

SKRIPSI

**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER 0,5% DAN
ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP
KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON**



Disusun oleh :

**MEIRIKA ENGGRAWATI H.
05.21.027**

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

2014
CELEBRATING

THE 100TH ANNIVERSARY OF THE
AMERICAN LIBRARY ASSOCIATION
AND CELEBRATING
THE LIBRARIES OF THE WORLD

LIBRARIES

CELEBRATING LIBRARIES

LIBRARIES

CELEBRATING LIBRARIES
CELEBRATING LIBRARIES
CELEBRATING LIBRARIES

LIBRARIES

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,5% 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 :

MEIRIKA ENGGRAWATI H.

05. 21. 027



Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

A black ink signature of Ir. A. Agus Santosa, MT.

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Pembimbing II

A blue ink signature of Ir. Togi H. Nainggolan, MS.

(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 0,5% 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 :

MEIRIKA ENGGRAWATI H.

05. 21. 027

Disahkan Oleh:

Ketua

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

(Yosimson P. Manaha, ST, MT)

Dosen Penguji II

(Ir. H. Sudirman Indra, MSc)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **MEIRIKA ENGGRAWATI H.**

Nim : **05. 21. 027**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

“Efek Proporsi Additive Superplasticizer 0,5% Dan Accelerator 0,2% Mengikuti Kurva Linier Terhadap Kinerja Dan Variasi Pada Umur Beton”

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

Malang, Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL
POLY MERKURANT'S BARCODE
TGL. 20
1B25AAAF716205864

ENAM RIBU RUPIAH
6.000 DJP


(MEIRIKA ENGGRAWATI H.)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Tuhan Yesus atas rahmat dan berkat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,5% 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 sekaligus Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian sekaligus Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Kepala Laboratorium Beton
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

Meirika Enggrawati H, 2011, “**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER 0,5% DAN ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”.**

Dosen Pembimbing I : A Agus Santosa, Dosen Pembimbing II : Togi H. Nainggolan

Tuntutan pada bangunan beton modern, semakin meningkatnya dan bervariasinya tuntutan kinerja. Umumnya tuntutan akan kekuatan yang menjadi indikator utama mutu beton. Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan. Ini dapat dilihat dari penggunaan konstruksi beton di semua jenis bangunan. Perkembangan teknologi menuntut beton dengan kualitas lebih baik dan juga ekonomis.

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

Hasil penelitian menyatakan penggunaan tambahan *additive Superplasticizer* dan *Accelerator* berpengaruh peningkatan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat *additive Superplasticizer* 0,5% dan *Accelerator* 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan umur 28 hari menghasilkan 35,26%. Dikarenakan pengikatan campuran yang lebih cepat akibat penambahan *additive* dan penggunaan air yang sedikit, benda uji yang dihasilkan berwarna lebih pekat, lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi.

Kata Kunci : *Additive*, Sifat Mekanis dan Fisik Beton

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

KATA PENGANTARi

ABSTRAKSIiii

DAFTAR ISIiv

DAFTAR TABELix

DAFTAR GRAFIKxvii

DAFTAR NOTASIxix

DAFTAR GAMBARxxi

BAB I PENDAHULUAN1

 1.1. Latar Belakang Masalah1

 1.2. Identifikasi Masalah3

 1.3. Rumusan Masalah4

 1.4. Tujuan Penelitian4

 1.5. Mamfaat Penelitian4

 1.6. Batasan Penelitian5

 1.7. Hipotesa Penelitian5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA7

 2.1. Tinjauan Pustaka7

2.1.1	Penelitian Terdahulu	7
2.1.2	Pengertian Beton	9
2.1.3	Material Pembentuk Beton	10
2.1.3.1	Semen	10
2.1.3.2	Agregat Halus (Pasir)	11
2.1.3.3	Agregat Kasar (Kerikil)	13
2.1.3.4	Air	15
2.1.3.5	High Range Water Reducer Superplastisizer (HRWR)	15
2.1.3.6	Accelerator	16
2.2.	Sifat Mekanis Beton	16
2.2.1	Kuat Tekan	16
2.2.2	Kuat Tarik Belah	18
2.2.3	Kuat Tarik Lentur	19
2.2.4	Modulus Elastisitas	20
2.3.	Sifat Fisik Beton	23
2.3.1	Porositas.....	23
2.3.2	Workabilitas.....	24
2.4.	Analisa Varian dua Arah.....	24
2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan	25
2.6.	Pengertian Hipotesis	26
2.6.1	Hipotesis Penelitian	29
2.7.	Analisa Regresi	30

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2.	Metode Penelitian	31
3.3.	Populasi dan Sampel	31
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	33
3.5.	Metode Pengumpulan Data	38
3.6.	Teknik Analisa Data	39
BAB IV	PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN	40
4.1.	Perhitungan Komposisi Campuran Beton	40
4.1.1.	Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI	40
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Bahan	49
4.2.1.	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi	
	Lapangan / m ³	49
4.3.	Pelaksanaan Campuran Beton.....	52
4.3.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran).....	52
4.3.2.	Uji Slum Beton	53
4.3.3.	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	54
4.3.4.	Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah	
	dan Tarik Lentur Beton.....	58
4.3.5.	Pengujian Porositas.....	62
4.3.6.	Pengujian Modulus Elastisitas	63
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	66
5.1.	Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton	66

5.1.1. Data Pengujian Kuat Tekan	66
5.1.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	71
5.1.3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	73
5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	75
5.1.5. Hasil Pengujian Porositas	78
5.2. Pengujian Interval Kepercayaaan	81
5.2.1. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	81
5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah	87
5.2.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	92
5.2.4. Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas...	97
5.2.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas	102
5.3. Pengujian Hipotesis	107
5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur	107
5.3.2. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 Hari	111
5.3.3. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Dengan Variasi Umur 28 Hari	114
5.3.4. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur	117
5.3.5. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Variasi Umur	121
5.4. Analisis Dan Pembahasan	125

5.4.1	Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3, 7, 14 dan 28 hari.....	125
5.4.2	Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari....	127
5.4.3	Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari ..	129
5.4.4	Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3, 7, 14 dan 28 hari	131
5.4.5	Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur 3, 7, 14 dan 28 hari.....	133
5.5.	Workabilitas.....	135
5.6.	Analisa Regresi	136
5.6.1	Analisa Regresi	136
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	155
6.1.	Kesimpulan	155
6.2.	Saran	156

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	41
Tabel 4.2 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c)...	42
Tabel 4.3 Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos.....	43
Tabel 4.4 Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	44
Tabel 4.5 Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	49
Tabel 4.6 Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar	51
Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Tanpa Penambahan	70
Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	70
Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan	70
Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur7 Hari Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	70
Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan	70
Tabel 5.6 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	70

Tabel 5.7 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28	
Hari Tanpa Penambahan	70
Tabel 5.8 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28	
Hari Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	70
Tabel 5.9 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	72
Tabel 5.10 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	74
Tabel 5.11 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur	
3 Hari	77
Tabel 5.12 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur	
7 Hari	77
Tabel 5.13 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur	
14 Hari	77
Tabel 5.14 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur	
28 Hari	77
Tabel 5.15 Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari	80
Tabel 5.16 Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari	80
Tabel 5.17 Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari	80
Tabel 5.18 Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari	80
Tabel 5.19 Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan	81
Tabel 5.20 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa	
Bahan Tambahan	83
Tabel 5.21 Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah	
Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	83

Tabel 5.22 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	84
Tabel 5.23 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,5% +	
Accelerator 0,2% Dengan Bahan Tambahan	85
Tabel 5.24 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan	
Pengujian Interval Kepercayaan	86
Tabel 5.25 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan	87
Tabel 5.26 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan	
Tambahan.....	88
Tabel 5.27 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan.....	89
Tabel 5.28 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	89
Tabel 5.29 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	90
Tabel 5.30 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan	
Pengujian Interval Kepercayaan	91
Tabel 5.31 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan.....	92
Tabel 5.32 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan ...	93
Tabel 5.33 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	94

Tabel 5.34 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	94
Tabel 5.35 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan.....	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	95
Tabel 5.36 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2% Setelah dilakukan	
Pengujian Interval Kepercayaan	96
Tabel 5.37 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	97
Tabel 5.38 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan..	98
Tabel 5.39 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	99
Tabel 5.40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	99
Tabel 5.41 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	101
Tabel 5.42 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan	
Pengujian Interval Kepercayaan	101
Tabel 5.43 Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan	102
Tabel 5.44 Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan	103
Tabel 5.45 Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah	
Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	104

Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer	
0,5% + Accelerator 0,2%.....	104
Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Accelerator 0,2%	105
Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer	
0,5% + Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval	
Kepercayaan.....	106
Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3	
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	107
Tabel 5.50 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	109
Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7	
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	110
Tabel 5.52 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	110
Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur	
14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	110
Tabel 5.54 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	110
Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur	
28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	110
Tabel 5.56 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	110
Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28	
hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	111
Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah.....	113

Tabel 5.59 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur	
28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	114
Tabel 5.60 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur	116
Tabel 5.61 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur	
3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	117
Tabel 5.62 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	119
Tabel 5.63 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur	
7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	120
Tabel 5.64 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	120
Tabel 5.65 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur	
14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	120
Tabel 5.66 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	120
Tabel 5.67 Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur	
28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	120
Tabel 5.68 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	120
Tabel 5.69 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari	
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	121
Tabel 5.70 Analisa Varian untuk Porositas.....	123
Tabel 5.71 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 7 hari	
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	124
Tabel 5.72 Analisa Varian untuk Porositas.....	124
Tabel 5.73 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 14 hari	
Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	124

Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas.....	124
Tabel 5.75 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	124
Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas.....	124
Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 3 Hari.....	136
Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 7 Hari	139
Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 14 Hari.....	140
Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 28 Hari.....	141
Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah Variasi 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 150

Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

Umur 7 Hari 151

Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

Umur 14 Hari 152

Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi

Umur 28 Hari 153

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	42
Grafik 4.2 Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm	45
Grafik 4.3 Perkiraan berat jenis beton segar	46
Grafik 5.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	125
Grafik 5.2 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	127
Grafik 5.3 Hubungan Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	129
Grafik 5.4 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	131
Grafik 5.5 Hubungan Uji Porositas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	133
Grafik 5.6 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari	138
Grafik 5.7 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari	139
Grafik 5.8 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari	140
Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari	141
Grafik 5.10 Gabungan Analisa Regresi Kuat Tekan	142
Grafik 5.11 Analisa Regresi Kuat Tarik Belah	143
Grafik 5.12 Analisa Regresi Kuat tarik Lentur	144

Grafik 5.13 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari ...	145
Grafik 5.14 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari...	146
Grafik 5.15 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari	147
Grafik 5.16 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari.	148
Grafik 5.17 Gabungan Analisa Regresi Modulus Elastisitas	149
Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari	150
Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari	151
Grafik 5.20 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari	152
Grafik 5.21 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari	153
Grafik 5.22 Gabungan Analisa Regresi Porositas	154

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 : $1\text{ml} = 1\text{cm}^3$)
- Wa = Berat Benda Uji Keadaan Kering oven
- Wssd = Berat Benda Uji Keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau
Jenuh Permukaan kering (gr)
- μ = Nilai Rata-Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok
Perlakuan
- ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm	18
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm	19
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	20
Gambar 2.4	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm	21
Gambar 3.1	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik Lentur	33
gambar 3.2	Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan, Modukus Elastisitas dan Kuat Tarik Belah.....	33
Gambar 3.3	Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	36
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test.....	53
Gambar 4.2	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm.....	58
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm.....	60
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	61
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi banyak diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Beberapa diantaranya adalah harganya relatif murah, mempunyai kekuatan tekan yang besar, tahan lama, tahan terhadap api, bahan baku mudah didapat dan tidak mengalami pembusukan. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) 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 pemanasan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi di Jepang mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan pencampuran beton dengan bahan additive agar didapat pencampuran yang sempurna. Di Jepang pada pertengahan tahun 1980 mulai menggunakan beton campuran bahan additive guna memperoleh mutu beton yang lebih baik, pada awal tahun 1990 (Okamura et.al. 2003). Salah satu bahan kimia yang mempengaruhi kemampuan beton untuk mengalir adalah *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang ada di pasaran terbagi ke dalam empat basis kelompok yaitu, *polycarboxylate ether*, *modified lignosulfonates*, *sulfonated melamin formadehyded condensate* dan *sulfonated naphthalen formaldehyde condensate*. Tiap jenis *superplasticizer* memberikan reaksi yang berbeda, tergantung konfigurasi kimia dan berat molekulnya. Dosis *superplasticizer*, jenis semen, komposisi mix desain beton menentukan kemampuan *superplasticizer* untuk melakukan reaksi (Papayianni et. al, 2005). Kemampuan menahan beban lentur merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam mendisain elemen-elemen struktur balok dan pelat struktur gedung serta beton yang digunakan pada perkerasan kaku (*rigid pavement*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan pengaliran (*flow ability*)

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

1.2 Identifikasi masalah

Tuntutan yang dihadapi oleh praktisi di lapangan sehubungan dengan pemakaian beton sebagai bahan bangunan sangat bervariasi, seperti waktu pengikatan yang kurang, tingkat kelecahan 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 penggerjaan dan lamanya waktu pengiriman dari pabrik ke tempat pembangunan sering kali mengalami hambatan. Sehingga untuk mengatasinya, diperlukan additive yang mampu memperlambat proses pengerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku beton setelah ditambahkan dengan *admixture* yang mempunyai sifat sebagai *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 SUPERPLASTICIZER 0,5% DAN ACCELERATOR 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”.**

1.3 Rumusan Masalah

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

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

1.4 Tujuan penelitian

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

1.5 Manfaat penelitian

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

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

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

1.6 Batasan penelitian

1. Pada penelitian ini mutu beton yang digunakan adalah (f'_c) 20 MPa dan yang akan diteliti ialah kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas dan workabilitas beton.
2. Pengerajan superplasticizer dan accelerator mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14 dan 28 hari.

1.7 Hipotesa penelitian

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

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari

- Terjadi perubahan additive *accelerator* jika dicampur karena sifat *accelerator* adalah sebagai mempercepat proses pengerasan semen,
- Terjadi perubahan *superplasticiser* dan *accelerator* jika di campur karena sifat *superplasticiser* adalah sebagai penggunaan *water reducer* (*superplasticiser*) 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 dengan tanpa penambahan additive 0%
- *Superplasticizer* 0,5 % + *accelerator* 0,2 %

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan superplasticizer yang di lakukan 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 menunjukan hasil analisa data yang dilakukan diketahui beberapa properties, seperti compressive strength, yang terkecil 5.78 MPa, sedangkan yang terbesar 17.19 Mpa, tensile strength yang terkecil 0.392 MPa, sedangkan yang terbesar 1.871 MPa, shrinkage yang terkecil 0.34 mm, sedangkan yang terbesar 0.83 mm, density yang terkecil 1.75 gr/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 pompaan 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 hidraulik yang lain), agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (Anonim, (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (*SNI 03-2847-2002*) Dilengkapi Penjelasan (*S-2002*)).

Secara umum tujuan dari rancangan campuran beton sebagai berikut :

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

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

2.1.3 Material Pembentuk Beton

2.1.3.1 Semen

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

1. Semen hidrolis, yaitu semen yang mengeras bila bereaksi dengan air tetapi akan tahan dan stabil di dalam air. Contoh : Semen Portland.
2. Semen Non Hidrolis, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan 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 pemakaianya 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, kampur merupakan komponen dengan jumlah terbanyak, disusul oleh silika, aluminia 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-batuhan 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 brikut:
 - 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-bitiran mineral dipecah dari batu alam, yang dapat melalui ayakan berlubang 76 mm dan tertinggal atas ayakan berlubang persegi 2 mm. sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat 1, maka agregat halus harus memenuhi satu dari beberapa atau semua ayat berikut ini :

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

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

Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, 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 pengerajan 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 pengerajan beton air diperlukan untuk merawat beton.

Perawatan beton dilakukan dengan cara menyiram, merendam atau menutup permukaan beton dengan karung basah sehingga air yang terdat 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)

Penerapan:

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

Pengaruh:

- Meningkatkan fluiditas beton dengan pengaruh yang kecil pada waktu setting

Keterangan:

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

2.1.3.6 Accelerator

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

2.2 Sifat Mekanis Beton

2.2.1 Kuat Tekan Beton

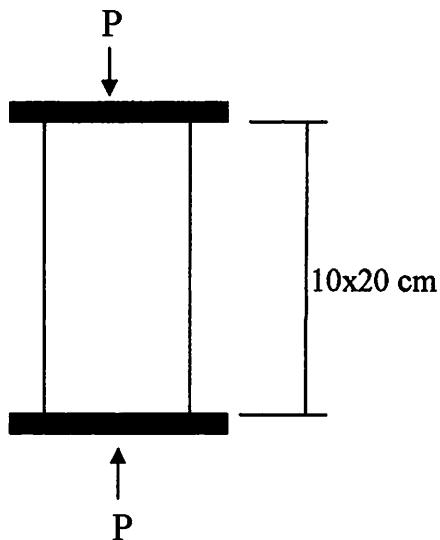
Kekuatan tekan beton merupakan salah satu dari sifat fisik yang terpenting dari beton, karena nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Disamping itu pula banyak faktor lain yang mesti dipertimbangkan, misalnya factor durabilitas, impermeabilitas dan lain sebagainya. Yang 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 x150 x 600mm.
3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnya memenuhi dua syarat yang diberikan, nilai-nilainya sebagai berikut :
 - a. Nilai rata-rata dari hasil benda uji (terdiri dari empat pasangan benda uji) tidak kurang dari $(f'c + 0.82s)$, dengan s adalah standar deviasi.
 - b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85f'c$



Gambar 2.1 : Uji Kuat Tekan

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

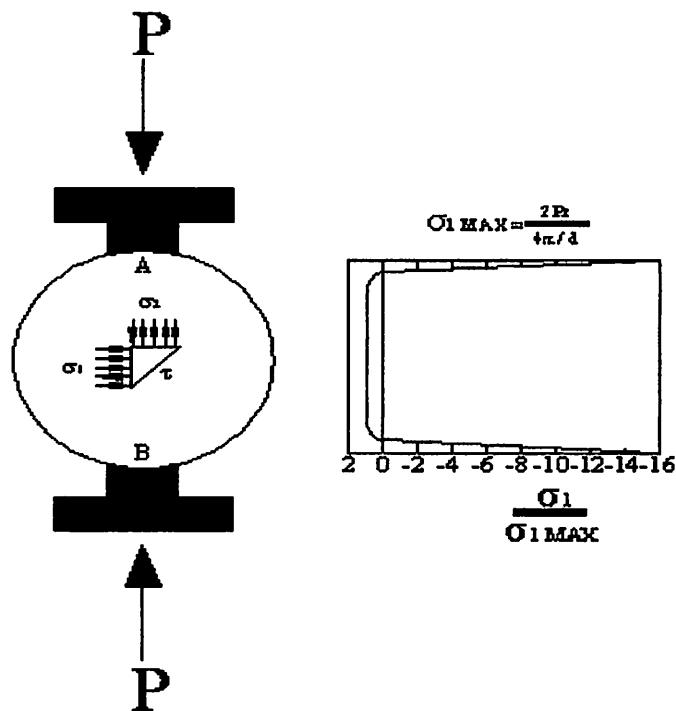
$$f'c = \frac{P}{A} \times 1,04$$

Dimana : $f'c$ = Tegangan hancur (MPa)
 P = beban maksimum (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm)
 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)

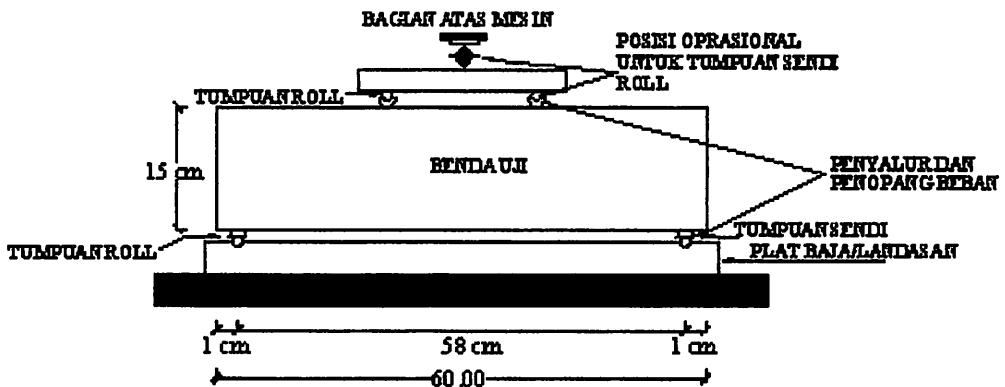
d = Diameter silinder benda uji (mm)

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)

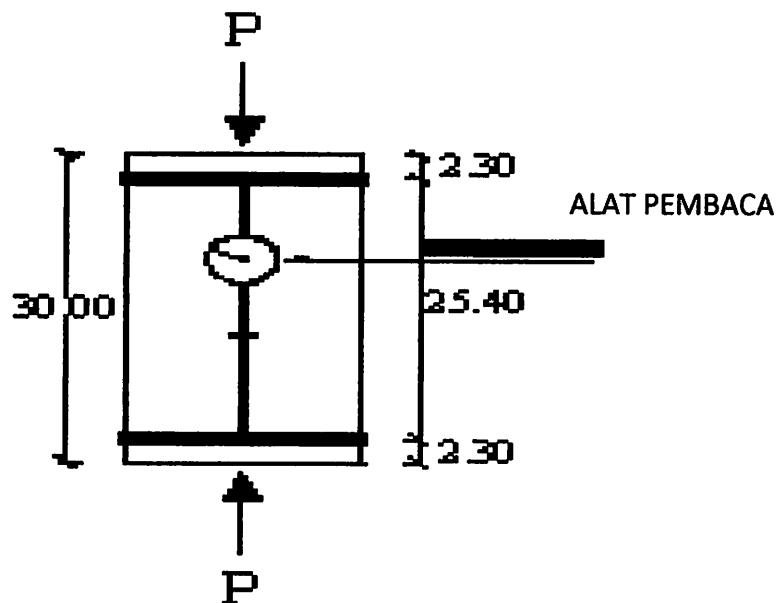
t = Tinggi balok (mm)

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 (Ec)

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

- 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)

Ec = 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 air = berat jenis air 1 gr / ml

V benda uji = Volume benda uji (cm³, dimana : 1 ml = 1cm³)

2.3.2 Workabilitas

Kemudahan penggerjaan dapat dilihat dari nilai slum yang identik dari tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah penggerjaannya. Unsur-unsur yang mempengaruhnya 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 dikejakan .

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 alpha sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan. Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai parameter di tingkat populasi akan berada pada interval $\pm Z$ standard error dari rata-rata populasi.

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

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

2.6 Pengertian Hipotesis

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

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

- a. Memberikan tujuan yang tegas bagi peneliti.
- b. Membantu dalam penentuan arah kegiatan yang harus ditempuh, Dalam pembatasan rung 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 : $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

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

a. Distribusi Binomial

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

b. Distribusi Poisson (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 (χ^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 teramat 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

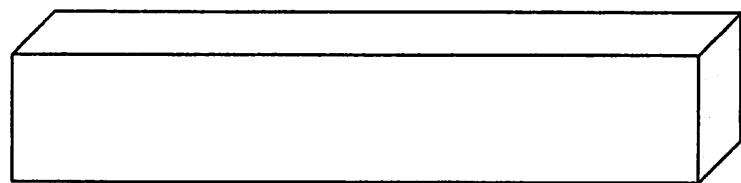
Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

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

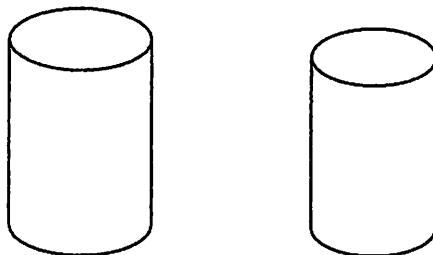
Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti. Pada penelitian ini benda uji keseluruhan dapat disebut Populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari anggota populasi disebut sampel. Ditentukan variasi campuran dan jumlah sampel (benda uji) sebagai berikut :

1. Benda uji tanpa penambahan additive sebagai acuan (0%) dengan jumlah sampel :
 - a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah
2. Benda Uji dengan penambahan superplasticizer 0,5% + accelerator 0,2% dengan jumlah populasi sampel :
 - a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah



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
elastisistas 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(40kg).
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.

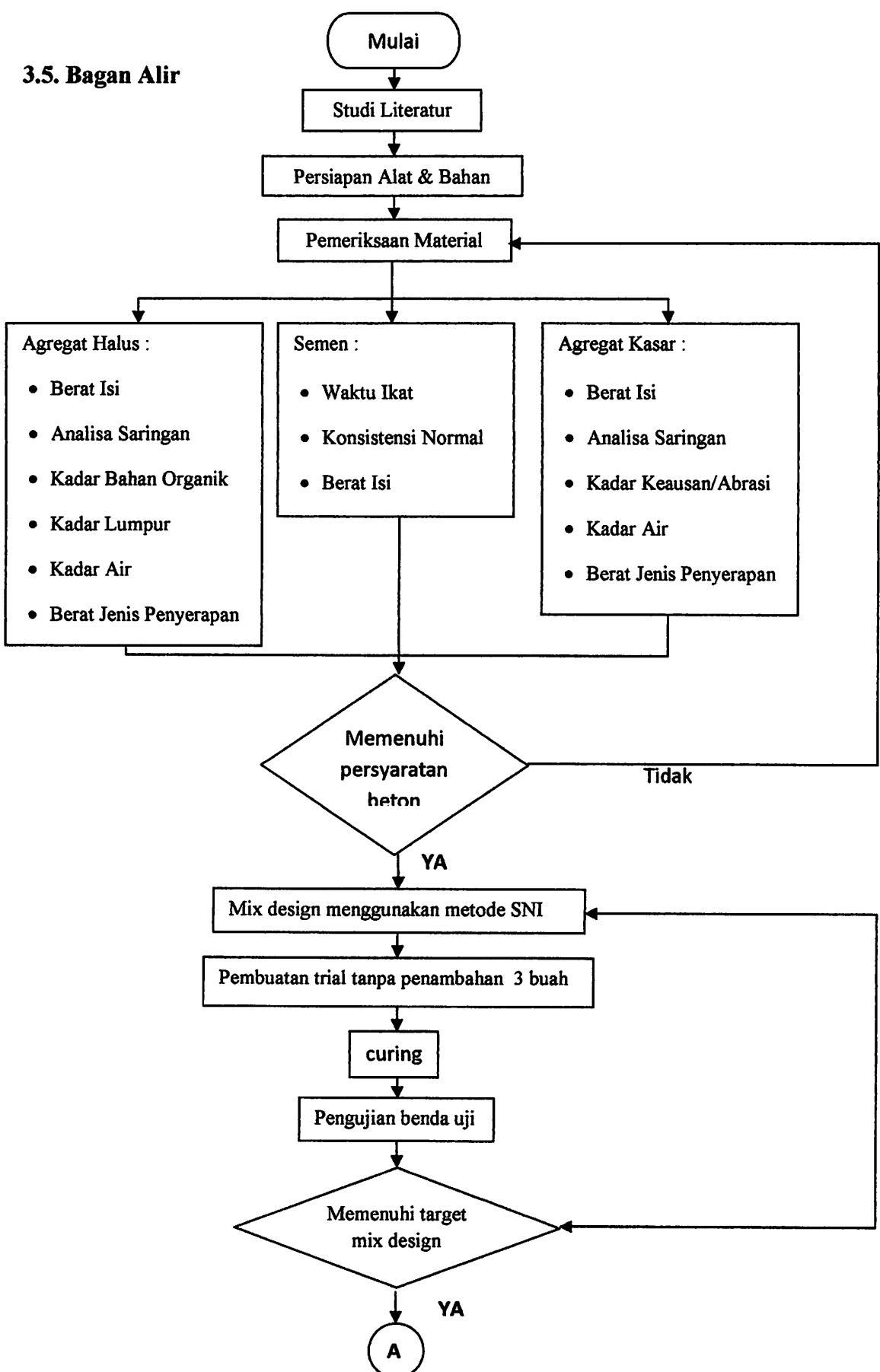
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- Superplasticizer : Sikament LN (PT Sika, Surabaya)
- Accelerator : PT Sika, Surabaya

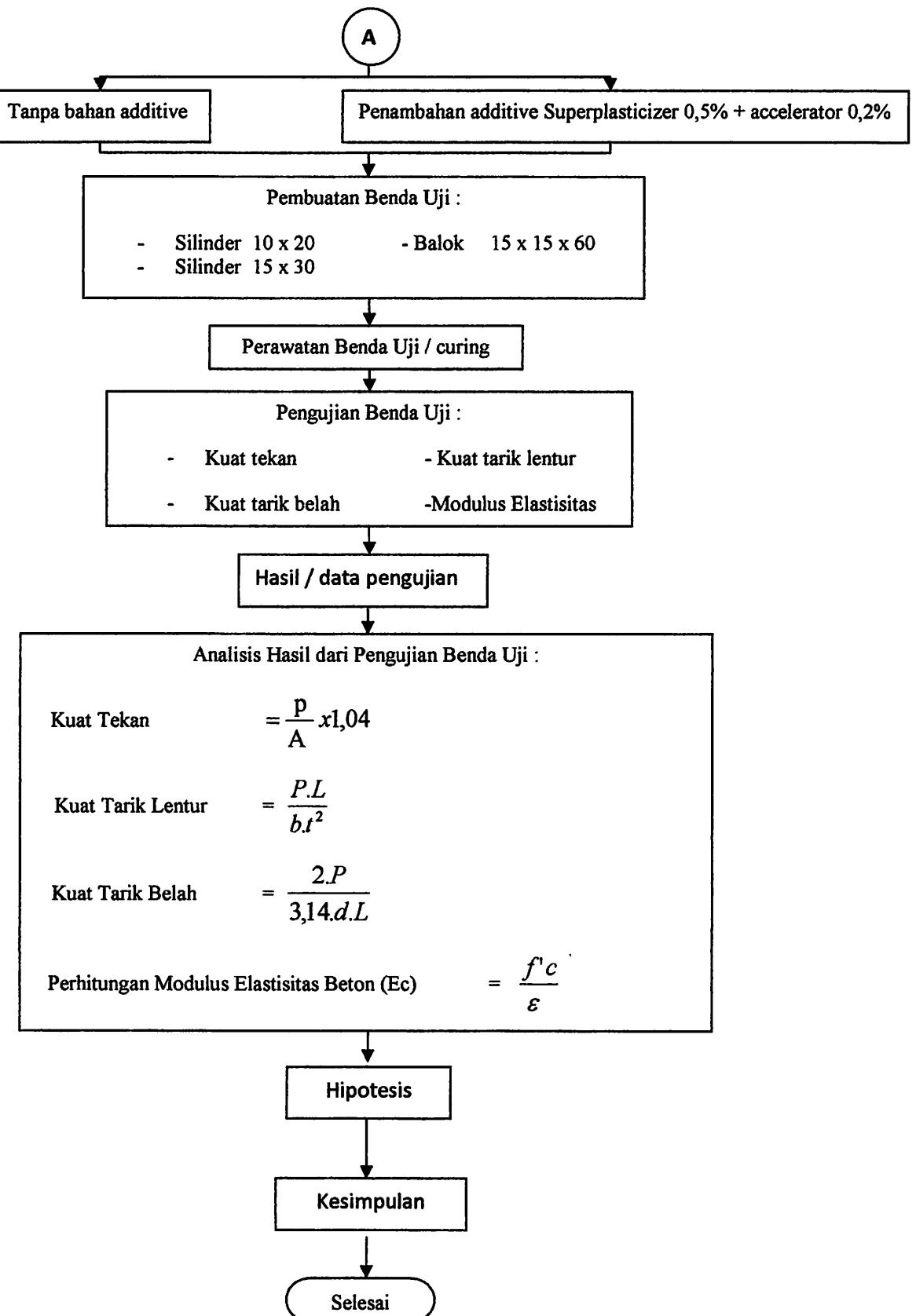
b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

- 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 membersikan 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)^o 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 Terpanjang (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 terpanjang 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.

3.6. Teknik Analisa Data

Selanjutnya dari data-data yang didapat dilakukan perhitungan secara analitis dan experimen. Dari hasil perhitungan secara analitis dan experimen 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 gr/cm ³
- Berat isi agregat kasar	= 1,60 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

$$\begin{aligned} \text{1. Kekuatan tekan karakteristik} &= 20 \text{ MPa} = 20 \text{ N/mm}^2 \\ &= 20 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2 \\ &= 200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

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*

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

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

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

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

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

Sumber : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847 2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

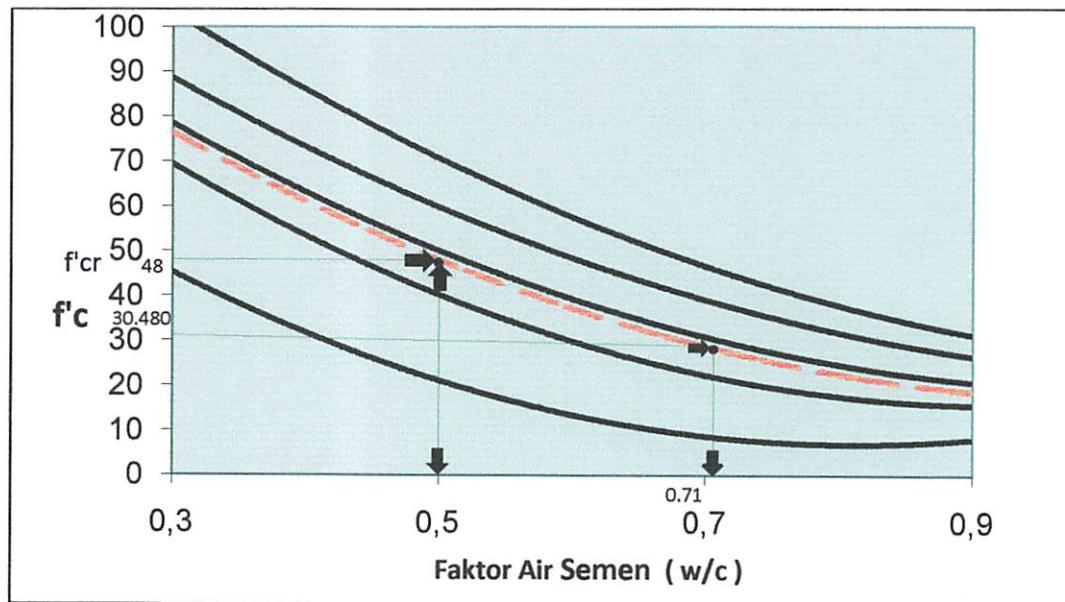
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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

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

Dari pembacaan 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)				
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 ditentukan 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 = $25 - 50 \text{ mm}$
11. Maximum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan no : $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm

Kadar air bebas : 196,8997

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

$$= \frac{196,8997}{0.71} = 277,3235 \text{ kg/m}^3$$

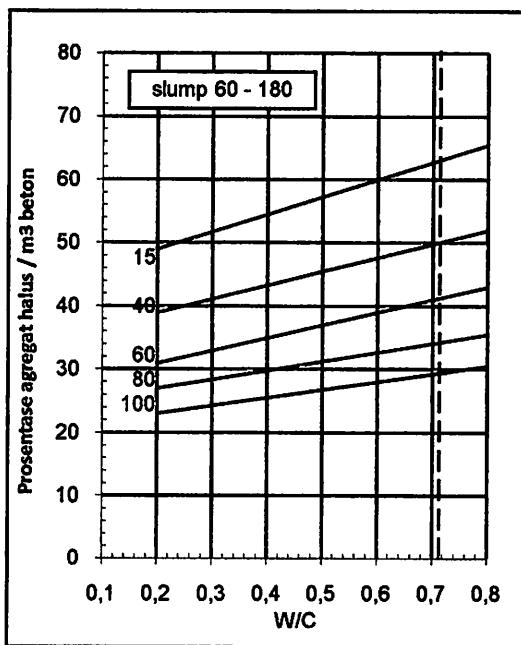
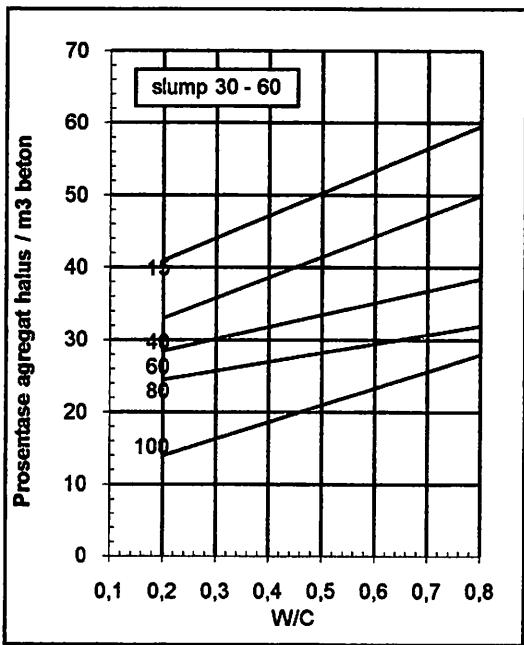
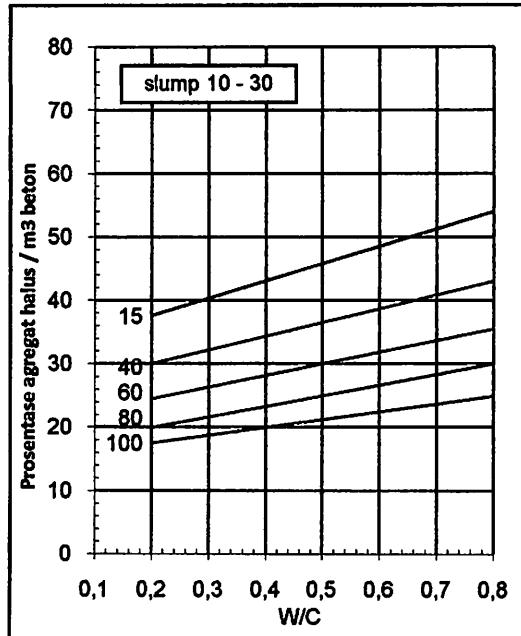
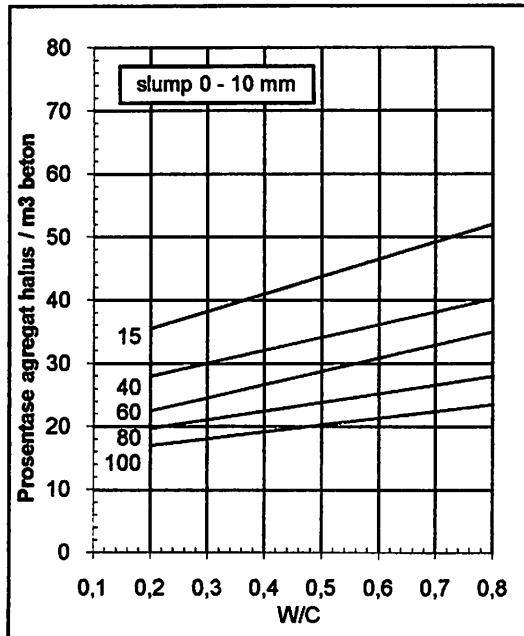
13. Jumlah semen minimum :

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

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

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

Dengan menggunakan 4 grafik

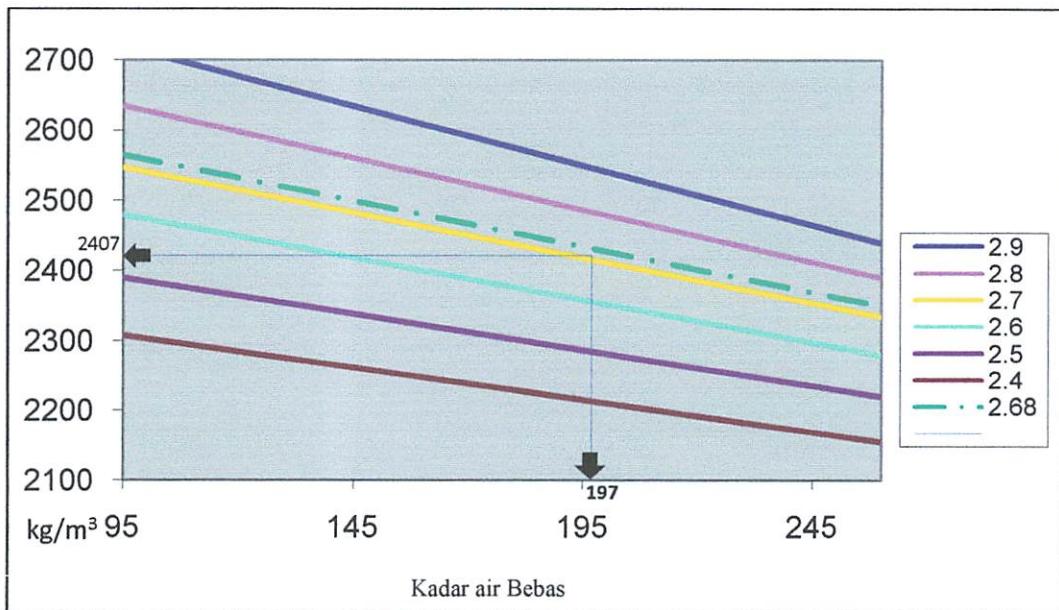


Grafik 4. 2. : Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm

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 :
- = Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)
- + Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)
- /100 %
- = $((45,95)(2,66) + (54,05)(2,71))/100$
- = 2,687
20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2407



Grafik 4. 3. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. Total jumlah agregat

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

22. Jumlah agregat halus :

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

23. Jumlah agregat kasar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Proporsi agregat kasar (no :17)} \times \text{jumlah total agregat (no. 21)}}{100} \\ &= \frac{55,00 \times 1932,7768}{100} \\ &= 1063,03 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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

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

29. Kelebihan air dalam agregat kasar

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

30. Jumlah agregat halus

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

31. Jumlah agregat kasar

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

32. Jumlah air

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

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 277,32 kg/m³ untuk semen (no:14)
- 862,18 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 1057,36 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:31)
- 198,35 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4.5 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.2. Perhitungan kebutuhan bahan

4.2.1. Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan/m³.

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu 0,03 m³. maka untuk membuat benda uji sebanyak 98 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 72 buah, silinder 15 x 30 sebanyak 23 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 3 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran:

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

Keterangan : 1,2 = merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

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

BERAT ADDITIVE

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

*superplasticizer 0.5% * 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	0,50%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0064	5,4822	3	16,4465	2,65%	1,06%
agregat kasar	1057,36	0,0064	6,7232	3	20,1697	29,1215	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	0,50%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0019	1,6243	12	19,4922	3,13%	1,25%
agregat kasar	1057,36	0,0019	1,9921	12	23,9048	34,5144	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	0,50%	0,20%
agregat halus	862,18	0,0162	13,9673	1	13,9673	2,25%	0,90%
agregat kasar	1057,36	0,0162	17,1292	1	17,1292	24,7317	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 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- g. Tambahkan 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
- h. Lakukan pemeriksaan slump.
- i. Apabila nilai slump sudah mencapai nilai rencana, lakukan pembuatan benda uji silinder beton.
- j. Buatlah benda uji silinder atau kubus sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.

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

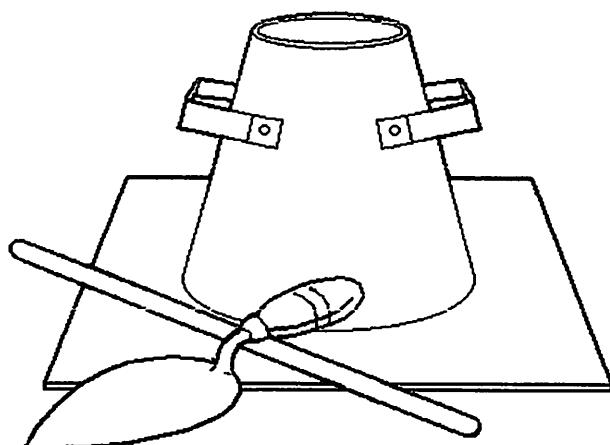
4.3.2. Uji Slump Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4.1. : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
- b. Letakkan cetakan di atas pelat.
- c. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pematat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pematat 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 pematatan, 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 pemedat 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 2,5 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pematat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga pematat boleh masuk antara 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran.
- e. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

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

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

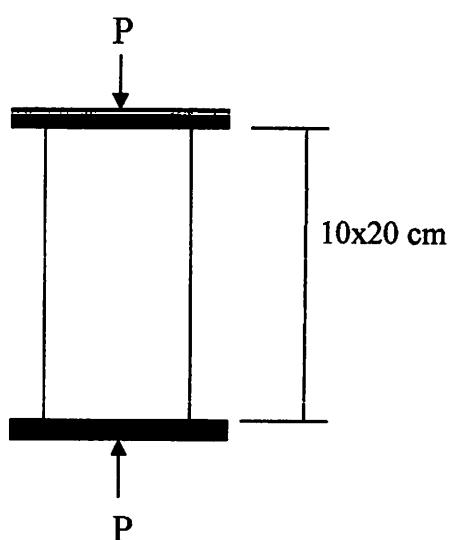
4.3.4. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : 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

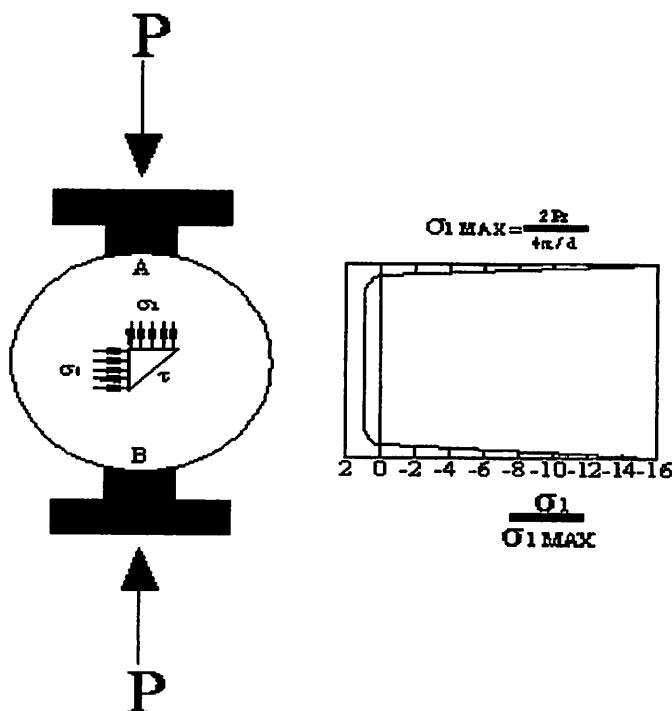
a. Kuat Tekan Beton :

- 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/cm² s/d 6 kg/cm² 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 :

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

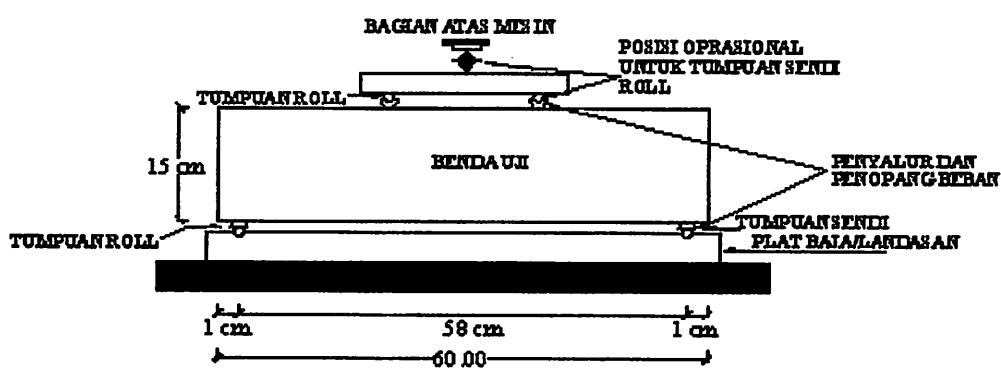
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

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 pcmcbcbanan sampai bcnda uji patah dan catatlah bcban 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 :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

4.3.5. Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

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

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

4.3.6. Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

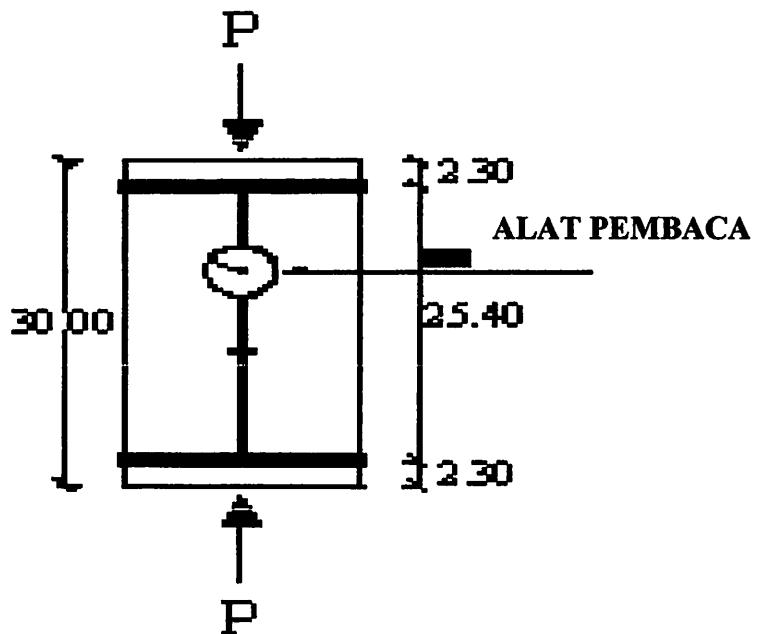
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengatahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

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



Gambar 4.9. : 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 (Ec)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

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)

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 :

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

$$= \frac{334,5223}{15}$$

$$= 22,3015 \text{ MPa}$$

~ Standart Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{43,5875}{15-1}}$$

$$= 1,7645 \text{ MPa}$$

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.

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

Metode untuk menguji tegangan tarik belah beton ini dinamakan split silinder (*Istimawan Dipohusodo*, struktur beton bertulang) sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik belah, dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik belah beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, 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	12/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	12,880	170000	2,4062	2,5714
	3	12/02/2010	30/12/2010	28	Silinder 15x30	13,330	195000	2,7601	
superplasticizer 0,5% + accelerator 0,2%	1	13/12/2010	01/10/2011	28	Silinder 15x30	13,240	235000	3,3263	
	2	13/12/2010	01/10/2011	28	Silinder 15x30	13,370	220000	3,1139	3,2791
	3	13/12/2010	01/10/2011	28	Silinder 15x30	13,570	240000	3,3970	

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

5.1.3. Pengujian Tarik Lentur Beton

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

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

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

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	1	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	30,663	21000	3,6089	
Bahan	2	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	32,338	23000	3,9526	3,6662
Tambahan	3	12/02/2010	30/12/2010	28	Balok 15x15x60	580,000	33,032	20000	3,4370	
Superplasticizer 0,5 %	1	13/12/2010	01/10/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,070	30000	5,1556	
+ Accelerator 0,2 %	2	13/12/2010	01/10/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,040	31000	5,3274	5,1556
Accelerator 0,2 %	3	13/12/2010	01/10/2011	28	Balok 15x15x60	580,000	34,770	29000	4,9837	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

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

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

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

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

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

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

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

$$= \frac{25,195}{0,00371} \\ = 6798,333 \text{ MPa}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

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

Dimana :

- ϵ = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)
- ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)
- L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)
- $f'c$ = kuat Tekan Beton (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm^2)
- E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
- E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

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

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 (Vp)**

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

$$= \frac{3738 - 3558}{1}$$

$$= 180 \text{ ml}$$

- Perhitungan Porositas**

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

$$= \frac{180}{3,14 \times 5^2 \times 20} \times 100\%$$

$$= 11,975 \%$$

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 air = berat jenis air 1 gr / ml

V benda uji = Volume benda uji (cm³, dimana : 1ml = 1cm³)

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

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 :

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

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	< μ <	9,3863
7	14,6616	1,3581	0,9750	14,0000	2,1450	13,9094	< μ <	15,4137
14	19,7843	1,8792	0,9750	14,0000	2,1450	18,7435	< μ <	20,8251
28	22,3015	2,0468	0,9750	14,0000	2,1450	21,1679	< μ <	23,4351

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	9,274	15,236	0,000	0,000
2	9,274	14,573	19,873	22,522
3	9,274	15,236	20,535	23,185
4	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	8,611	13,911	0,000	21,197
8	9,274	15,236	20,535	23,185
9	9,274	0,000	0,000	0,000
10	9,274	15,236	20,535	23,185
11	9,274	14,573	19,873	22,522
12	9,274	0,000	0,000	0,000
13	8,611	13,911	0,000	21,197
14	9,274	15,236	20,535	23,185
15	8,611	14,573	19,210	21,860

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.22. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan
Superplasticizer 0,5% dan Accelerator 0,2%**

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	17,2229	21,8599	28,4841	35,1083
2	20,5350	20,5350	25,8344	33,7834
3	16,5605	23,8471	26,4968	30,4713
4	21,1975	21,1975	25,1720	33,7834
5	15,8981	22,5223	25,8344	30,4713
6	17,2229	21,8599	27,1592	34,4459
7	17,2229	21,1975	28,4841	33,1210
8	18,5478	20,5350	26,4968	35,1083
9	21,1975	22,5223	27,8217	33,7834
10	15,2357	21,8599	25,8344	31,7962
11	15,8981	22,5223	29,1465	35,7707
12	16,5605	23,8471	27,1592	34,4459
13	15,2357	20,5350	26,4968	32,4586
14	15,8981	19,8726	28,4841	35,7707
15	15,2357	21,8599	27,8217	33,1210

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$
 $= \frac{35,1083 + \dots + 33,1210}{15}$
 $= 33,5626 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{(35,1083 - 33,5626)^2 + \dots + (33,1210 - 33,5626)^2}{15-1}}$
 $= 1,9626 \text{ Mpa}$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$
- $t_{0,975} = 2,145$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 33,5626 - \left(2,145 x \frac{1,9626}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 33,5626 + \left(2,145 x \frac{1,9626}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= 32,4756 < \mu < 34,6496
 \end{aligned}$$

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 0,5% + Accelerator 0,2 %

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2 %	17,3113	2,4449	0,975	14,0000	2,145	15,9572	< μ <	18,6653
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2 %	21,7715	1,3581	0,975	14,0000	2,145	21,0194	< μ <	22,5237
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2 %	27,1151	1,4069	0,975	14,0000	2,145	26,3359	< μ <	27,8943
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2 %	33,5626	1,9626	0,975	14,0000	2,145	32,4756	< μ <	34,6496

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan superplasticizer 0,5% dan Accelerator 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 6 buah ,pada umur ,pada umur 7 hari berjumlah 9 buah, 14 hari 7 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 0,5 % 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	17,2229	21,8599	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	33,7834
3	16,5605	0,0000	26,4968	0,0000
4	0,0000	21,1975	0,0000	33,7834
5	0,0000	22,5223	0,0000	0,0000
6	17,2229	21,8599	27,1592	34,4459
7	17,2229	21,1975	0,0000	33,1210
8	18,5478	0,0000	26,4968	0,0000
9	0,0000	22,5223	27,8217	33,7834
10	0,0000	21,8599	0,0000	0,0000
11	0,0000	22,5223	0,0000	0,0000
12	16,5605	0,0000	27,1592	34,4459
13	0,0000	0,0000	26,4968	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15	0,0000	21,8599	27,8217	33,1210

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah :

Tabel 5.25. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	0
1	2,548
2	2,406
3	2,760

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2,548 + 2,406 + 2,760}{3}$
 $= 2,57 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2,548 - 2,57)^2 + (2,406 - 2,57)^2 + (2,760 - 2,57)^2)}{3-1}}$
 $= 0,207$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4,303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,57 - \left(4,303 x \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,57 + \left(4,303 x \frac{0,207}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,058 < \mu < 3,085
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.26. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan

Tambahan

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
TANPA Bahan tambahan	2,571	0,207	0,975	2	4,303	2,058	< μ <	3,085
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2%	2,902	0,358	0,975	2	4,303	2,013	< μ <	3,791

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 0,5% dan Accelerator 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 0,5% + accelerator 0,2%
1	3,326
2	3,114
3	3,397

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{3,326 + 3,114 + 3,397}{3}$
 $= 3,279 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((3,326 - 3,279)^2 + (3,114 - 3,279)^2 + (3,397 - 3,279)^2)}{3-1}}$
 $= 0,171$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3,279 - \left(4.303 x \frac{0,171}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,279 + \left(4.303 x \frac{0,171}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,855 < \mu < 3,704
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.29. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Tambahan Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2%	3,279	0,171	0,975	2	4,303	2,855 < μ < 3,704

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 0,5% dan Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	superplasticizer 05% + accelerator 0,2%
1	3,326
2	3,114
3	3,397

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 :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3,666 - \left(4,303 x \frac{0,305}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,666 + \left(4,303 x \frac{0,305}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,910 < \mu < 4,423
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.32. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan

Tambahan

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan
Tanpa bahan tambahan	3,666	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 0,5% dan Accelerator 0,2%**

NO	Superplasticizer 0,5 % dan Accelerator 0,2% Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	28
1	5,156
2	5,327
3	4,984

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\ &= \frac{5,156 + 5,327 + 4,984}{3} \\ &= 5,156 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((5,156 - 5,156)^2 + (5,327 - 5,156)^2 + (4,984 - 5,156)^2)}{3-1}} \\ &= 0,199 \end{aligned}$$

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

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

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 5,156 - \left(4.303 x \frac{0,199}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 5,156 + \left(4.303 x \frac{0,199}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 4,660 < \mu < 5,651
 \end{aligned}$$

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

Tabel 5.35. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan

Tambahan Superplasticizer 0,5 % dan Accelerator 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2%	5,156	0,199	0,975	2	4,303	4,660	< μ <	5,651

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 0,5 % dan Accelerator 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian

Interval Kepercayaan

NO	Superplasticizer 0,5% + Accelerator 0,2% kuat tarik lentur (MPa)
Variasi	28
1	5,156
2	5,327
3	4,984

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 :

- $X = \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n}$
 $= \frac{2572,2750 + \dots + 2399,0308}{5}$
 $= 2458,9146 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2572,2750 - 2458,9146)^2 + \dots + (2399,0308 - 2458,9146)^2)}{5-1}}$
 $= 252,7423$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2,78$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

Tabel 5.38. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.39. Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa 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 0,5% dan Accelerator 0,2 %**

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	5871,1970	6139,9428	10054,8605	10834,3070
2	5125,6663	6450,6419	9548,5651	9398,1940
3	5326,8367	6529,3083	8999,9655	9359,9641
4	4944,3745	6144,4050	9261,3699	9873,6918
5	6263,9760	7463,7471	11270,1608	12917,3382

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad X &= \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{5871,1970 + \dots + 6263,9760}{5} \\
 &= 5506,4101 \text{ MPa} \\
 \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{(5871,1970 - 5506,4101)^2 + \dots + (6263,9760 - 5506,4101)^2}{5-1}} \\
 &= 635,4101
 \end{aligned}$$

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

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

- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 5506,4101 - \left(2.78 \times \frac{635,4101}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 5506,4101 + \left(2.78 \times \frac{635,4101}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 2145,1438 < \mu < 2772,6853
 \end{aligned}$$

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 5.41. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,5 dan Accelerator 0,2

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
						< μ <		
3	5506,4101	635,3772	0,975	4	2,78	4717,6115	< μ <	6295,2086
7	6545,6090	629,4514	0,975	4	2,78	5764,1671	< μ <	7327,0509
14	9826,9843	1040,1396	0,975	4	2,78	8535,6875	< μ <	11118,2812
28	10476,6990	1726,2666	0,975	4	2,78	8333,5996	< μ <	12619,7984

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 0,5 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	5871,197	6139,943	10054,860	10834,307
2	5125,666	6450,642	9548,565	9398,194
3	5326,837	6529,308	8999,965	9359,964
4	4944,374	6144,405	9261,370	9873,692
5	6263,976	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 0,5% dan Accelerator 0,2 %

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	12,161	12,161	7,367	7,464
2	11,950	11,950	7,981	8,674
3	13,490	13,490	9,301	7,539

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

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

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$
 $= \frac{12,161 + 11,950 + 13,490}{3}$
 $= 12,53 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{(12,161 - 12,53)^2 + (11,950 - 12,53)^2 + (13,490 - 12,53)^2}{3-1}}$
 $= 0,968$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4,303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 12,53 - \left(4,303 x \frac{0,968}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 12,53 + \left(4,303 x \frac{0,968}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 11,216 < \mu < 13,851
 \end{aligned}$$

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 0,5% dan Accelerator 0,2 %

Variasi	X	s	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
3 hari	12,53	0,968	0,975	2	4,303	11,216	< μ <	13,851
7 hari	8,38	1,708	0,975	2	4,303	6,055	< μ <	10,704
14 hari	8,22	1,146	0,975	2	4,303	6,657	< μ <	9,777
28 hari	7,89	0,787	0,975	2	4,303	6,822	< μ <	8,963

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 0,5% dan Accelerator 0,2 % Setelah Dilakukan Pengujian
Interval Kepercayaan**

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	12,161	12,161	7,367	7,464
2	11,950	11,950	7,981	8,674
3	13,490	13,490	9,301	7,539

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 0,5% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	9,27	86,00	17,22	296,63	
2	9,27	86,00	0,00	0,00	
3	9,27	86,00	16,56	274,25	
4	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	17,22	296,63	
7	8,61	74,16	17,22	296,63	
8	9,27	86,00	18,55	344,02	
9	9,27	86,00	0,00	0,00	
10	9,27	86,00	0,00	0,00	
11	9,27	86,00	0,00	0,00	
12	9,27	86,00	16,56	274,25	
13	8,61	74,16	0,00	0,00	
14	9,27	86,00	0,00	0,00	
15	8,61	74,16	0,00	0,00	
S Y	109,30		103,34		213
S Y ²	996,52		1782,41		2779
n	12,00		6,00		18

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 1782,41 \\ &= 2779\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{213^2}{18} \\ &= 2511,915\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{10930^2}{12} + \frac{10334^2}{6} \right) - 2511,915 \\ &= 263,390\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2779 - 2511,915 - 263,390\end{aligned}$$

$$= 3,620$$

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	2778,925	2511,915	1164,121
antar perlakuan	1	263,390	263,390	
dalam perlakuan	16	3,620	0,226	
jumlah	18			

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{263,390}{0,226} = 1164,121$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 18) = 4,4940$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 1164,121 > F_{\text{tabel}} = 4,4940$.

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

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 0,5% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	2.5478	6.4911	3,3263	11,0640	
2	2.4062	5.7899	3,1139	9,6966	
3	2.7601	7.6181	3,3970	11,5398	
S Y	7.7141		9,8372		17,5513
S Y ²	19.8991		32,3004		52,1995
n	3		3		6,0000

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\Sigma Y^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2$$

$$= 19,8991 + 32,3004$$

$$= 52,1995$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{17,5513^2}{6} \\
 &= 51,341
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{7,7141^2}{3} + \frac{9,8372^2}{3} \right) - 51,341 \\
 &= 0,751
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 52,1995 - 51,341 - 0,751 \\
 &= 0,107
 \end{aligned}$$

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	52,200	51,341	28,125
Antar perlakuan	1	0,751	0,751	
Dalam perlakuan	4	0,107	0,027	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,751}{0,027} = 28,125$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,7086$. Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 28,125 > F_{\text{tabel}} = 7,7086$. 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.

5.3.3. 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 0,5% + Accelerator 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	3.6089	13.0241	5,1556	26,5798	
2	3.9526	15.6230	5,3274	28,3813	
3	3.4370	11.8132	4,9837	24,8373	
S Y	10.9985		14.4356		26,4652
S Y ²	40.4603		69.5208		120,2586
N	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2$$

$$= 40,4603 + 69,5208$$

$$= 120,2586$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{26,4652^2}{6} \\
 &= 116,734
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{10,9985^2}{3} + \frac{15,4667^2}{3} \right) - 116,734 \\
 &= 3,327
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 120,2586 - 116,734 - 3,327 \\
 &= 67,600
 \end{aligned}$$

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	120,259	116,734	67,600
Antar perlakuan	1	3,327	3,327	
Dalam perlakuan	4	0,197	0,049	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{3,327}{0,049} = 67,600$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70864$. Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 67,600 > F_{\text{tabel}} = 7,70864$. Dengan demikian H_0 diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

5.3.4. 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 0,5% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15415,1790	237627742,3921	23055,0589	531535739,5612	
2	15616,6931	243881104,0340	21365,7530	456495399,8585	
3	0.0000	0.0000	22226,4610	494015569,7098	
4	15210,9954	231374380,7502	21071,0388	443988676,5747	
5	14581,2995	212614295,8245	23324,7179	544042462,8450	
S Y	60824,1670		111043,0295		171867,1965
S Y ²	925497523,0007		2470077848,5492		3395575371,5499
n	4		5		9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\Sigma Y^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2$$

$$= 925497523,0007 + 2470077848,5492 = 3395575371,5499$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{171867,1965^2}{9} \\
 &= 3282037026,718
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{60824,1670^2}{4} + \frac{111043,0295^2}{5} \right) - 3282037026,718 \\
 &= 108968677,249
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 3395575371,5499 - 3282037026,718 - 108968677,249 \\
 &= 4569667,583
 \end{aligned}$$

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	3395575371,550	3282037026,718	
antar perlakuan	1	108968677,249	108968677,249	
dalam perlakuan	7	4569667,583	652809,655	
Jumlah	9			166,923

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{108968677,249}{625809,655} = 166,923$$

Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 8) = 5,59145$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 166,923 > F_{\text{tabel}} = 5,59145$ 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.

5.3.5. 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 0,5% + ACCELERATOR 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,2866	233,6809	12,1611	147,8931	
2	15,0955	227,8754	11,9502	142,8083	
3	16,3694	267,9581	13,4897	181,9724	
S Y	46,7516		37,6011		84,35
S Y ²	729,5144		472,6737		1202,19
n	3		3		6,00

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 729,5144 + 472,6737 \\ &= 1202,19\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{84,35^2}{6} \\
 &= 1185,896
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{46,7516^2}{3} + \frac{37,6011^2}{3} \right) - 1185,896 \\
 &= 13,955
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 1202,19 - 1185,896 - 13,955 \\
 &= 2,337
 \end{aligned}$$

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	1202,188	1185,896	
Antar perlakuan	1	13,955	13,955	23,885
Dalam perlakuan	4	2,337	0,584	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{13,955}{0,584} = 23,885$$

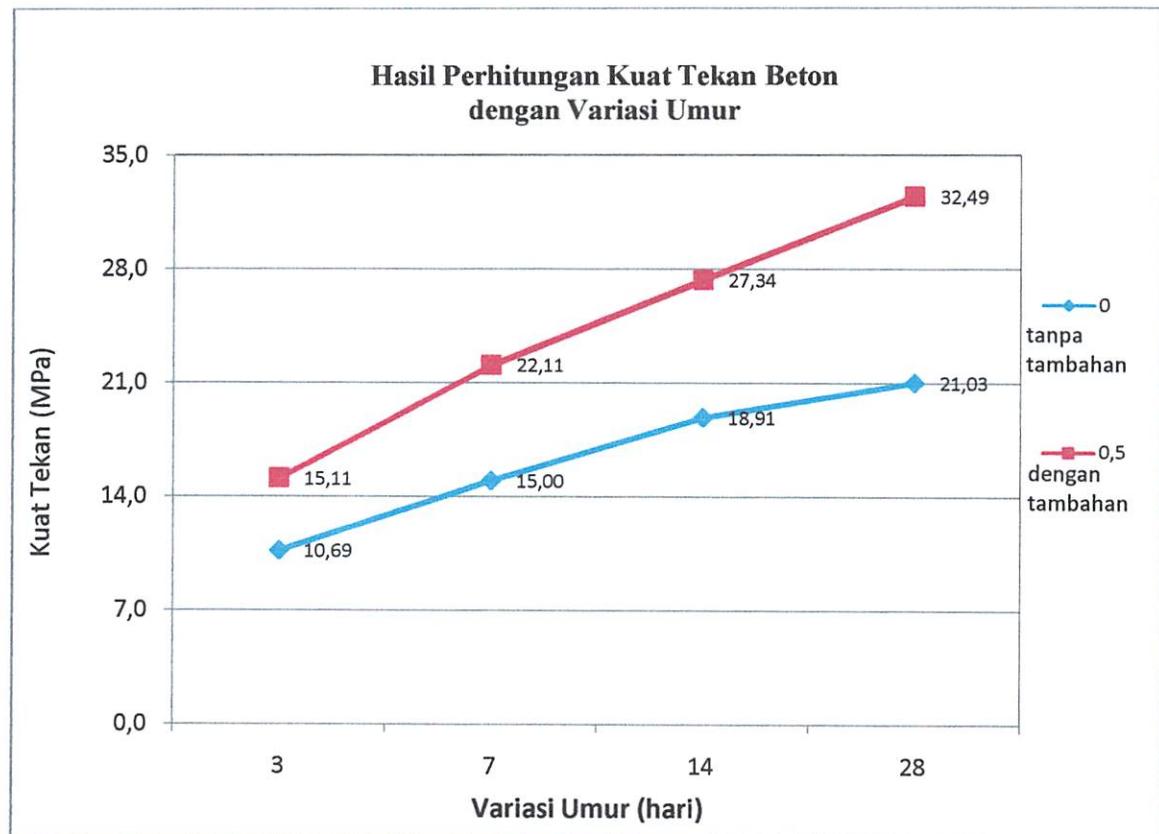
Dalam tabel Fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana, 2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 23,885 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$.

Dengan demikian H_0 diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai Porositas Beton.

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

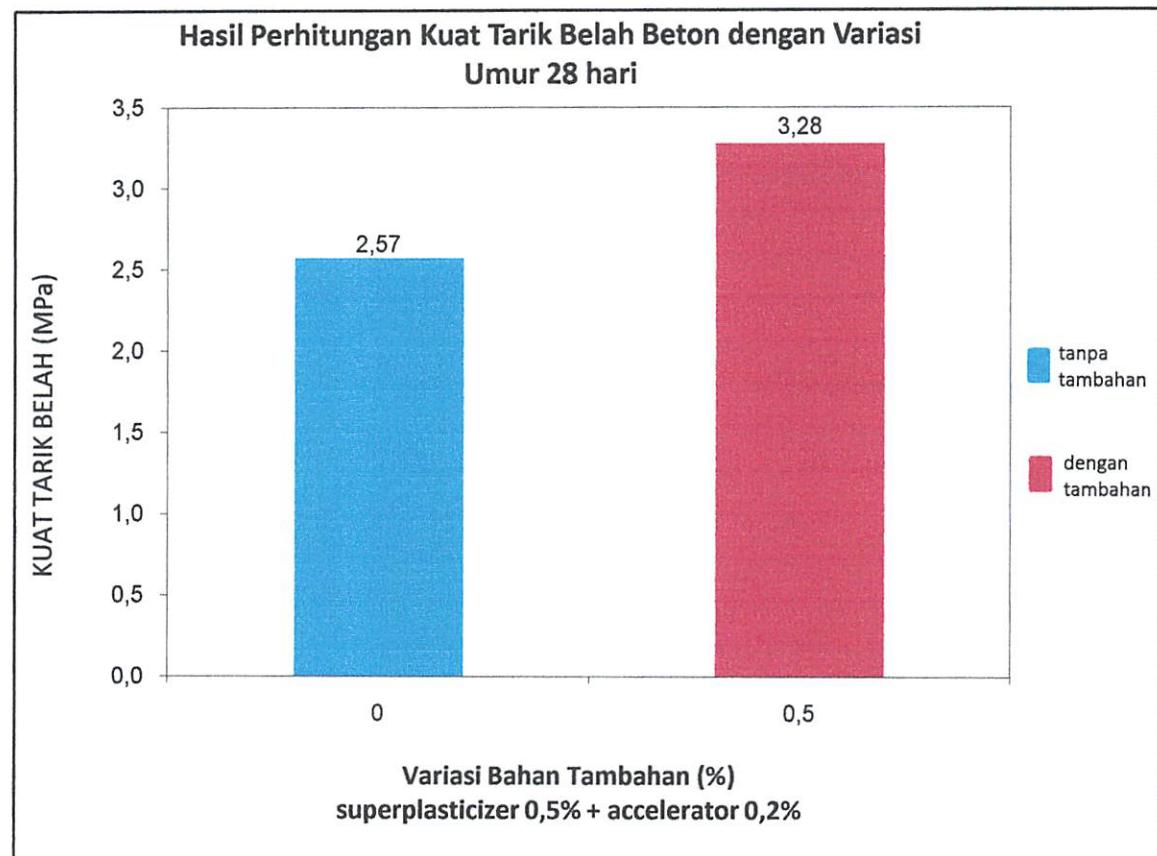
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tekan pada benda uji silinder ukuran 10x20 untuk variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 29,26%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 32,16% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 30,84% untuk variasi umur 28 hari 35,26%. Ini dikarenakan peningkatan

campuran yang 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 daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan beton dengan variasi umur 3hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 1164,121 > F_{tabel} = 4,4940$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_0 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

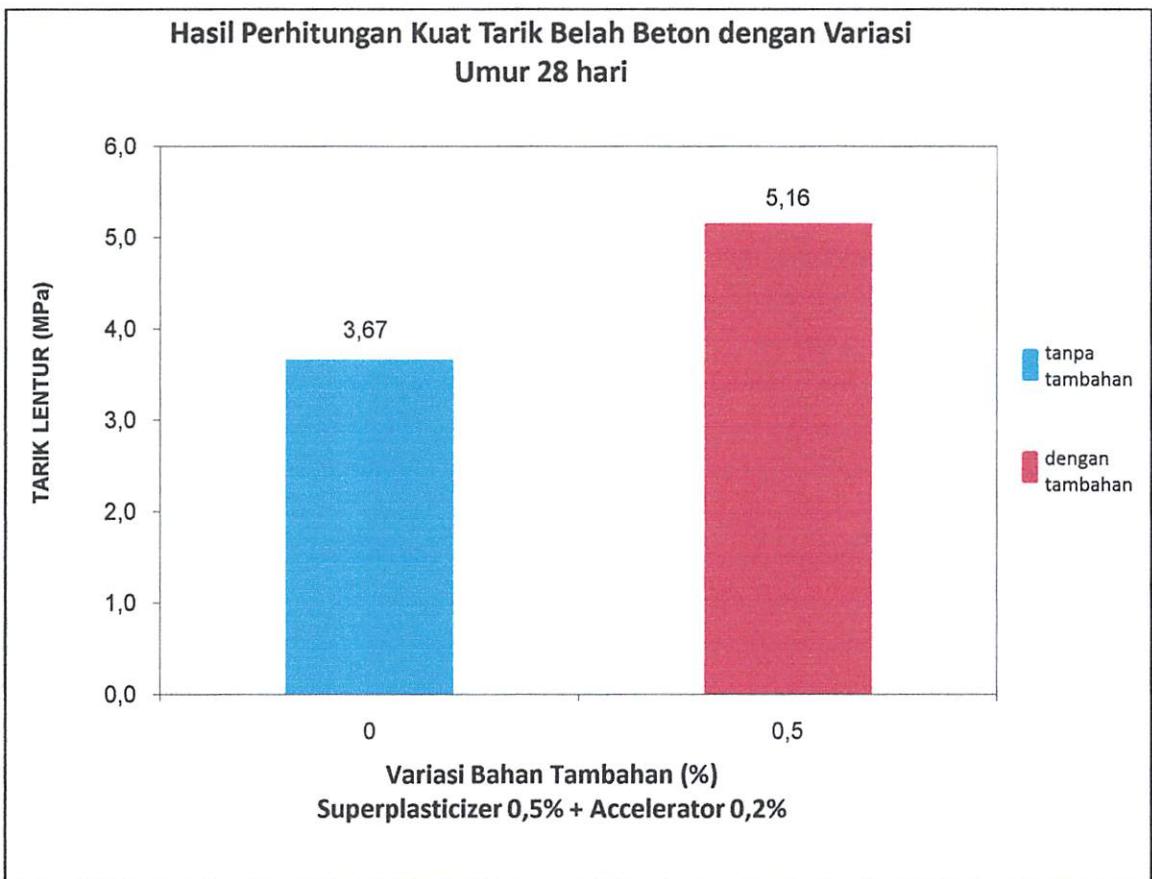
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji silinder ukuran 15x30 untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 21,58%, yakni dari 2,57 MPa menjadi 3,28 MPa. Ini dikarenakan peningkatan campuran yang 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 tarik belah lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik belah pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 28,125 > F_{tabel} = 7,7086$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_0 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

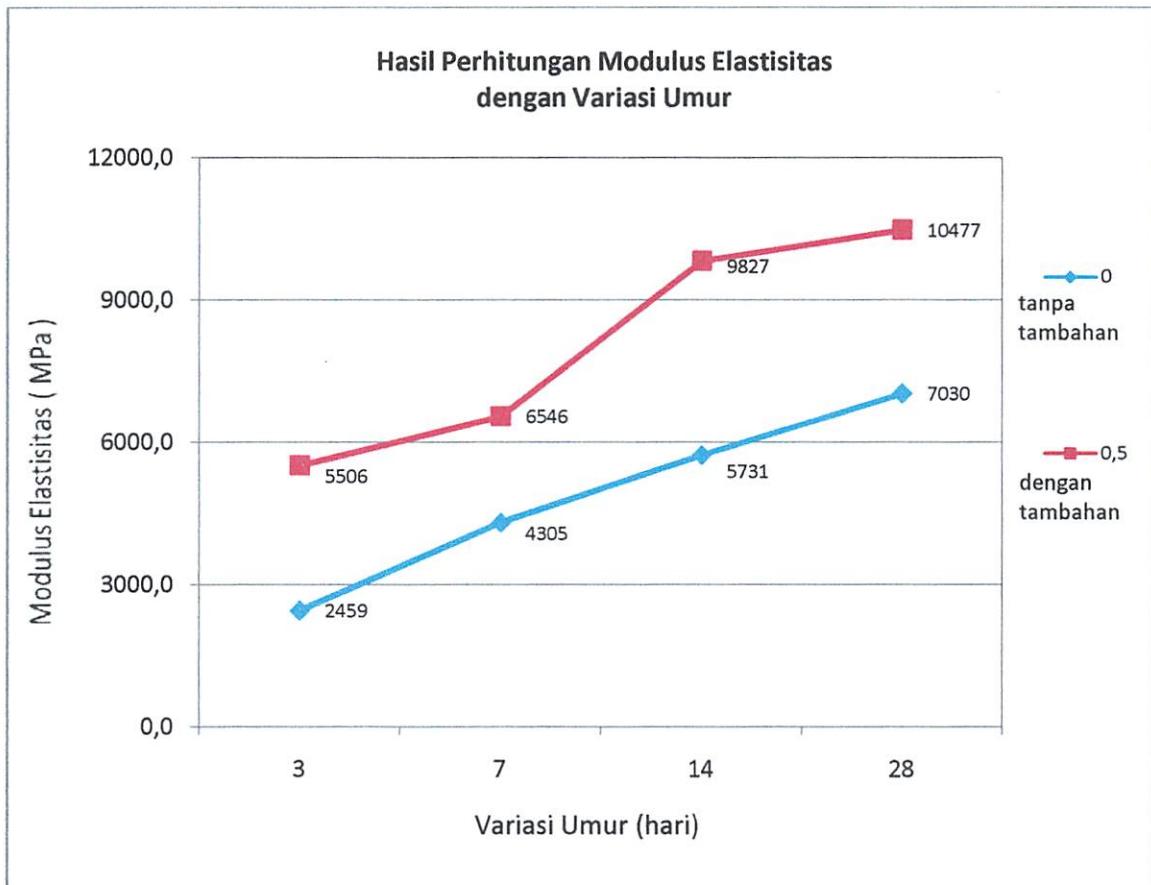
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik lentur akibat penambahan superplasticizer dan accelerator. Peningkatan kuat tarik lentur pada benda uji balok 15x15x60 untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 28,89%, yakni dari 3,67 MPa menjadi 5,16 MPa. Ini dikarenakan peningkatan campuran yang 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 tarik lentur lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik lentur pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 67,600 > F_{tabel} = 7,70864$. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima 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 15x30 untuk variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 55,34%, untuk variasi umur 7 hari

menghasilkan peningkatan 34,23 % untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 41,68% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 32,90 %. Ini dikarenakan peningkatan campuran yang 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 modulus elastisitas lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis modulus pada variasi umur dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 166,923 > F_{tabel} = 5,59145$. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai modulus.

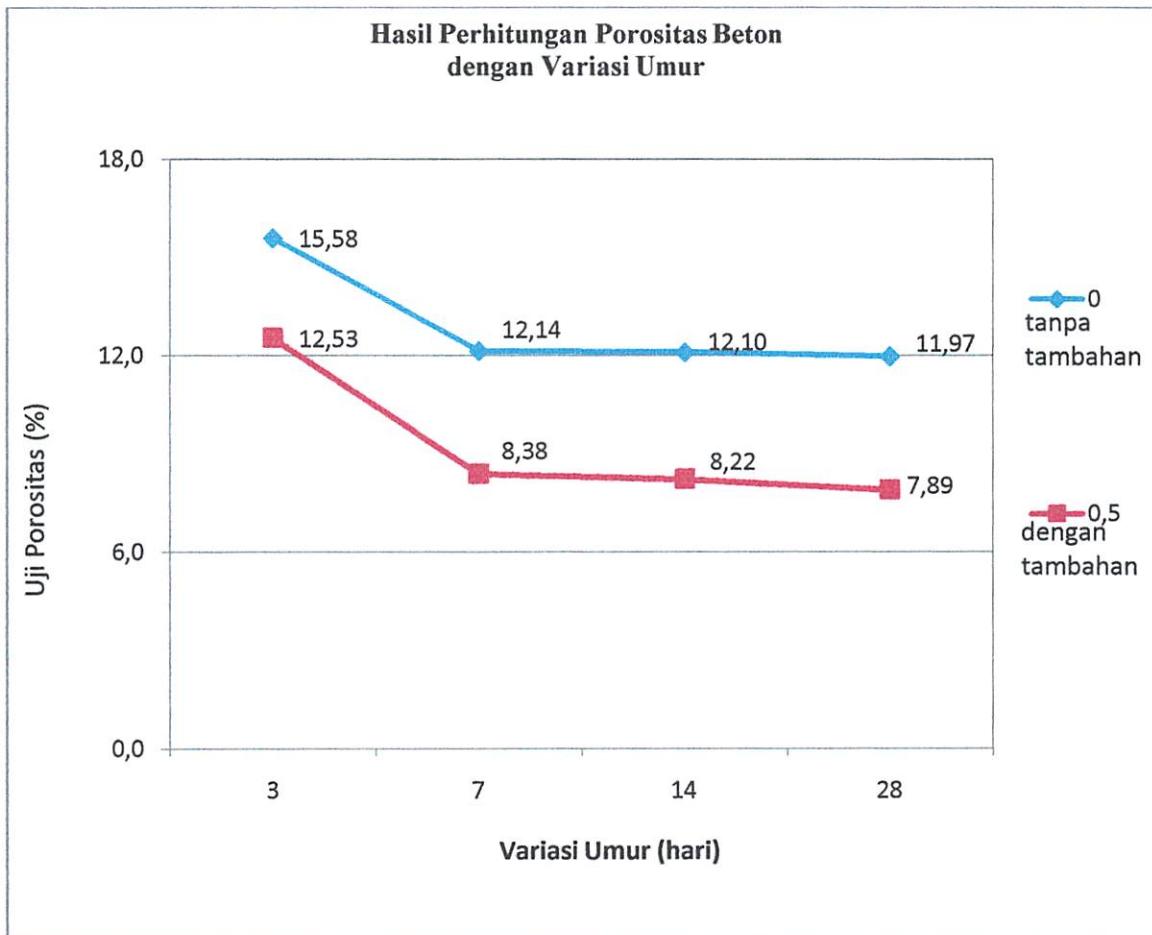
mentemque etiam quod in aliis locis non videtur. Quod si in aliis locis non videtur, non videtur et in hoc loco. Non enim videtur quod in aliis locis non videtur, sed videtur quod in aliis locis non videtur. Non enim videtur quod in aliis locis non videtur, sed videtur quod in aliis locis non videtur.

ostendit natus equis negotiis nullisq[ue]

Besides such a small budget in itself, modern public health units have
to depend on the voluntary contributions of the associations of
the people who are interested in the welfare of their community.

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 yang telah ditambahkan. penurunan porositas pada benda uji balok 10x20 untuk variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 24,34%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 44,93% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan

penurunan 47,28% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan penurunan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 51,73%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan berwarna lebih pekat, lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal sehingga pori-porinya kecil dari pada benda uji yang dihasilkan dengan penambahan bahan tambahan yang lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis porositas pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan accelerator maka didapat nilai $F_{hitung} = 23,885 > F_{tabel} = 7,70865$. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesis Ha diterima Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan accelerator terhadap nilai porositas

5.5 Workabilitas

Dalam pelaksanaan dilapangan kemudahan dalam penggerjaan 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 penggerjaan kami menggunakan superplasticizer yang berfungsi untuk memperencer dan accelerator yang berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan.

5.6 Analisa Regresi

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

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

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

5.6.1 Analisa Regresi

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

Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 3 Hari

No	X	Y	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 :

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

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{aligned}
 a &= 10,64 \\
 b &= 8,645 \\
 c &= 0,491
 \end{aligned}$$

Maka persamaannya adalah :

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

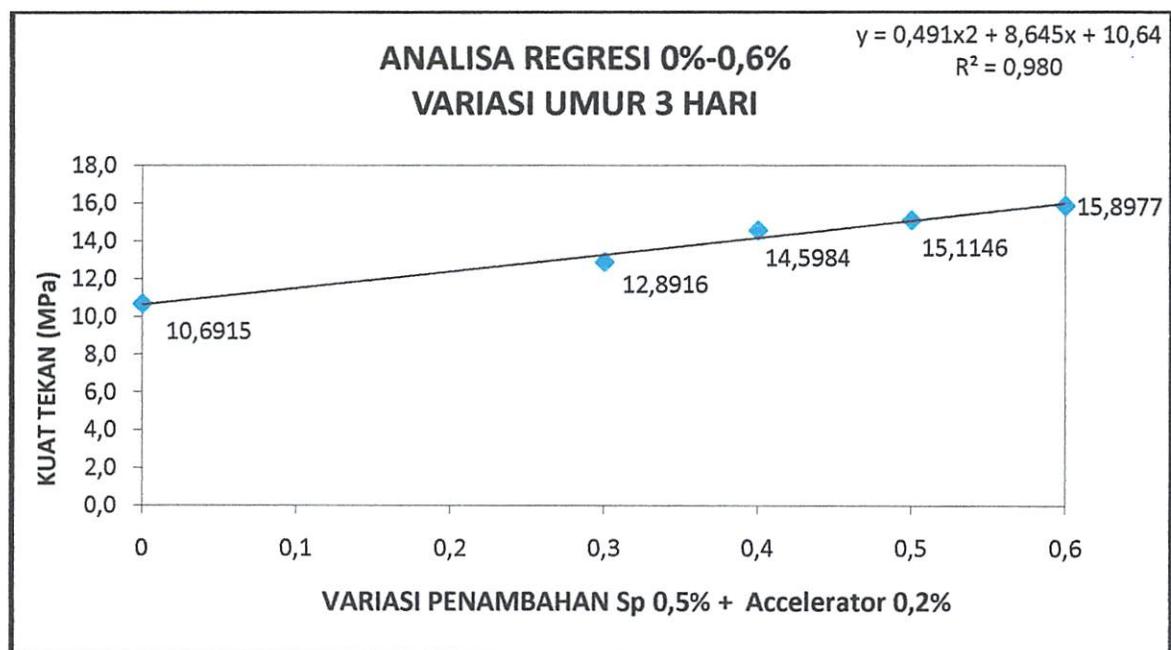
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

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

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

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

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



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 kuatdratik.

Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 7 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

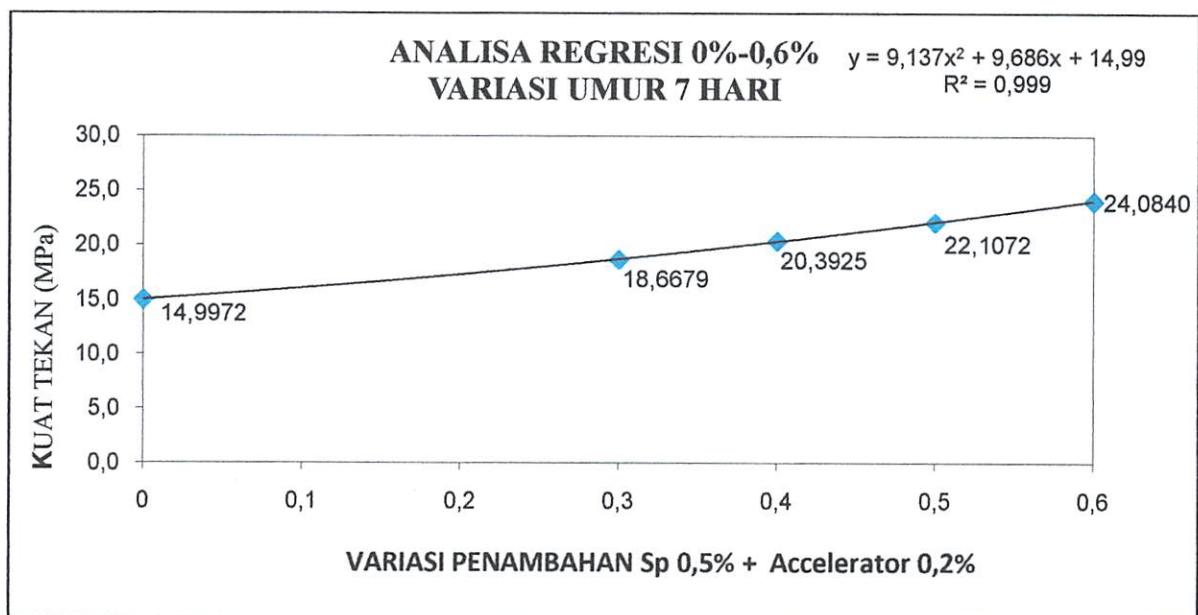
Sumber : Data Hasil Penelitian

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

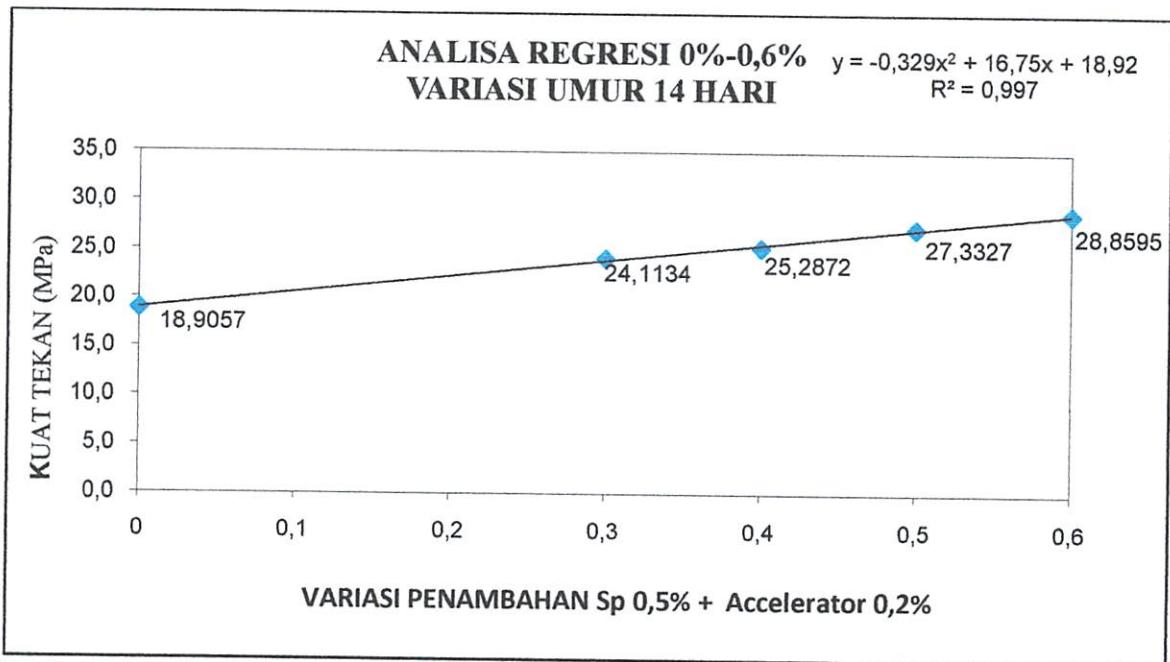
Sumber : Data Hasil Penelitian

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

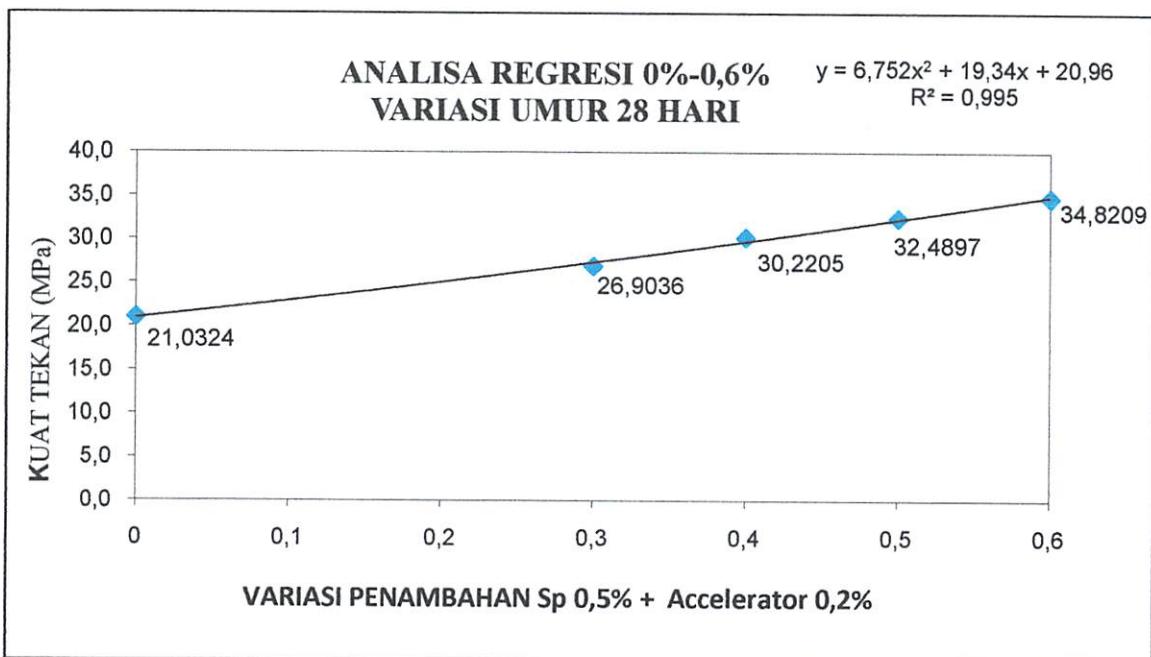
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

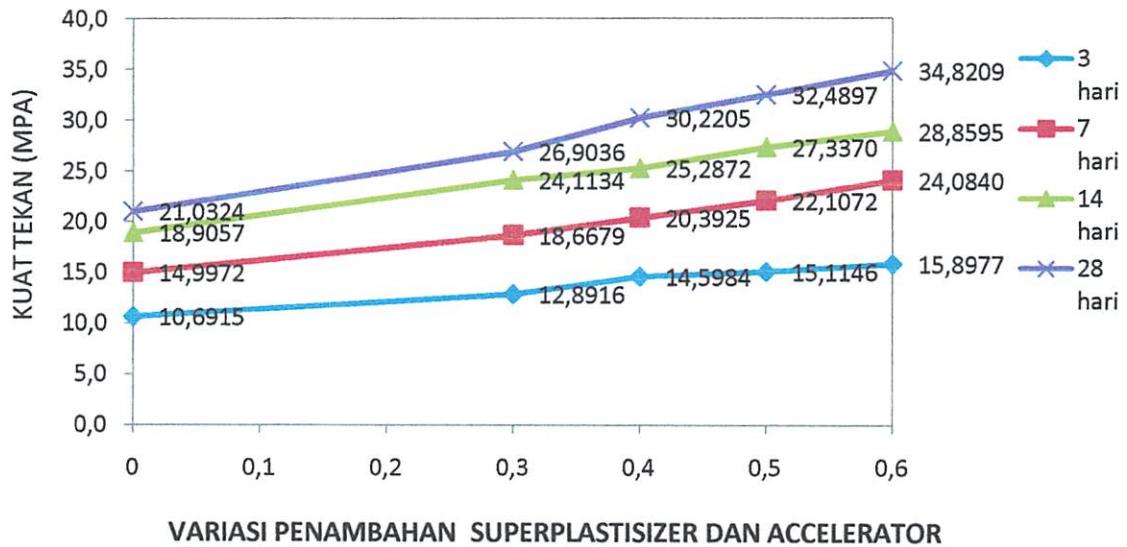
$$R^2 = 0,995$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan

ANALISA REGRESI 0%-0,6%
VARIASI UMUR 3, 7, 14, DAN 28 HARI



Grafik 5.10 Gabungan Analisa Regresi Kuat Tekan

Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat

Tarik Belah Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

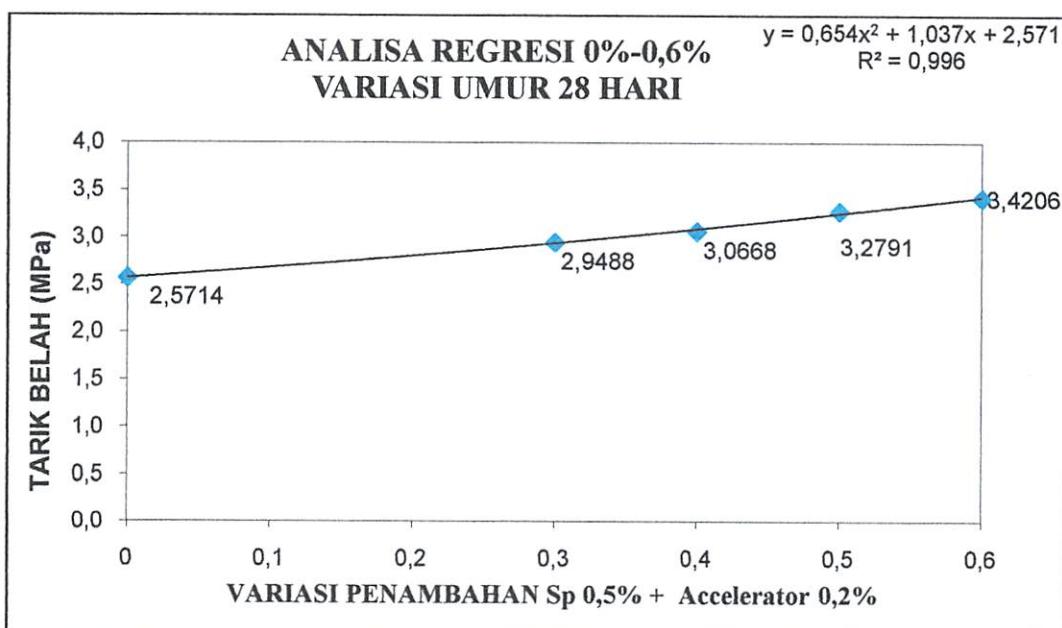
Sumber : Data Hasil Penelitian

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	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

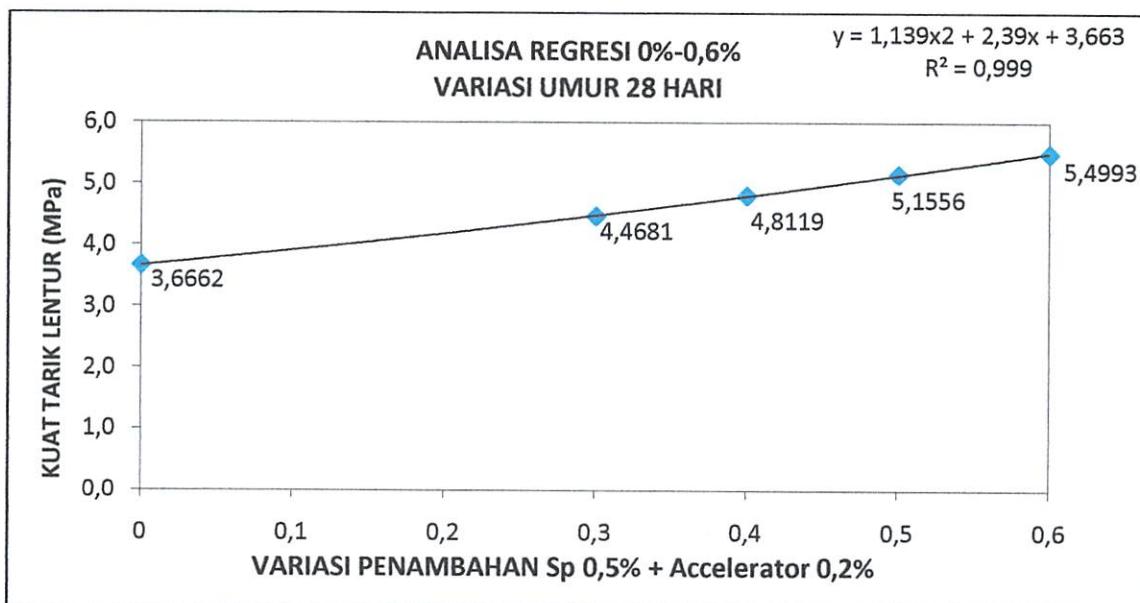
Sumber : Data Hasil Penelitian

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	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

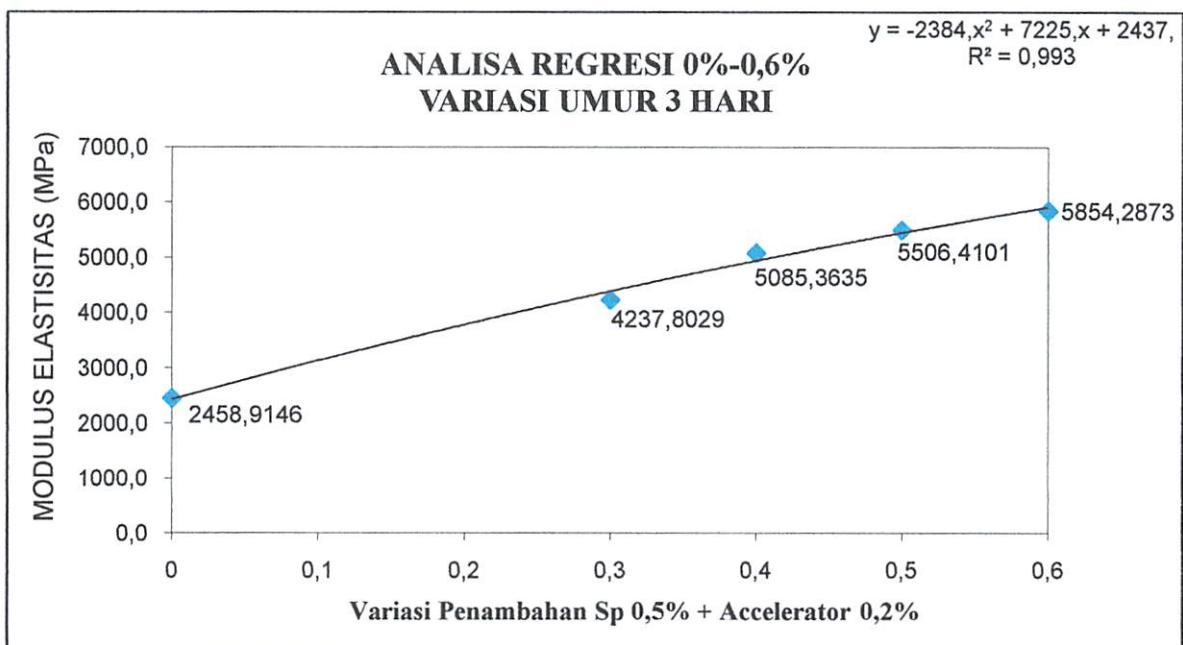
Sumber : Data Hasil Penelitian

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	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

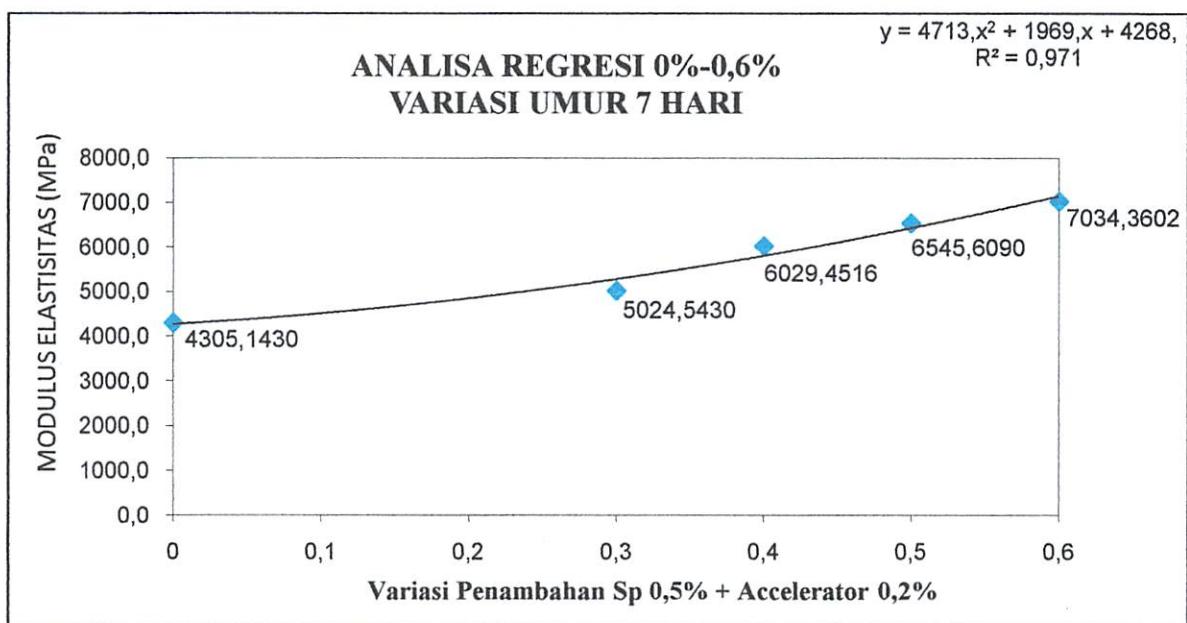
Sumber : Data Hasil Penelitian

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

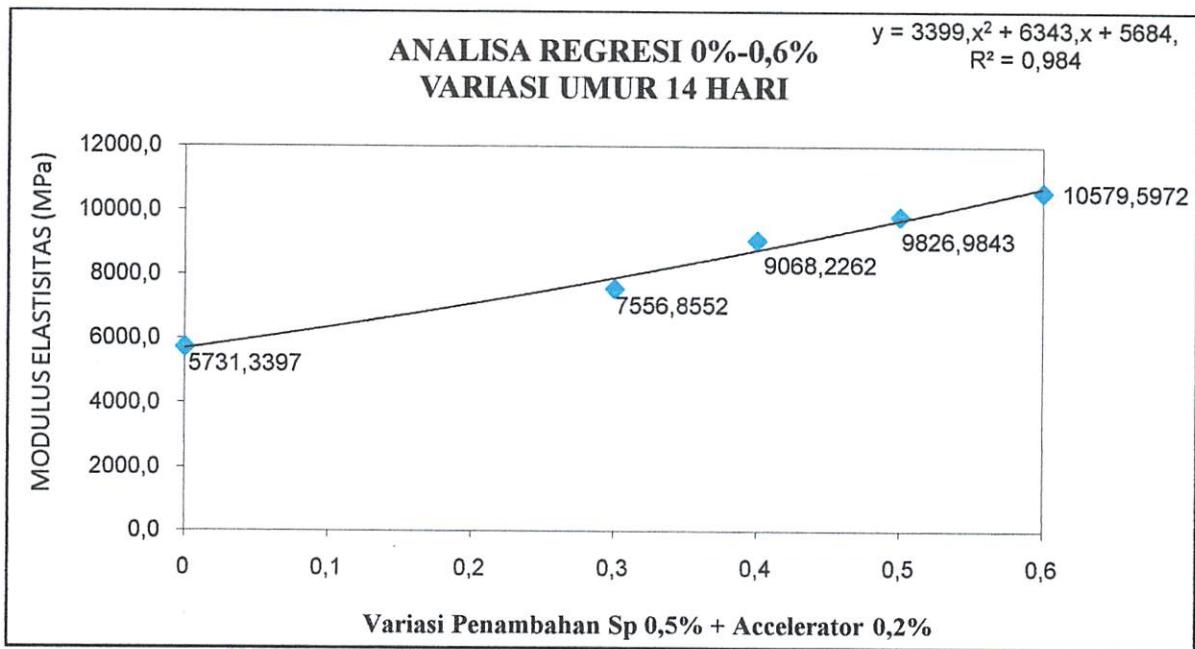
Sumber : Data Hasil Penelitian

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	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

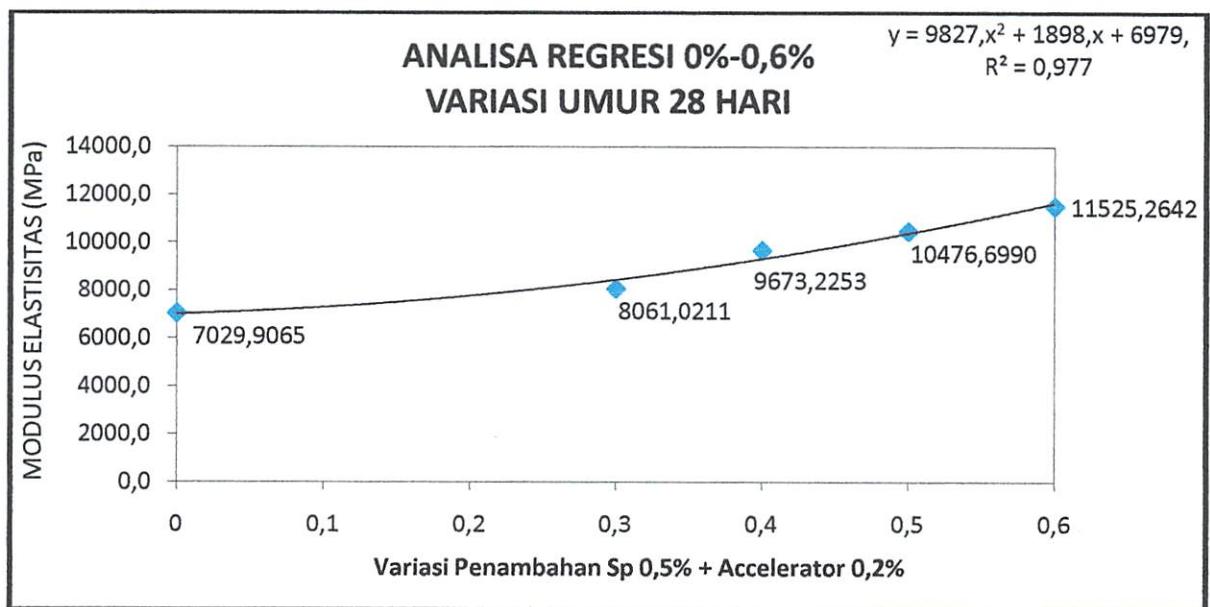
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

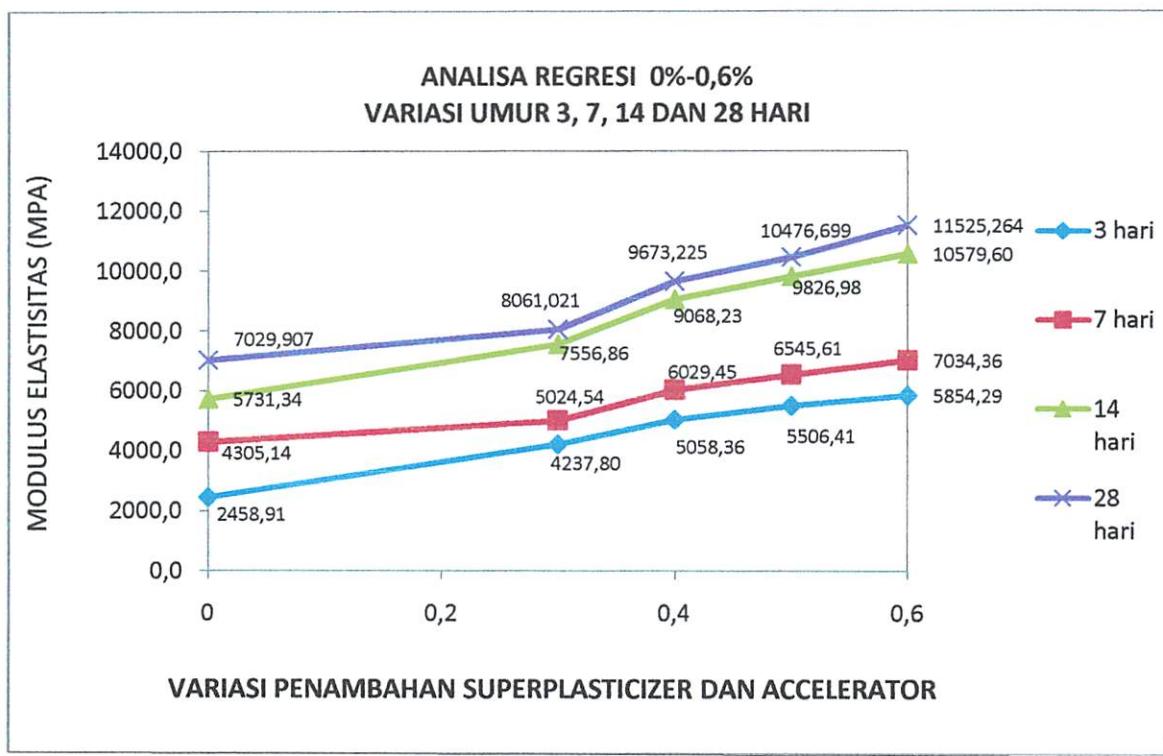
Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.977$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.16 Analisa Regresi Modulus Elastisitas



Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Grafik 5.17 Gabungan 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

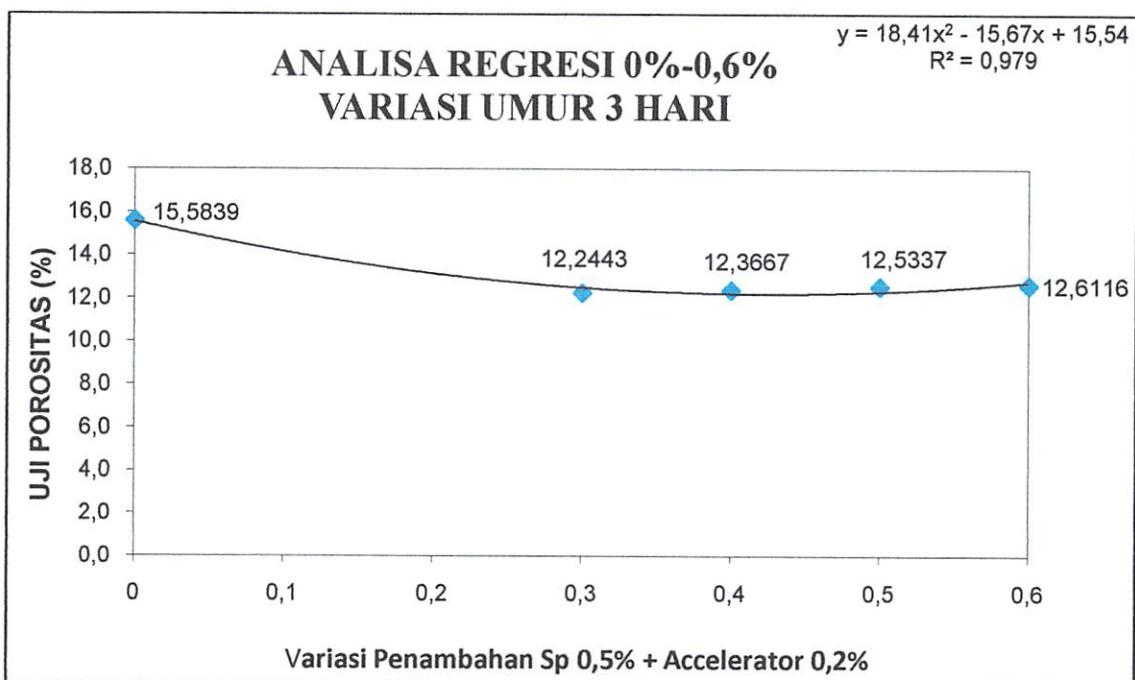
Sumber : Data Hasil Penelitian

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 5.18 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

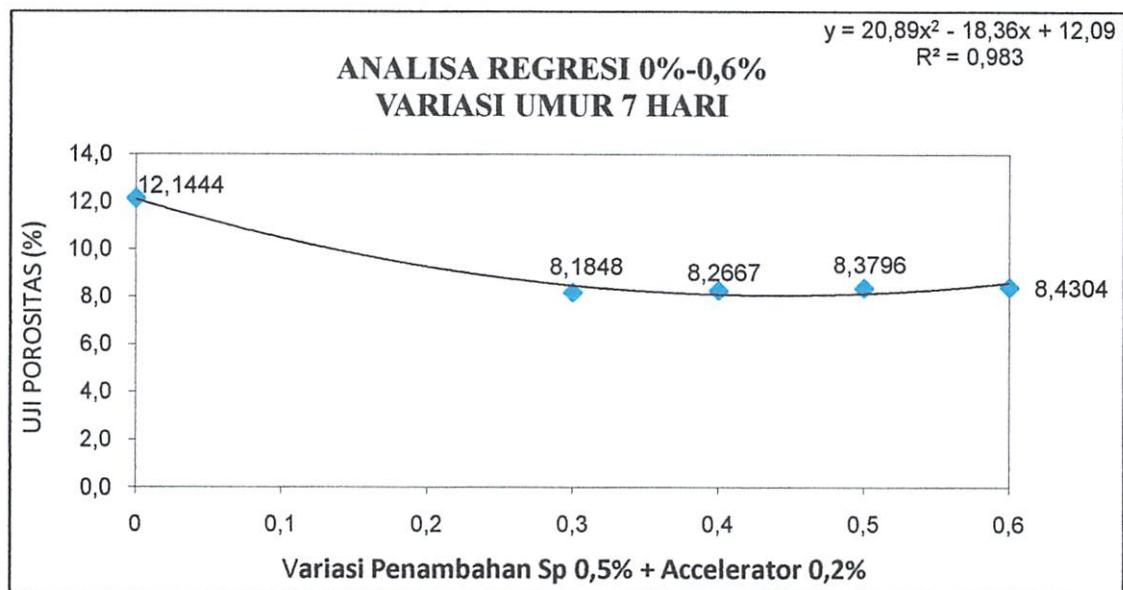
Sumber : Data Hasil Penelitian

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 5.19 Analisa Regresi Porositas

estimated beyond reasonable doubt that you will reaffirm 88.6 today.

High Volume Learning

SY	YEAR	TX	SY	CX	EX	Y	X	OK
844,581	5	6	16	0	0	44,114	0	1
590,00	TEST	0	241,2	8,96,0	501,0	90,0	281,8	8,0
877,83	TEST	1	205,6	87,0,0	430,0	81,0	785,8	4,0
812,03	TEST	2	201,1	880,0	251,0	82,0	98,8	2,0
570,18	TEST	3	202,8	0,130	615,0	67,0	843,8	0,0

2010-2011 2011-2012 2012-2013 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017 2017-2018 2018-2019 2019-2020 2020-2021 2021-2022

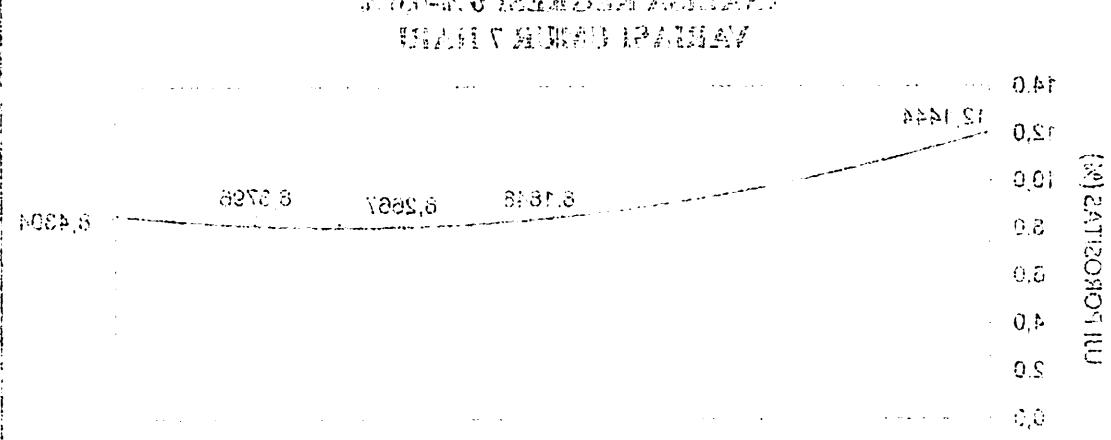
BRUNSWICK LIBRARY

$$Q0.21 + z0.81 - \gamma_{z08.02} = 7$$

Digitized by srujanika@gmail.com

E80.0 = 5.9

$$80,01 + 362,31 - 392,05 = 90 \\ 886,0 = 90$$



Georgie & Ida, women leaders for life

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

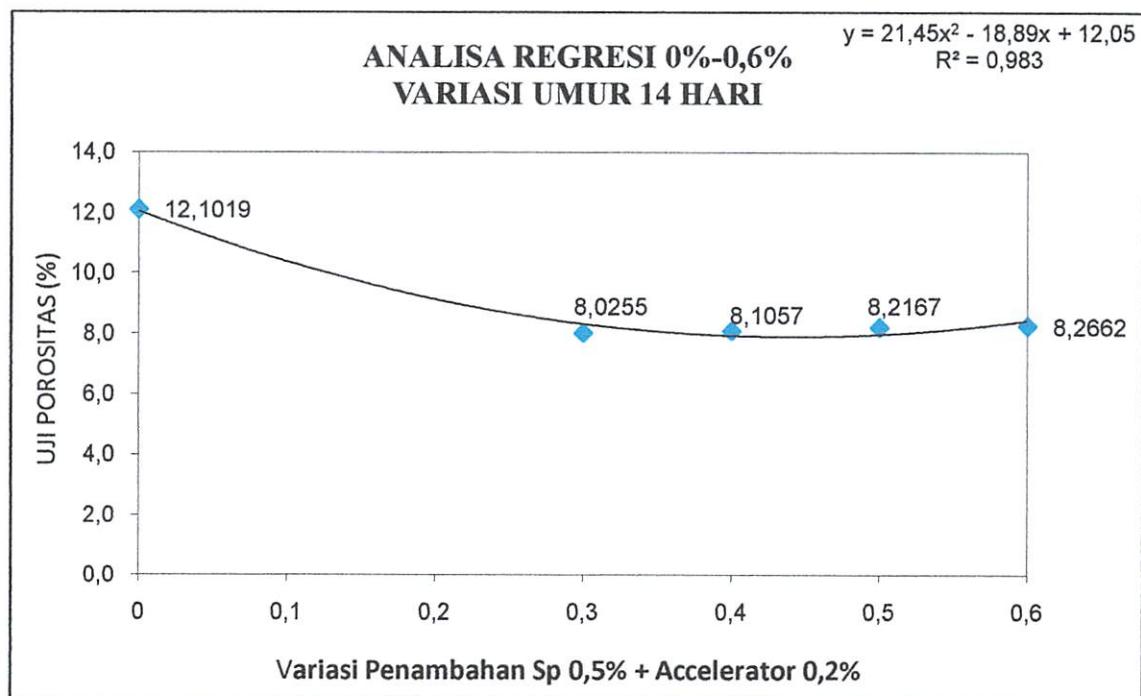
Sumber : Data Hasil Penelitian

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 5.20 Analisa Regresi Porositas

selected as your undergraduate with 1 of 1 year with 1 in 1 26.2 leads

Inhalation masking

	CV	75%	6%	4%	3%	2%	1%	Z	6%
0.04	0	1	6	9	6	9	910.51	0	1
0.08	225.0	304.5	310.0	310.0	306.0	3220.8	2.0	2	
0.12	505.1	542.2	520.0	480.9	451.0	5201.2	4.0	5	
0.17	1205.1	2014.3	1600.0	1111.0	826.6	5615.2	5.0	4	
0.20	2025.1	3442.2	3016.0	312.0	67.0	2662.2	6.0	7	

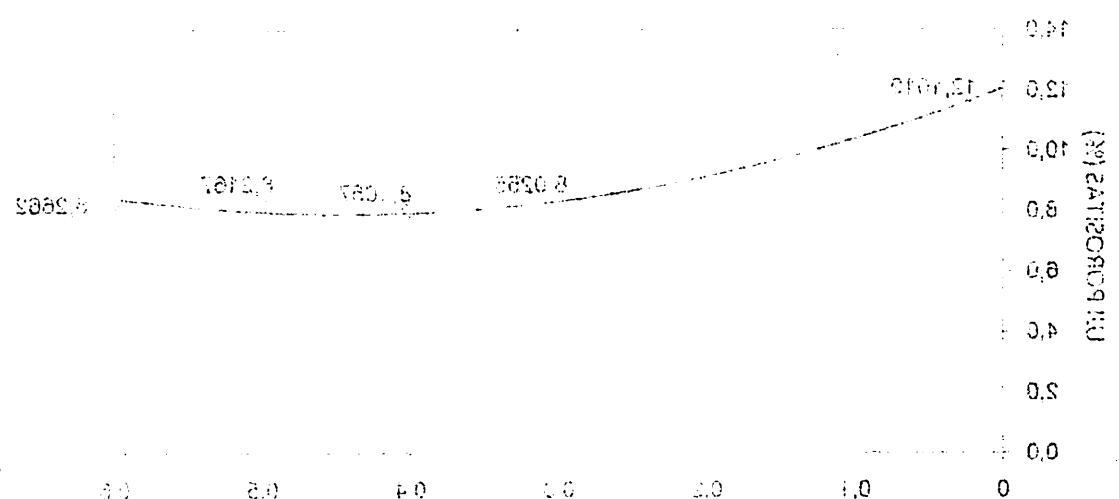
PUBLISHED IN QABALIC

2023-2024 学年七

17. Стартовий підхід до публікі

Сергей

$$86,57 + x \cdot 28,31 = 59834,72 \Rightarrow x = \frac{59834,72 - 86,57}{28,31} = 2120$$



25.0 100% + 25.0% niederdrängt 100%

Government of Canada - Department of National Defence
Gouvernement du Canada - Département de la Défense nationale

Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 28 Hari

No	X	Y	X2	X3	X4	XY	X2Y	Y2
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

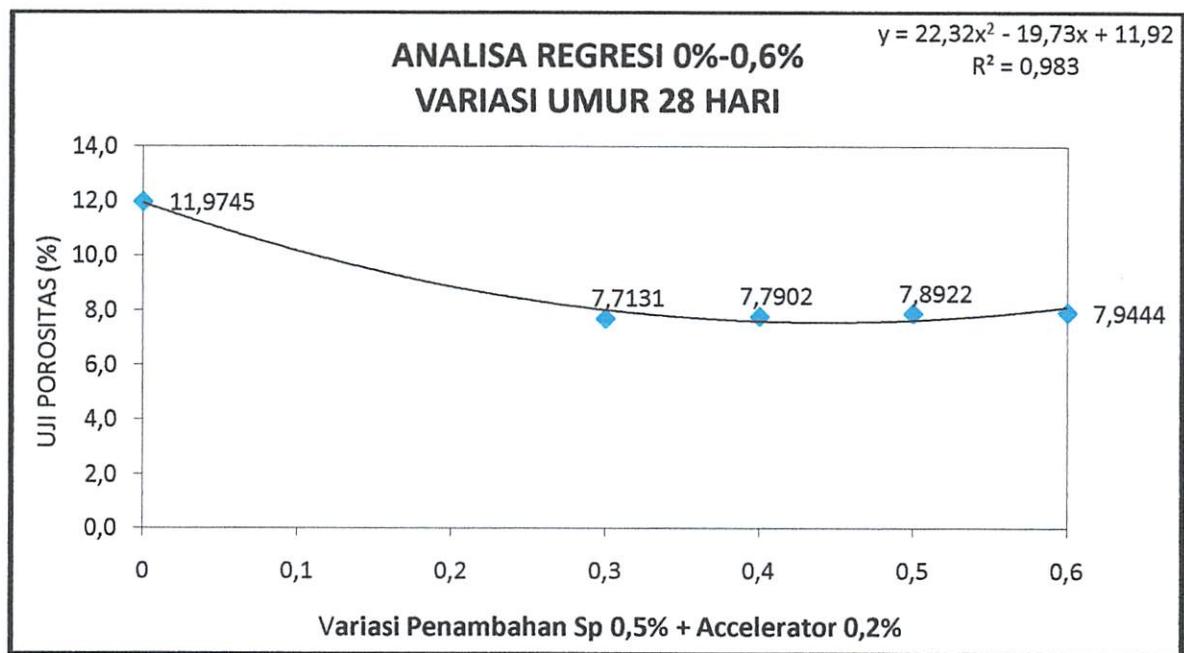
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

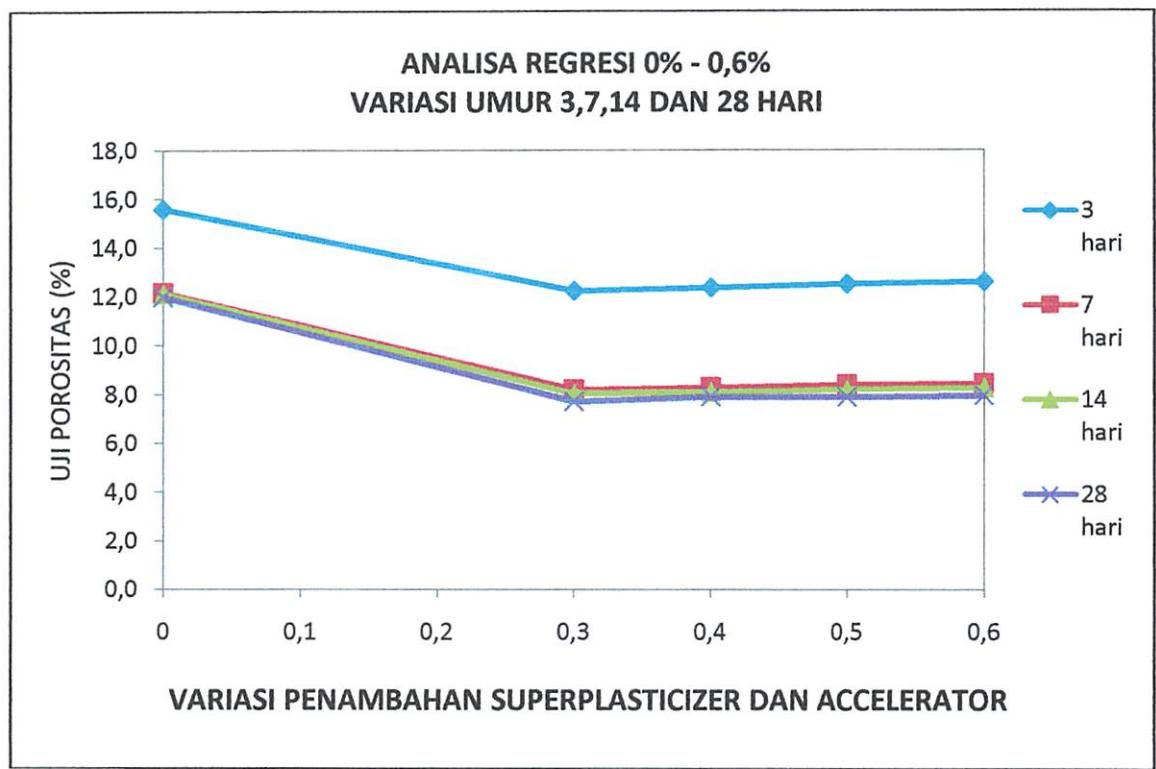
Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,983$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.21 Analisa Regresi Porositas



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.22 Gabungan 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 0,5% dan accelerator 0,2% .Hal ini dapat dilihat dari hasil uji hipotesis yang membuktikan 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 $F_{hitung} = 955,66 > F_{tabel} = 4,60$

Tarik Belah dengan nilai $F_{hitung} = 28,125 > F_{tabel} = 7,7086$

Tarik Lentur dengan nilai $F_{hitung} = 67,600 > F_{tabel} = 7,7086$

Modulus Elastisitas dengan nilai $F_{hitung} = 75,63 > F_{tabel} = 5,59$

Porositas dengan nilai $F_{hitung} = 50,84 > F_{tabel} = 7,71$

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 21,03Mpa menjadi 32,49Mpa setelah diberi perlakuan tambahan dengan variasi umur 28hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% + accelerator 0,2%.
- Dari Pengaruh Workability dapat disimpulkan bahwa pada saat tanpa penambahan di dapat nilai slump test yaitu 8 cm dan dengan ditambahnya zat additive 11 cm.
- Dari hasil pengujian modulus elastisitas beton terdapat perbandingan antara perhitungan modulus elastisitas beton example (E_c) = 6798,333 dan perhitungan modulus elastisitas teoritis (E_c) = 23591,295 yang cukup besar dimungkinkan karena pembacaan dayal yang kurang teliti.

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

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 Pujiyanto, Tri Retno Y.S. Putro, dan Oktania Ariska.Beton mutu tinggi dengan admixstur superplastiziser dan aditif silicafume.Jurusn 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

MEIRIKA ENGGRAWATI H. (05.21.027)

Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
09-1-'11	- Sudah lks IV. Injuth	
31-3-'11	- Semua hasil pengujian yg hrs digrafikasi → di graphisk - Bentuk analisis / kesimpulan vrte masip ² hasil pengujian	
3-6-'11	- Analisis regresi / jauhnya betul ken.	
14-6-'11	- Untuk grafik yg sejenis dijadi ken satu.	
17-6-'11	- Lengkapi dptan is., tabel & grafik - Gabungkan grafik yg sdh dibuat - Oleh hrs seminar hasil	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

MEIRIKA ENGGRAWATI H. (05.21.027)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
24-11. 1	bab I s.d. Oh bab W perbaiki cek hit —	N.S.
6-12. 4	→ halat Kecepatan → hasil = Buat Works → kalfas P.AJ — Tepat	H.P.
16-11	hal 44 MS tabel Campuran. bab 5 Analisis & pembahasan	N.S.
3-12. 6	Pembahasan + Kesimpulan	N.S.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

MEIRIKA ENGGRAWATI H. (05.21.027)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
4. 6 -11	Penulisan desain Abstrak bku.	
13. 6 -11	Penulisan + abstrak Lembaran Semua terisi	



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Nomor : ITN-0912.09/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. A. Agus Santosa, 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 : Meirika Enggrawati. H
Nim : **05.21. 027**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efek Proporsi Additive Superplastisizer dan Accelerator 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 / 19 Juni 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan 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. Hirjanto, MT
NIP. 101 88 00182

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.09/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

20 Desember 2010

Kepada Yth : Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS.
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 : Meirika Enggrawati. H
Nim : 05.21. 027
Prodi : Teknik Sipil (S-I)

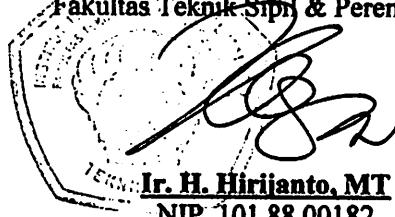
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Effek Proporsi Additive Superplastisizer dan Accelelator Mengikuti Kurva Linear Terhadap Kinerja dan Variasi Umur Beton".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

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

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S.T

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : Melinica Enggorwati H.
NIM : 05.21.027.
Hari / tanggal : Kamis , 18-08-2011.

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Pabaku abstrak, Nama lab.
- Metode yg dipakai cr. mix design beton SNI atau British.
- CR (cgr) semua tabel = dan grafik cr. litruan mix design (Sumber : - - -)
- Cek nilai Ec praktek & Ec teoritis (sumpulkan)
- cek satuan.

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

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyerahkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahasan dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 21/8 2011
Dosen Pembahasan

(Yosephina Kanaha)

Malang, 18-08- 2011
Dosen Pembahasan

(Yosephina)



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 : MEIRICA ENGGRAWATI H.

NIM : 05.21.027

Hari / tanggal : KAMIS / 18 AGUSTUS 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

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

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyerahkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahasan dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2011

Dosen Pembahasan

*20
08 CM
()*

Malang, 2011

Dosen Pembahasan

*20
()*



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

UJIAN SKRIPSI

PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Penelitian

Nama : Meirika Enggrawati H.
NIM : 05.21.027
Hari / tanggal : Rabu , 24 - 08 - 2011.

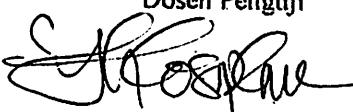
Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- * Semua grafik = Cagkopi eg Satuan? ?
- * Saran? = di perbaiki lagi. ✓
- * Kurva kreat teknik (garis lurus)
Kurva parabolis (garis lengkung)
Benar atau Salah? ✓
Berikan alasan saudara. /
- * Bagaimana test Slump cf. test beton ?
SCC ?

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 09/09 -- 2010
Dosen Penguji


()

Malang, 24-08- 2010
Dosen Penguji


()
(Formson Manah)



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : MEIRIKA ENGGRAWATI H.

NIM : 05.21.027

Hari/tanggal : Rabu / 24-8-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
Dosen Pengaji

Malang, **2019**
Dosen Pengaji

(_____) (_____)

➤ **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**

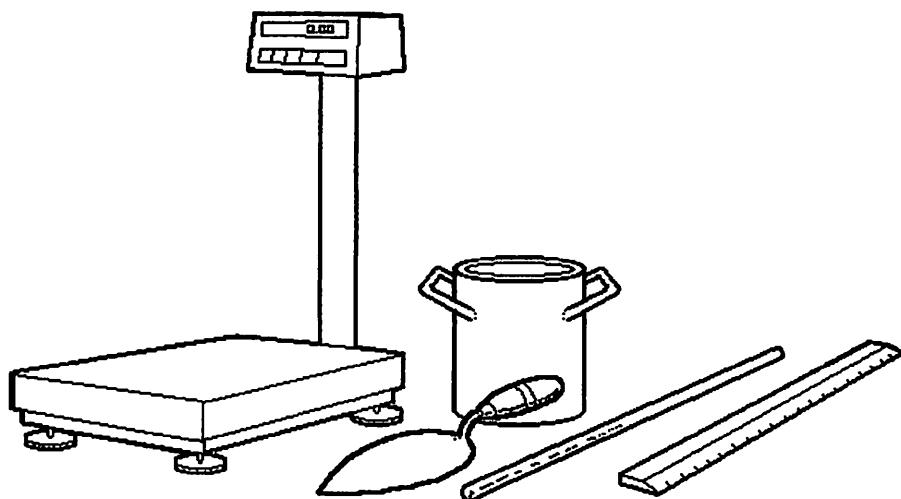
A. Tujuan Penelitian

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 wadah 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 (W3 = W2 – W1).
- b) Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm ($1 \frac{1}{2}$ ") 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 pemedat 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 (W3 = W2 – W1).

E. Perhitungan

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

Dimana : V = isi wadah (cm^3)

W_3 = Berat contoh uji (kg)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 1 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

BATU PECAH		LEPAS / GEMBUR			PADAT		
		I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	22120	22060	22320	22720	22920	22730
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	14190	14130	14390	14790	14990	14800
D.	Isi tempat (cm ³)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi (gr/cm ³)	1.419	1.413	1.439	1.479	1.499	1.48
F.	Berat isi rata-rata (gr/cm ³)	1.424			1.486		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 3 Pemeriksaan Berat Isi Semen

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil Penelitian

1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

a. Agregat Kasar	=	1,424 kg/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

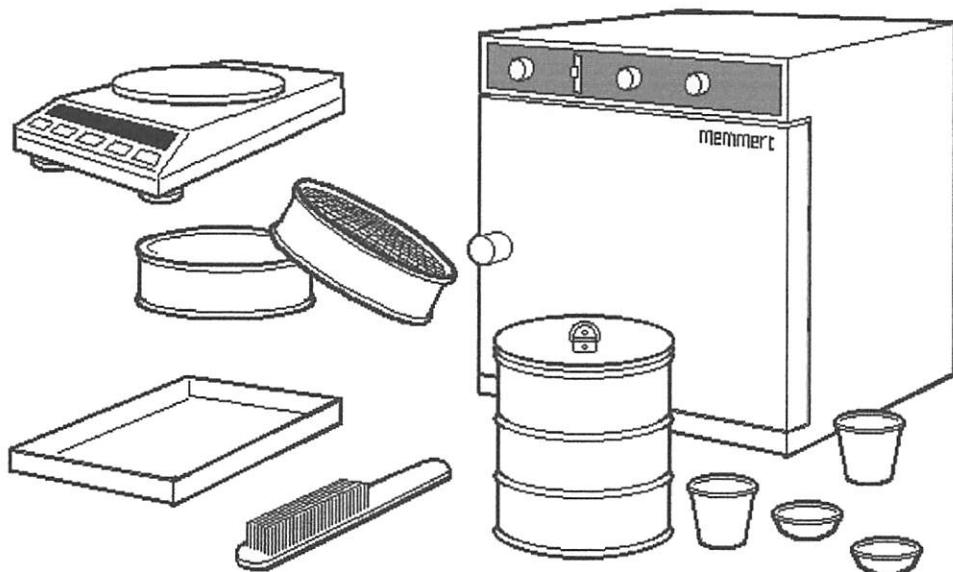
Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan 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 ± 5)°C.
- c. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
- d. Alat penggetar saringan (*shieve shaker*).

- e. Talam-talam.
- f. Kuas, sikat kuningan, 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 1/2")	38,1
(3/4")	19,1
(3/8")	9,6
(No. 4)	4,75
(No. 8)	2,36
(No. 16)	1,18
(No. 30)	0,6
(No. 50)	0,3
(No. 100)	0,15
(No. 200)	0,075

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

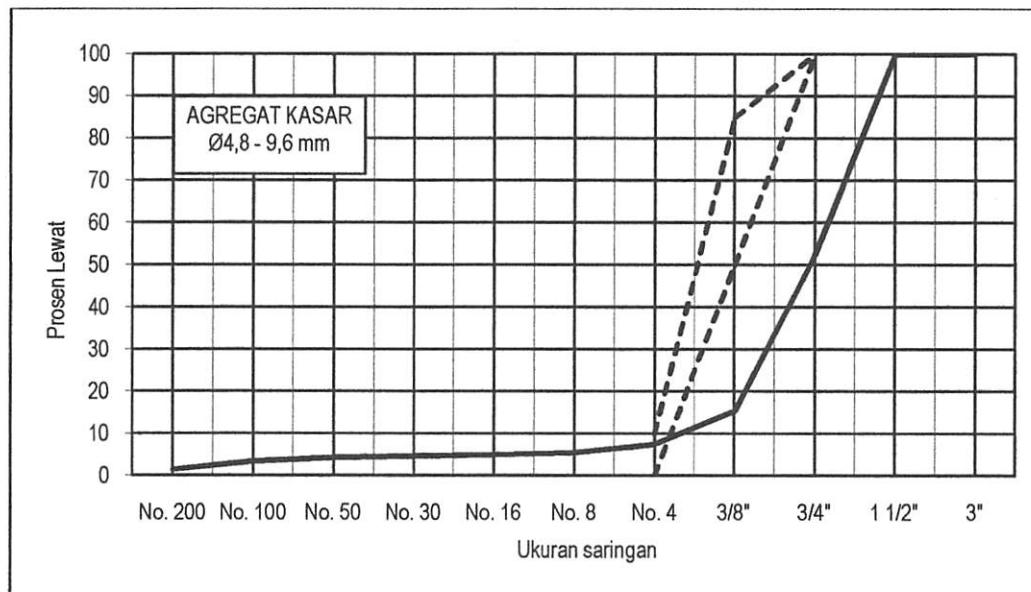
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 5 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

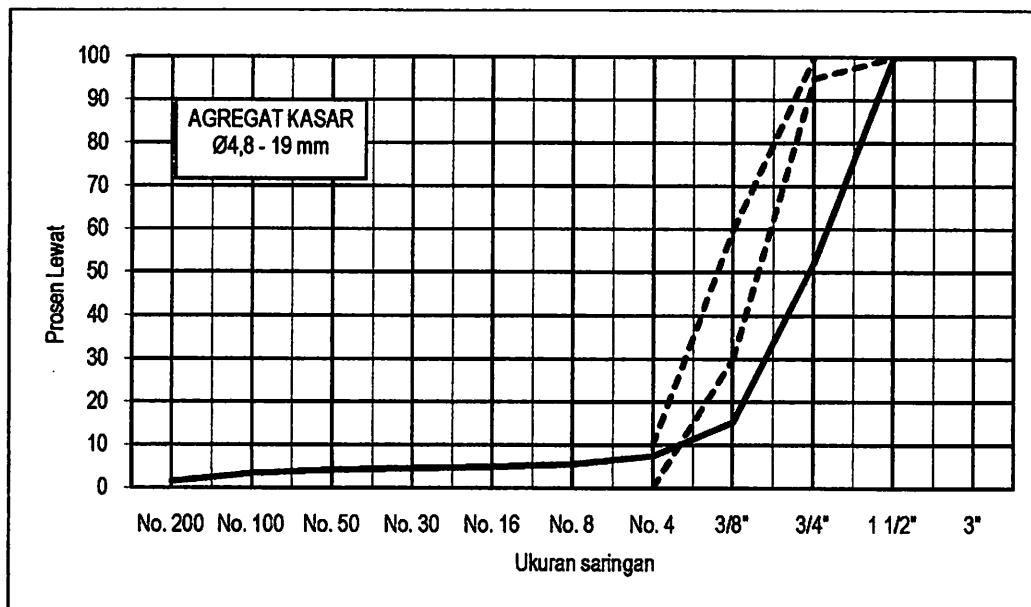
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	13420	55.39	55.39	44.61
9.6 mm (3/8")	10380	42.85	98.24	1.76
4.75 mm (No. 4)	219	0.90	99.14	0.86
2.36 mm (No. 8)	55.5	0.23	99.37	0.63
1.18 mm (No. 16)	15.6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

Sumber : Data Hasil Penelitian



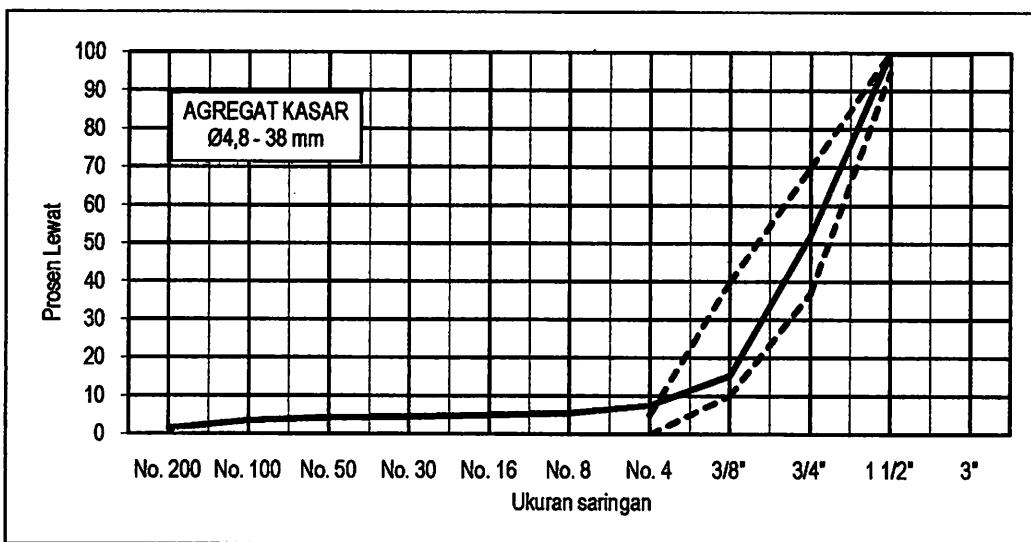
Grafik 1 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



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

Sumber : *Data Hasil Penelitian*



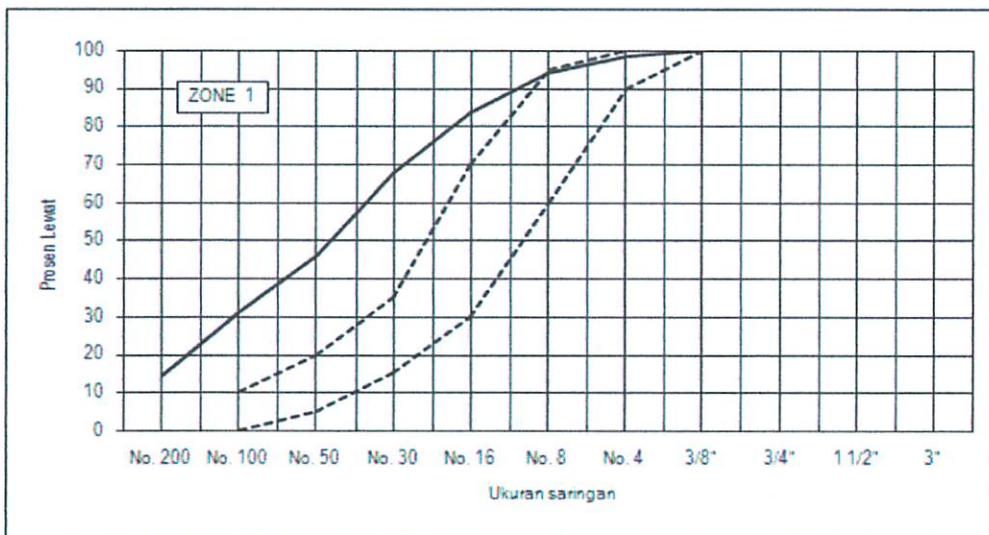
Grafik 3 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Tabel 6 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

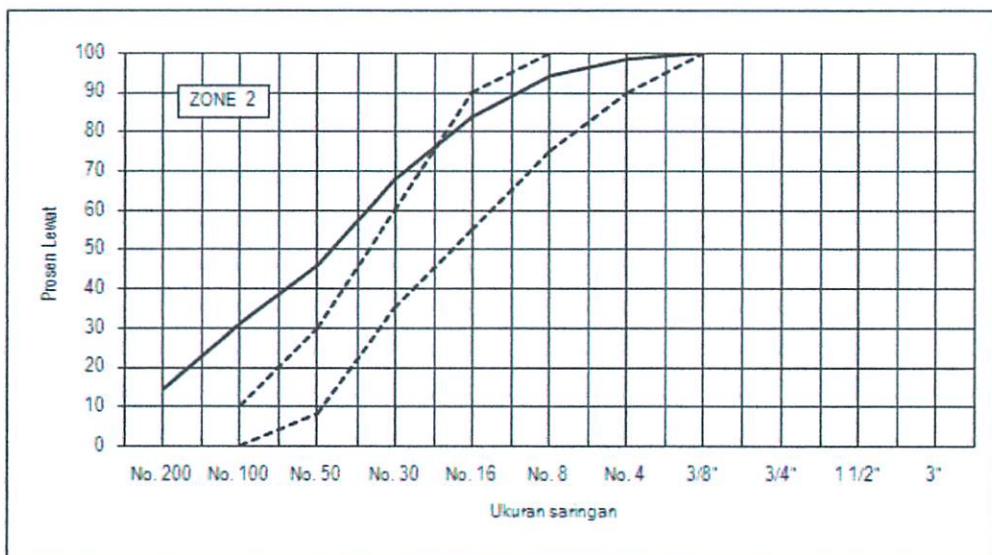
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76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

Sumber : Data Hasil Penelitian



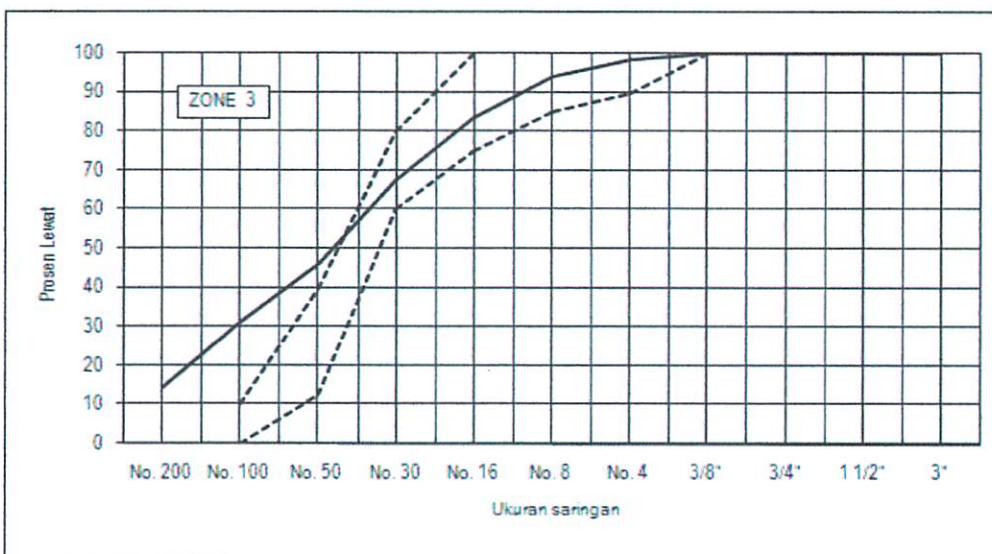
Grafik 4 Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 5 Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 6 Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

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

❖ Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- 1 *Contoh benda uji dimasukkan ke dalam botol.*
- 2 *Tambahkan senyawa NaOH 3%. Setelah dikocok, total volume menjadi kira-kira ¾ volume botol.*
- 3 *Botol ditutup erat-erat, dan botol dikocok kembali. Diamkan botol selama 24 jam.*
- 4 *Setelah 24 jam, bandingkan warna cairan yang terlihat dengan warna standar No. 3 (apakah lebih tua atau lebih muda).*

Tabel 7 Warna Standart

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

E. Catatan

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

F. Hasil Penelitian

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

❖ Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- a. Contoh benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
- b. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
- c. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.

- d. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
- e. Ukur tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2).

E. Perhitungan

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

(Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton)

Dimana :

V_1 = tinggi pasir

V_2 = tinggi Lumpur

F. Hasil penelitian

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

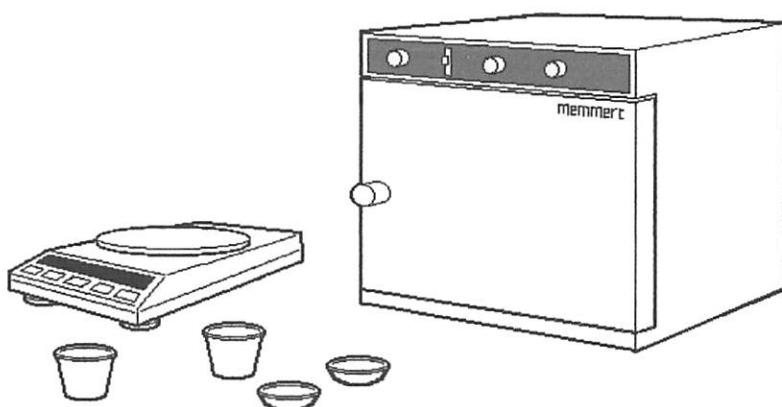
❖ **Pemeriksaan Kadar Air Agregat**

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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



Gambar 3 Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

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

Tabel 8 Ukuran Maksimum Agregat

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

D. Prosedur Pelaksanaan

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

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 (Bj).
- 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 (Ba).
- e. Contoh dikeringkan pada temperatur $(212 \pm 130)^\circ$ Fahrenheit. Setelah didinginkan, contoh ditimbang. Hitung berat contoh kondisi kering (Bk).

E. Perhitungan

- Berat Jenis (*bulk*) $= \frac{Bk}{Bj - Ba}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh $= \frac{Bj}{Bj - Ba}$
- Berat jenis semu (*apparent*) $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$
- Penyerapan (absorbsi) $= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$

Dimana :

- Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram
- Bk = berat contoh kering oven
- Ba = 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 (absorbsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	1.51	1.46	1.48

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

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

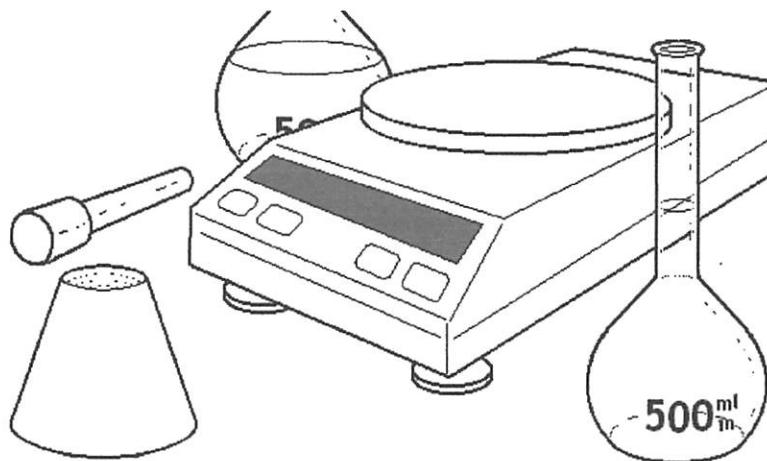
❖ Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

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

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dengan kapasitas minimum 1000 gram.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- c. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
- d. Cetakan kerucut pasir (metal sand cone) dan tongkat pemedat 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 perematan.

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) $= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$

Dimana :

Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

Bk = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

Bt = 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	Bk	491.70	489.00	490.35
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	500.00	500.00	500.00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	680.20	667.10	673.65
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	Bt	991.80	2.60	497.20
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2.61	2.60	2.64
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2.65	2.66	2.66
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2.73	2.77	2.75
Penyerapan (absorbsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	201.67	202.25	201.96

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian Agregat halus (pasir)

- Berat jenis (*bulk*) = 2,64
- Berat jenis SSD = 2,66
- Berat Jenis semu (*apparent*) = 2,75
- Penyerapan (absorbsi) = 201,96

❖ Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Menggunakan Alat *Los Angeles*

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan (abrsi) 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 ½") 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 ½")	25,0 (1")	-	-	-	-
25,0 (1")	19,0 (3/4")	-	-	-	-
19,0 (3/4")	12,5 (1/2")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
9,5 (3/8")	6,3 (1/4")	-	-	2500 ± 25	-
6,3 (1/4")	4,75 (No.4)	-	-	2500 ± 25	
4,75 (No.4)	2,36 (No. 8)	-	-	-	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Jumlah bola		12	11	8	6
Berat bola (gram)		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 25	2500 ± 25

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

C. Prosedur Praktikum

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

D. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 14 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)	
Saringan			
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

rancangan campuran beton dengan metode SNI

	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
7.	Jenis agregat halus	Dipecah / tidak dipecah *)	Tidak dipecah
8.	Faktor air semen (W/C)	Gambar 13 (W/C)	0,71
9.	Faktor air semen maksimum	Tabel 12 (W/C)	0,73
10.	Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan	Terkecil antara [7] dan [8] (W/C)	0,71
11.	Slump yang direncanakan	Disyaratkan (tabel 9)	100,00 mm
12.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20,00 mm
13.	Kadar air bebas	Tabel 11	196,90 kg/m ³
14.	Jumlah semen	[12] / [9]	277,32 kg/m ³
15.	Jumlah semen minimum	Tabel 12	225,00 kg/m ³
16.	Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	277,32 kg/m ³
17.	Proporsi agregat halus	Gambar 14	45,00 %
18.	Proporsi agregat kasar	100% - [16]	55,00 %
19.	Berat jenis agregat halus (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,66
20.	Berat jenis agregat kasar (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,71
21.	Berat jenis agregat gabungan	([16][18]+[17][19])/100	2,68
22.	Berat jenis beton basah	Gambar 15	2407,00 m ³
23.	Total jumlah agregat	[21]-[12]-[15]	1932,78 kg/m ³
24.	Jumlah agregat halus	[16][22]/100	869,75 kg/m ³
25.	Jumlah agregat kasar	[17][22]/100	1063,03 kg/m ³

ІДЕАЛІЗАЦІЯ МАННІХ ПІДСТАВОВИХ
ІДЕАЛІЗАЦІЙ ВАСІЛІСТІВСЬКИХ ЗАСЛУГ

Digitized by Google

ME obverse responses noted in reverse responses



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

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

Lanjutan Perancangan campuran beton dengan metode SNI

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

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

• ГЕНЕРАЦИЯ НАШЕЙ МИЛОСТАВЫХ
И АДАМСКИХ ВЛАСТЕЙ НЕ ПРИЧИНЕТ САМЫХ
БОЛЬШИХ БОЛЕЗНЕЙ И СОЛДАТУЩИХ СУДИЯМ



<http://www.mca.gov.in/mca21form/101/index.htm>

Faithless Persecuted Christians before denied before God

aspreusque tellusque notus non puto quod nichil esse legem modum.

Age (yr)	Female (%)	Male (%)	Age (yr)	Female (%)	Male (%)
19,3±1	20,5±0,1	21,1±0,3	23,3±2	23,5±1,1	24,1±1,1
33,0	18,2	19,6	†	19,9±0,1	20,3±0,1



Persiapan Bahan Beton Normal



Pencampuran Material Beton Normal

RECORDED IN PUBLIC RECORDS

RECORDED IN PUBLIC RECORDS



Slump Test



Benda uji Beton Normal



Figure 10



Figure 11



Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive



Beton dengan Campuran Additive



Slump Test Beton dengan Campuran Additive



Pengujian Kuat Tekan

1920-1921
1921-1922
1922-1923
1923-1924
1924-1925
1925-1926
1926-1927
1927-1928
1928-1929
1929-1930
1930-1931
1931-1932
1932-1933
1933-1934
1934-1935
1935-1936
1936-1937
1937-1938
1938-1939
1939-1940
1940-1941
1941-1942
1942-1943
1943-1944
1944-1945
1945-1946
1946-1947
1947-1948
1948-1949
1949-1950
1950-1951
1951-1952
1952-1953
1953-1954
1954-1955
1955-1956
1956-1957
1957-1958
1958-1959
1959-1960
1960-1961
1961-1962
1962-1963
1963-1964
1964-1965
1965-1966
1966-1967
1967-1968
1968-1969
1969-1970
1970-1971
1971-1972
1972-1973
1973-1974
1974-1975
1975-1976
1976-1977
1977-1978
1978-1979
1979-1980
1980-1981
1981-1982
1982-1983
1983-1984
1984-1985
1985-1986
1986-1987
1987-1988
1988-1989
1989-1990
1990-1991
1991-1992
1992-1993
1993-1994
1994-1995
1995-1996
1996-1997
1997-1998
1998-1999
1999-2000
2000-2001
2001-2002
2002-2003
2003-2004
2004-2005
2005-2006
2006-2007
2007-2008
2008-2009
2009-2010
2010-2011
2011-2012
2012-2013
2013-2014
2014-2015
2015-2016
2016-2017
2017-2018
2018-2019
2019-2020
2020-2021
2021-2022
2022-2023
2023-2024
2024-2025
2025-2026
2026-2027
2027-2028
2028-2029
2029-2030
2030-2031
2031-2032
2032-2033
2033-2034
2034-2035
2035-2036
2036-2037
2037-2038
2038-2039
2039-2040
2040-2041
2041-2042
2042-2043
2043-2044
2044-2045
2045-2046
2046-2047
2047-2048
2048-2049
2049-2050
2050-2051
2051-2052
2052-2053
2053-2054
2054-2055
2055-2056
2056-2057
2057-2058
2058-2059
2059-2060
2060-2061
2061-2062
2062-2063
2063-2064
2064-2065
2065-2066
2066-2067
2067-2068
2068-2069
2069-2070
2070-2071
2071-2072
2072-2073
2073-2074
2074-2075
2075-2076
2076-2077
2077-2078
2078-2079
2079-2080
2080-2081
2081-2082
2082-2083
2083-2084
2084-2085
2085-2086
2086-2087
2087-2088
2088-2089
2089-2090
2090-2091
2091-2092
2092-2093
2093-2094
2094-2095
2095-2096
2096-2097
2097-2098
2098-2099
2099-20100

Annual Report of the Board of Education



Annual Report of the Board of Education



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Benda uji yang telah di Test

