,4388	3158,2741

Sumber : Data Hasil Penelitian

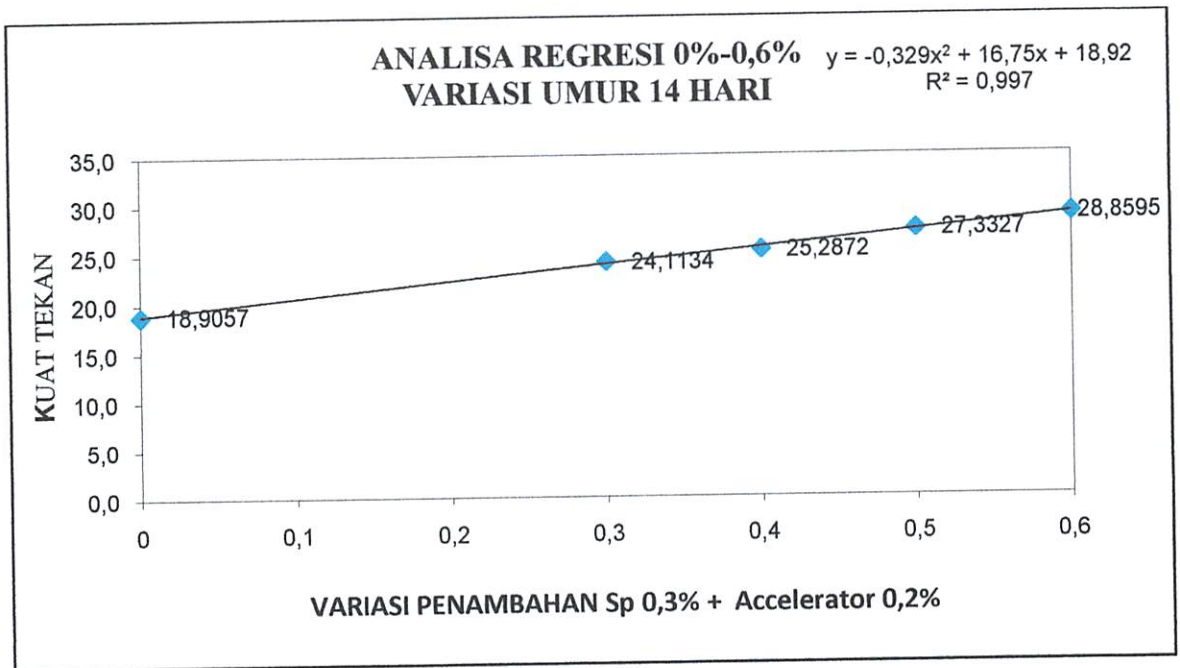
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = -0,329 x^2 + 16,75 x + 18,92$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,997$$

Grafik 5.8 Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	21,0324	0	0	0	0	0	442,3637
2	0,3	26,9036	0,09	0,027	0,0081	8,071080581	2,421324174	723,8038
3	0,4	30,2205	0,16	0,064	0,0256	12,0882	4,83528	913,2786
4	0,5	32,4897	0,25	0,125	0,0625	16,24485	8,122425	1055,5806
5	0,6	34,8209	0,36	0,216	0,1296	20,89254	12,535524	1212,4951
Jmlh	2	145,4671	0,86	0,432	0,2258	57,2967	27,9146	4347,5218

Sumber : Data Hasil Penelitian

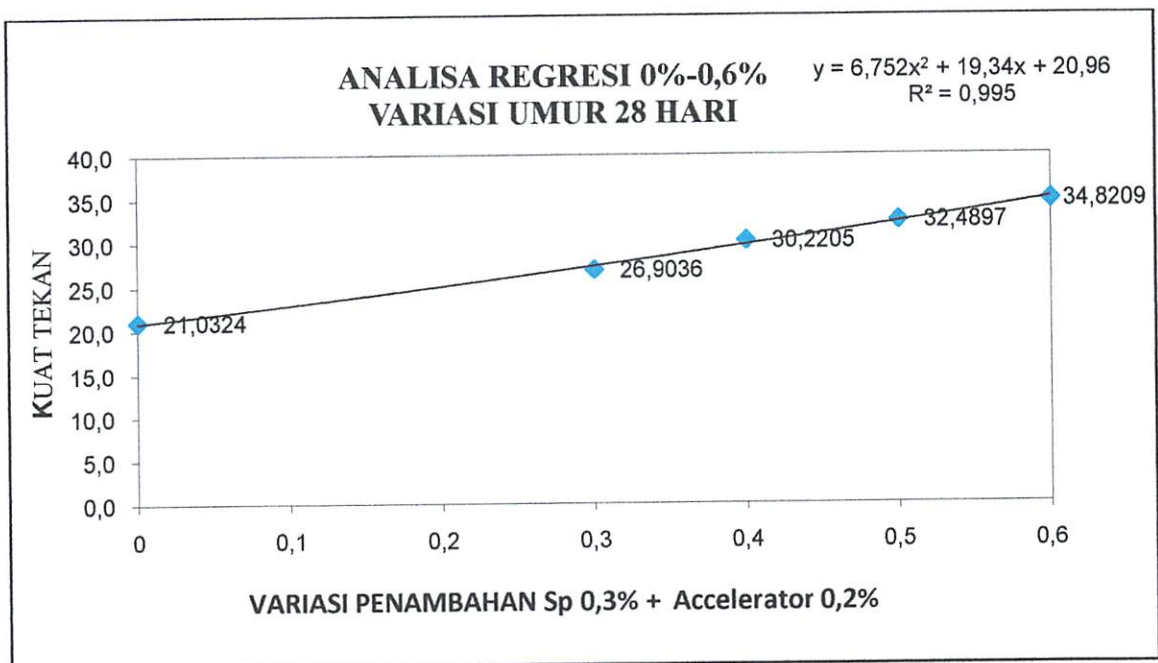
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 6,752x^2 + 19,34x + 20,96$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.995$$

Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat

Tarik Belah Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	2,5714	0	0	0	0	0	6,6119
2	0,3	2,9488	0,09	0,027	0,0081	0,88464	0,265393	8,6955
3	0,4	3,0688	0,16	0,064	0,0256	1,22752	0,491008	9,4175
4	0,5	3,2791	0,25	0,125	0,0625	1,63955	0,819775	10,7525
5	0,6	3,4206	0,36	0,216	0,1296	2,05236	1,231416	11,7005
Jmlh	2	15,2887	0,860	0,432	0,2258	5,8041	2,8076	47,1779

Sumber : Data Hasil Penelitian

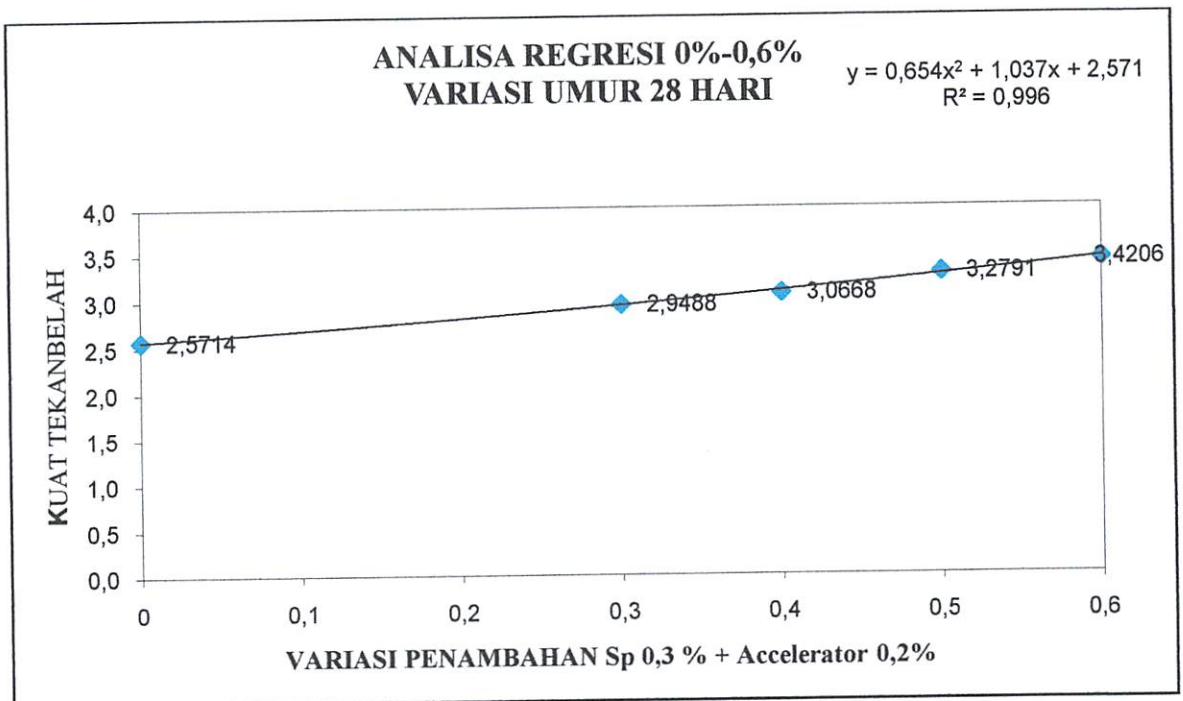
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 0,654x^2 + 1,037x + 2,571$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,996$$

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 Variasi Umur 28 Hari

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	4,4681	0,09	0,027	0,0081	1,34044	0,402133	19,9643
3	0,4	4,8119	0,16	0,064	0,0256	1,92476	0,769904	23,1544
4	0,5	5,1556	0,25	0,125	0,0625	2,5778	1,2889	26,5802
5	0,6	5,4993	0,36	0,216	0,1296	3,29958	1,979748	30,2423
Jmlh	2	23,6011	0,860	0,432	0,2258	9,1426	4,4407	113,3821

Sumber : Data Hasil Penelitian

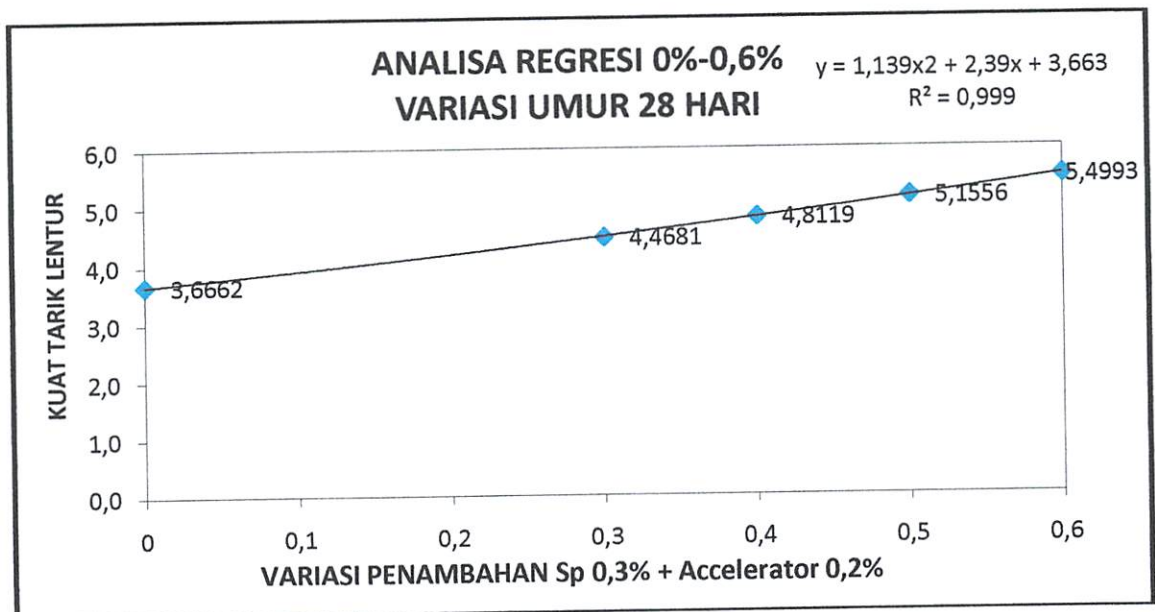
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 1,139 x^2 + 2,390 x + 3,663$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$

Grafik 5.11 Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 3 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	2458,91	0	0	0	0	0	6046260,884
2	0,3	4237,80	0,09	0,027	0,008	1271,341	381,402	17958973,614
3	0,4	5085,36	0,16	0,064	0,026	2034,145	813,658	25860921,927
4	0,5	5506,41	0,25	0,125	0,063	2753,205	1376,603	30320552,189
5	0,6	5854,29	0,36	0,216	0,130	3512,572	2107,543	34272679,791
Jmlh	2	23142,78	0,860	0,432	0,226	9571,26	4679,21	114459388,41

Sumber : Data Hasil Penelitian

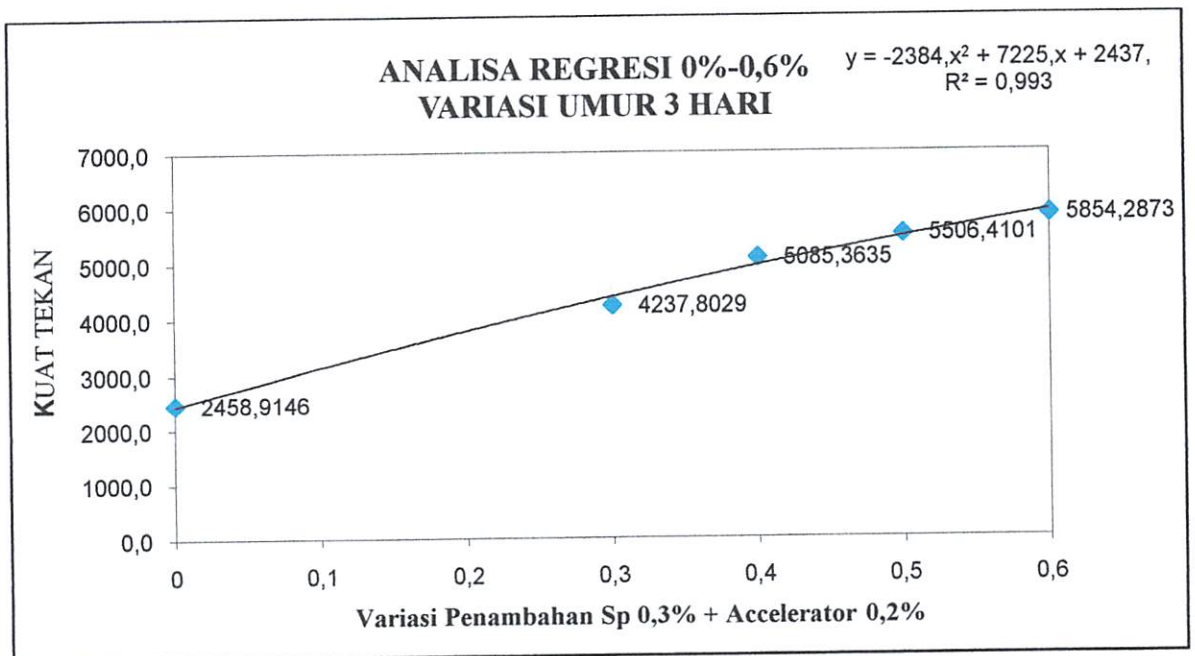
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = -2384x^2 + 7225x + 2437$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,993$$

Grafik 5.12 Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 7 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	4305,14	0	0	0	0	0	18534256,28
2	0,3	5024,54	0,09	0,027	0,0081	1507,36	452,21	25246032,16
3	0,4	6029,45	0,16	0,064	0,0256	2411,78	964,71	36354286,60
4	0,5	6545,61	0,25	0,125	0,0625	3272,80	1636,40	42844997,18
5	0,6	7034,36	0,36	0,216	0,1296	4220,62	2532,37	49482223,42
Jmlh	2	28939,11	0,860	0,432	0,226	11412,56	5585,69	172461795,64

Sumber : Data Hasil Penelitian

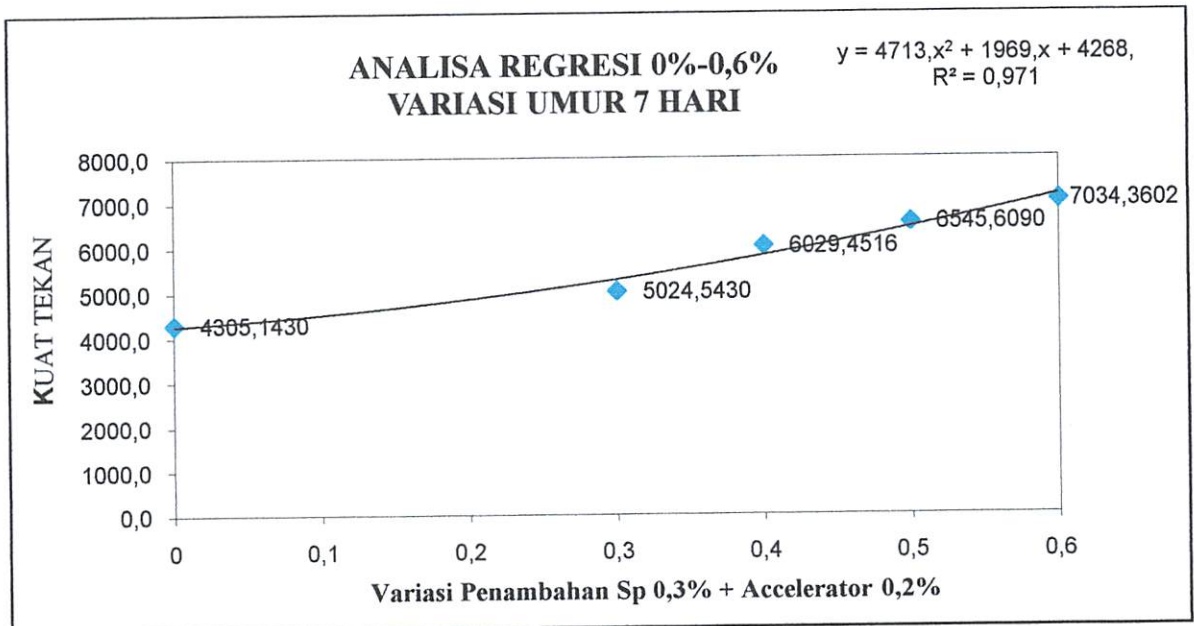
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 4713x^2 + 1969x + 4268$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.971$$

Grafik 5.13 Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 14 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	5731,34	0	0	0	0	0	32848254,920
2	0,3	7556,86	0,09	0,027	0,008	2267,06	680,12	57106060,037
3	0,4	9068,23	0,16	0,064	0,026	3627,29	1450,92	82232726,414
4	0,5	9826,98	0,25	0,125	0,063	4913,49	2456,75	96569620,432
5	0,6	10579,60	0,36	0,216	0,130	6347,76	3808,65	111927876,914
Jmlh	2	42763,00	0,860	0,432	0,2258	17155,598	8396,434	380684538,718

Sumber : Data Hasil Penelitian

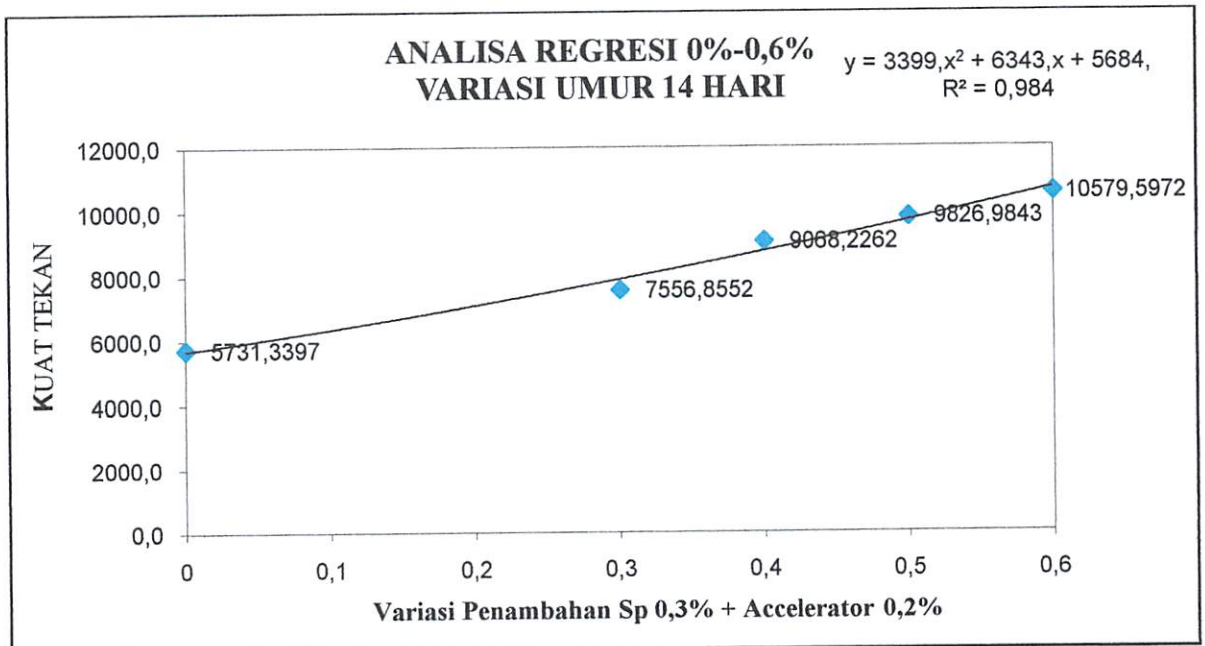
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 3399x^2 + 6343x + 5684$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$

Grafik 5.14 Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.86 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	7029,907	0	0	0	0	0	49419585,965
2	0,3	8061,021	0,09	0,027	0,01	2418,306	725,492	64980061,254
3	0,4	9673,225	0,16	0,064	0,03	3869,290	1547,716	93571287,705
4	0,5	10476,699	0,25	0,125	0,06	5238,350	2619,175	109761221,937
5	0,6	11525,264	0,36	0,216	0,13	6915,159	4149,095	132831714,880
Jmlh	2	46766,116	0,860	0,432	0,2258	18441,104	9041,478	450563871,740

Sumber : Data Hasil Penelitian

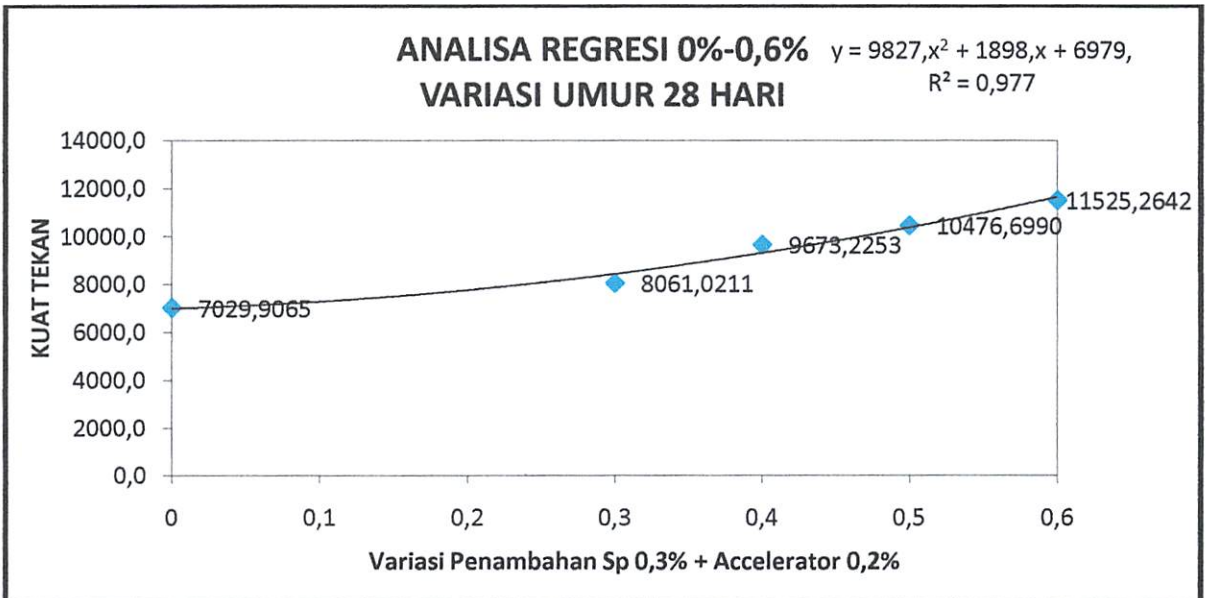
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 9827x^2 + 1898x + 6979$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.977$$

Grafik 5.15 Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 3 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	15,5839	0	0	0	0	0	242,857
2	0,3	12,2443	0,09	0,027	0,008	3,673	1,102	149,923
3	0,4	12,3667	0,16	0,064	0,026	4,947	1,979	152,935
4	0,5	12,5337	0,25	0,125	0,063	6,267	3,133	157,094
5	0,6	12,6116	0,36	0,216	0,130	7,567	4,540	159,052
Jmlh	2	65,3402	0,860	0,432	0,226	22,454	10,754	861,861

Sumber : Data Hasil Penelitian

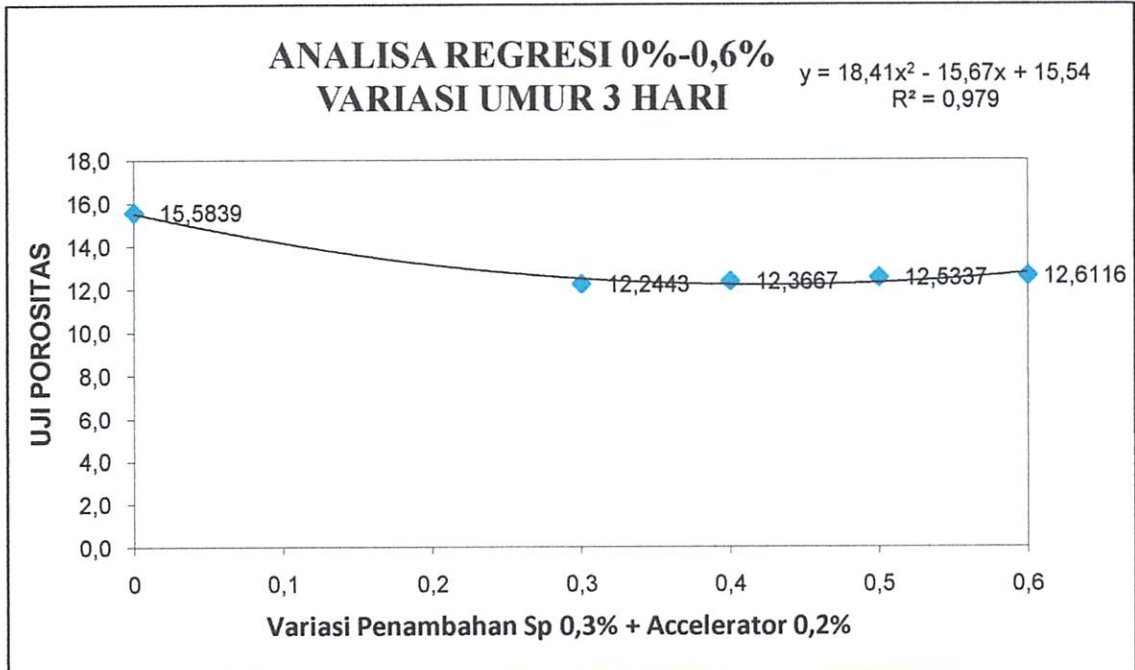
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 18,41x^2 + 15,67x + 15,54$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0,979$$

Grafik 5.16 Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi Umur 7 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	12,1444	0	0	0	0	0	147,486
2	0,3	8,1848	0,09	0,027	0,008	2,455	0,737	66,992
3	0,4	8,2667	0,16	0,064	0,026	3,307	1,323	68,338
4	0,5	8,3796	0,25	0,125	0,063	4,190	2,095	70,218
5	0,6	8,4304	0,36	0,216	0,130	5,058	3,035	71,072
Jmlh	2	45,4059	0,860	0,432	0,226	15,010	7,189	424,105

Sumber : Data Hasil Penelitian

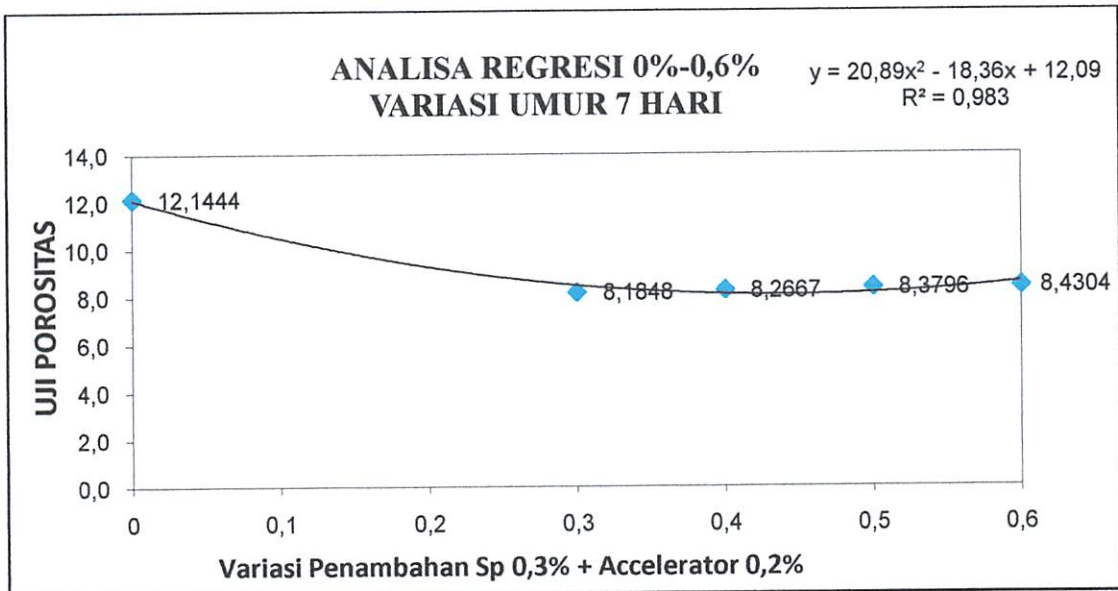
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 20,89x^2 - 18,36x + 12,09$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.983$$

Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 14 Hari

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	8,0255	0,09	0,027	0,008	2,408	0,722	64,408
3	0,4	8,1057	0,16	0,064	0,026	3,242	1,297	65,702
4	0,5	8,2167	0,25	0,125	0,063	4,108	2,054	67,514
5	0,6	8,2662	0,36	0,216	0,130	4,960	2,976	68,330
Jmlh	2	44,7160	0,860	0,432	0,226	14,718	7,049	412,411

Sumber : Data Hasil Penelitian

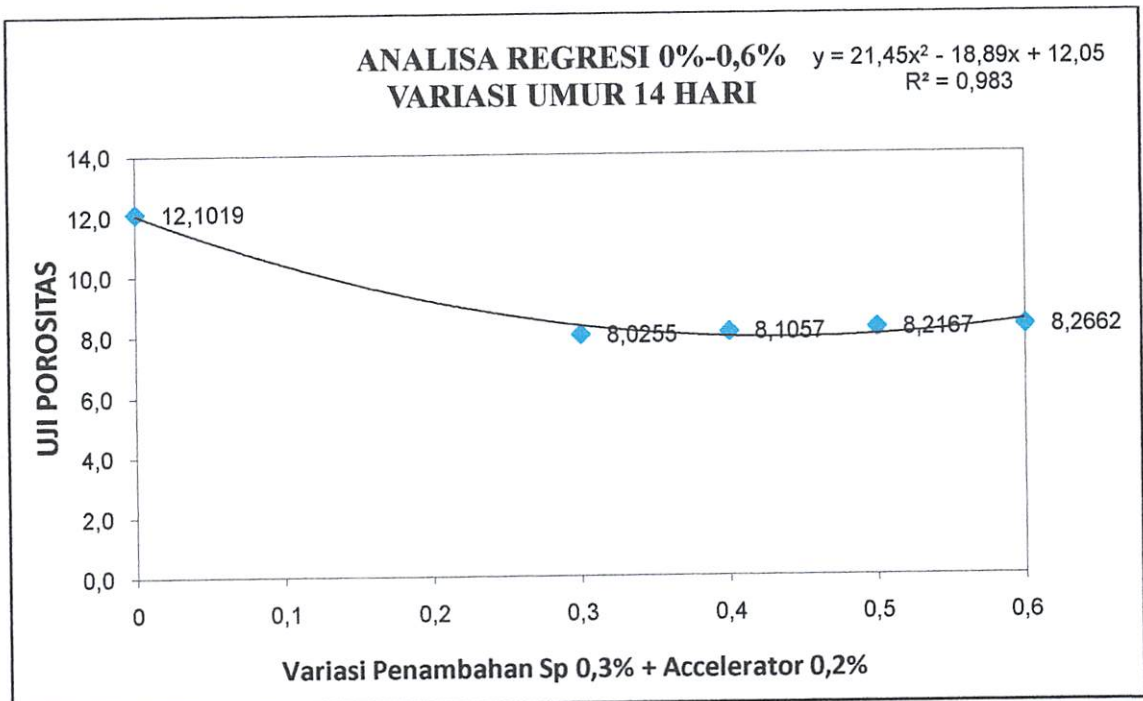
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 21,45x^2 + 18,89x + 12,05$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.983$$

Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	11,9745	0	0	0	0	0	143,389
2	0,3	7,7131	0,09	0,027	0,0081	2,314	0,694	59,491
3	0,4	7,7902	0,16	0,064	0,0256	3,116	1,246	60,687
4	0,5	7,8922	0,25	0,125	0,0625	3,946	1,973	62,287
5	0,6	7,9444	0,36	0,216	0,1296	4,767	2,860	63,113
Jmlh	2	43,3144	0,860	0,432	0,226	14,143	6,774	388,968

Sumber : Data Hasil Penelitian

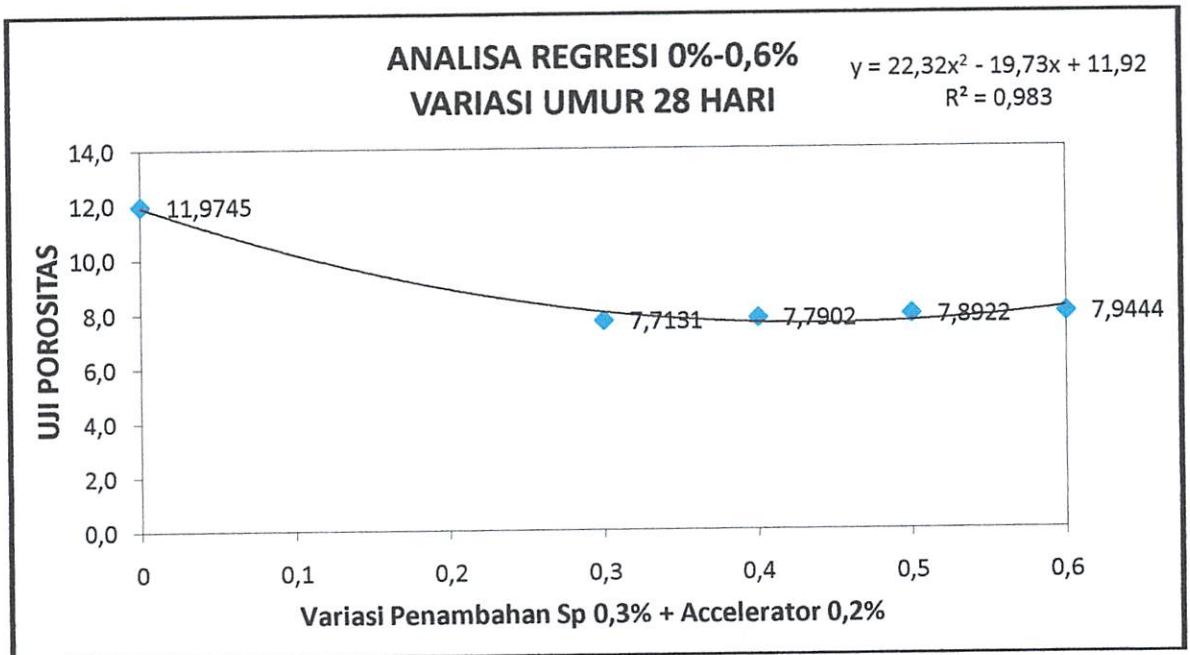
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 22,32 x^2 - 19,73 x + 11,92$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0,983$$

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:

- Dari pengujian sifat mekanis (kuat tekan, tarik belah, tarik lentur, modulus elastisitas dan uji porositas), didapat bahwa terjadi peningkatan pada sifat mekanis beton terhadap variasi umur dan penambahan superplasticizer 0,3% dan accelerator 0,2%.
- Penggunaan bahan tambahan Superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2% berpengaruh untuk meningkatkan kekuatan beton dengan campuran additive pada variasi umur.

1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive Superplastisizer 0,3% dan Accelerator 0,2% ialah untuk umur 3 hari sebesar 12,89 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 10,69 Mpa. Umur 7 hari sebesar 18,67 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 14,99 Mpa. Umur 14 hari sebesar 24,11 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 18,91 Mpa. Umur 28 hari sebesar 26,90 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 21,03 Mpa.

2. Kuat Tarik Belah.

Kuat tarik belah pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive Superplastisizer 0,3% dan Accelerator 0,2% ialah sebesar 2,95 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 2,57 Mpa.

3. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive Superplastisizer 0,3% dan Accelerator 0,2% ialah sebesar 4,47 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah Sebesar 3,67 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 Accelerator 0,2% ialah untuk umur 3 hari sebesar 4237,80 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 2458,91 Mpa. Umur 7 hari sebesar 5024,54 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 4305,14 Mpa. Umur 14 hari sebesar 7556,85 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 5741,34 Mpa. Umur 28 hari sebesar 8061,02 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 7029,91 Mpa.

5. Porositas.

Pada porositas beton terjadi penurunan nilai porositasnya dikarenakan penambahan additive Superplasticizer 0,3% dan Accelerator 0,2% ialah untuk umur 3 hari sebesar 12,24% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 15,58%. Umur 7 hari sebesar 8,18% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 12,14%. Umur 14 hari sebesar 8,02% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 12,10%. Umur 28 hari sebesar 7,71% dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 11,97%, 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 penggunaan penambahan zat additive Superplasticizer dan Accelerator, penulis berharap penelitian ini dilanjutkan dengan membahas unsur-unsur kimiawi yang terdapat pada zat additive supaya dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih bagus dan lebih efisien.
2. Penelitian ini dilakukan pada beton yang menggunakan bahan additive Superplasticizer dan Accelerator, diharapkan penelitian selanjutnya dapat mencoba untuk mencampurkan bahan tambahan

additive yang baru atau pula jenis semen yang berbeda agar dapat dibandingkan hasil campurannya.

3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan faktor cuaca kerana sangat berpengaruh terhadap kadar air pada material.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Studi pengaruh admixtur plastiment-vz pada beton, Di akses melalui <http://dewey.petra.id>
- Anonim. 2010. Pengaruh penambahan bahan tambahan jenis accelerator 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. 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
- 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 ttinggi dengan admixture 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.

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>

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

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

Rangkak repair mortar dengan bahan tambah polymer, di akses melalui

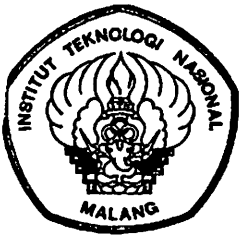
http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkak-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html

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



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

EKO INDRA WAHYU P.H. (05.21.035)

Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
19/01 11	<ul style="list-style-type: none">- Rumusan Masalah sama, harus diganti- Beri gambar pada penjelasan rumus (lengkapi gambar benda uji- Langkah-langkah proses pengujian (metadologi)- Data pengujian bahan ditaruh pada lampiran	
28/3 11	<ul style="list-style-type: none">- Batasan masalah sesuaikan dengan rumusan & Tujuan- Uji tekan- Modulus Elastisitas- gambar mana?- Metodologi- Bagan Alir?- Populasi benda uji mana- Data pengujian material ditaruh pada lampiran	
4/4 11	<ul style="list-style-type: none">- Batasan masalah- Analisa perlu betulkan	
8/4 11	<ul style="list-style-type: none">- Susun Sempurnakan	
2/5 11	<ul style="list-style-type: none">- Grafik? dilengkapi- Susun Semua Lengkap	
26/5 11	<p>Ok & Maaf Semangat Hasil</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

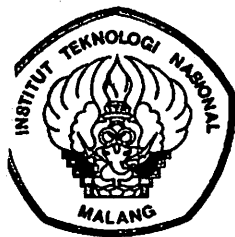
LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

EKO INDRA WAHYU P.H. (05.21.035)

Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
19/07/11	<p>Bab I — ok, sesuai proposal</p> <p>Bab II</p> <ul style="list-style-type: none"> - penelitian pendahuluan dilakukan di subbab terdahulu - uji F → rumus/metode? - analisa regresi → rumus? <p>Bab III</p> <p>ada uji T? dipakai?</p> <p>Bab IV</p> <ul style="list-style-type: none"> → cek tulisan: f → $f_{0,5}$ - uji bahan ok - mix beton → diperjelas - komposisi campuran - rumus: uji tekan/ tarik, modulus? 	
31/03/11	<p>Bab V → pembahasan & perbandingan masing-masing</p> <p>abr. grafik hub. parameter vs. umur beton</p>	<p><i>[Signature]</i></p> <p><i>[Signature]</i></p>



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

EKO INDRA WAHYU P.H. (05.21.035)

Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Judul : EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER DAN ACCELERATOR MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
18/05/11	Bab V. pembahasan & grafik hub. parameter - dek. buat kesimpulan awal & abstrak.	
23/05/11	Abstrak lengkap Kesimpulan & saran Bioplen seminar hasil dan jilid skripsi	



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-0912.10/21/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 : Eko Indra Wahyu P.H.
Nim : 05.21.035
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efffek Proporsi Additive Superplastisizer dan Accelelator 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.
2. Arsip.



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.10/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Eko Indra Wahyu P.H.
Nim : **05.21. 035**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

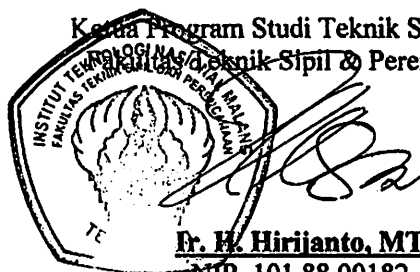
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Effek Proporsi Additive Superplastisizer dan Accelelator Mengikuti Kurva Linear Terhadap Kinerja dan Variasi Umur Beton".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal : **20 Desember 2010** s/d **19 Juni 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang



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

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : ~~DEVIANTO~~ EKO IUDRA
 NIM : 0521035
 Hari / tanggal : Kamis, 18 - 11 - 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Pada kesimpulan tambahkan mengenai pengaruh penambahan superplasticizer & accelerater thdp slump tes & pengerasan beton.
- Tujuan penelitian ① betulkan.
- Tambahkan mengenai peningkatan kekuatan beton yg lain

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20 - 11 - 2011

Dosen Pembahas

Malang, 18 - 11 - 2011

Dosen Pembahas

(A. Agus Santoso)

FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG PENELITIAN

Nama : EKO INORA

NIM : 0521035

Hari / tanggal : Rabu, 29-01-2011

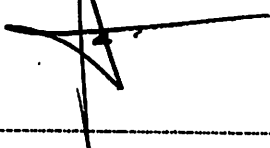
Revisi materi Skripsi meliputi :

- Kata summary test dimasukkan & dibahas.

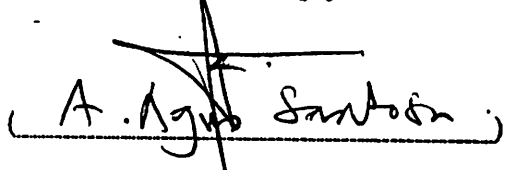
Revisi materi Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian
Penerimaan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Revisi materi Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 9 - 9 - 2010
Dosen Penguji



Malang, 29 - 01 - 2011
Dosen Penguji





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Siguru-guru 2
Jl. Raya Katunglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI

PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : EKO INDRA WAHYU P.H.
NIM : 05.21.035
Hari / tanggal : Rabu / 24 - 8 - 2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

[Large ruled area for listing the revisions to be made.]

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

Revisi Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2011
Dosen Penguji

Malang, _____ 2011
Dosen Penguji

(_____)

(_____)

➤ **Pemeriksaan Bahan**

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

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

❖ **Pemeriksaan Berat Isi**

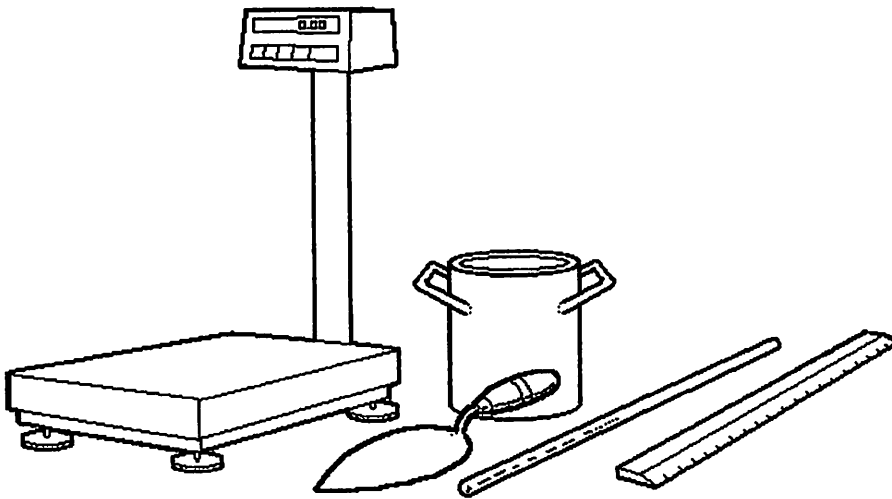
A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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

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



Gambar 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 (W2).
 - Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- b) Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 ½") dengan cara penusukan :
- Timbang dan catatlah berat wadah (W1)
 - Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.
 - Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Timbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W2).
 - Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

E. Perhitungan

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

Dimana : V = isi wadah (cm^3)

W_3 = Berat contoh uji (kg)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 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 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 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 = 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 = 1,486 kg/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,629 kg/cm³
- c. Semen = 1,243 kg/cm³

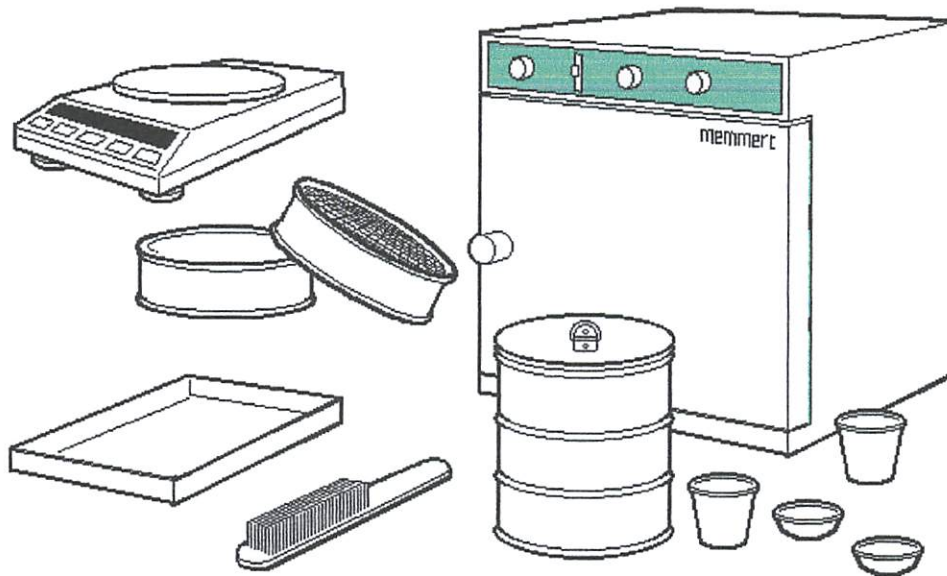
❖ Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

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 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 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 2 Aparatus untuk analisis saringan agregat kasar dan halus

Tabel 4 Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

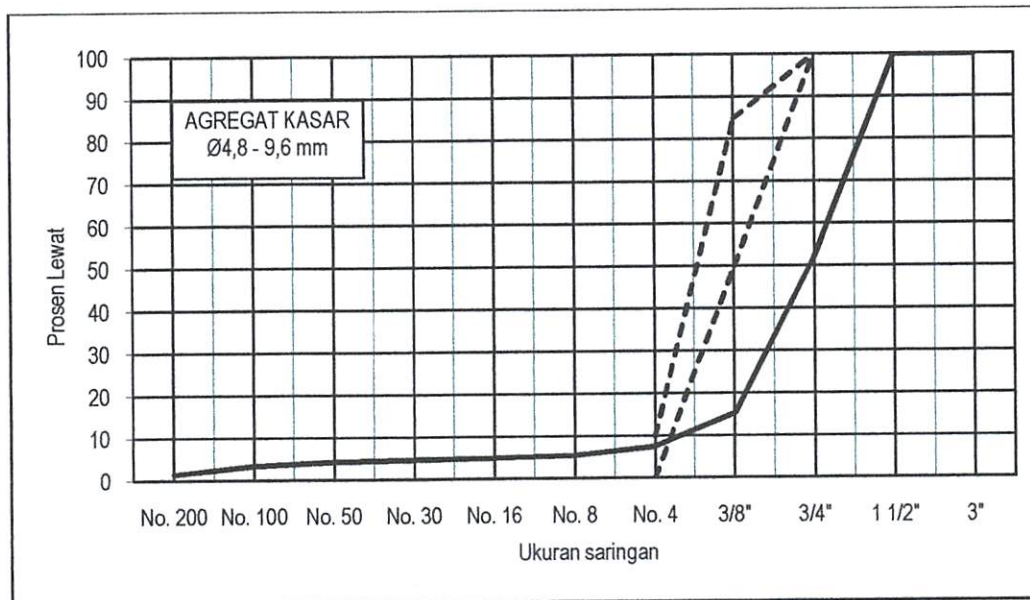
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 5 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

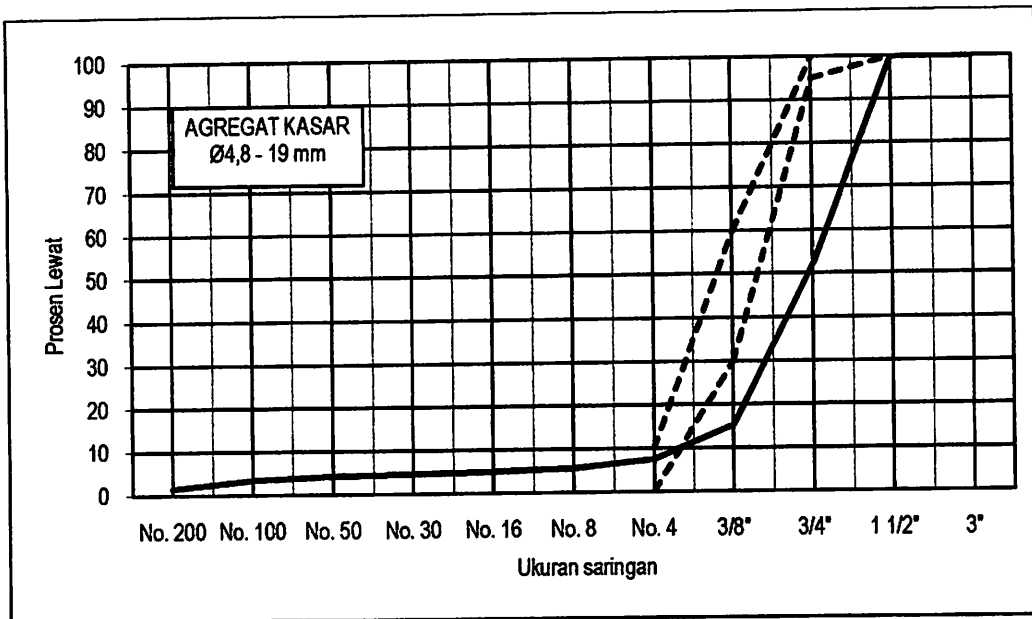
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	13420	55.39	55.39	44.61
9.6 mm (3/8")	10380	42.85	98.24	1.76
4.75 mm (No. 4)	219	0.90	99.14	0.86
2.36 mm (No. 8)	55.5	0.23	99.37	0.63
1.18 mm (No. 16)	15.6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



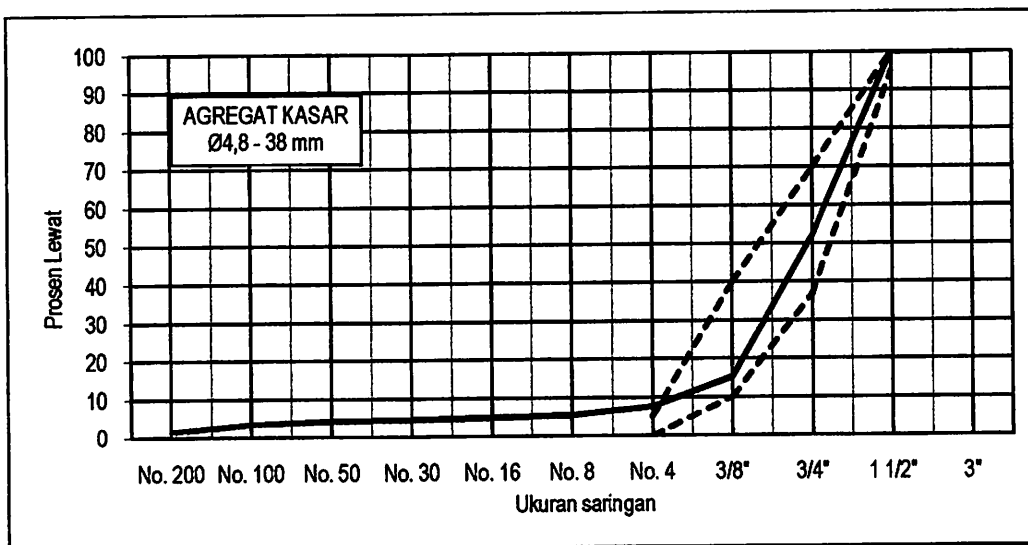
Grafik 1 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 2 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 19 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



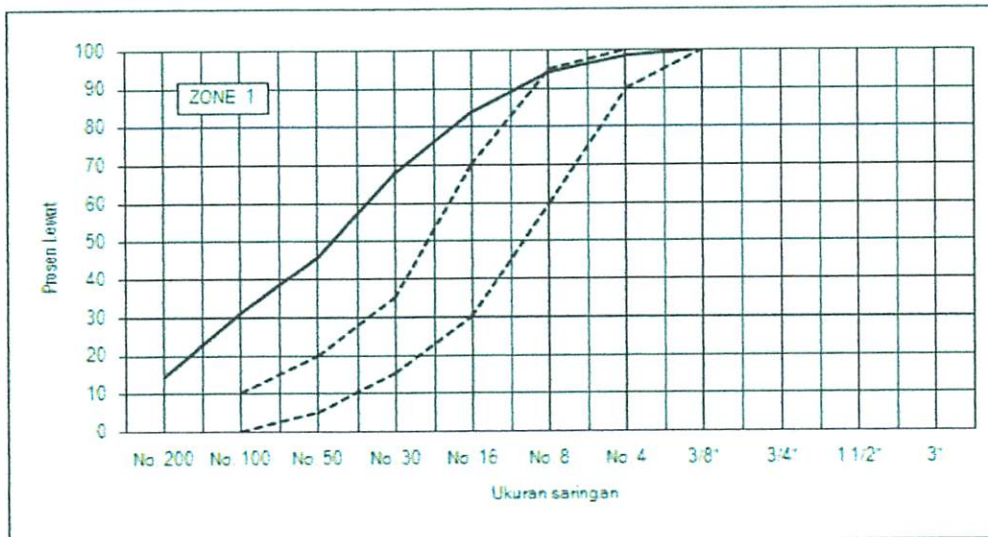
Grafik 3 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 6 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

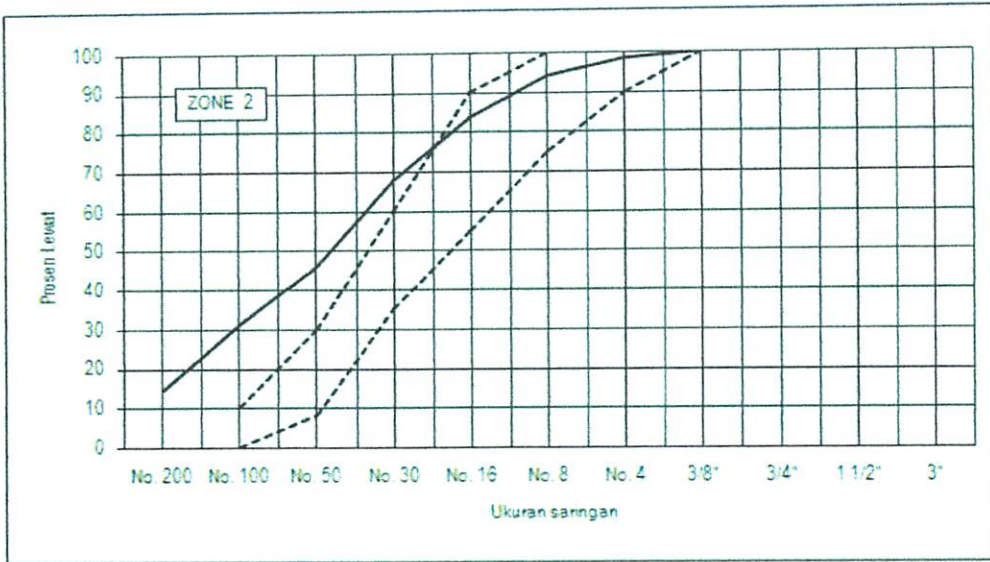
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76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



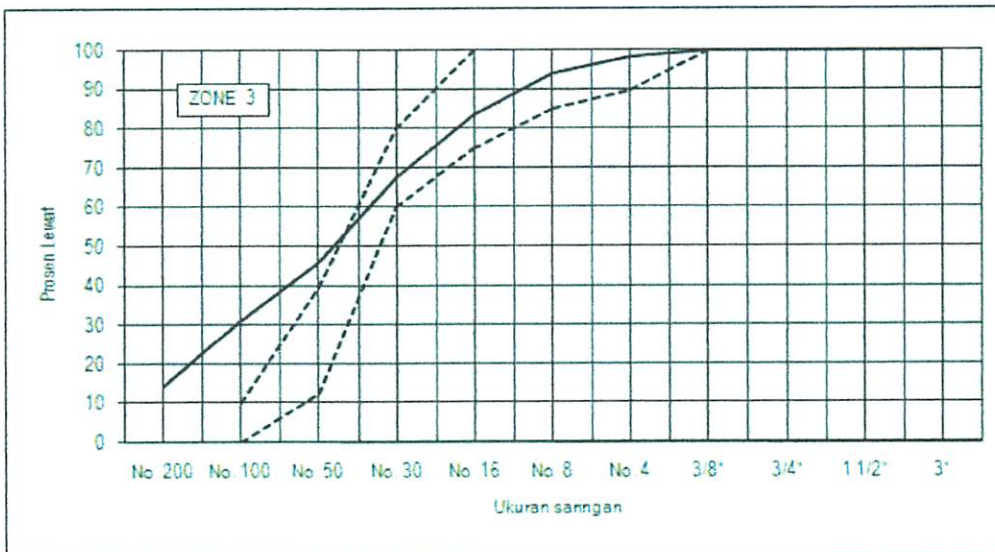
Grafik 4 Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 5 Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 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

❖ 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 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.

❖ 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 %).

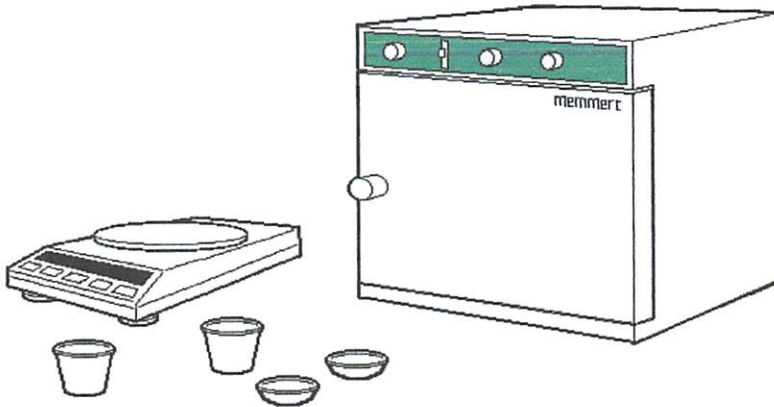
❖ Pemeriksaan Kadar Air Agregat

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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



Gambar 3 Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

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

Tabel 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 9 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

AGREGAT KASAR		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 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

- Kadar air Agregat halus (pasir) SSD = 4,59 % , Asli = 3,68 %
- Kadar air Agregat kasar Batu Pecah SSD = 1,81 % , Asli = 1,26 %

❖ **Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

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 ± 5)°C.
- Handuk
- Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorpsi

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Benda uji direndam selama 24 jam.

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

- B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram
- B_k = berat contoh kering oven
- B_a = berat contoh di dalam air

F. Tabel Perhitungan

Tabel 11 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

		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 (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	1.51	1.46	1.48

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

- Berat jenis (*bulk*) = 2,67
- Berat jenis SSD = 2,71
- Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,78
- Penyerapan (absorpsi) = 1.48 %

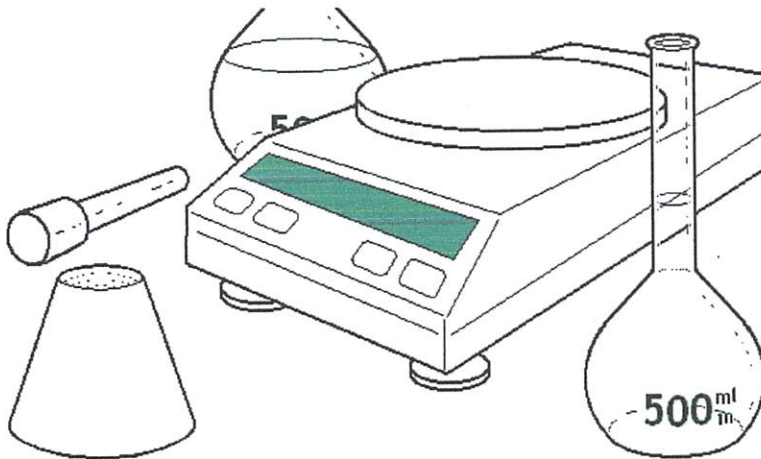
❖ Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

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 Aparatus untuk analisis *specific gravity* dan absorpsi agregat halus

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- b. Sebagian dari contoh dimasukkan pada “metal sand cone mold”. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (tamper). Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Kondisi SSD (Saturated Surface Dry) contoh diperoleh jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir longsor/runtuh.
- c. Contoh agregat halus seberat 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer. Isilah piknometer tadi dengan air sampai 90% penuh. Bebaskan gelembung-gelembung udara dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer tadi. Rendamlah piknometer dengan suhu air $(73,4 \pm 3)^\circ$ Fahrenheit selama 24 jam.
- d. Pisahkan contoh benda uji dengan piknometer dan keringkan pada suhu $(213 \pm 230)^\circ$ Fahrenheit. Langkah ini harus diselesaikan dalam waktu 24 jam.
- e. Timbanglah berat piknometer yang berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur $(73,4 \pm 4)^\circ$ Fahrenheit, dengan ketelitian 0,1 gram.

E. Perhitungan

- Berat Jenis (*bulk*)
$$= \frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$$

- Berat jenis kering permukaan jenuh
$$= \frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$$

- Berat jenis semu (*apparent*)
$$= \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$$

- Penyerapan (absorpsi) $= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$

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 12 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	B_k	491.70	489.00	490.35
Berat contoh kering permukaan jenuh	B_j	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)	B_t	991.80	2.60	497.20
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{(B + B_j - B_t)}$	2.61	2.60	2.64
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{(B + B_j - B_t)}$	2.65	2.66	2.66
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.73	2.77	2.75
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$	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 (absorpsi) = 201,96

❖ Pengujian Keausan Agregat Kasar 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 (No. 8).
- d. Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, memanasi sampai (110 ±5)°C.

B. Bahan

Benda uji harus bersih. Bila benda uji masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimuti oleh bahan lain, maka benda uji harus dicuci dahulu sampai bersih kemudian dikeringkan dalam suhu (110 ±5)°C. Pisahkan benda uji ke dalam masing-masing fraksi kemudian digabungkan sesuai dengan daftar berikut.

Tabel 13 Berat dan Gradasi benda uji

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

C. Prosedur Praktikum

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

D. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 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 %



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

Perencanaan campuran beton dengan metode SNI

Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
Penerapan variabel perencanaan		
Kekuatan tekan karakteristik	Disyaratkan (pada 28 hari)	20,00 MPa
Deviasi standar	Tabel 1	6,00 MPa
Margin kekuatan	1,34 [2]	10,48 MPa
Kekuatan tekan rencana	[1] + [3]	30,48 MPa
Jenis semen yang digunakan	Disyaratkan	Tiga Roda
Jenis agregat kasar	Dipecah / tidak dipecah *)	Dipecah
Jenis agregat halus	Dipecah / tidak dipecah *)	Tidak dipecah
Faktor air semen (W/C)	Gambar 13 (W/C)	0,71
Faktor air semen maksimum	Tabel 12 (W/C)	0,73
Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan	Terkecil antara [7] dan [8] (W/C)	0,71
Slump yang direncanakan	Disyaratkan (tabel 9)	100,00 mm
Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20,00 mm
Kadar air bebas	Tabel 11	196,90 kg/m ³
Jumlah semen	[12] / [9]	277,32 kg/m ³
Jumlah semen minimum	Tabel 12	225,00 kg/m ³
Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	277,32 kg/m ³
Proporsi agregat halus	Gambar 14	45,00 %
Proporsi agregat kasar	100% - [16]	55,00 %
Berat jenis agregat halus (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,66
Berat jenis agregat kasar (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,71
Berat jenis agregat gabungan	$([16][18]+[17][19])/100$	2,68
Berat jenis beton basah	Gambar 15	2407,00 m ³
Total jumlah agregat	[21]-[12]-[15]	1932,78 kg/m ³
Jumlah agregat halus	[16][22]/100	869,75 kg/m ³
Jumlah agregat kasar	[17][22]/100	1063,03 kg/m ³



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

lanjutan Perancangan campuran beton dengan metode SNI

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
Menentukan komposisi campuran beton kondisi lapangan			
25.	Kadar air agregat halus	Tabel pemeriksaan	3,68 %
26.	Kadar air agregat kasar	Tabel pemeriksaan	1,26 %
27.	Kadar air SSD agregat halus	Tabel pemeriksaan	4,59 %
28.	Kadar air SSD agregat kasar	Tabel pemeriksaan	1,81 %
29.	Kelebihan air dalam agregat halus	[27]-[25]	0,91 kg/m ³
30.	Kelebihan air dalam agregat kasar	[28]-[26]	0,54 kg/m ³
31.	Jumlah agregat halus	$(100+[25])/(100+[27])*[23]$	862,18 kg/m ³
32.	Jumlah agregat kasar	$(100+[26])/(100+[28])*[24]$	1057,36 kg/m ³
33.	Jumlah air	$[12]+([27]-[25])+([28]-[26])$	198,35 kg/m ³

Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan

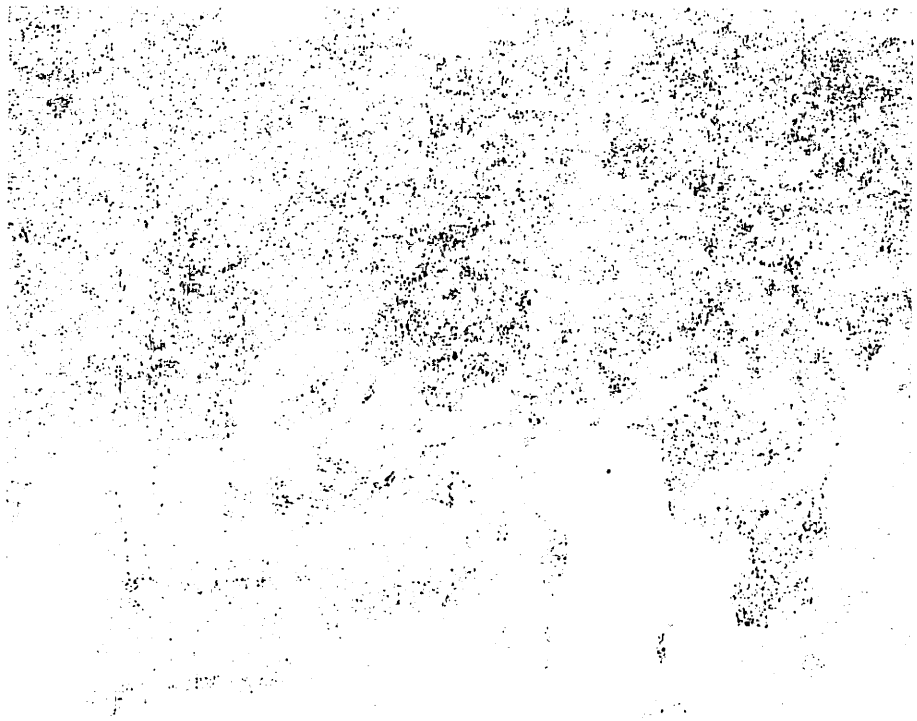
	Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
	Per m ³	277,32	862,18	1057,36	198,35
	Perbandingan berat	1	3,11	3,81	0,72



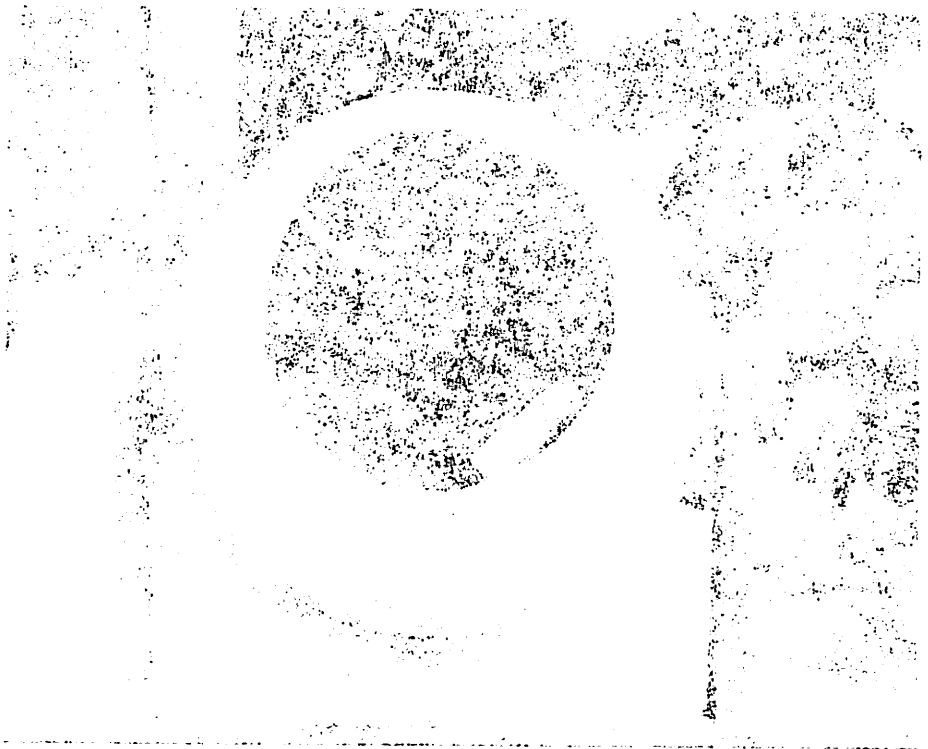
Persiapan Bahan Beton Normal



Pencampuran Material Beton Normal



THE WORLD AS IT IS



THE WORLD AS IT IS



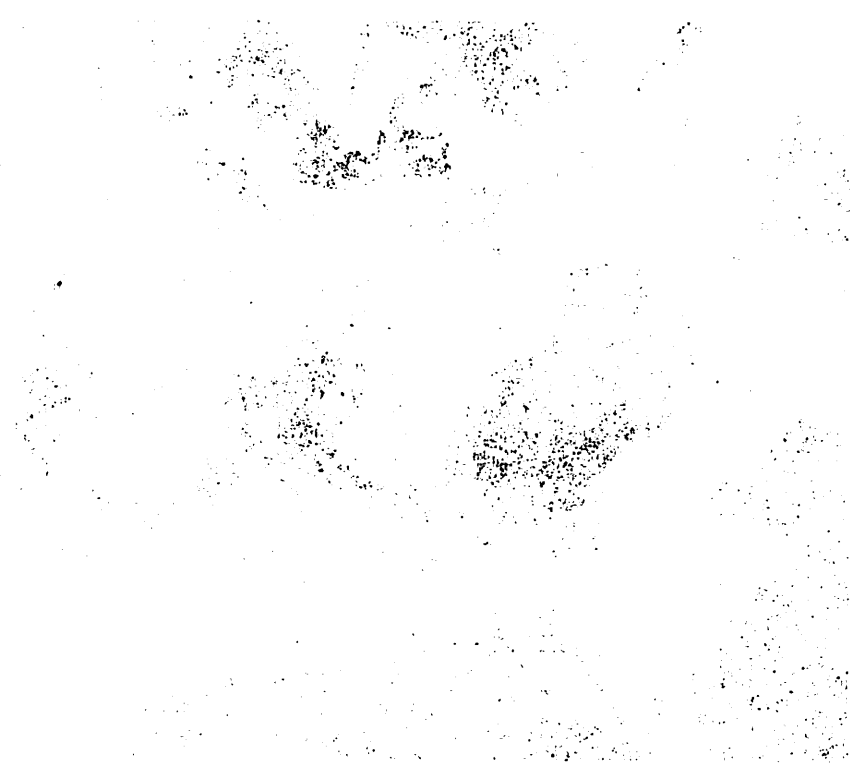
Slump Test



Benda uji Beton Normal



1911



1911



Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive



Beton dengan Campuran Additive



2010/01/01 10:00:00



2010/01/01 10:00:00



Slump Test Beton dengan Campuran Additive



Pengujian Kuat Tekan



1911-1912



1913-1914



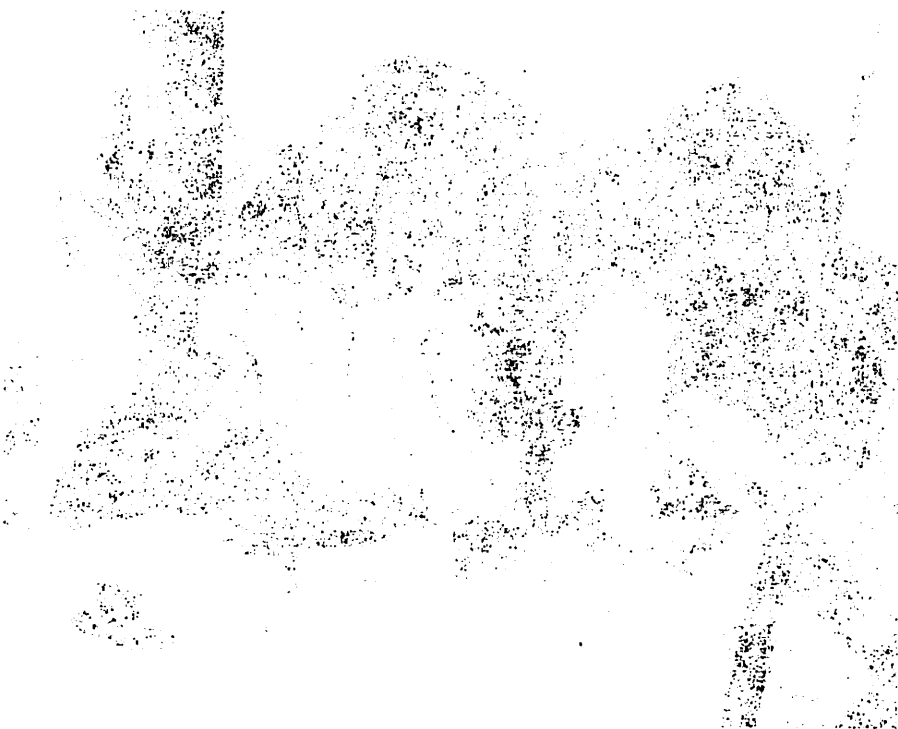
Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



SECRET



SECRET



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Benda uji yang telah di Test

