

SKRIPSI

**EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTISIZER* 0,4% DAN
ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP
KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON**



Disusun oleh :

**JEFFRY BAGUS S.
05.21.024**

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

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI

**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,4% 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 :
JEFFRY BAGUS S.**

05. 21. 024



Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

(Ir. Togi H. Nainggolan, MS.)

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* 0,4% 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 :

JEFFRY BAGUS S.

05. 21. 024

Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

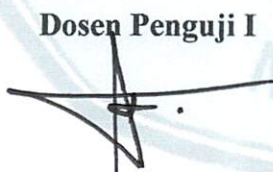
Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

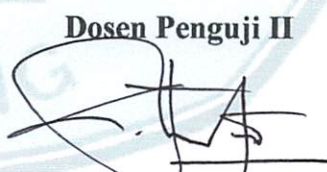
Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Penguji II



(Ir. Eding Iskak Imananto, MT)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **JEFFRY BAGUS S.**
Nim : **05. 21. 024**
Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

**“Efek Proporsi *Additive Superplasticizer* 0,4% 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
PILIH BERKASAMATA KANISDA
TGL.
1D0D2AAF716205874

ENAM RIBU RUPIAH
6000 DJP

(**JEFFRY BAGUS S.**)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yesus atas rahmat dan berkat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI *ADDITIVE SUPERPLASTICIZER* 0,4% DAN *ACCELERATOR* 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR BETON”**

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

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

1. Bapak Ir. Agus A. Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Kepala Laboratorium Beton sekaligus Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian sekaligus Pembimbing II.
4. Bapak Ir. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
5. Orang Tua tercinta yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materi, serta doa hingga terselesainya laporan ini.
6. Teman-teman Angkatan 2005 yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian.

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

Malang, Juni 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER 0,4% DAN ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”. Jeffry Bagus S.

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Togi H Nainggolan, MS, 2011

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

Salah satu cara untuk meningkatkan kuat tekan beton adalah dengan meningkatkan kepadatannya, yaitu dengan mempercepat proses pengeringan dan meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk didalam beton. Berarti semakin tinggi kekuatan beton, beton semakin kedap terhadap bahan air. Penggunaan zat additive diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan tersebut, seperti Superplasticizer dan Accelerator. Superplasticizer yang berguna untuk mereduksi air sehingga penggunaan air akan menjadi sedikit serta membuat kekuatan dan kekedapan beton meningkat sedangkan Accelerator berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan beton.

Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif tentang penggunaan zat additive Superplastisizer 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 membutuhkan waktu pekerjaan yang singkat.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan tambahan zat additive Superplastisizer dan Accelerator berpengaruh terhadap peningkatan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat additive Superplastisizer 0,4% dan Accelerator 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 26,76% yaitu dari 10,69 MPa menjadi 14,60 MPa, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan sebesar 26,46% yaitu dari 15,00 MPa menjadi 20,39 MPa, untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan sebesar 25,24% yaitu dari 18,91 MPa menjadi 25,29 MPa untuk variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 30,40% yaitu dari 21,03 MPa menjadi 30,22 MPa. Ini dikarenakan pengikatan campuran yang lebih cepat akibat penambahan zat additive dan penggunaan air yang sedikit maka benda uji yang dihasilkan berwarna lebih pekat, lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi 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	ix
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR NOTASI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Batasan Penelitian.....	5
1.7. Hipotesa Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Tinjauan Pustaka.....	8

2.1.1	Penelitian Terdahulu	8
2.1.2	Pengertian Beton	10
2.1.3	Material Pembentuk Beton	11
2.1.3.1	Semen	11
2.1.3.2	Agregat Halus (Pasir)	12
2.1.3.3	Agregat Kasar (Kerikil)	14
2.1.3.4	Air	16
2.1.3.5	High Range Water Reducer Superplacisizer (HRWR)	16
2.1.3.6	Accelerator	18
2.2.	Sifat Mekanis Beton	18
2.2.1	Kuat Tekan	18
2.2.2	Kuat Tarik Belah	21
2.2.3	Kuat Tarik Lentur	22
2.2.4	Modulus Elastisitas	23
2.3.	Sifat Fisik Beton	25
2.3.1	Porositas.....	25
2.3.2	Workabilitas.....	26
2.4.	Analisa Varian dua Arah.....	26
2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan	27
2.6.	Pengertian Hipotesis	28
2.6.1	Hipotesis Penelitian	31
2.7.	Analisa Regresi	32

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2.	Metode Penelitian	33
3.3.	Populasi dan Sampel	33
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	35
3.5.	Bagan Alir.....	38
3.6.	Metode Pengumpulan Data	40
3.7.	Teknik Analisa Data	41
BAB IV	PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN	42
4.1.	Perhitungan Komposisi Campuran Beton	42
4.1.1.	Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI	42
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Bahan	51
4.2.1.	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan / m ³	51
4.3.	Pelaksanaan Campuran Beton.....	54
4.3.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran).....	54
4.3.2.	Uji Slum Beton	55
4.3.3.	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	56
4.3.4.	Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Tarik Lentur Beton.....	60
4.3.5.	Pengujian Porositas.....	64
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	72
5.1.3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	74
5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	76
5.1.5. Hasil Pengujian Porositas	79
5.2. Pengujian Interval Kepercayaan	82
5.2.1. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	82
5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah	88
5.2.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	93
5.2.4. Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas	98
5.2.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas	103
5.3. Pengujian Hipotesis	108
5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton	
Dengan Variasi Umur	108
5.3.2. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	112
5.3.3. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur	
Dengan Variasi Umur 28 Hari	115
5.3.4. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton	
Dengan Variasi Umur	118
5.3.5. Pengujian Hipotesis Porositas Beton	
Dengan Variasi Umur	122

5.4. Analisis Dan Pembahasan	126
5.4.1 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur	
3, 7, 14 dan 28 hari.....	126
5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari....	128
5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari ..	130
5.4.4 Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi	
Umur 3, 7, 14 dan 28 hari	132
5.4.5 Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur	
3, 7, 14 dan 28 hari.....	134
5.5. Workabilitas.....	136
5.6. Analisa Regresi	137
5.6.1 Analisa Regresi	137
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	153
6.1. Kesimpulan	153
6.2. Saran	154

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Populasi dan sampel benda uji	34
Tabel 4.1	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	43
Tabel 4.2	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	44
Tabel 4.3	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	45
Tabel 4.4	Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	46
Tabel 4.5	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	51
Tabel 4.6	Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar	53
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 0,4% + Accelerator 0,2%.....	71
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan	71
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%.....	71
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan	71
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%	71

Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Tanpa Penambahan	71
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%	71
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	73
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	75
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari	78
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari	78
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari	78
Tabel 5.14	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari	78
Tabel 5.15	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari	81
Tabel 5.16	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari	81
Tabel 5.17	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari	81
Tabel 5.18	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari	81
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan	82
Tabel 5.20	Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan	84
Tabel 5.21	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	84

Tabel 5.22 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%..... 85

Tabel 5.23 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,4% +
Accelerator 0,2% Dengan Bahan Tambahan 86

Tabel 5.24 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan
Pengujian Interval Kepercayaan 87

Tabel 5.25 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan 88

Tabel 5.26 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan
Tambahan..... 89

Tabel 5.27 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan
Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan..... 90

Tabel 5.28 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%..... 90

Tabel 5.29 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2% 91

Tabel 5.30 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan
Pengujian Interval Kepercayaan 92

Tabel 5.31 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan..... 93

Tabel 5.32 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan ... 94

Tabel 5.33 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan
Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan..... 95

Tabel 5.34	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%.....	95
Tabel 5.35	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan.....	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%.....	96
Tabel 5.36	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan	
	Pengujian Interval Kepercayaan	97
Tabel 5.37	Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan.....	98
Tabel 5.38	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan..	99
Tabel 5.39	Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	
	Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	100
Tabel 5.40	Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%.....	100
Tabel 5.41	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%.....	102
Tabel 5.42	Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
	Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan	
	Pengujian Interval Kepercayaan	102
Tabel 5.43	Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan	103
Tabel 5.44	Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan.....	104
Tabel 5.45	Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah	
	Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	105

Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer
0,4% + Accelerator 0,2%..... 105

Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan
Superplastisizer 0,4% + Accelerator 0,2%..... 106

Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer
0,4% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval
Kepercayaan..... 107

Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan..... 108

Tabel 5.50 Analisa Varian untuk Kuat Tekan..... 110

Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan..... 111

Tabel 5.52 Analisa Varian untuk Kuat Tekan..... 111

Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur
14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan..... 111

Tabel 5.54 Analisa Varian untuk Kuat Tekan..... 111

Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur
28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan..... 111

Tabel 5.56 Analisa Varian untuk Kuat Tekan..... 111

Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan..... 112

Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah..... 114

Tabel 5.59 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	115
Tabel 5.60 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur	117
Tabel 5.61 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	118
Tabel 5.62 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	120
Tabel 5.63 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	121
Tabel 5.64 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas	121
Tabel 5.65 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	121
Tabel 5.66 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	121
Tabel 5.67 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	121
Tabel 5.68 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	121
Tabel 5.69 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	122
Tabel 5.70 Analisa Varian untuk Porositas.....	124
Tabel 5.71 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	125
Tabel 5.72 Analisa Varian untuk Porositas.....	125
Tabel 5.73 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	125

Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas..... 125

Tabel 5.75 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan 125

Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas..... 125

Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasasi Umur 3 Hari..... 137

Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasasi Umur 7 Hari 140

Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasasi Umur 14 Hari..... 141

Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan
Variasasi Umur 28 Hari..... 142

Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah
Variasasi Umur 28 Hari..... 143

Tabel 5.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik
Lentur Variasi Umur 28 Hari..... 144

Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 3 Hari 145

Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 7 Hari 146

Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 14 Hari 147

Tabel 5.86 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

 Elastisitas Variasi Umur 28 Hari 148

Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

 Umur 3 Hari 149

Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

 Umur 7 Hari 150

Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

 Umur 14 Hari 151

Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

 Umur 28 Hari 152

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	44
Grafik 4.2 Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm	47
Grafik 4.3 Perkiraan berat jenis beton segar	48
Grafik 5.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	126
Grafik 5.2 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	128
Grafik 5.3 Hubungan Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	130
Grafik 5.4 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	132
Grafik 5.5 Hubungan Uji Porositas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	134
Grafik 5.6 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari.....	139
Grafik 5.7 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari.....	140
Grafik 5.8 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari	141
Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari.....	142
Grafik 5.10 Analisa Regresi Kuat Tarik Belah	143
Grafik 5.11 Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur	144
Grafik 5.12 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari ...	145

Grafik 5.13 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari ...	146
Grafik 5.14 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari.	147
Grafik 5.15 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari	148
Grafik 5.16 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari.....	149
Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari	150
Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari	151
Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari	152

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 : $1\text{ ml} = 1\text{ cm}^3$)
W_a	= Berat Benda Uji Keadaan Kering oven
W_{ssd}	= 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	20
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm	21
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	22
Gambar 2.4	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm	23
Gambar 3.1	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik Lentur	34
gambar 3.2	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Belah.....	34
Gambar 3.3	Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	38
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test.....	55
Gambar 4.2	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm.....	60
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm.....	62
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	63
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

tahap pencetakan dan perawatan (*curing*) beton yang dicetak. Pembangunan struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi di Jepang mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan 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). Pada penelitian ini kami menggunakan bahan tambahan additive superplasticizer dengan kadar 0,3%-0,6% yang berguna untuk mereduksi penggunaan jumlah air terhadap campuran beton agar memudahkan pengerjaan serta menambahkan accelerator dengan kadar 0,2% yang berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan dan pengeringan beton di mana pembukaan bekisting bisa dilakukan lebih awal.

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 SUPERPLASTISISER 0,4% DAN ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR BETON”**

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Apakah penggunaan bahan 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 3,7,14,28 hari

1.4 Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan tambahan additive superplasticizer dan accelerator terhadap sifat fisik dan mekanis.
2. Mengetahui besar peningkatan kekuatan beton dengan dengan campuran additive pada variasi umur yang berbeda

1.5 Manfaat penelitian

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

1. Penelitian ini diharapkan 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 beton dengan bahan tambahan superplastisizer 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.

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari :

- 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 : $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

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

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

- 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 untuk mengurangi air campuran sebesar 5-20%. . yang dapat mengakibatkan mengecilnya perbandingan faktor air semen (dapat mencapai 0,25-0,40) yang dapat menimbulkan kerusakan pada beton mutu tinggi karena terlalu encer. *Water reducer* ini juga bisa dikombinasikan dengan accelerator pada *ready mix plant*. Akan tetapi, kita perlu untuk meneliti kedua kandungan tersebut, terutama dalam pengecoran di daerah yang cukup panas penggunaannya dapat mempengaruhi pencapaian kekuatan beton pada kemudian hari.

1. Bahan yang digunakan :

a. Material Penyusun :

- Semen : Semen Tiga roda Type 1 (40 kg).
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.

- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- Superplasticizer : Sikament LN (PT Sika, Surabaya)
- Accelerator : PT Sika, Surabaya

b. Variasi Campuran :

- Beton tanpa penambahan additive 0%
- Superplasticizer 0,4 % + accelerator 0,2 %

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

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

Penelitian tentang pengaruh plastiment-vz dilakukan Universitas Kristen Petra dalam website mereka 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 menunjukan parameter yang perlu diperhatikan dalam proses penyemenan adalah lamanya waktu semen masih dapat dipompakan atau thickening time, dimana thickening time ini tidak boleh melebihi lamanya proses pemompaan semen, karena jika semen mengeras sebelum waktu pempompaan selesai akan menghambat bahkan bisa menghentikan proses penyemenan, di satu sisi waktu pengeringan juga tidak boleh terlalu lama, idealnya setelah proses pemompaan semen, diharapkan semen sudah mengering sempurna, karena jika terlalu lama otomatis akan menambah biaya operasional. Namun kenyataanya di lapangan sangat susah untuk mencapai kondisi ideal ini. Untuk mengatasi masalah diatas dapat kita tambahkan additive ke dalam semen, baik berupa accelerator untuk mempercepat proses pengeringan maupun retarder untuk proses pengeringan.

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

2.1.2 Pengertian Beton

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

Secara umum tujuan dari rancangan campuran beton sebagai berikut :

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

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

2.1.3 Material Pembentuk Beton

2.1.3.1 Semen

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

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

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

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland diklasifikasikan sebagai berikut:

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

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

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

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

- | | |
|---|---------------------------|
| - Kapur (CaO) | 60% - 66% |
| - Silika (SiO_2) | 19% - 25% |
| - Alumina (Al_2O_3) | 3% - 8% |
| - Oksida Besi (Fe_2O_3) | 1% - 5% |
| - Oksida Magnesium (MgO) | dibatasi sampai dengan 4% |

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

2.1.3.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu

agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat 1, maka agregat halus harus memenuhi satu, dari beberapa atau semua ayat berikut ini:

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

5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

2.1.3.3 Agregat Kasar (Kerikil)

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

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat kasar tidak boleh terdapat lumpur lebih dari 1% (ditentukan terdapat berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-

bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.

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

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

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

2.1.3.4 Air

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

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

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

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

2.1.3.5 High Range water Reducer Superplasticizers (HRWR)

Superplasticizer adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks

untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

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.

Keterangan:

Unsur kimia yang terkandung dalam Superplasticizer yaitu :

- Kondensi sulfonat
- Melamine formaldehyde
- Sulfonat naftalin formaldehyde
- Lignosulphonat

2.1.3.6 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.

Keterangan:

Unsur kimia yang terkandung dalam Accelerator yaitu :

- kalsium klorida
- bromide
- karbonat
- silica

2.2 Sifat Mekanis Beton

2.2.1 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu dari sifat fisik yang terpenting dari beton, karena nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Disamping itu pula banyak faktor lain yang mesti dipertimbangkan,

misalnya factor durabilitas, impermeabilitas dan lain sebagainya. Yang dimaksud dengan nilai kuat tekan beton berdasarkan ASTM. Dalam pasal 3.33 (SNI 03-2847/S-12-2002) kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm), untuk dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam satuan Mpa. Bila nilai f'_c didalam tanda akar, maka hanya nilai numerik dalam tanda akar saja yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan MPa.

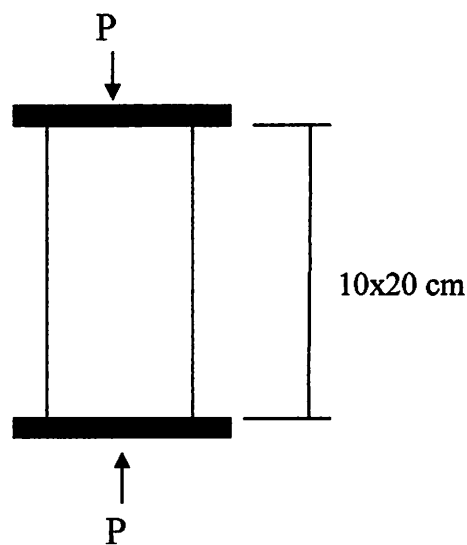
Kuat tekan beton diambil berdasarkan kuat tekan pada umur 28 hari, karena nilai kuat tekan beton pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi C_3S dan C_2S yang merupakan komponen karakteristik dari semen yang berlangsung di dalam beton. Semakin cepat jalannya reaksi semakin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

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

1. Pengujian dilakukan adalah bertujuan untuk menguji apakah kekuatan beton telah tercapai sesuai rencana atau belum dan untuk menentukan langkah-langkah preventif dengan tidak mengesampingkan nilai-nilai ekonomis.
2. Pengujian dilakukan dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150mm dan tinggi 300mm atau balok 150 x 150 x 600mm.

3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnya memenuhi dua syarat yang diberikan, nilai-nilainya sebagai berikut :

- a. Nilai rata-rata dari hasil benda uji (terdiri dari empat pasangan benda uji) tidak kurang dari $(f'c + 0.82s)$, dengan s adalah standar defiasi.
- b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85f'c$



Gambar 2.1 : 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)

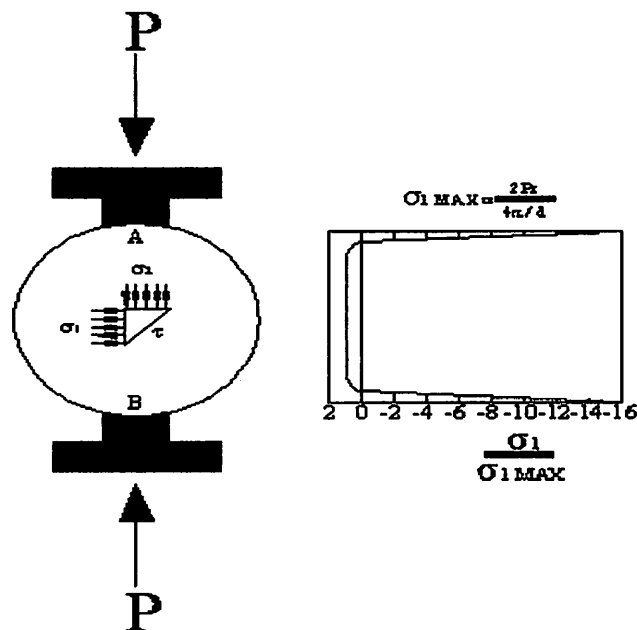
A = Luas penampang benda uji (mm^2)

1, 04 = Faktor konversi benda uji silinder 100 x 200 mm

ke silinder 150 mm x 300 mm.

2.2.2 Kuat Tarik Belah

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



Gambar 4.7. : Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban Maksimum (N)

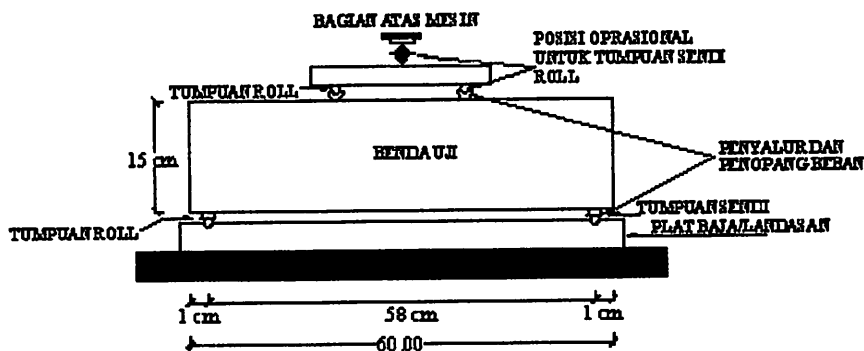
d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

2.2.3 Kuat Tarik Lentur

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

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



Gambar 2.2. : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

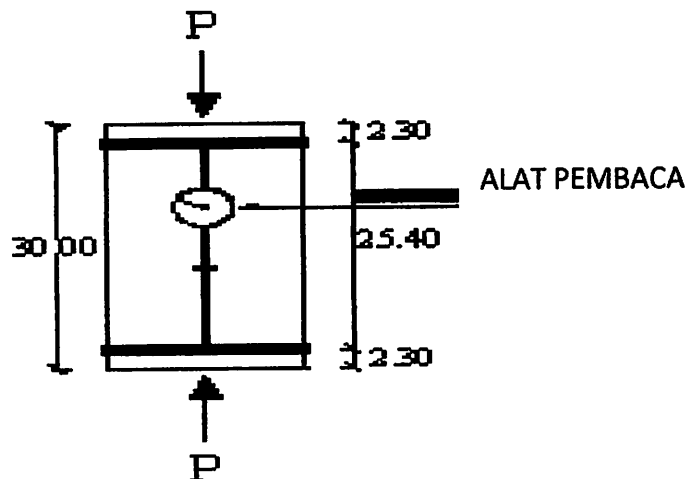
$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{P.L}{b.t^2}$$

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

2.2.4 Modulus Elastisitas Beton

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

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



Gambar 2.4. : Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm

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 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)

2.3 Sifat Fisik Beton

2.3.1 Porositas

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

Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- Perhitungan Porositas

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

Dimana :

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

W_a = berat benda uji keadaan kering oven

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

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

2.3.2 Workabilitas

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dari tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain :

1. Jumlah Air Pencampur.

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan

2. Kandungan Semen.

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

3. Gradasi Campuran Pasir-Krikil.

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

4. Bentuk Butiran Agregat Kasar.

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan .

5. Butir Maksimum.

6. Cara Pemadatan dan Alat Pemadat.

(Aman Subakti, Uji Kekuatan Beton, hal: 105)

2.4 Analisa Varian dua Arah

Teknik analisa data statistik yang digunakan ketika kelompok-kelompok variabel bebas lebih dari dua. Pada anova kita asumsikan bahwa distribusi dari masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal. Dari hasil pengujian,

data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa varian dua arah, yang merupakan nilai pengamatan ulang dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa pengamatan dari i sampai ke n dianggap mempunyai nilai yang heterogen. Uji yang dipergunakan dalam anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian dari 2 sampel.

2.5 Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

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

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

2.6 Pengertian Hipotesis

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

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

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

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

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

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

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

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

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

- a. Distribusi Binomial

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

- b. Distribusi Poisson (σ^2)

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

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

e. Distribusi Chi Kuadrat (X^2)

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

tersebut meliputi perbandingan frekuensi yang teramati dengan frekuensi yang diharapkan bila hipotesis nol yang ditetapkan benar.

f. Distribusi Fisher (F)

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

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

2.6.1 Hipotesis Penelitian

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

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

Dari semua cara di atas semua dapat digunakan untuk merumuskan suatu hipotesa tertentu pada suatu penelitian. Dimana prinsip dari hipotesa tersebut

adalah setiap percobaan hanya mempunyai hasil sukses atau gagal dan probabilitas pada setiap percobaan harus sama (konstant).

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

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

2.7 Analisa regresi

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

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi 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 :

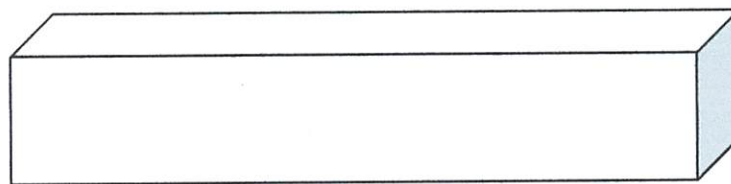
1. Studi Pustaka, yang bertujuan mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori – teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian.
2. Studi Experimen, dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data – data yang diperlukan. Data tersebut dianalisa secara statistik untuk menguji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

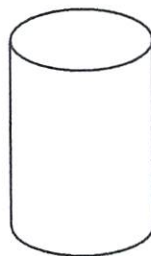
Tabel 3.1. Populasi dan Sampel Benda Uji

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

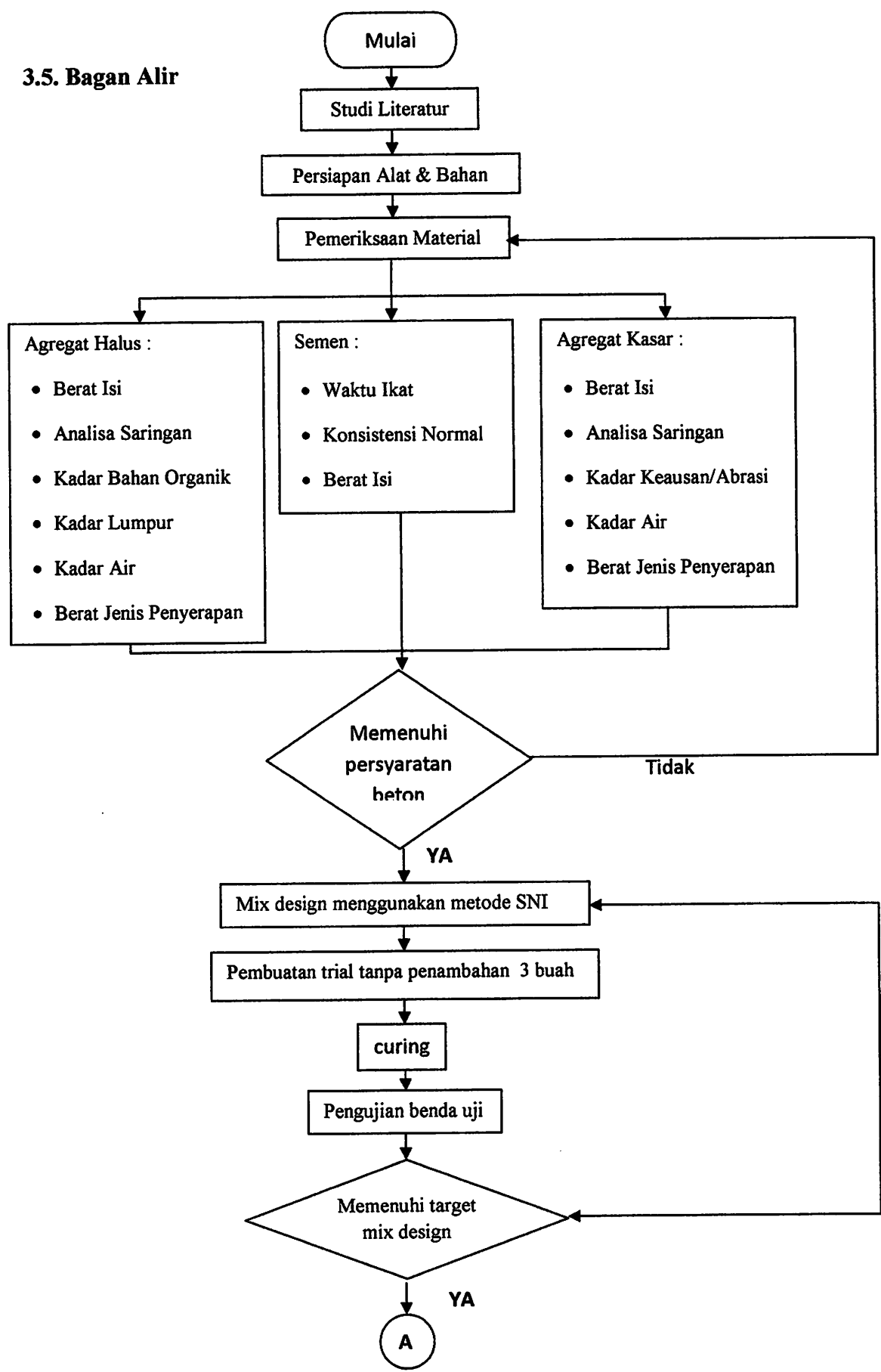
b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

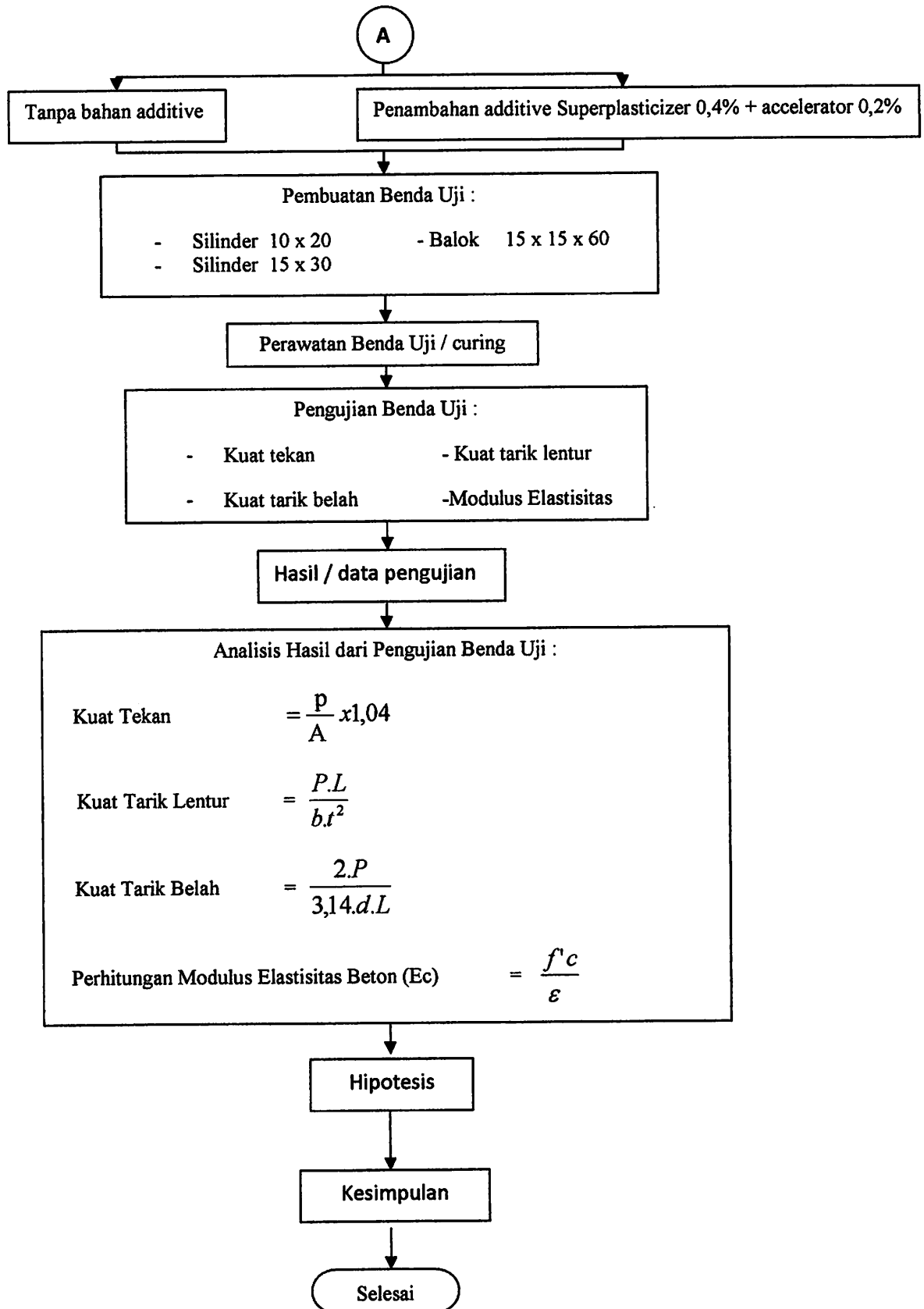
- Satu set saringan 76.2 mm (3"); 53.5 mm (2.5"); 35.5 mm (1"); 19.5 mm (3/4"); 12.5 mm (1/2"); 9.5 mm (3/8"); No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 (Standart ASTM).
- Neraca analitik kapasitas maksimum 200 gr dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh, berikut satu set timbangan terdiri dari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





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 Accelerator pada beton. Untuk mengetahui kontribusi bahan tambahan pada beton. Sebelumnya akan dilakukan perhitungan secara statistik mengenai hubungannya apakah superplasticizer dan Accelerator sebagai bahan campuran berpengaruh terhadap sifat mekanis beton.

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.1.1. Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI

- **Data – data hasil test material**

- Berat isi agregat halus = $1,42 \text{ gr/cm}^3$
- Berat isi agregat kasar = $1,60 \text{ gr/cm}^3$
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Ukuran agregat maksimum = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,68 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1.26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD.

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

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

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*

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Faktor margin} &= 1,34 \times \text{Deviasi Standart} \\
 &= 1,34 \times 6,00 = 8,04 \text{ MPa} \dots\dots (\text{persamaan 1}) \\
 &= 2.33 \times \text{Deviasi Standart} - 3,5 \\
 &= 2,33 \times 6 - 3,5 = 10,480 \text{ MPa} \dots\dots (\text{persamaan 2})
 \end{aligned}$$

$$4. \text{ Kuat Tekan Rencana} = \text{Kuat tekan karakteristik} + \text{Faktor Margin}$$

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

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

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

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

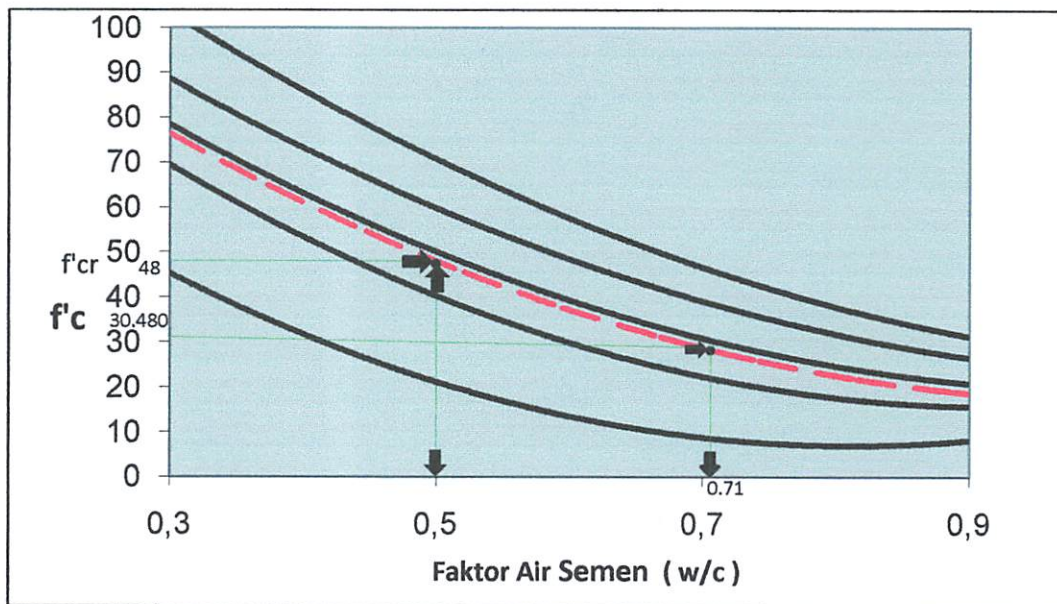
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

7. Faktor air semen (W/C) :

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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

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

Dari pembacaan table 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)				
	25	20	20	20	20
Ringan	25	20	20	20	20
Sedang	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	40	30	25
Sangat buruk	-	-	50	40	30
Ekstrim	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,65	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 $3/4$ / 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

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

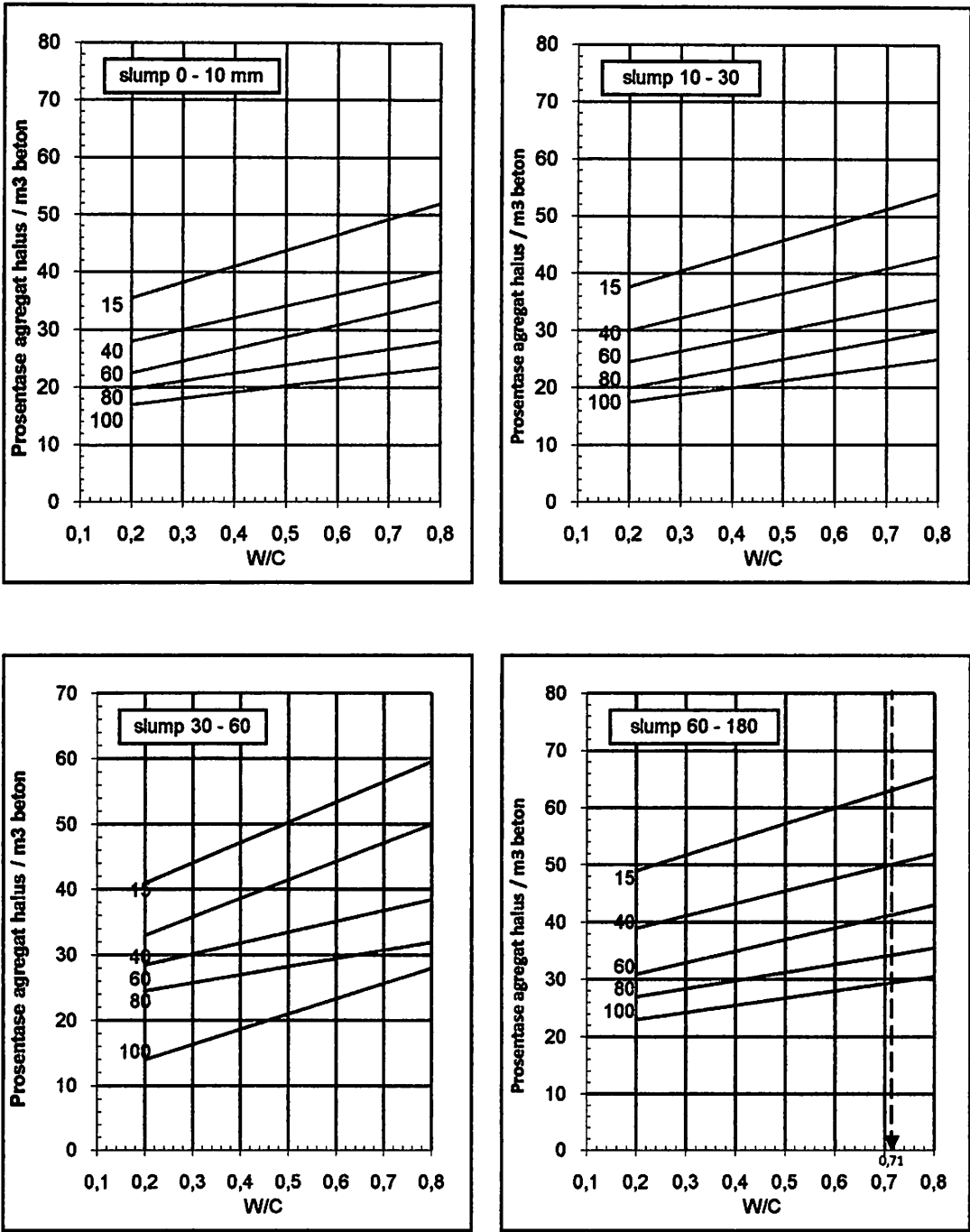
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.3 dengan w/c maksimum 0.45 diperoleh jumlah semen minimum 400 kg/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 Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

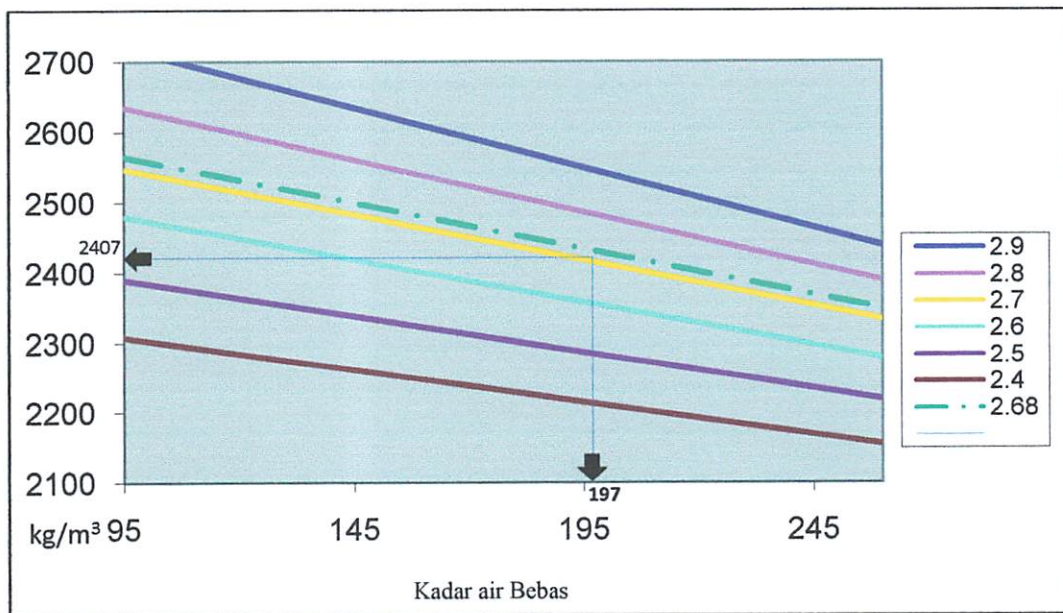
$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{50\% + 41,9\%}{2} = 45,95\%$$

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 :

$$= \text{Proporsi agregat halus (no.15)} \times \text{berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)} \\ + \text{Proporsi agregat kasar (no.16)} \times \text{berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)} \\ / 100 \%$$

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

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



Grafik 4. 3. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. Total jumlah agregat

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

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

22. Jumlah agregat halus :

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

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

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

23. Jumlah agregat kasar

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

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

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

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

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

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

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

28. Kelebihan air dalam agregat halus

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

29. Kelebihan air dalam agregat kasar

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

30. Jumlah agregat halus

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

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 124 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 30 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 30 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 8 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 = merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada 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 0.4% * 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	0,40%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0064	5,4822	3	16,4465	2,12%	1,06%
agregat kasar	1057,36	0,0064	6,7232	3	20,1697	23,2972	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	0,40%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0019	1,6243	12	19,4922	2,51%	1,25%
agregat kasar	1057,36	0,0019	1,9921	12	23,9048	27,6115	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	0,40%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0162	13,9673	1	13,9673	1,80%	0,90%
agregat kasar	1057,36	0,0162	17,1292	1	17,1292	19,7853	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

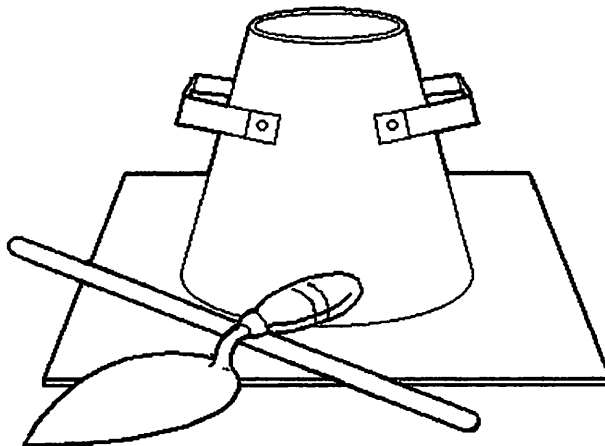
4.3.2. Uji Slump Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4.1. : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

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

4.3.3. Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

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

sebagai bahan campuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

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

C. Prosedur Pelaksanaan

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

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

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

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

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

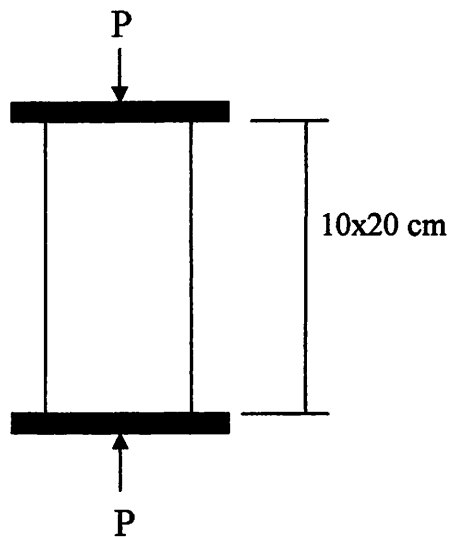
4.3.4. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : 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)
1,04 = Faktor konversi benda uji silinder 100 x 200 mm
ke silinder 150 mm x 300 mm.

C. Pengujian

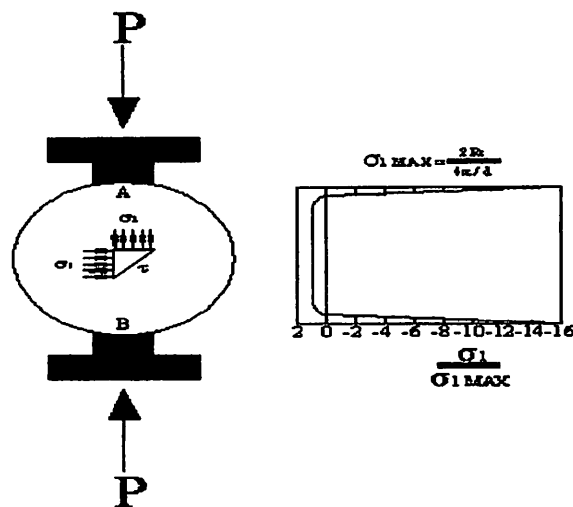
a. Kuat Tekan Beton :

- 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 sentris, kemudian letakkan benda uji beserta pemegangnya pada mesin tekan secara sentris.

- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm^2 s/d 6 kg/cm^2 per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji terbelah.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.



Gambar 4.3. : Uji Tarik Belah Silinder

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

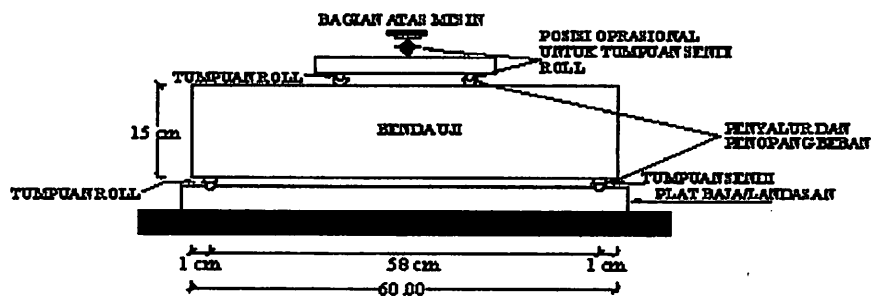
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Lentur :

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



Gambar 4.4. : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

 L = Panjang benda uji (mm)

 b = Lebar balok (mm)

 t = Tinggi balok (mm)

4.3.5. Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

- a. Alat timbang dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C
- c. Bak air peredam

C. Pelaksanaan

- a. Benda uji yang telah mencapai umur tertentu, diredam dalam bak peredan 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

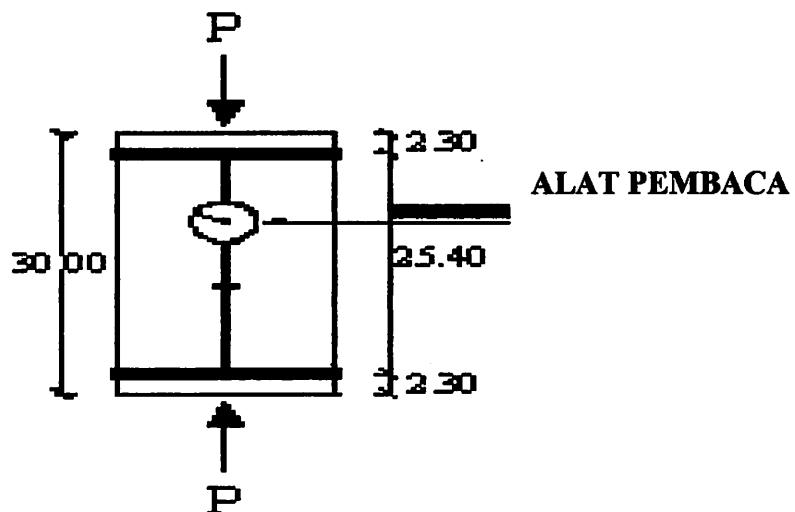
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

- Alat ukur strain gauge diletakkan pada mesin uji tekan, diusahakan jarum penunjuk dapat dilihat dengan jelas dan aman dari serpihan pecahan beton
- Jarum petunjukdiatur pada posisi nol.
- 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)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

f'_c = kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm²)

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

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 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

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

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

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

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.

ata Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 3 hari
superplasticizer 0,4 % + accelerator 0,2

Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r)2 (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
Silinder 10x20	3,720	115000	15,2357	13,6900	2,3890	1,1123	14,5984
Silinder 10x20	3,687	105000	13,9108		0,0488		
Silinder 10x20	3,626	95000	12,5860		1,2189		
Silinder 10x20	3,733	100000	13,2484		0,1950		
Silinder 10x20	3,595	110000	14,5732		0,7801		
Silinder 10x20	3,680	100000	13,2484		0,1950		
Silinder 10x20	3,783	115000	15,2357		2,3890		
Silinder 10x20	3,843	95000	12,5860		1,2189		
Silinder 10x20	3,690	105000	13,9108		0,0488		
Silinder 10x20	3,720	110000	14,5732		0,7801		
Silinder 10x20	3,646	100000	13,2484		0,1950		
Silinder 10x20	3,765	95000	12,5860		1,2189		
Silinder 10x20	3,570	95000	12,5860		1,2189		
Silinder 10x20	3,423	100000	13,2484		0,1950		
Silinder 10x20	3,424	110000	14,5732		0,7801		
AH			205,3503		12,8715		

ata Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari
superplasticizer 0,4 % + accelerator 0,2

Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r)2 (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
Silinder 10x20	3,767	145000	19,2102	20,8883	2,8161	1,7149	20,3925
Silinder 10x20	3,923	155000	20,5350		0,1248		
Silinder 10x20	3,824	150000	19,8726		1,0317		
Silinder 10x20	3,720	145000	19,2102		2,8161		
Silinder 10x20	3,667	160000	21,1975		0,0956		
Silinder 10x20	3,778	140000	18,5478		5,4782		
Silinder 10x20	3,887	160000	21,1975		0,0956		
Silinder 10x20	3,851	180000	23,8471		8,7546		
Silinder 10x20	3,846	155000	20,5350		0,1248		
Silinder 10x20	3,815	165000	21,8599		0,9439		
Silinder 10x20	3,741	175000	23,1847		5,2734		
Silinder 10x20	3,634	150000	19,8726		1,0317		
Silinder 10x20	3,827	165000	21,8599		0,9439		
Silinder 10x20	3,740	165000	21,8599		0,9439		
Silinder 10x20	3,852	155000	20,5350		0,1248		
AH			313,3248		30,5990		

ata Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 14 hari
superplasticizer 0,4 % + accelerator 0,2

Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r)2 (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
Silinder 10x20	3,987	245000	32,4586	29,9414	6,3363	3,4997	25,2872
Silinder 10x20	3,885	215000	28,4841		2,1238		
Silinder 10x20	3,924	210000	27,8217		4,4933		
Silinder 10x20	4,003	220000	29,1465		0,6319		
Silinder 10x20	3,847	215000	28,4841		2,1238		
Silinder 10x20	3,800	205000	27,1592		7,7404		
Silinder 10x20	3,914	210000	27,8217		4,4933		
Silinder 10x20	3,747	230000	30,4713		0,2808		
Silinder 10x20	3,657	245000	32,4586		6,3363		
Silinder 10x20	3,962	210000	27,8217		4,4933		
Silinder 10x20	3,936	215000	28,4841		2,1238		
Silinder 10x20	3,846	295000	39,0828		83,5652		
Silinder 10x20	3,792	220000	29,1465		0,6319		
Silinder 10x20	3,863	220000	29,1465		0,6319		
Silinder 10x20	3,973	235000	31,1338		1,4217		
AH			449,1210		127,4277		

ata Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 28 hari
superplasticizer 0,4 % + accelerator 0,2

Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tek. hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	fc'r (MPa)	(fc' - fc'r)2 (MPa)	s (MPa)	fc' (MPa)
Silinder 10x20	4,068	250000	33,1210	30,1622	8,7546	1,4771	30,2205
Silinder 10x20	3,894	225000	29,8089		0,1248		
Silinder 10x20	3,864	225000	29,8089		0,1248		
Silinder 10x20	4,033	230000	30,4713		0,0956		
Silinder 10x20	4,037	220000	29,1465		1,0317		
Silinder 10x20	4,137	235000	31,1338		0,9439		
Silinder 10x20	3,976	225000	29,8089		0,1248		
Silinder 10x20	3,881	220000	29,1465		1,0317		
Silinder 10x20	3,736	245000	32,4586		5,2734		
Silinder 10x20	3,981	230000	30,4713		0,0956		
Silinder 10x20	3,861	225000	29,8089		0,1248		
Silinder 10x20	4,026	220000	29,1465		1,0317		
Silinder 10x20	3,995	215000	28,4841		2,8161		
Silinder 10x20	3,856	220000	29,1465		1,0317		
Silinder 10x20	3,848	230000	30,4713		0,0956		
AH			452,4331		22,7006		

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1990	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100

Year	Population (millions)	Urban population (millions)	Urban population (%)	Population density (per sq. km)	Population density (per sq. mile)
1950	1,100.0	270.0	24.5	15.0	39.0
1955	1,150.0	280.0	24.3	15.5	40.0
1960	1,200.0	290.0	24.2	16.0	41.0
1965	1,250.0	300.0	24.0	16.5	42.0
1970	1,300.0	310.0	23.8	17.0	43.0
1975	1,350.0	320.0	23.7	17.5	44.0
1980	1,400.0	330.0	23.6	18.0	45.0
1985	1,450.0	340.0	23.4	18.5	46.0
1990	1,500.0	350.0	23.3	19.0	47.0
1995	1,550.0	360.0	23.2	19.5	48.0
2000	1,600.0	370.0	23.1	20.0	49.0
2005	1,650.0	380.0	23.0	20.5	50.0
2010	1,700.0	390.0	22.9	21.0	51.0
2015	1,750.0	400.0	22.8	21.5	52.0
2020	1,800.0	410.0	22.7	22.0	53.0
2025	1,850.0	420.0	22.7	22.5	54.0
2030	1,900.0	430.0	22.6	23.0	55.0
2035	1,950.0	440.0	22.6	23.5	56.0
2040	2,000.0	450.0	22.5	24.0	57.0
2045	2,050.0	460.0	22.4	24.5	58.0
2050	2,100.0	470.0	22.4	25.0	59.0
2055	2,150.0	480.0	22.3	25.5	60.0
2060	2,200.0	490.0	22.3	26.0	61.0
2065	2,250.0	500.0	22.2	26.5	62.0
2070	2,300.0	510.0	22.2	27.0	63.0
2075	2,350.0	520.0	22.1	27.5	64.0
2080	2,400.0	530.0	22.1	28.0	65.0
2085	2,450.0	540.0	22.0	28.5	66.0
2090	2,500.0	550.0	22.0	29.0	67.0
2095	2,550.0	560.0	21.9	29.5	68.0
2100	2,600.0	570.0	21.9	30.0	69.0

[illegible]

Age	Gender	Height (cm)	Weight (kg)	Body Mass Index (kg/m ²)	Estimated Energy Requirement (kcal/day)	Estimated Energy Intake (kcal/day)	Energy Balance (kcal/day)	Weight Change (kg)	Notes
12	Male	150	45	20.0	2500	2200	+300	+0.5	Good
13	Male	155	50	20.7	2600	2300	+300	+0.5	Good
14	Male	160	55	21.5	2700	2400	+300	+0.5	Good
15	Male	165	60	22.2	2800	2500	+300	+0.5	Good
16	Male	170	65	22.9	2900	2600	+300	+0.5	Good
17	Male	175	70	23.6	3000	2700	+300	+0.5	Good
18	Male	180	75	24.3	3100	2800	+300	+0.5	Good
19	Male	185	80	25.0	3200	2900	+300	+0.5	Good
20	Male	190	85	25.7	3300	3000	+300	+0.5	Good
21	Male	195	90	26.4	3400	3100	+300	+0.5	Good
22	Male	200	95	27.1	3500	3200	+300	+0.5	Good
23	Male	205	100	27.8	3600	3300	+300	+0.5	Good
24	Male	210	105	28.5	3700	3400	+300	+0.5	Good
25	Male	215	110	29.2	3800	3500	+300	+0.5	Good
26	Male	220	115	29.9	3900	3600	+300	+0.5	Good
27	Male	225	120	30.6	4000	3700	+300	+0.5	Good
28	Male	230	125	31.3	4100	3800	+300	+0.5	Good
29	Male	235	130	32.0	4200	3900	+300	+0.5	Good
30	Male	240	135	32.7	4300	4000	+300	+0.5	Good
31	Male	245	140	33.4	4400	4100	+300	+0.5	Good
32	Male	250	145	34.1	4500	4200	+300	+0.5	Good
33	Male	255	150	34.8	4600	4300	+300	+0.5	Good
34	Male	260	155	35.5	4700	4400	+300	+0.5	Good
35	Male	265	160	36.2	4800	4500	+300	+0.5	Good
36	Male	270	165	36.9	4900	4600	+300	+0.5	Good
37	Male	275	170	37.6	5000	4700	+300	+0.5	Good
38	Male	280	175	38.3	5100	4800	+300	+0.5	Good
39	Male	285	180	39.0	5200	4900	+300	+0.5	Good
40	Male	290	185	39.7	5300	5000	+300	+0.5	Good
41	Male	295	190	40.4	5400	5100	+300	+0.5	Good
42	Male	300	195	41.1	5500	5200	+300	+0.5	Good
43	Male	305	200	41.8	5600	5300	+300	+0.5	Good
44	Male	310	205	42.5	5700	5400	+300	+0.5	Good
45	Male	315	210	43.2	5800	5500	+300	+0.5	Good
46	Male	320	215	43.9	5900	5600	+300	+0.5	Good
47	Male	325	220	44.6	6000	5700	+300	+0.5	Good
48	Male	330	225	45.3	6100	5800	+300	+0.5	Good
49	Male	335	230	46.0	6200	5900	+300	+0.5	Good
50	Male	340	235	46.7	6300	6000	+300	+0.5	Good
51	Male	345	240	47.4	6400	6100	+300	+0.5	Good
52	Male	350	245	48.1	6500	6200	+300	+0.5	Good
53	Male	355	250	48.8	6600	6300	+300	+0.5	Good
54	Male	360	255	49.5	6700	6400	+300	+0.5	Good
55	Male	365	260	50.2	6800	6500	+300	+0.5	Good
56	Male	370	265	50.9	6900	6600	+300	+0.5	Good
57	Male	375	270	51.6	7000	6700	+300	+0.5	Good
58	Male	380	275	52.3	7100	6800	+300	+0.5	Good
59	Male	385	280	53.0					

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 perlakuan penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

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

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)
 d = Diameter benda uji (mm)
 L = Panjang benda uji (mm)

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

Tabel 5. 9. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (Mpa)
Tanpa Bahan Tambahan	1	12/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,230	180000	2,5478	2,5714
	2	12/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	12,880	170000	2,4062	
	3	12/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,330	195000	2,7601	
superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%	1	12/11/2010	01/08/2010	28	Silinder 15x30	13,100	230000	3,2555	3,0668
	2	12/11/2010	01/08/2010	28	Silinder 15x30	13,380	205000	2,9016	
	3	12/11/2010	01/08/2010	28	Silinder 15x30	13,370	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 penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

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

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

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 Tambahan	1	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	30,672	21000	3,6089	3,6662
	2	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	32,747	23000	3,9526	
	3	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	32,946	20000	3,4370	
Superplasticizer 0,4 % + Accelerator 0,2 %	1	12/11/2010	01/08/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,080	29000	4,9837	4,8119
	2	12/11/2010	01/08/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,470	28000	4,8119	
	3	12/11/2010	01/08/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,680	27000	4,6400	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

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

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

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

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

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

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

$$E_c = \frac{f_c}{\epsilon}$$

$$= \frac{25,195}{0,00371}$$

$$= 6798,333 \text{ MPa}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

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

$$= 4700 \times \sqrt{25,195}$$

$$= 23591,295 \text{ MPa}$$

Dimana :

- ϵ = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)
- ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)
- L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)
- $f'c$ = kuat Tekan Beton (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm²)
- E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
- E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

Selanjutnya hasil perhitungan Modulus Elastisitas Beton untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

IARI

n)	ε	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	$E_{teoritis}$ (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
15	0,004182	10,757	2572,275	15415,179	14994,0211
14	0,004114	11,040	2683,602	15616,693	
15	0,004284	9,059	2114,552	14145,938	
14	0,004148	10,474	2525,113	15210,995	
14	0,004012	9,625	2399,031	14581,300	
10	0,004098	22,081	5387,687	22085,339	21343,5699
10	0,004032	19,023	4718,422	20499,412	
19	0,004198	20,722	4935,752	21395,001	
10	0,004065	18,684	4596,179	20315,557	
10	0,003932	22,760	5788,778	22422,539	

HARI

n)	ε	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	$E_{teoritis}$ (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
14	0,00405	15,570	3848,173	18545,482	18826,5544
22	0,00367	16,136	4394,303	18879,661	
22	0,00367	14,720	4008,838	18032,604	
12	0,00381	17,834	4683,402	19848,471	
11	0,00364	16,702	4590,998	19208,028	
10	0,00397	22,420	5654,459	22254,578	22145,2175
10	0,00360	21,401	5947,177	21742,910	
10	0,00360	21,741	6041,577	21914,793	
20	0,00373	21,062	5643,750	21569,657	
70	0,00357	24,459	6860,295	23244,149	

HARI

n)	ε	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	$E_{teoritis}$ (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
12	0,00371	19,250	5194,232	20621,072	21701,0211
53	0,00384	23,496	6115,593	22782,208	
04	0,00401	22,364	5574,219	22226,461	
32	0,00377	20,382	5400,680	21218,908	
00	0,00333	21,231	6371,976	21656,457	
90	0,00363	33,631	9259,825	27256,180	27005,0407
30	0,00377	33,291	8841,821	27118,173	
80	0,00393	32,611	8294,368	26840,031	
10	0,00370	31,592	8541,892	26417,327	
80	0,00327	33,970	10403,225	27393,492	

HARI

n)	ε	f_c (Mpa)	E_c (Mpa)	$E_{teoritis}$ (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
12	0,00371	25,195	6798,333	23591,295	24051,2300
53	0,00384	27,459	7147,139	24628,765	
04	0,00401	26,044	6491,495	23985,605	
32	0,00377	28,592	7575,954	25131,445	
00	0,00333	23,779	7136,613	22919,040	
90	0,00363	36,348	10008,094	28336,048	27840,3997
30	0,00377	32,611	8661,376	26840,031	
80	0,00393	33,970	8639,967	27393,492	
10	0,00370	33,631	9092,981	27256,180	
80	0,00327	39,066	11963,709	29376,247	

Perbaikan	No	Tanggal baru
	1	12.02.2010
Tanpa	2	12.02.2010
Bahan	3	12.02.2010
Lampiran	4	12.02.2010
	5	12.02.2010
	6	12.02.2010
	7	12.02.2010
Superphosphat 0,4 %	8	12.02.2010
+	9	12.02.2010
Ascorbat 0,2%	10	12.02.2010
	11	12.02.2010

Hasil data penelitian

Perbaikan	No	Tanggal baru
	1	12.02.2010
Tanpa	2	12.02.2010
Bahan	3	12.02.2010
Lampiran	4	12.02.2010
	5	12.02.2010
	6	12.02.2010
	7	12.02.2010
Superphosphat 0,4 %	8	12.02.2010
+	9	12.02.2010
Ascorbat 0,2%	10	12.02.2010
	11	12.02.2010

Hasil data penelitian

Perbaikan	No	Tanggal baru
	1	12.02.2010
Tanpa	2	12.02.2010
Bahan	3	12.02.2010
Lampiran	4	12.02.2010
	5	12.02.2010
	6	12.02.2010
	7	12.02.2010
Superphosphat 0,4 %	8	12.02.2010
+	9	12.02.2010
Ascorbat 0,2%	10	12.02.2010
	11	12.02.2010

Hasil data penelitian

Perbaikan	No	Tanggal baru
	1	12.02.2010
Tanpa	2	12.02.2010
Bahan	3	12.02.2010
Lampiran	4	12.02.2010
	5	12.02.2010
	6	12.02.2010
	7	12.02.2010
Superphosphat 0,4 %	8	12.02.2010
+	9	12.02.2010
Ascorbat 0,2%	10	12.02.2010
	11	12.02.2010

Hasil data penelitian

5.1.5. Hasil Pengujian Porositas Beton

Untuk pengujian Porositas beton ini dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada umur 3,7,14, 28 hari. Terdapat 2 kelakuan panambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

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

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

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

- **Perhitungan Porositas**

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

Dimana :

W_{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.

si umur 3 hari

	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
	3485	15,2866	15,584
	3461	15,0955	
	3498	16,3694	
	3922	12,0419	12,367
	3895	11,8331	
	3936	13,2252	

si umur 7 hari

	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
	3671	10,7643	12,144
	3537	12,7389	
	3490	12,9299	
	4056	6,6270	8,267
	3908	8,9499	
	3855	9,2232	

si umur 14 hari

	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
	3720	11,4650	12,102
	3625	11,9108	
	3510	12,9299	
	4063	7,2952	8,106
	3959	7,9031	
	3834	9,1189	

si umur 28 hari

	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata-Rata %
	3558	11,4650	11,975
	3701	12,8025	
	3667	11,6561	
	3830	7,3907	7,790
	3985	8,5892	
	3948	7,3907	

Tabel 1

No	Pertanyaan
1	Tanpa
2	Bahan
3	Tambahan
1	Superplastisizer 0,4 %
2	-
3	Accelerator 0,2 %

Tabel 2

No	Pertanyaan
1	Tanpa
2	Bahan
3	Tambahan
1	Superplastisizer 0,4 %
2	-
3	Accelerator 0,2 %

Tabel 3

No	Pertanyaan
1	Tanpa
2	Bahan
3	Tambahan
1	Superplastisizer 0,4 %
2	-
3	Accelerator 0,2 %

Tabel 4

No	Pertanyaan
1	Tanpa
2	Bahan
3	Tambahan
1	Superplastisizer 0,4 %
2	-
3	Accelerator 0,2 %

5.2 Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

5.2.1. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan

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

Tabel 5.19. Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 22,3015 - \left(2,145 \times \frac{2,0468}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 22,3015 + \left(2,145 \times \frac{2,0468}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= 21,1679 < \mu < 23,4351
 \end{aligned}$$

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

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
3	8,9648	0,7611	0,9750	14,0000	2,1450	8,5433	$< \mu <$	9,3863
7	14,6616	1,3581	0,9750	14,0000	2,1450	13,9094	$< \mu <$	15,4137
14	19,7843	1,8792	0,9750	14,0000	2,1450	18,7435	$< \mu <$	20,8251
28	22,3015	2,0468	0,9750	14,0000	2,1450	21,1679	$< \mu <$	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 0,4% dan Accelerator 0,2%

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	15,2357	19,2102	32,4586	33,1210
2	13,9108	20,5350	28,4841	29,8089
3	12,5860	19,8726	27,8217	29,8089
4	13,2484	19,2102	29,1465	30,4713
5	14,5732	21,1975	28,4841	29,1465
6	13,2484	18,5478	27,1592	31,1338
7	15,2357	21,1975	27,8217	29,8089
8	12,5860	23,8471	30,4713	29,1465
9	13,9108	20,5350	32,4586	32,4586
10	14,5732	21,8599	27,8217	30,4713
11	13,2484	23,1847	28,4841	29,8089
12	12,5860	19,8726	39,0828	29,1465
13	12,5860	21,8599	29,1465	28,4841
14	13,2484	21,8599	29,1465	29,1465
15	14,5732	20,5350	31,1338	30,4713

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{33,1210 + \dots + 30,4713}{15}$$

$$= 30,1622 \text{ MPa}$$

- $$s = \sqrt{\frac{((33,1210 - 30,1622)^2 + \dots + (30,4713 - 30,1622)^2)}{15 - 1}}$$

$$= 1,4771 \text{ Mpa}$$

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

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

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

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 30,1622 - \left(2,145 x \frac{1,4771}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 30,1622 + \left(2,145 x \frac{1,4771}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= 29,3441 < \mu < 30,9803
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.23. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2 %

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2 %	13,6900	1,1123	0,9750	14,0000	2,1450	13,0740	$< \mu <$	14,3060
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2 %	20,8883	1,7149	0,9750	14,0000	2,1450	19,9385	$< \mu <$	21,8381
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2 %	29,9414	3,4997	0,9750	14,0000	2,1450	28,0032	$< \mu <$	31,8796
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2 %	30,1622	1,4771	0,9750	14,0000	2,1450	29,3441	$< \mu <$	30,9803

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 6 buah ,pada umur ,pada umur 7 hari berjumlah 5 buah, 14 hari 8 buah ,pada umur 28 hari 7 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

Tabel 5.24. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,4 % 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	13,9108	20,5350	28,4841	29,8089
3	0,0000	0,0000	0,0000	29,8089
4	13,2484	0,0000	29,1465	30,4713
5	0,0000	21,1975	28,4841	0,0000
6	13,2484	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	21,1975	0,0000	29,8089
8	0,0000	0,0000	30,4713	0,0000
9	13,9108	20,5350	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	30,4713
11	13,2484	0,0000	28,4841	29,8089
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	29,1465	0,0000
14	13,2484	0,0000	29,1465	0,0000
15	0,0000	20,5350	31,1338	30,4713

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	2,548
2	2,406
3	2,760

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n} \\ &= \frac{2,548 + 2,406 + 2,760}{3} \\ &= 2,57 \text{ MPa} \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{((2,548 - 2,57)^2 + (2,406 - 2,57)^2 + (2,760 - 2,57)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0,207 \end{aligned}$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$
- $$t_{0,975} = 4.303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

Tabel 5.26. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan

Tambahan

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	Interval Kepercayaan		
TANPA Bahan tambahan	2,571	0,207	0,975	2	4,303	2,058	< μ <	3,085
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%	3,067	0,207	0,975	2	4,303	2,553	< μ <	3,580

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	2,548
2	2,406
3	2,760

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.28. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan

Superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,4% + accelerator 0,2%
1	3.255
2	2.902
3	3.043

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{3,255 + 2,902 + 3,043}{3}$$

$$= 3,067 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((3,255 - 3,067)^2 + (2,902 - 3,067)^2 + (3,043 - 3,067)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0,207$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 3,067 - \left(4.303 \times \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,067 + \left(4.303 \times \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 2,013 < \mu < 3,791$$

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 0,4% + Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%	3,067	0,207	0,975	2	4,303	2,553	< μ <	3,580

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 0,4 % dan Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,4% + accelerator 0,2%
1	3,255
2	2,902
3	3,043

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	3,609
2	3,953
3	3,437

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$$
$$= \frac{3,609 + 3,953 + 3,437}{3}$$
$$= 3,666 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((3,609 - 3,666)^2 + (3,953 - 3,666)^2 + (3,437 - 3,666)^2)}{3 - 1}}$$
$$= 0,305$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$
- $$t_{0,975} = 4.303$$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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	t0,975	Interval Kepercayaan		
Tanpa bahan tambahan	3,666	0,305	0,975	2	4,303	2,910	< μ <	4,423

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.33. 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 0,4 % dan Accelerator 0,2%

NO	Superplasticizer 0,4 % dan Accelerator 0,2% Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	28
1	4.984
2	4.812
3	4.640

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\
 &= \frac{4,984 + 4,812 + 4,640}{3} \\
 &= 4,812 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((4,984 - 4,812)^2 + (4,812 - 4,812)^2 + (4,640 - 4,812)^2)}{3 - 1}} \\
 &= 0,199
 \end{aligned}$$

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

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

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 4,812 - \left(4.303 x \frac{0,199}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,812 + \left(4.303 x \frac{0,199}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 4,317 < \mu < 5,307$$

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 0,4 % dan Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%	4,812	0,199	0,975	2	4,303	4,317	$< \mu <$	5,307

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 0,4 % dan Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2% kuat tarik lentur (MPa)
Variasi	28
1	4.984
2	4.812
3	4.640

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 3 hari pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2458,9146 - \left(2.78x \frac{252,9146}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 2458,9146 + \left(2.78x \frac{252,9146}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 2145,1438 < \mu < 2772,6853
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.38. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive

Variasi	X	S	P	dk	t0,975	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 Bahan

Tambahan Additive Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2572	3848	5194	6798
2	2684	4394	6116	7147
3	0	4009	5574	6491
4	2525	4683	5401	7576
5	2399	4591	6372	7137

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan

Superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2 %

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	5387,6866	5654,4590	9259,8250	10008,0937
2	4718,4216	5947,1772	8841,8209	8661,3756
3	4935,7525	6041,5768	8294,3682	8639,9668
4	4596,1791	5643,7498	8541,8915	9092,9813
5	5788,7778	6860,2952	10403,2254	11963,7092

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad X &= \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{5387,6866 + \dots + 5788,7778}{5} \\
 &= 5085,3635 \text{ MPa} \\
 \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((5387,6866 - 5085,3635)^2 + \dots + (5788,7778 - 5083,6866)^2)}{5 - 1}}
 \end{aligned}$$

$$= 574,9091$$

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

- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$

- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 5085,3635 - \left(2.78 x \frac{574,9091}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 5085,3635 + \left(2.78 x \frac{574,9091}{\sqrt{5}} \right)$$

$$= 2145,1438 < \mu < 2772,6853$$

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 0,4 dan Accelerator 0,2

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
3	5085,3635	574,9091	0,975	4	2,78	4371,6340	< μ <	5799,0930
7	6029,4516	576,1016	0,975	4	2,78	5314,2416	< μ <	6744,6615
14	9068,2262	961,1348	0,975	4	2,78	7875,0110	< μ <	10261,4414
28	9673,2253	1618,4598	0,975	4	2,78	7663,9643	< μ <	11682,4864

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.42. Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan

Tambahan Superplasticizer 0,4 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	5387,687	5654,459	9259,825	10008,094
2	4718,422	5947,177	8841,821	8661,376
3	4935,752	6041,577	8294,368	8639,967
4	4596,179	5643,750	8541,892	9092,981
5	5788,778	0,000	0,000	0,000

5.2.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Porositas:

Tabel 5.43. Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

Tabel 5.44. Interval kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan

Variasi	X	s	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
3	15,58	0,797	0,975	2	4,303	14,499	< μ <	16,668
7	12,14	1,391	0,975	2	4,303	10,252	< μ <	14,037
14	12,10	0,871	0,975	2	4,303	10,917	< μ <	13,287
28	11,97	0,839	0,975	2	4,303	10,833	< μ <	13,116

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Maka datanya seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.45. Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Penambahan Additive

Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	15,287	10,764	11,465	11,465
2	15,096	12,739	11,911	12,803
3	16,369	12,930	12,930	11,656

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.46. Data Pengujian Porositas Dengan bahan Tambahan

Superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2 %

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	12.0419	12.0419	7.2952	7.3907
2	11.8331	11.8331	7.9031	8.5892
3	13.2252	13.2252	9.1189	7.3907

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

$$= \frac{12,0419 + 11,8331 + 13,2252}{3}$$

$$= 12.37 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((12,0419 - 12,37)^2 + (11,8331 - 12,37)^2 + (13,2252 - 12,37)^2)}{3 - 1}}$$

$$= 0.871$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 12.37 - \left(4.303 x \frac{0.871}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 12.37 + \left(4.303 x \frac{0.871}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 11.182 < \mu < 13.552
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.47. Interval kepercayaan Porositas Dengan bahan Tambahan Superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2 %

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3 hari	12.37	0.871	0.975	2	4.303	11.182	$< \mu <$	13.552
7 hari	8.27	1.655	0.975	2	4.303	6.015	$< \mu <$	10.518
14 hari	8.11	1.077	0.975	2	4.303	6.640	$< \mu <$	9.572
28 hari	7.79	0.803	0.975	2	4.303	6.698	$< \mu <$	8.882

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.48. Data Pengujian Porositas Dengan bahan Tambahan Superplasticizer 0,4% dan Accelerator 0,2 % Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	12.0419	12.0419	7.2952	7.3907
2	11.8331	11.8331	7.9031	8.5892
3	13.2252	13.2252	9.1189	7.3907

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

5.3. Pengujian Hipotesis

5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi umur

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab II, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan variasi umur 3 hari, sedangkan untuk tiap variasi lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

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 0,4% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	9,27	86,00	0,00	0,00	
2	9,27	86,00	13,91	193,51	
3	9,27	86,00	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	13,25	175,52	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	13,25	175,52	
7	8,61	74,16	0,00	0,00	
8	9,27	86,00	0,00	0,00	
9	9,27	86,00	13,91	193,51	
10	9,27	86,00	0,00	0,00	
11	9,27	86,00	13,25	175,52	
12	9,27	86,00	0,00	0,00	
13	8,61	74,16	0,00	0,00	
14	9,27	86,00	13,25	175,52	
15	8,61	74,16	0,00	0,00	
S Y	109,30		80,82		190
S Y ²	996,52		1089,10		2086
n	12,00		6,00		18

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 1089,10 \\ &= 2085,62\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{190,115^2}{18} \\ &= 2007,977\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{109,30^2}{12} + \frac{80,82^2}{6} \right) - 2007,977 \\ &= 76,071\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2086 - 2007,977 - 76,071\end{aligned}$$

$$= 1,572$$

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	2085,620	2007,977	774,078
antar perlakuan	1	76,071	76,071	
dalam perlakuan	16	1,572	0,098	
jumlah	18			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{76,071}{0,098} = 774,078$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 18) = 4,4939$, Jadi nilai $F_{hitung} = 774,078 > F_{tabel} = 4,4939$.

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai kuat tekan.

Sumber : Data Hasil Penelitian

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 0,4% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y2	Y	Y2	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	22,52	507,25	29,81	888,57	
3	23,18	537,53	29,81	888,57	
4	0,00	0,00	30,47	928,50	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	21,20	449,33	29,81	888,57	
8	23,18	537,53	0,00	0,00	
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	0,00	0,00	
14	23,18	537,53	0,00	0,00	
15	21,86	477,85	30,47	928,50	
S Y	202,04		210,65		412,69
S Y2	4541,15		6339,79		10880,94
n	9,00		7,00		16,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.56. Analisa Varian untuk kuat tekan

sumber variasi	DK	JK	KT	KT
rata-rata	1	10880,94	10644,46	502,68
antar perlakuan	1	230,08	230,08	
dalam perlakuan	14	6,41	0,46	
jumlah	16			

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

$$F \text{ hitung} = \frac{230,08}{0,46} = 502,68$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496) nilai F tabel (0,05; 1; 18) = 4,67, Jadi nilai F hitung = 502,68 > F tabel = 4,67. Dengan demikian Ha diterima Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai kuat tekan.

Q	1000	200	1200
2.5	512.50	512.52	420.25
2.4	415.15	401.00	341.25
4	41.22	50.24	451.00
4	42.54	0.00	0.00
4	43.04	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
4	44.25	0.00	0.00
4	45.54	0.00	0.00
0	0.00	50.24	451.00
8	42.54	0.00	0.00
4	43.04	51.50	446.32
0	0.00	0.00	0.00
2	0.00	51.50	446.32
4	0.00	0.00	0.00
2	42.54	0.00	0.00
5	44.25	0.24	451.00
1	42.54	0.00	0.00
90	4	7	7.5
	1000000	1000000	1000000

28. The following information is available for the year ended 31.12.2019:

наименование	гг		
группа бухгалтеров	12	3 20	0 24
инженеры	1	151 15	151 15
участники	1	43 8 25	43 8 10
группа инженеров	08	16	16

Издано по распоряжению Главнокомандующего войсками Закавказского военного округа. С. 2. 1906 г.

[illegible]

1951-1952
 1953-1954
 1955-1956

$$\frac{\text{Unpublished work (1990) 121}}{\text{(unpublished) 121}} = \frac{\text{The same work published 1992}}{\text{(unpublished) 121}}$$

5.3.2. 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 umur 28 hari
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan**

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	2.5478	6.4911	3,2555	10,5982	
2	2.4062	5.7899	2,9016	8,4194	
3	2.7601	7.6181	3,0432	9,2609	
Σ Y	7.7141		9,2003		16,9144
Σ Y²	19.8991		28,2785		48,1776
n	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{nl} Y_{ij}^2 \\
 &= 19,8991 + 28,2785 \\
 &= 48,1776
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{16,9144^2}{6} \\
 &= 47,683
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{7,7141^2}{3} + \frac{9,2003^2}{3} \right) - 47,683 \\
 &= 0,368
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 48,1776 - 47,683 - 0,368 \\
 &= 0,127
 \end{aligned}$$

keterangan :

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

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

Tabel 5.58. Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	KT
Rata-rata	1	48,178	47,683	11,605
Antar perlakuan	1	0,368	0,368	
Dalam perlakuan	4	0,127	0,032	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{0.368}{0.032} = 11,605$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,7078$ Jadi nilai $F_{hitung} = 11,605 > F_{tabel} = 7,7086$.

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

5.3.5. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton

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

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

No	Tanpa Bahan Tambahan		Superplasticizer 0,4% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	3.6089	13.0241	4.9837	24.8373	
2	3.9526	15.6230	4.8119	23.1539	
3	3.4370	11.8132	4.6400	21.5296	
S Y	10.9985		14.4356		25.4341
S Y ²	40.4603		69.5208		109.9811
N	3		3		6.0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 40,4603+ 69,5208 \\ &= 109,9811\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{25,4341^2}{6} \\
 &= 107,815
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{10,9985^2}{3} + \frac{14,4356^2}{3} \right) - 107,815 \\
 &= 1,969
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 109,9811 - 107,815 - 1,969 \\
 &= 40,000
 \end{aligned}$$

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	109.981	107.815	40.000
Antar perlakuan	1	1.969	1.969	
Dalam perlakuan	4	0.197	0.049	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{1,969}{0,049} = 40,000$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70864$ Jadi nilai $F_{hitung} = 40,000 > F_{tabel} = 7,70864$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

5.3.7. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab II, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan variasi umur 3 hari, sedangkan untuk tiap variasi lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

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

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,4% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15415,1790	237627742,3921	22085,3392	487762208,0679	
2	15616,6931	243881104,0340	20499,4122	420225902,3355	
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
4	15210,9954	231374380,7502	20315,5573	412721868,3652	
5	14581,2995	212614295,8245	22422,5395	502770276,0085	
S Y	60824,1670		106717,8493		167542,0163
S Y ²	925497523,0007		2281226326,9639		3206723849,9646
n	4		5		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 925497523,0007 + 2281226326,9639 = 3206723849,9646\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{167542,016 \quad 3^2}{9} \\
 &= 3118925247,928
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{60824,1670 \quad 2^2}{4} + \frac{106717,849 \quad 3^2}{5} \right) - 3118925247,928 \\
 &= 83709447,473
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 3206723849,9646 - 3118925247,928 - 83709447,473 \\
 &= 4089154,564
 \end{aligned}$$

keterangan :

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

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

Tabel 5.62. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

sumber variasi	DK	JK	KT	KT
rata-rata	1	3206723849,965	3118925247,928	143,298
antar perlakuan	1	83709447,473	83709447,473	
dalam perlakuan	7	4089154,564	584164,938	
jumlah	9			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{hitung} = \frac{83709447,4}{584164,938} = 143,298$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 8) = 5,59145$ Jadi nilai $F_{hitung} = 143,298 > F_{tabel} = 5,59145$
 Dengan demikian H_0 diterima H_a ditolak, yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

Tabel 5.72. Analisa Varian Untuk Porositas

variabel	DK	JK	KT	KT
rata	1	654,42	624,92	12,99
perlakuan	1	22,55	22,55	
perlakuan	4	6,95	1,74	
total	6			

$$F = \frac{KT \text{ (antar perlakuan)}}{KT \text{ (kekeliruan)}}$$

$$= \frac{22,55}{1,74} = 12,99$$

Tabel 5.74. Analisa Varian Untuk Porositas

variabel	DK	JK	KT	KT
rata	1	639,33	612,52	33,59
perlakuan	1	23,95	23,95	
perlakuan	4	2,85	0,71	
total	6			

$$F = \frac{KT \text{ (antar perlakuan)}}{KT \text{ (kekeliruan)}}$$

$$= \frac{23,954}{0,713} = 33,59$$

Tabel 5.76. Analisa Varian Untuk Porositas

variabel	DK	JK	KT	KT
rata	1	614,23	585,97	52,41
perlakuan	1	26,26	26,26	
perlakuan	4	2,00	0,50	
total	6			

$$F = \frac{KT \text{ (antar perlakuan)}}{KT \text{ (kekeliruan)}}$$

$$= \frac{26,263}{0,501} = 52,41$$

5.3.9. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan variasi umur 3

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab II, maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan variasi umur 3 hari, sedangkan untuk tiap variasi lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

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

No	Tanpa Bahan Tambahan		SUPERPLASTICIZER 0,4% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,2866	233,6809	12.0419	145.0074	
2	15,0955	227,8754	11.8331	140.0218	
3	16,3694	267,9581	13.2252	174.9062	
S Y	46,7516		37.1002		83,85
S Y ²	729,5144		459.9354		1189,45
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 729,5144 + 459,9354 \\ &= 1189,45 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{83,85^2}{6} \\
 &= 1171,854
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{46,7516^2}{3} + \frac{37,1002^2}{3} \right) - 1171,854 \\
 &= 15,525
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 1189,45 - 1171,854 - 15,525 \\
 &= 2,071
 \end{aligned}$$

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	1189,450	1171,854	29,982
Antar perlakuan	1	15,525	15,525	
Dalam perlakuan	4	2,071	0,518	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{15,525}{0,518} = 29,982$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 29,982 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$.

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai Porositas Beton.

Tabel 5.64. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

ber variasi	DK	JK	KT	KT
rata-rata	1	3701990092,00	3680290116,70	64,34
r perlakuan	1	19570802,01	19570802,01	
m perlakuan	7	2129173,29	304167,61	
jumlah	9			

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

$$F_{hitung} = \frac{19570802,009}{304167,613} = 64,34$$

Tabel 5.66. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

ber variasi	DK	JK	KT	KT
rata-rata	1	5254074451,52	5190569286,81	129,51
r perlakuan	1	60248619,05	60248619,05	
m perlakuan	7	3256545,66	465220,81	
jumlah	9			

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

$$F_{hitung} = \frac{60248619,048}{465220,809} = 129,51$$

Tabel 5.68. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

ber variasi	DK	JK	KT	KT
rata-rata	1	5911928096,25	5881964600,10	42,99
r perlakuan	1	25767645,37	25767645,37	
m perlakuan	7	4195850,78	599407,25	
jumlah	9			

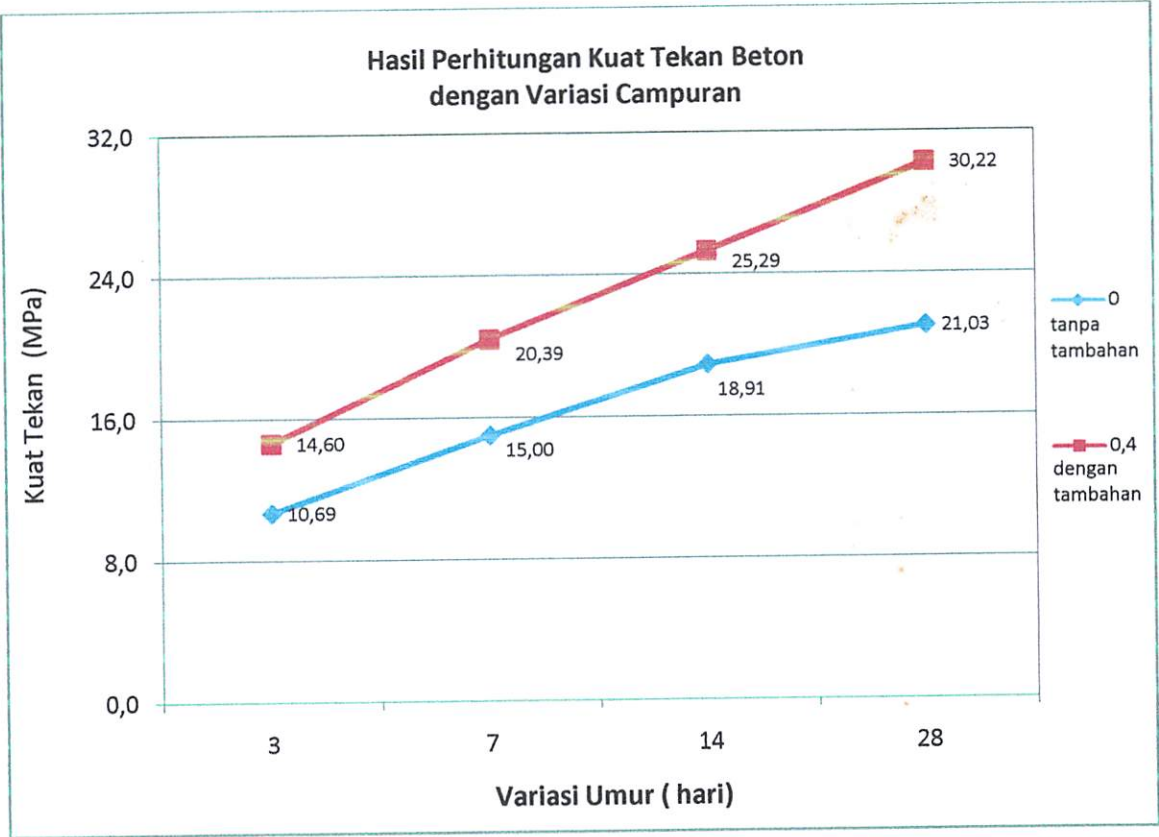
F dapat dicari dengan rumus : $F = \frac{KT (\text{antar perlakuan})}{KT (\text{kekeliruan})}$

$$F_{hitung} = \frac{25767645,367}{599407,255} = 42,99$$

5.4. Analisis dan Pembahasan

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

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



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

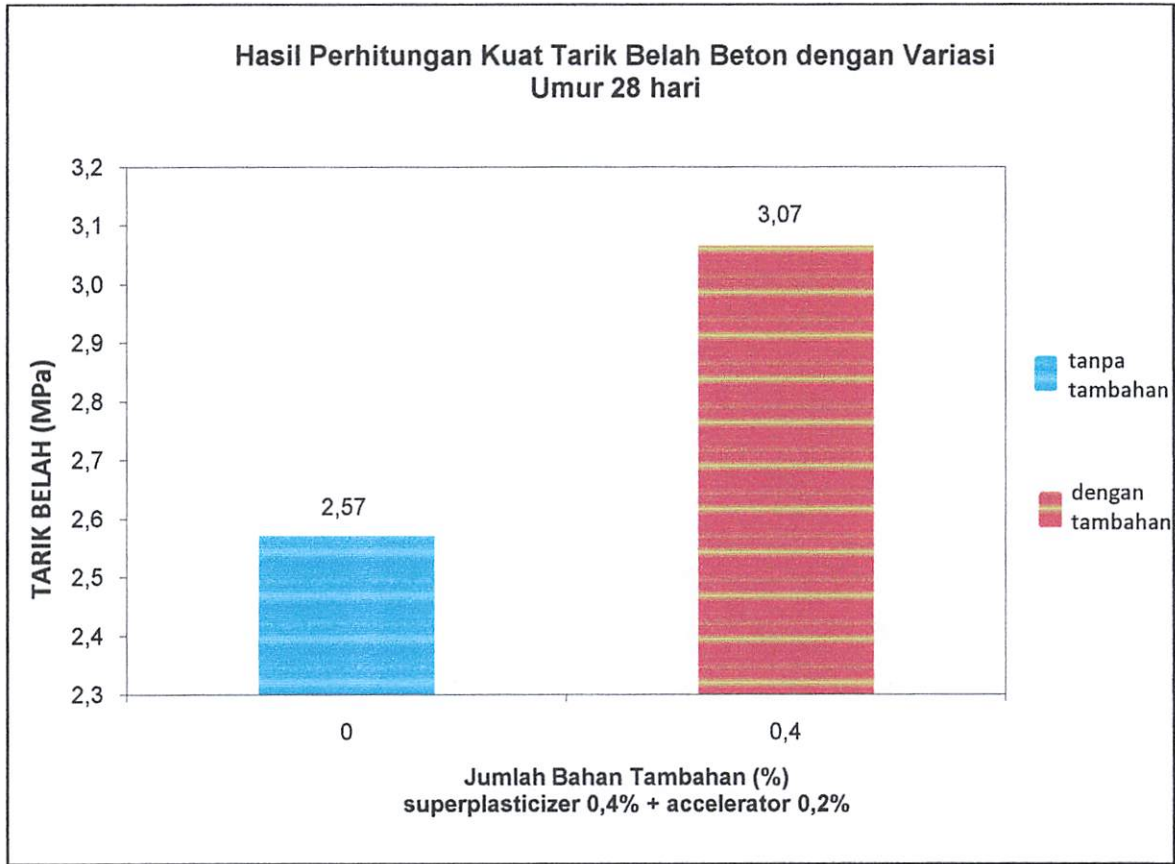
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tekan pada benda uji silinder ukuran 10x20, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 26,76%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 26,46% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan

peningkatan 25,24% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 30,40%. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, variasi umur 3hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 774,078 > F_{tabel} = 4,4939$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai kuat tekan.

5.4.2. Perbandingan Kuat Tarik Belah pada Umur 28 hari

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



Grafik 5.2. Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

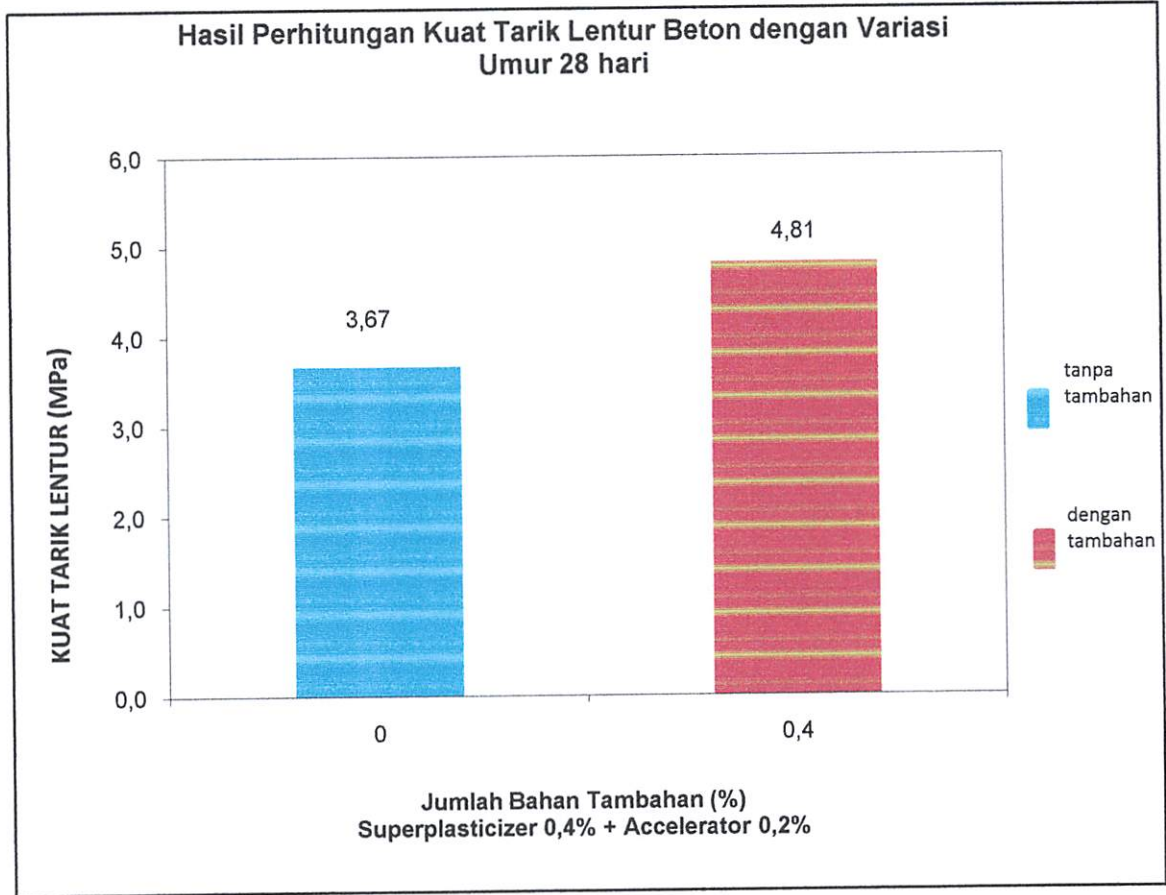
Pada grafik. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji silinder ukuran 15x30, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 11,38%, yakni dari 2,57 MPa menjadi 3,07 MPa. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul

panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi, sehingga menghasilkan nilai kuat tarik belah lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik belah pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 11,605 > F_{tabel} = 7,7086$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai tarik belah.

5.4.3. Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari

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



Grafik 5.3. Hubungan Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

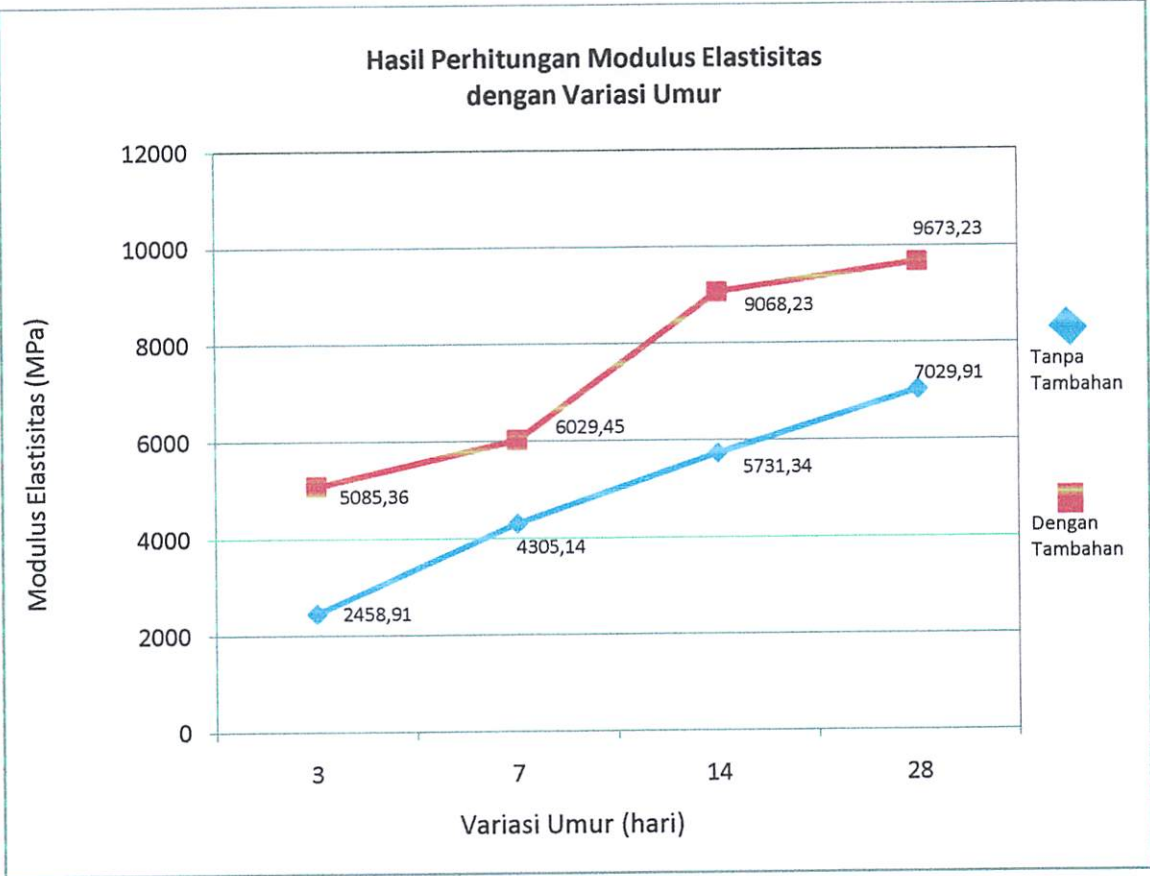
Pada grafik. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tarik lentur pada benda uji balok ukuran 15x15x60, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 23,81%, yakni dari 3,6662 MPa menjadi 4,8119 MPa. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul

panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi, sehingga menghasilkan nilai kuat tarik lentur lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik lentur pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 40,000 > F_{tabel} = 7,70864$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai tarik lentur.

5.4.4. Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3,7,14 dan 28 Hari

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



Grafik 5.4. Hubungan Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

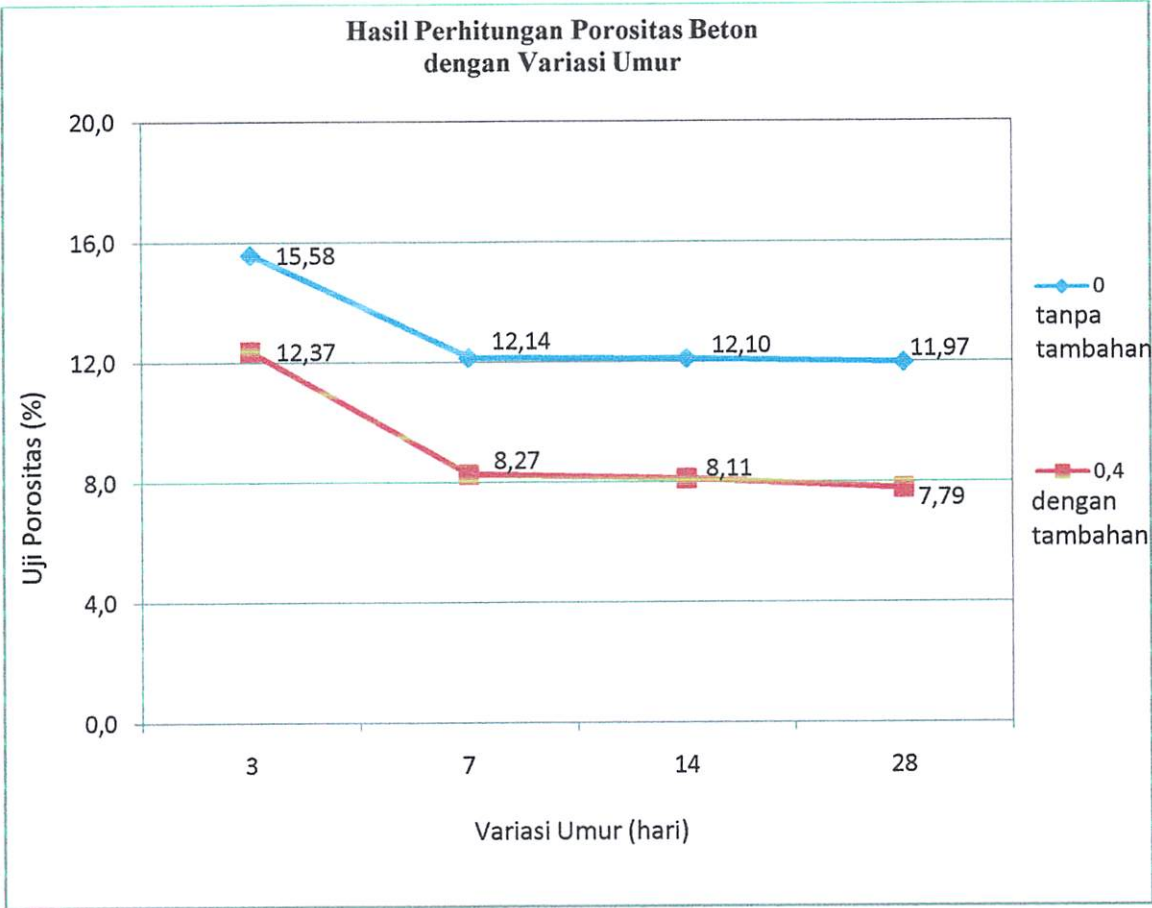
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan modulus elastisitas pada benda uji balok ukuran 15x30, dengan variasi umur

3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 51,65%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 28,60% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 36,80% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 27,33%. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi, sehingga menghasilkan nilai modulus elastisitas lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis modulus elastisitas variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 143,298 > F_{tabel} = 5,59145$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai modulus elastisitas.

5.4.5. Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur 3,7,14 dan 28 hari

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



Grafik 5.5. Hubungan Uji Porositas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Penurunan porositas pada benda uji balok ukuran 10x20, untuk variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 26,01%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 46,91% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 49,30% dan untuk variasi

umur 28 hari menghasilkan penurunan sebesar 53,71%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan berwarna lebih pekat, lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal dari pada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis porositas variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 29,982 > F_{tabel} = 7,70865$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai porositas.

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 0,4% + Accelerator 0,2%	umur 3 hari	0,71	9,5 ; 10
	umur 7 hari		10,5 ; 9,5
	umur 14 hari		10 ; 11
	umur 28 hari		8,5 ; 11 ; 8 ; 10

5.6 Analisa Regresi

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

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

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

5.6.1 Analisa Regresi

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

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

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	10,6915	0	0	0	0	0	114,3082
2	0,3	12,8916	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 :

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

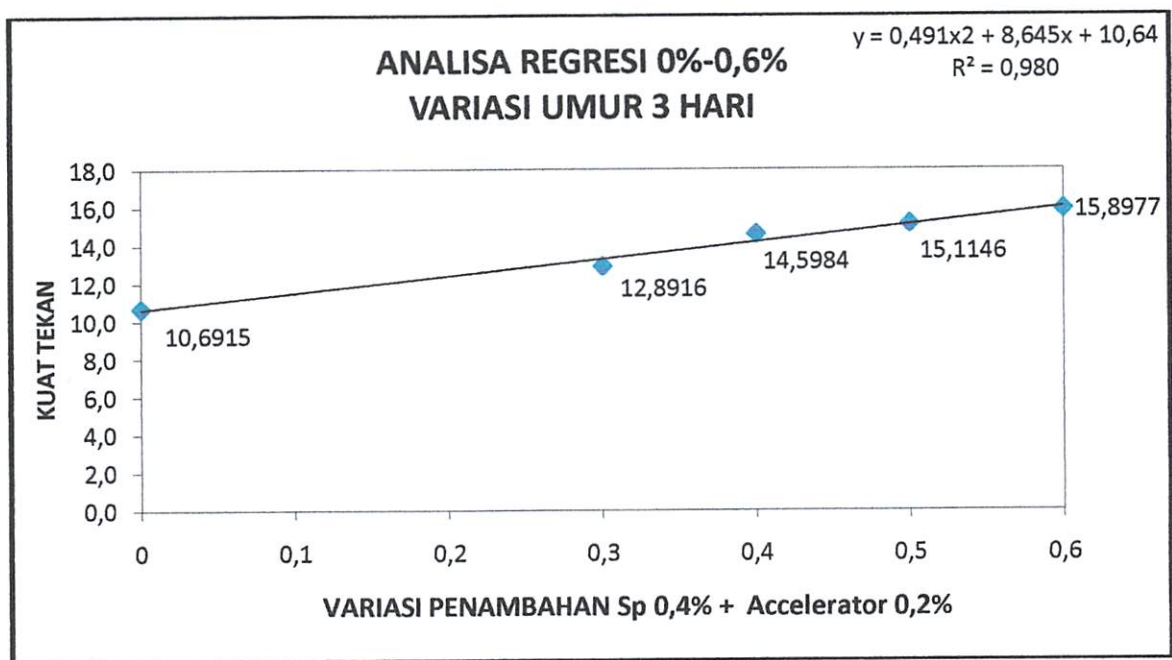
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

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

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

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

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 kuadrat.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.6 Analisa Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari

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 kuadrat.

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

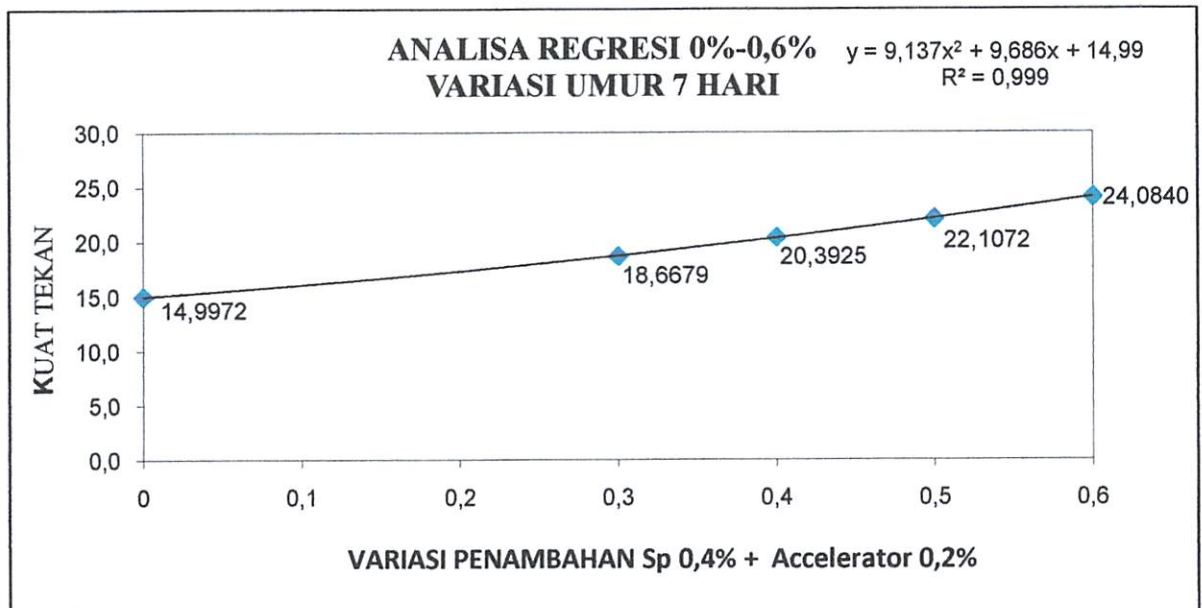
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.7 Analisa Regresi Kuat Tekan

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

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

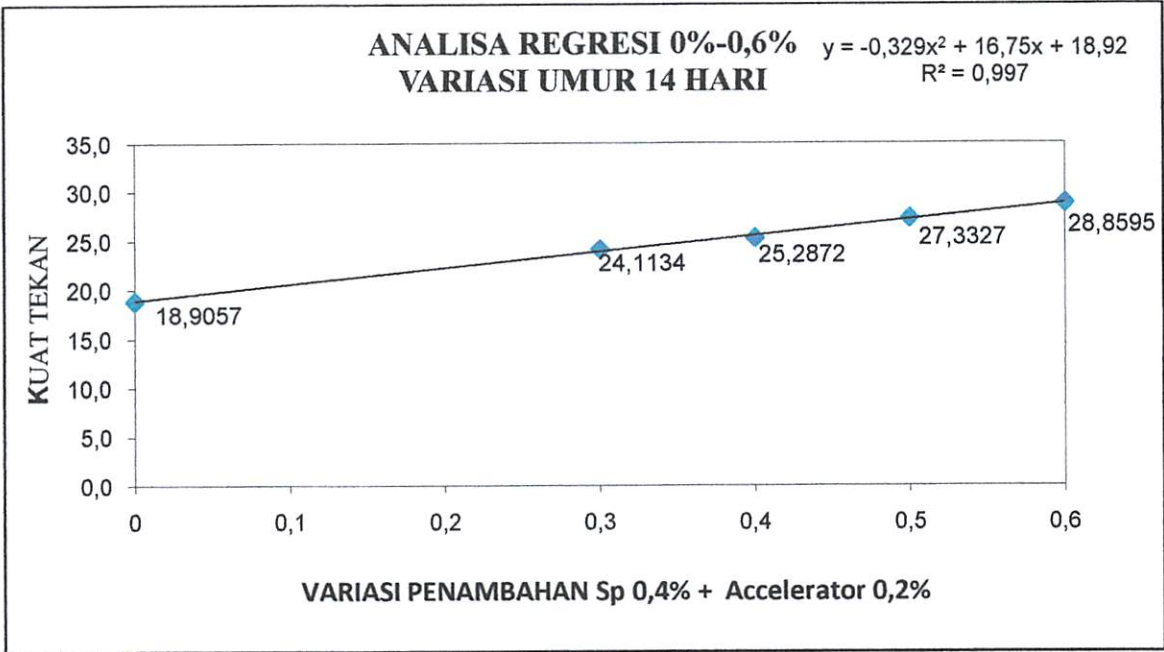
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,997$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.8 Analisa Regresi Kuat Tekan

Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

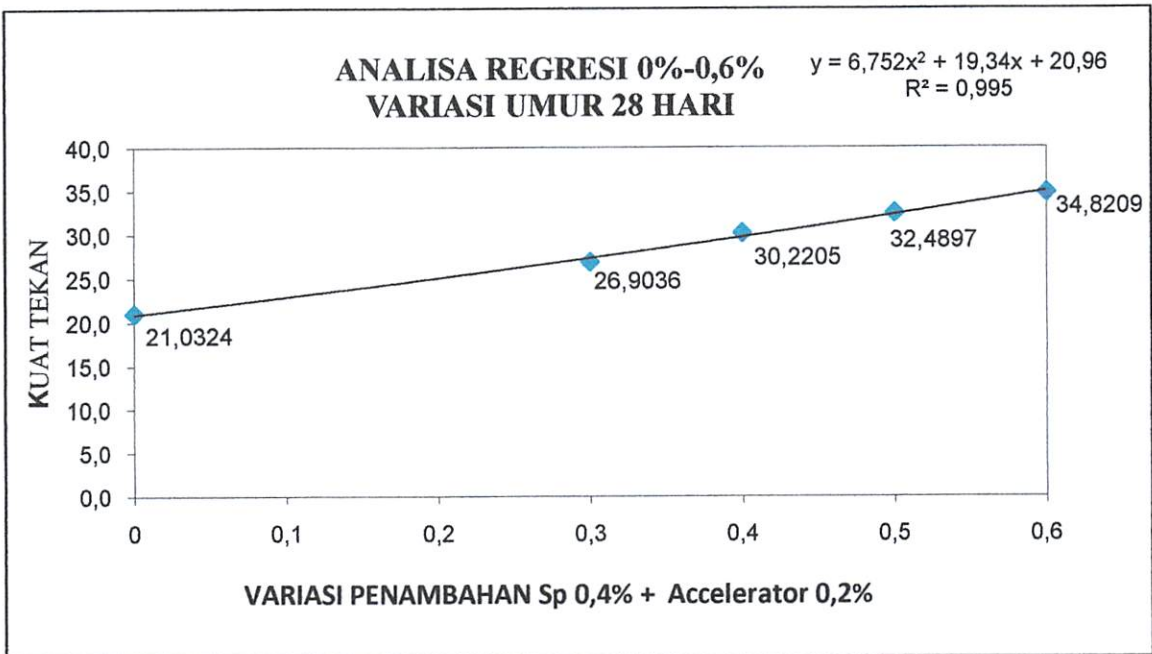
Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.995$$



Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan

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	3,0668	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

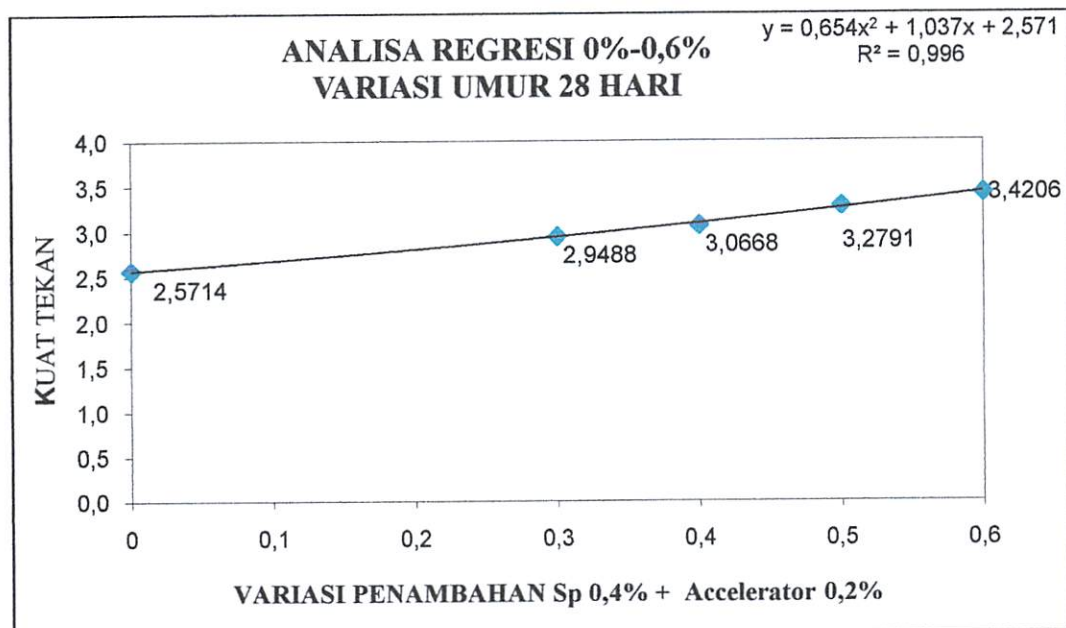
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.966$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.11 Analisa Regresi Kuat Tarik Belah

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

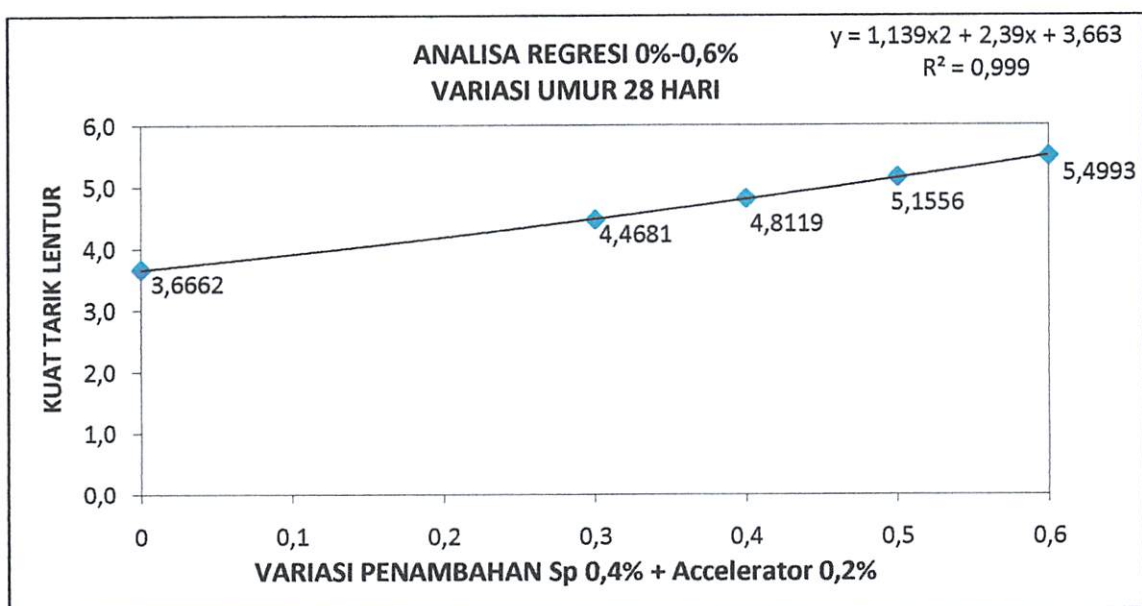
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,999$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.12 Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur

**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

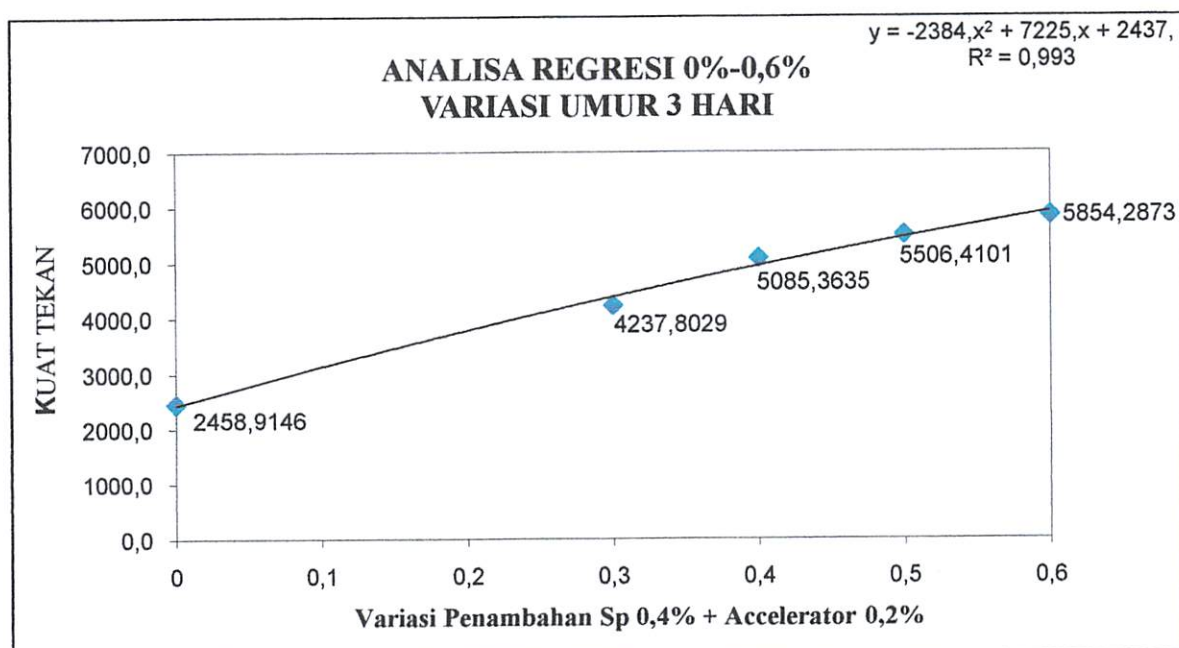
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,993$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.13 Analisa Regresi Modulus Elastisitas

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

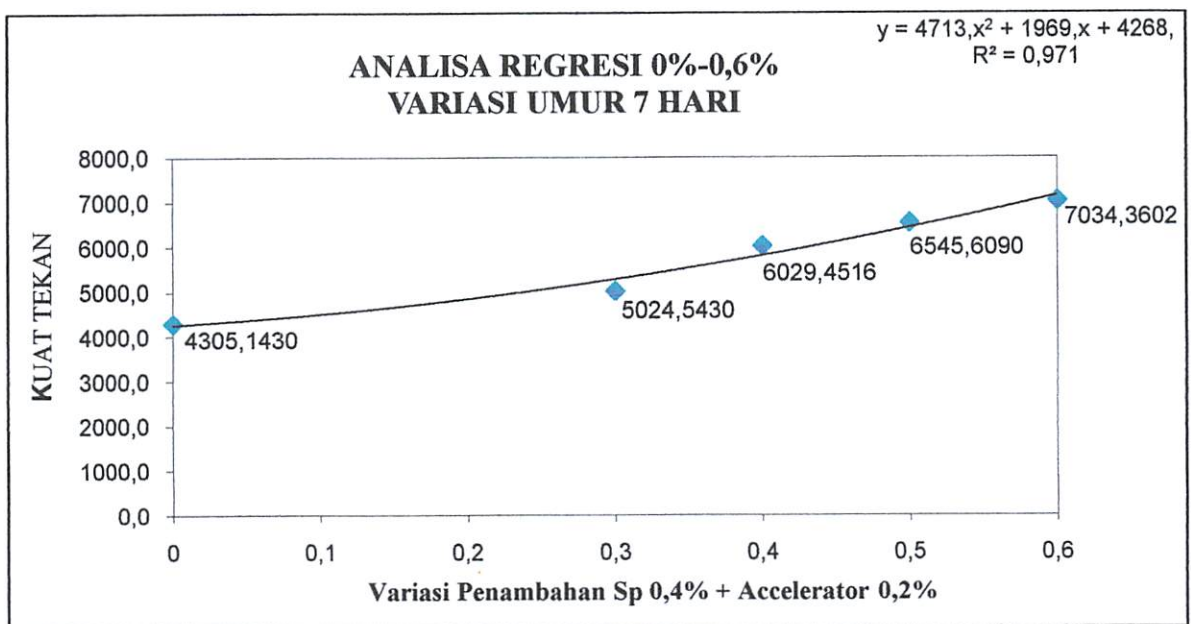
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.971$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.14 Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus
Elastisitas Variasi Umur 14 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

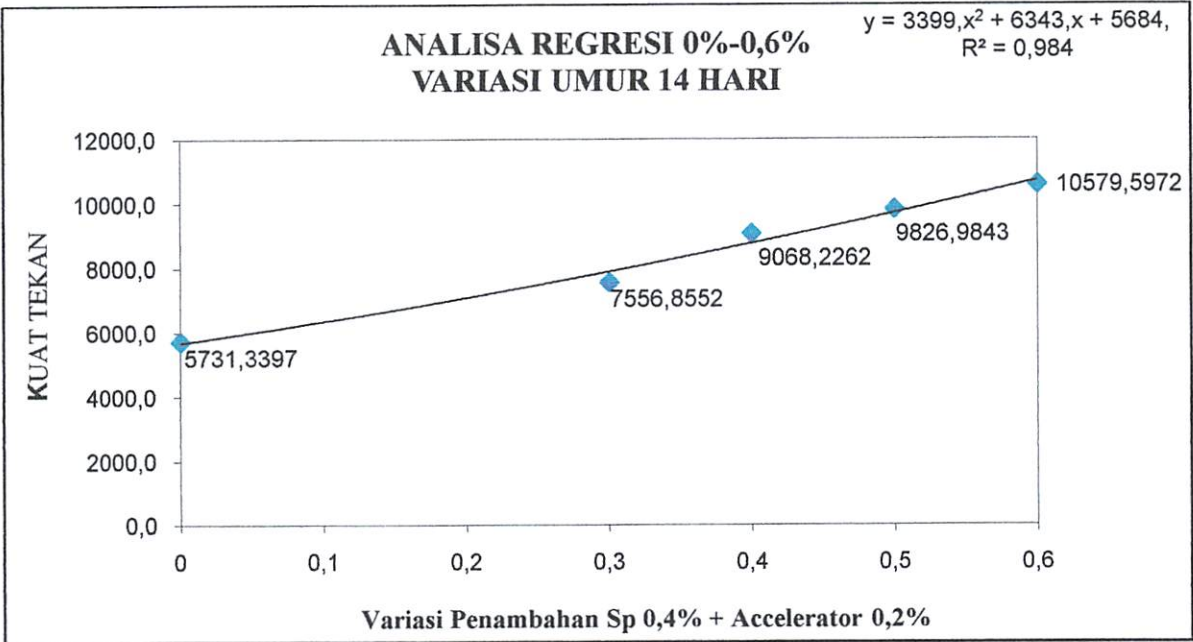
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.15 Analisa Regresi Modulus Elastisitas

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

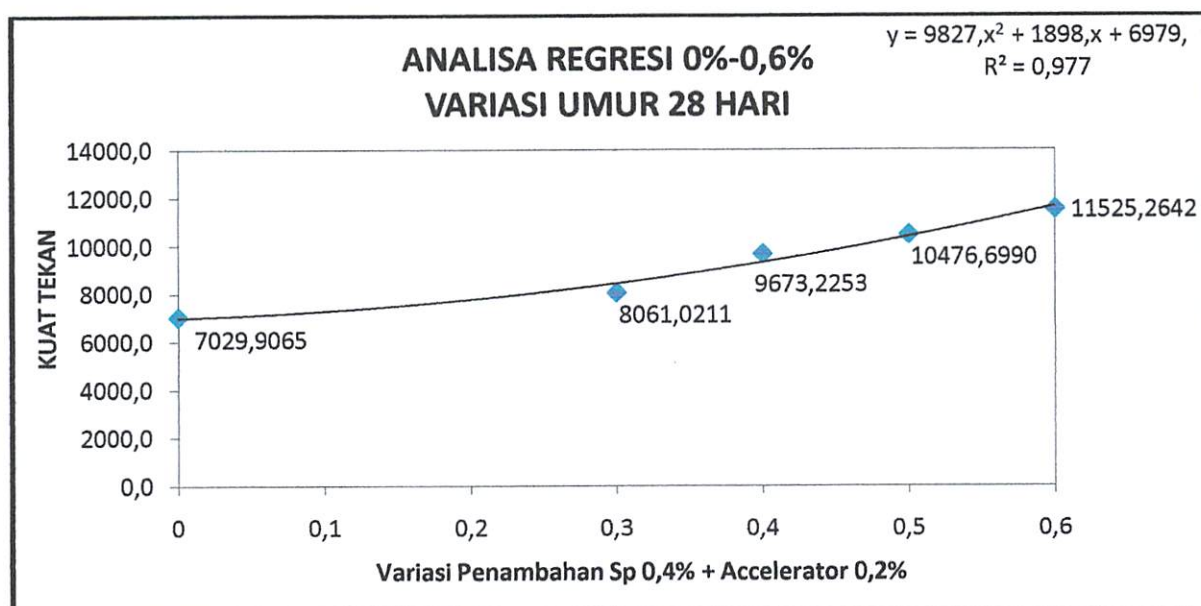
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.977$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.16 Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas
Variasi Umur 3 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	15,58	0	0	0	0	0	242,86
2	0,3	12,24	0,09	0,027	0,008	3,673	1,102	149,92
3	0,4	12,37	0,16	0,064	0,026	4,947	1,979	152,94
4	0,5	12,53	0,25	0,125	0,063	6,267	3,133	157,09
5	0,6	12,61	0,36	0,216	0,130	7,567	4,540	159,05
Jmlh	2	65,34	0,860	0,432	0,226	22,454	10,754	861,86

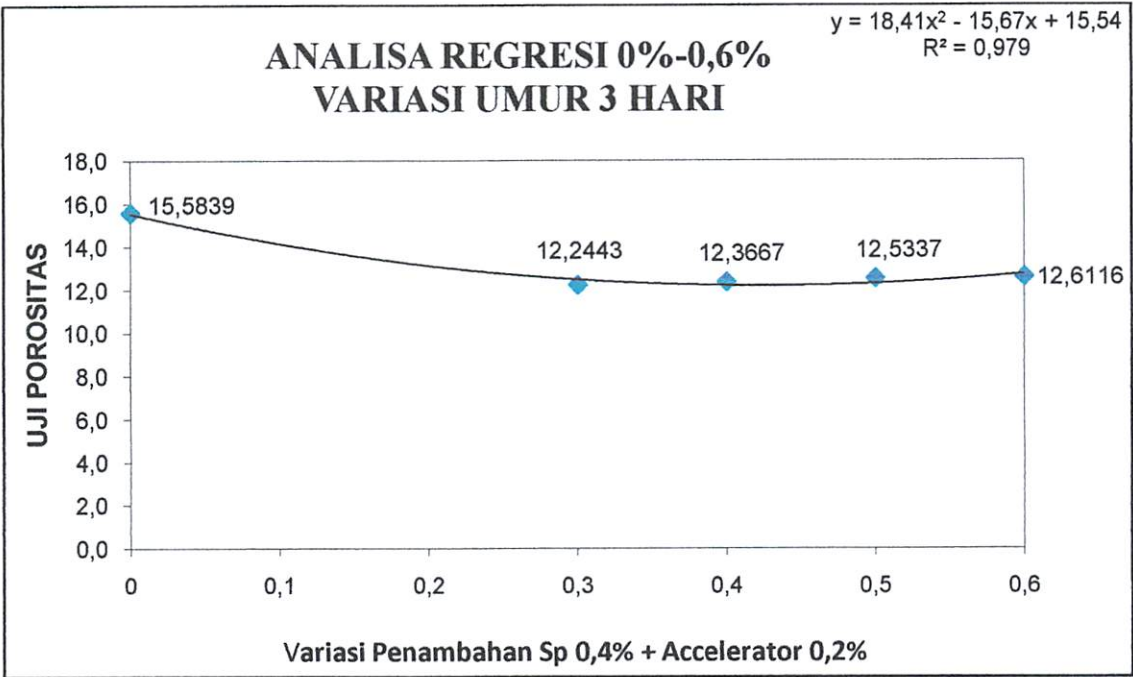
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.979$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas

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

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
1	0	12,144	0	0	0	0	0	147,486
2	0,3	8,185	0,09	0,027	0,008	2,455	0,737	66,992
3	0,4	8,267	0,16	0,064	0,026	3,307	1,323	68,338
4	0,5	8,380	0,25	0,125	0,063	4,190	2,095	70,218
5	0,6	8,430	0,36	0,216	0,130	5,058	3,035	71,072
Jmlh	2	45,406	0,860	0,432	0,226	15,010	7,189	424,105

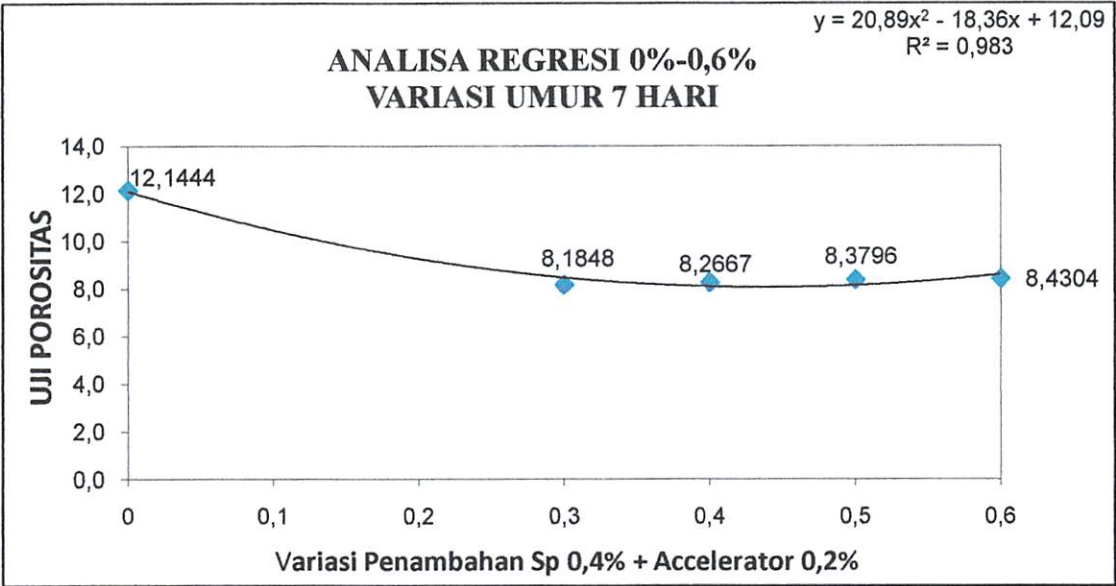
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.983$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas

Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas
Variasi Umur 14 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

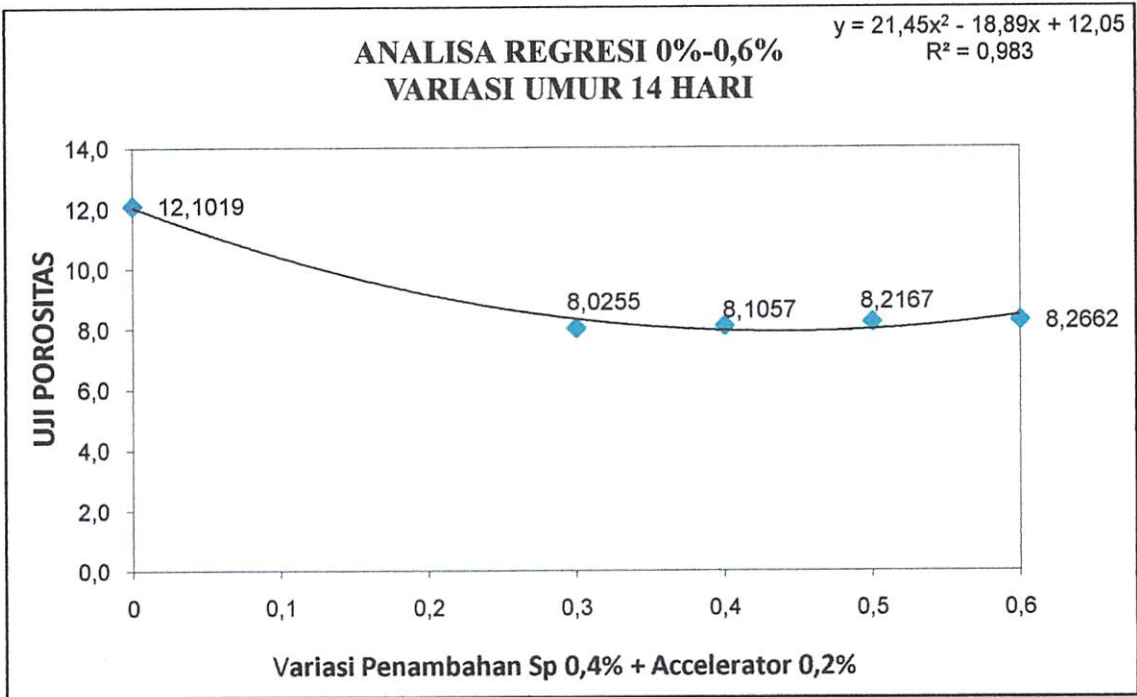
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.983$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas

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	11,975	0	0	0	0	0	143,389
2	0,3	7,713	0,09	0,027	0,0081	2,314	0,694	59,491
3	0,4	7,790	0,16	0,064	0,0256	3,116	1,246	60,687
4	0,5	7,892	0,25	0,125	0,0625	3,946	1,973	62,287
5	0,6	7,944	0,36	0,216	0,1296	4,767	2,860	63,113
Jmlh	2	43,314	0,860	0,432	0,226	14,143	6,774	388,968

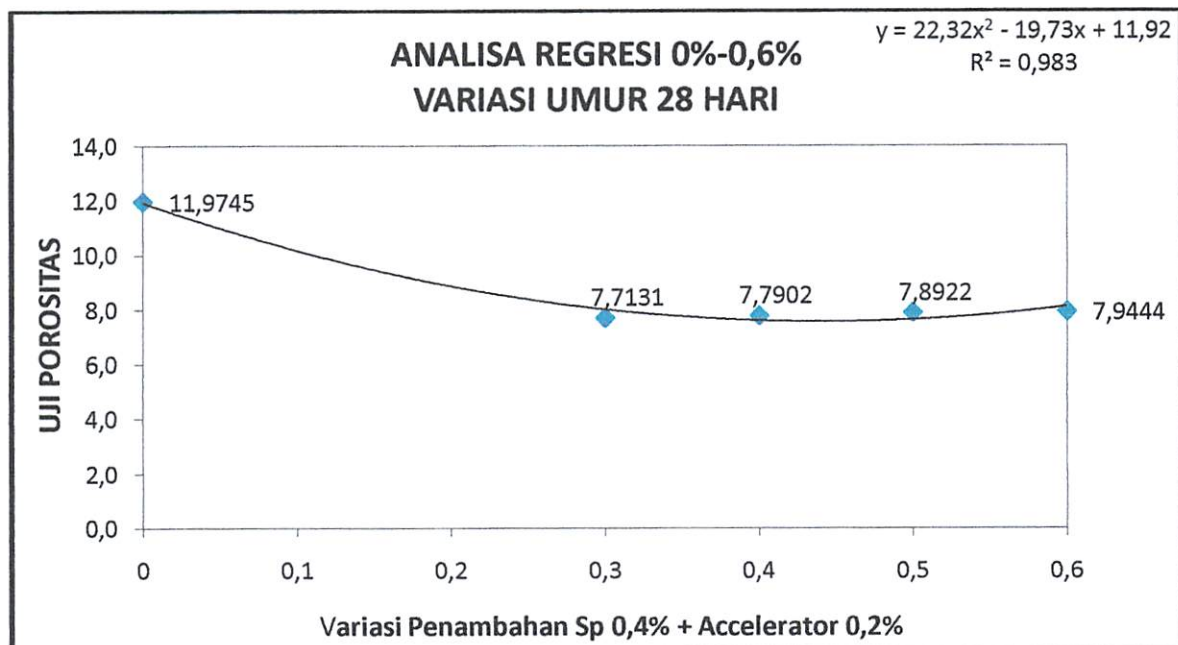
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,983$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.20 Analisa Regresi Porositas

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 0,4% dan accelerator 0,2%. Karena dengan bahan tambahan additive campuran beton menjadi lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari beton normal. Hal ini dapat di buktikan dari uji hipotesis bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Untuk itu diambil salah satu contoh variasi umur 28 hari dengan pengujian sifat mekanis sebagai berikut :

Kuat tekan dengan nilai $F_{hitung} = 502,68 > F_{tabel} = 4,67$

Tarik Belah dengan nilai $F_{hitung} = 11,605 > F_{tabel} = 7,7086$

Tarik Lentur dengan nilai $F_{hitung} = 40,000 > F_{tabel} = 7,7086$

Modulus Elastisitas dengan nilai $F_{hitung} = 42,99 > F_{tabel} = 5,59$

Porositas dengan nilai $F_{hitung} = 52,41 > F_{tabel} = 7,701$

Dari hasil diatas dapat disimpulkan penggunaan penambahan additive superplasticizer dan accelerator dapat meningkatkan kualitas mutu beton dengan pencapaian target yang direncanakan yaitu beton mutu sedang.

- Terjadi peningkatan kuat tekan dari nilai tanpa tambahan sebesar 21,03 Mpa menjadi 30,22 MPa setelah diberi perlakuan tambahan dengan variasi umur 28hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% + accelerator 0,2%.

6.2 Saran

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

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan bahan additive dengan agregat lain dan penggunaan variasi semen merk lain.
- b. Penambahan bahan campuran seperti fly ash, serbuk gergaji, dll.
Supaya mendapatkan hasil nilai sifat mekanis (kuat tekan, tarik lentur, tarik belah, modulus elastisitas dan porositas) yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Amri, Syafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*, Jakarta, Yayasan John Hi-Tech Idetama.

Anonim. 2010. Studi pengaruh admixtur plastiment-vz pada beton, Di akses melalui <http://dewey.petra.id>

Anonim. 2010. Pengaruh penambahan bahan tambahan jenis retarder pada kekuatan beton di akses melalui <http://pustaka.pu.go.id>

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

Anonim. 2010. Pengaruh penggunaan superplasticizer tipe polycarboxylate dan naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen local, diakses melalui <http://dewey.petra.ac.id>

CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURIYONO.2003. Penelitian awal mortar yang menggunakan admixture berupa superplasticizer, polypropylene fiber dan styrenne butadienne rubber. Universitas Kristen Petra.

Anonim. 2002. Petunjuk Praktikum Beton. Laboratorium ITN Malang.

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

Makalah lomba beton semen tiga roda, diakses melalui <http://www.scribd.com/doc/37089508/Makalah-Lomba-Beton-Semen-Tiga-Roda-No-Peserta-CCT-010-019-12>

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

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

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

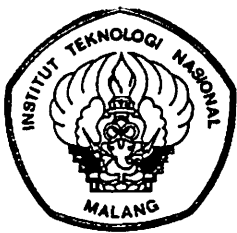
Rangkak repair mortar dengan bahan tambah polymer, di akses melalui http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkak-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html

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

JEFFRY BAGUS SANTOSO (05.21.024)

Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
19/01/2011	- Rumusan masalah sama, harus diganti - Beri Gambar pada penjelasan rumus (lengkapi Gambar benda uji) - Buat langkah-langkah proses pengujian (Metodologi) - Data pengujian buatan di taruh di lampiran	
28/3/2011	Batasan masalah sesuai dgn Revisi & Tujuan - uji - Tahan - Modulus Elastisitas - qbr mana? - Metode Logi ? - Bagaiman A.I.R ? - Populasi benda uji mang - Data pengujian material di tempat-kan di lampiran.	
4-4-2011	Batasan masalah - Analisa perhit Benda uji	
8-4-2011	Susun semua materi	
2-5-2011	Analisa? lengkapi Susun semua lembar	
16-6-2011	Can y maju seminar & ujian	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

JEFFRY BAGUS SANTOSO (05.21.024)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
24. - 11 1	Bab I - III Bab IV → perbaikan hit Campuran.	NS
6. - 11 4	→ elut kerentan. → hasil 2 = part 4/ apa → bgn sdh selesai Selesainya of Statment RM	NS
1 6 - 11	hal 44 VS tabl. Campuran bab 5 Analisis & Pembahasan	NS
3. - 11 6	perbaikan + koreksi NS.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

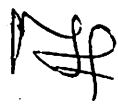
Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

JEFFRY BAGUS S. (05.21.024)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
4. -11 6	penulisan paperless - Abstrak biru	
13 -11- 6	→ Analisa penulisan warna Bekas → abstrak → layout dan senior hasil	



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-0912.08/21/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 :

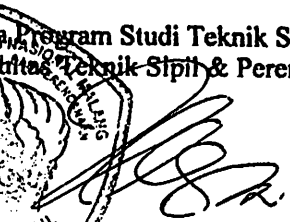
Nama : Jeffry Bagus S
Nim : 05.21. 024
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

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 ¹/₄ 19 Juni 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selasai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Kepala 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) 417836 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-0912.08/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

M A L A N G.

Dengan Hormat,

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

Nama : Jeffry Bagus S
Nim : 05.21. 024
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** ¹/_a **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.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigwa-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 7
Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG ~~RE~~ PENELITIAN BETON

Nama : JEFFRY BAUS S.

NIM : 05.21.024

Hari / tanggal : Kamis, 18 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- cek spasi-spasi kalimat. dan lurus tepi kanan, sepihan?
- latah belahang — Acceleration? kurva linier,
terkait dg. judul.

- Rumusan Masalah → agregat kasar batu pecah?
tujuan penelitian

- Hipotesis penelitian — H_a ? H_o ?

- jumlah benda uji → ditabelkan saja

- Bagan Alir → buat sub bab.

- metode mix desain → SNI

- paparan superplastizer & acceleration

- cek kurva-kurva tabel, dan gbr.

- pembahasan → $\oplus$ sebab penguatan

- kesimpulan → kurva-kurva dg. Rumusan Masalah

Belajar & sukses!

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20-08-2011

Dosen Pembahas

Malang, 18-08-2011

Dosen Pembahas



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : JEPRi BAGUS SANTOSO

NIM : 0521029

Hari / tanggal : Kamis, 10-8-2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Id kesimpulan tambahkan mengenai pengaruh penambahan superplastisizer & accelerator thap slump test & pengerasan beton.
- Kesimpulan : - tambahkan mengenai peningkatan kekuatan beton yg lain
- Tujuan penelitian ① betulkan.

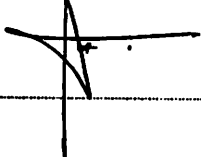
Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

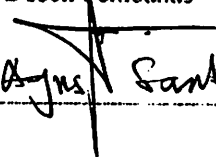
Malang, 20-8- 2011

Dosen Pembahas

()

Malang, 10-8- 2011

Dosen Pembahas

( A. Agus Santoso)



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN BETON

Nama : JEFFRY BAGUS SANTOSO
NIM : 0521.024
Hari / tanggal : Rabu, 24-08-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

~ cek & teliti kembali toda tulis

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 10 - 09 - 2011

Dosen Penguji

Malang, 28 - 08 - 2011

Dosen Penguji



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : Jefriy Bagus S

NIM : 0521029

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Hasil test sharp lampiran x dibahas.

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 9 - 9 - 2010

Dosen Penguji

(Signature)

Malang, 26 - 11 - 2010

Dosen Penguji

(A. Agum Santoso)

➤ **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**

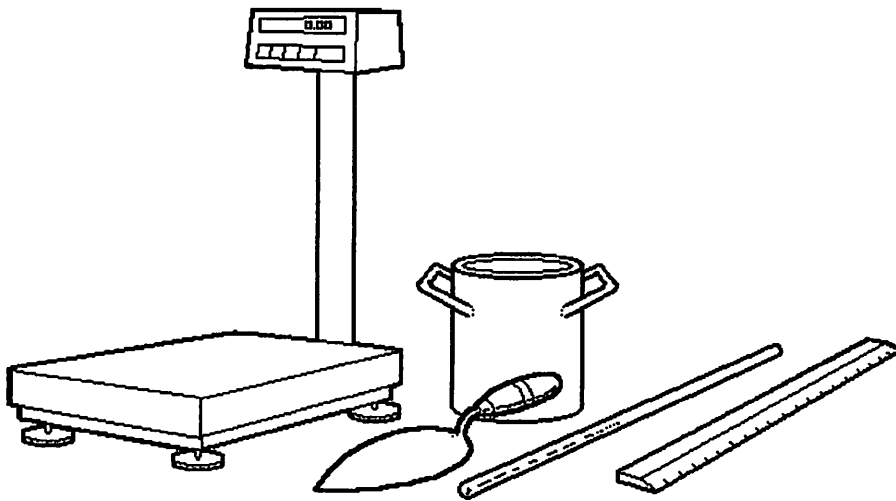
A. Tujuan Penelitian

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

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

Dimana : V = isi wadah (cm³)

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	(cm³)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi	(gr/cm³)	1.419	1.413	1.439	1.479	1.499	1.48
F.	Berat isi rata-rata	(gr/cm³)	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	(cm³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi	(gr/cm³)	1.606	1.603	1.596	1.643	1.62	1.623
F.	Berat isi rata-rata	(gr/cm³)	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	(cm³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi	(gr/cm³)	1.153	1.21	1.203	1.26	1.236	1.233
F.	Berat isi rata-rata	(gr/cm³)	1.189			1.243		

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil Penelitian

1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

- | | | |
|--------------------------|---|---------------------------|
| a. Agregat Kasar | = | 1,424 kg/cm ³ |
| b. Agregat halus (pasir) | = | 1,6016 kg/cm ³ |
| c. Semen | = | 1,189 kg/cm ³ |

2. Berat isi padat

- | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|
| a. Agregat kasar | = | 1,486 kg/cm ³ |
| b. Agregat halus (pasir) | = | 1,629 kg/cm ³ |
| c. Semen | = | 1,243 kg/cm ³ |

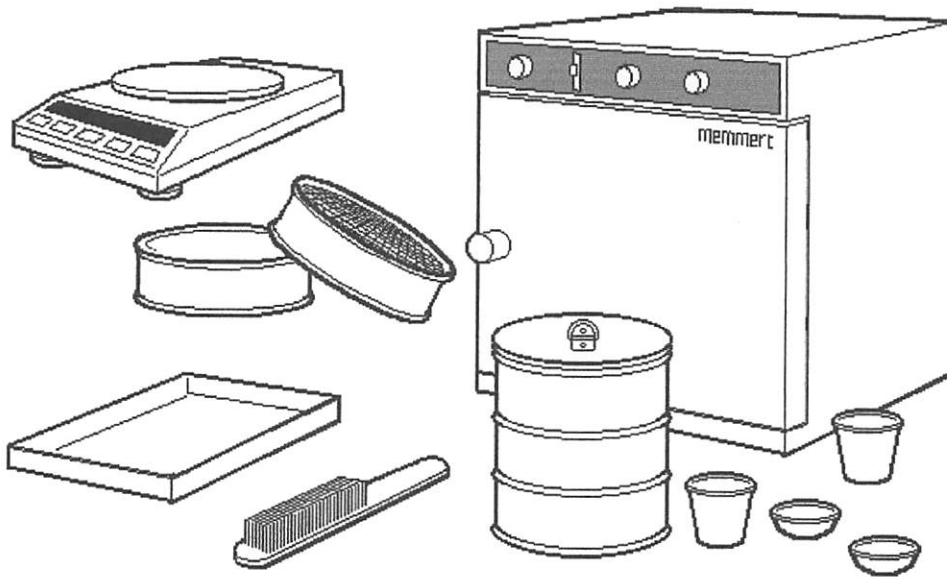
❖ Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

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

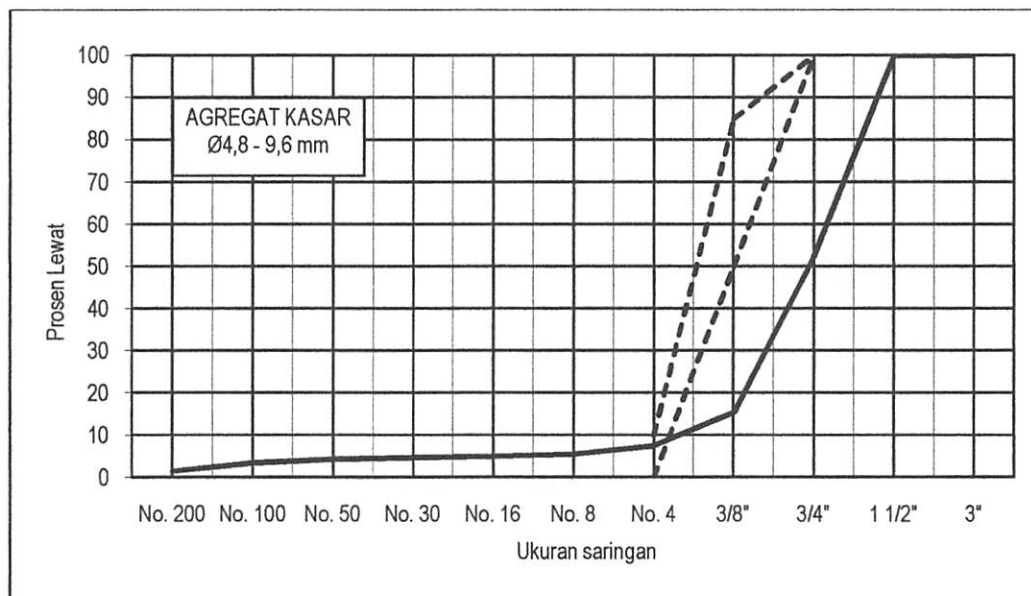
- Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 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



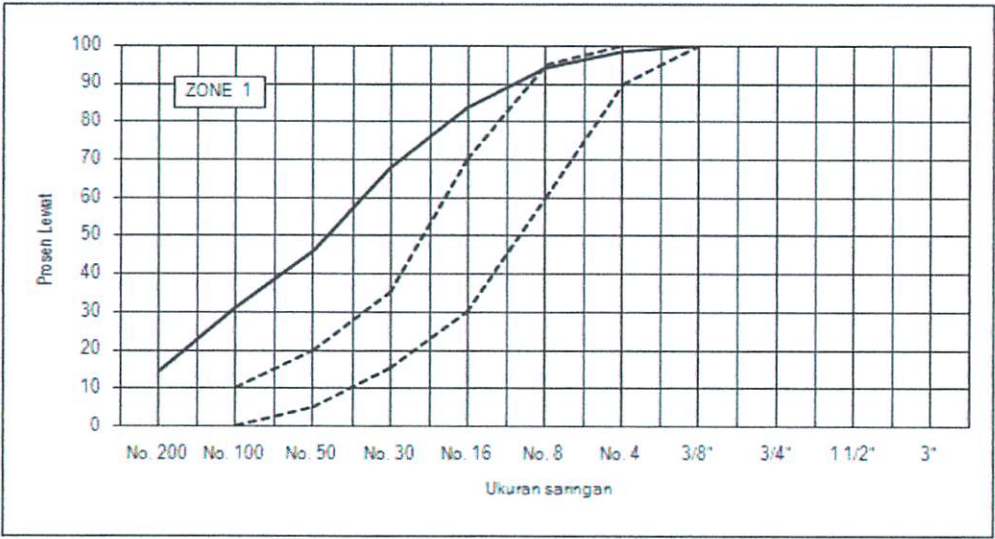
Grafik 1 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 6 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

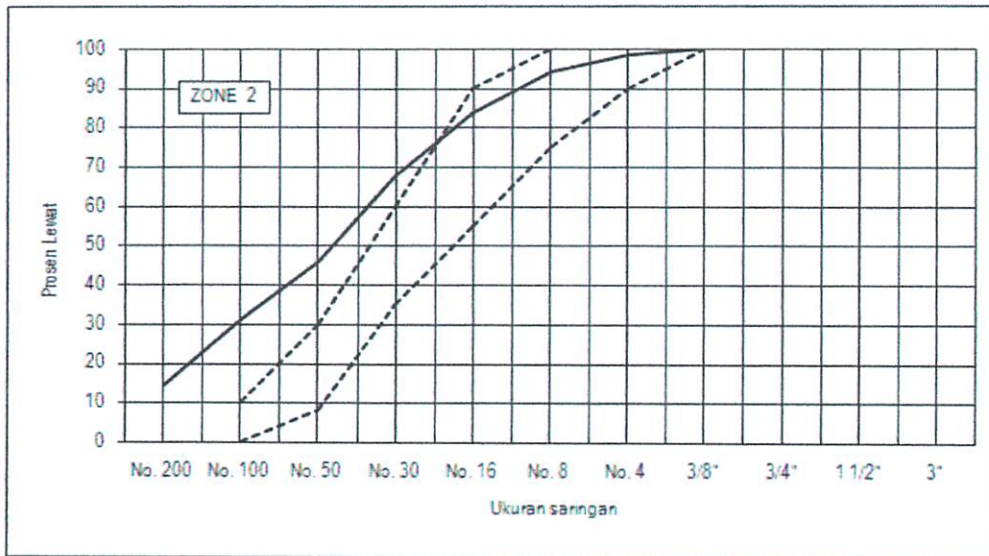
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76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



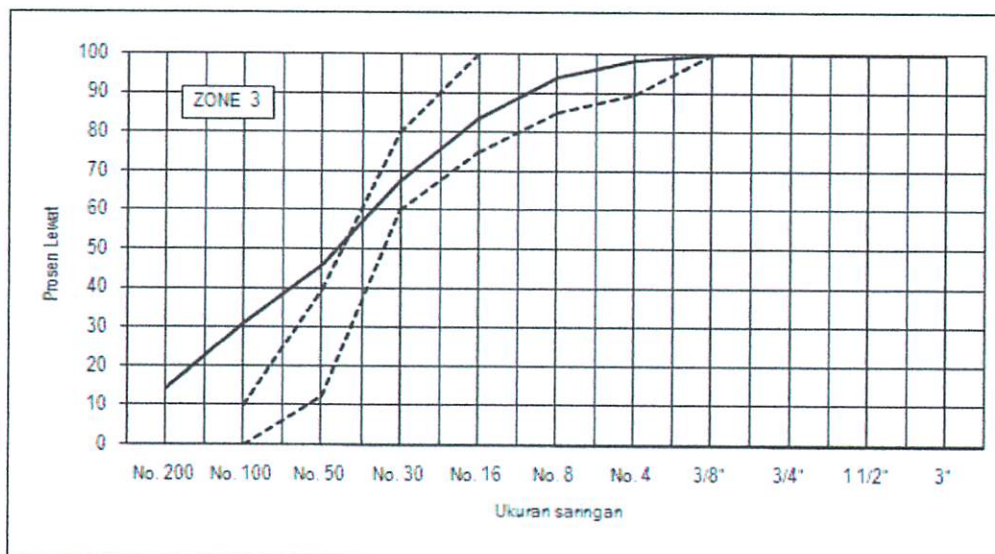
Grafik 4 Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

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 %).

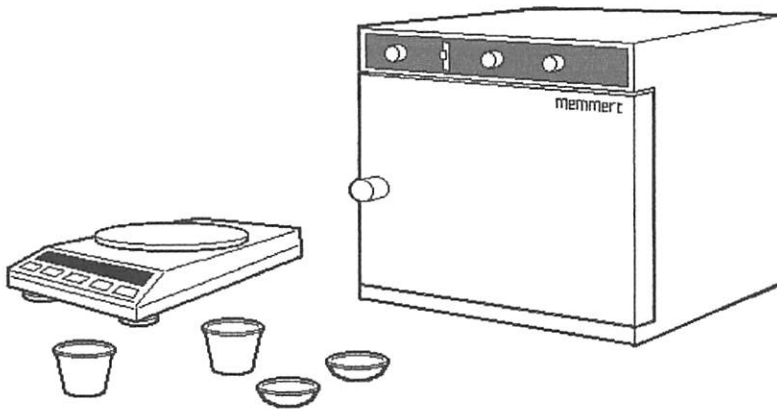
❖ Pemeriksaan Kadar Air Agregat

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

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



Gambar 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 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Handuk
- Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorpsi

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Benda uji direndam selama 24 jam.

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

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

F. Tabel Perhitungan

Tabel 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

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

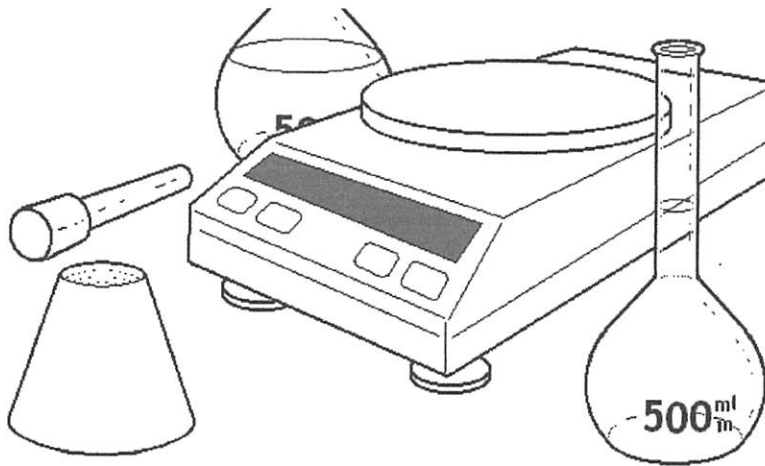
❖ **Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

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 (absorbsi)

$$= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$$

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 (absorbsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100$	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 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

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

Tabel 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 $\pm$ 25	2500 $\pm$ 25	-	-
12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	1250 $\pm$ 25	2500 $\pm$ 25	-	-
9,5 (3/8")	6,3 (1/4")	-	-	2500 $\pm$ 25	-
6,3 (1/4")	4,75 (No.4)	-	-	2500 $\pm$ 25	-
4,75 (No.4)	2,36 (No. 8)	-	-	-	5000 $\pm$ 10
Total		5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10
Jumlah bola		12	11	8	6
Berat bola (gram)		5000 $\pm$ 25	4584 $\pm$ 25	3330 $\pm$ 25	2500 $\pm$ 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				
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

Perancangan campuran beton dengan metode SNI

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
Penerapan variabel perencanaan			
1.	Kekuatan tekan karakteristik	Disyaratkan (pada 28 hari)	20,00 MPa
2.	Deviasi standar	Tabel 1	6,00 MPa
3.	Margin kekuatan	1,34 [2]	10,48 MPa
4.	Kekuatan tekan rencana	[1] + [3]	30,48 MPa
5.	Jenis semen yang digunakan	Disyaratkan	Tiga Roda
6.	Jenis agregat kasar	Dipecah / tidak dipecah *)	Dipecah
	Jenis agregat halus	Dipecah / tidak dipecah *)	Tidak dipecah
7.	Faktor air semen (W/C)	Gambar 13 (W/C)	0,71
8.	Faktor air semen maksimum	Tabel 12 (W/C)	0,73
9.	Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan	Terkecil antara [7] dan [8] (W/C)	0,71
10.	Slump yang direncanakan	Disyaratkan (tabel 9)	100,00 mm
11.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20,00 mm
12.	Kadar air bebas	Tabel 11	196,90 kg/m ³
13.	Jumlah semen	[12] / [9]	277,32 kg/m ³
14.	Jumlah semen minimum	Tabel 12	225,00 kg/m ³
15.	Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	277,32 kg/m ³
16.	Proporsi agregat halus	Gambar 14	45,00 %
17.	Proporsi agregat kasar	100% - [16]	55,00 %
18.	Berat jenis agregat halus (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,66
19.	Berat jenis agregat kasar (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,71
20.	Berat jenis agregat gabungan	$([16][18] + [17][19]) / 100$	2,68
21.	Berat jenis beton basah	Gambar 15	2407,00 m ³
22.	Total jumlah agregat	$[21] - [12] - [15]$	1932,78 kg/m ³
23.	Jumlah agregat halus	$[16][22] / 100$	869,75 kg/m ³
24.	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			
5.	Kadar air agregat halus	Tabel pemeriksaan	3,68 %
6.	Kadar air agregat kasar	Tabel pemeriksaan	1,26 %
7.	Kadar air SSD agregat halus	Tabel pemeriksaan	4,59 %
8.	Kadar air SSD agregat kasar	Tabel pemeriksaan	1,81 %
9.	Kelebihan air dalam agregat halus	$[27]-[25]$	0,91 kg/m ³
10.	Kelebihan air dalam agregat kasar	$[28]-[26]$	0,54 kg/m ³
11.	Jumlah agregat halus	$(100+[25])/(100+[27])*[23]$	862,18 kg/m ³
12.	Jumlah agregat kasar	$(100+[26])/(100+[28])*[24]$	1057,36 kg/m ³
13.	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



Slump Test



Benda uji Beton Normal



Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive



Beton dengan Campuran Additive



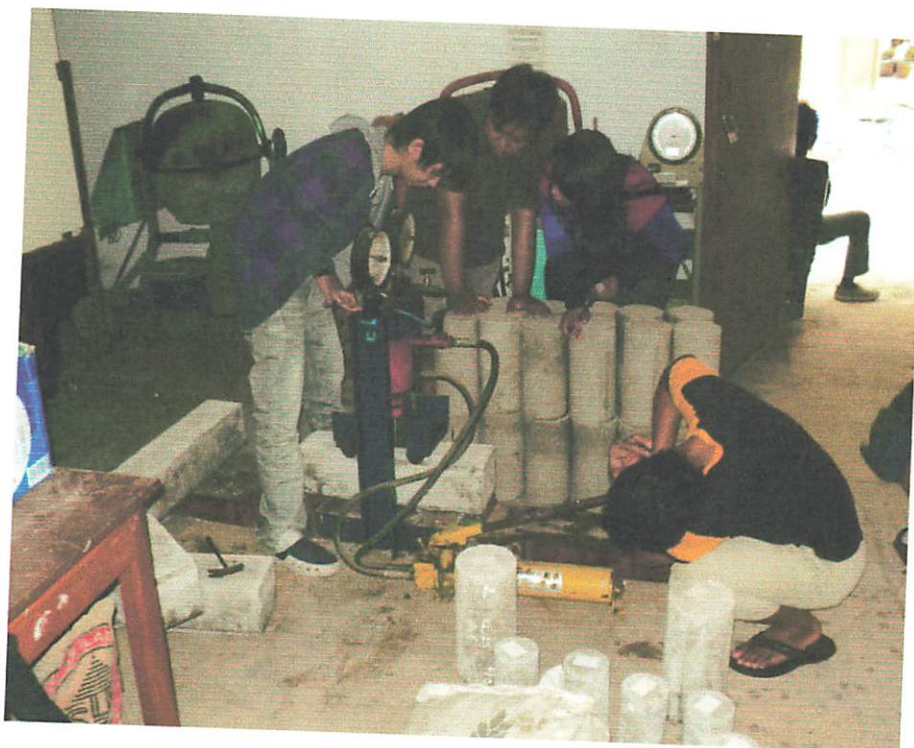
Slump Test Beton dengan Campuran Additive



Pengujian Kuat Tekan



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Benda uji yang telah di Test